



DISPONIBILIDADE HÍDRICA EM COMUNIDADES RURAIS E TRADICIONAIS DO ESTADO DE GOIÁS

2020



Paulo Sérgio Scalize
Michelle da Silva Honório
Isabella Almeida Costa
Raviel Eurico Basso
Nolan Ribeiro Bezerra



Saneamento e Saúde Ambiental em
Comunidades Rurais e Tradicionais de Goiás



Cegraf UFG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (UFG)

Fundação Nacional da Saúde
Escola de Engenharia Civil e Ambiental (EECA)
Faculdade de Enfermagem (FEN)
Site: www.sanrural.ufg.br

**PROJETO: SANEAMENTO E SAÚDE AMBIENTAL
EM COMUNIDADES RURAIS E TRADICIONAIS
DE GOIÁS (SANRURAL)**

Equipe Técnica

Coordenação

Prof. Dr. Paulo Sérgio Scalize (UFG)

Engenheiro Civil e Biomédico com Doutorado em
Saneamento pela EESC/USP

Subcoordenação

Profa. Dra. Bárbara Souza Rocha (UFG)

Enfermeira com Doutorado em Enfermagem pela
FEN/UFG

Núcleo de Educação

Dr. Kleber do Espírito Santo Filho (UFG)

Biólogo com Doutorado em Ciências Ambientais
pela UFG

Núcleo de Saneamento

Profa. Dra. Nolan Ribeiro Bezerra (IFG)

Engenheira Ambiental com Doutorado em
Engenharia Civil, Saneamento e Meio Ambiente
pela UFV

Núcleo de Saúde

Profa. Dra. Valéria Pagotto (UFG)

Enfermeira com Doutorado em Ciências da Saúde
pela UFG

Núcleo de Estatística

**Prof. Dr. Luis Rodrigo Fernandes Baumann
(UFG)**

Matemático com Doutorado em Estatística pela USP

Núcleo de Geoprocessamento

Prof. Dr. Nilson Clementino Ferreira

Engenheiro Cartográfico com Doutorado em
Ciências Ambientais pela UFG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (UFG)

Reitor

Prof. Dr. Edward Madureira Brasil

Vice-Reitora

Profa. Dra. Sandramara Matias Chaves

Pró-Reitoria de Graduação - Prograd

Profa. Dra. Jaqueline Araujo Civardi

Pró-Reitoria de Pós-Graduação - PRPG

Prof. Dr. Laerte Guimarães Ferreira Júnior

Pró-Reitoria de Pesquisa e Inovação - PRPI

Prof. Dr. Jesiel Freitas Carvalho

Pró-Reitoria de Extensão e Cultura - Proec

Profa. Dra. Lucilene Maria de Sousa

Pró-Reitoria de Administração e Finanças - Proad

Prof. Dr. Robson Maia Geraldine

**Pró-Reitoria de Desenvolvimento Institucional e
Recursos Humanos - Prodirh**

TAE Me. Everton Wirbitzki da Silveira

**Pró-Reitoria de Assuntos da Comunidade
Universitária - Procom**

TAE Dra. Maísa Miralva da Silva

**FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA)
Presidente**

Coronel Giovanne Gomes da Silva

**SUPERINTENDÊNCIA ESTADUAL DA FUNASA
EM GOIÁS (SUEST – GO)**

Superintendente Estadual da Funasa em Goiás
Lucas Pugliesi Tavares



Autores

Paulo Sérgio Scalize

Michelle da Silva Honório

Isabella Almeida Costa

Raviel Eurico Basso

Nolan Ribeiro Bezerra

**DISPONIBILIDADE HÍDRICA EM COMUNIDADES RURAIS E
TRADICIONAIS DO ESTADO DE GOIÁS - 2020**

Goiânia
Cegraf UFG
2021

@2021 Paulo Sérgio Scalize; Michelle da Silva Honório; Isabella Almeida Costa; Raviel Eurico Basso; Nolan Ribeiro Bezerra

Todo o conteúdo deste e-book é de inteira responsabilidade de seus respectivos autores. É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte.

Corpo editorial

Ana Lucia Denardin da Rosa (UNIR)
Alexandre Kepler Soares (UnB)
Alexandre Swarowsky (UFSM)
Juliana Dorn Nóbrega (UFG)
Klebber Teodomiro Martins Formiga (UFG)
Ricardo Prado Abreu Reis (UFG)
Saulo Bruno Silveira e Souza (UFG)

Ilustração

Maykell Guimarães

Diagramação

Maykell Guimarães
Paulo Sérgio Scalize

Revisão da Língua Portuguesa

Letícia Cristina Alcântara Rodrigues

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) GPT/BC/UFG

D612 Disponibilidade hídrica em comunidades rurais e tradicionais do Estado de Goiás - 2020 [E-book] / Paulo Sérgio Scalize ... [et al.]. – Goiânia: Cegraf UFG, 2021.
615 p. : il. – (Condições de saúde e saneamento das comunidades rurais e tradicionais do Estado de Goiás)

Material elaborado pelo projeto SanRural, executado pela Universidade Federal de Goiás em parceria com o Ministério da Saúde - Fundação Nacional de Saúde (FUNASA).

ISBN (E-book): 978-85-495-0356-5

1. População rural. 2. Saneamento rural. 3. Saúde rural. I. Scalize, Paulo Sérgio.

CDU: 628:316.334.55(817.3)

Bibliotecário responsável: Adriana Pereira de Aguiar / CRB1: 3172

PESQUISADORES DO PROJETO

Adivânia Cardoso da Silva
Adjane Damasceno de Oliveira
Adler da Silva Barros
Afonso Luis da Silva
Alana de Almeida Valadares Pereira
Alessandro de Carvalho Cruz
Alexandre Xavier Alves
Aline Souza Carvalho Lima
Amanda Pinheiro de M. Xavier
Amanda Xavier dos Santos
Amoné Inácia Alves
Ana Paula Almeida Marinho
Ana Paula Ribeiro de Carvalho
André Freitas Amaral
André Vinícius Freire Baleeiro
Andressa Caroline de Sousa
Andressa Kristiny Lemes Seabra
Anna Cláudia dos Santos
Anniely Carvalho Rebouças Oliveira
Arthur de Lima Tavares
Ávila Clícia Ribeiro Costa
Bárbara Souza Rocha
Beatriz Almeida Carlos Gomes
Bianca Elisa Martins Lisboa Peres
Brenda Rabelo Berça
Cecília Mariana da Silva e Mota Medeiros
Claci Fátima Weirich Rosso
Cláudia de Sousa Guedes
Cristina Camargo Pereira
Daniela Dallegrove
Daniela Mendes Cesar
Danielle Silva Beltrão
Davi Carvalho Abreu
Débora de Lima Braga
Dirceu Scaratti
Eduardo Queija de Siqueira
Ellen Flávia Moreira Gabriel
Elson Santos Silva Carvalho
Erika Vilela Valente
Fabiana Ribeiro de Sousa
Fabiola Souza Fiaccadori
Fernanda Craveiro Franco
Francisco Javier Cuba Teran
Gabriel de Lima Januário
Gabriel Peres de Oliveira
Gabriela Ribeiro de Sousa
Gabrielle Brito do Vale
Gessyca Gonçalves Costa
Giovana Carla Elias Fleury
Gislei Siqueira Knierim
Guilherme Matheus Coelho de Lemos
Gustavo Ferreira Bellato
Hitalo Tobias Lôbo Lopes
Hugo José Ribeiro
Humberto Carlos Ruggeri Junior
Iana Martins Moraes
Ingrid Fernanda Rodrigues de Oliveira

Isabela Moura Chagas
Izabela Batista Melo
Izabete da Silva Ataíde
Janaina de Gouvêa Ávila
Jefferson Henrique Morais Castilho
Jéssica Gonçalves Barbosa
João Paulo Fernandes da Silva
José Antônio Lopes de Menezes
Joyce Souza Lemes
Judite Pereira Rocha
Juliana Beatriz Sousa Leite
Juliana Cristina Soares Dutra
Juliana de Oliveira Roque e Lima
Juliana Pires Ribeiro
Julianna Malagoni Cavalcante Oliveira
Jung Shin Arisa Mendonça
Jussanã Milograna Cortes
Kamila Cardoso dos Santos
Karla Alcione da Silva Cruvinel
Karla Emmanuela Ribeiro Hora
Karoliny Freitas Silva
Kathyane Santos Oliveira
Kátia Alcione Kopp
Katiane Martins Mendonça
Kelliane Martins de Araújo
Kleber do Espírito Santo Filho
Larissa Ariel Gomes Lima
Larissa Raymundo da Silva
Leandro Nascimento da Silva
Leniany Patrícia Moreira
Léo Fernandes Ávila
Leonara Rezende Pacheco
Lilian Aurelia Stival de Almeida
Lilian Carla Carneiro
Liliane Coelho de Carvalho
Lívia Marques de Almeida Parreira
Liziana de Sousa Leite
Luana Cássia Miranda Ribeiro
Luana Vieira Martins
Lucas Costa Souza
Lucas Figueiredo Machado
Lucas Thadeu da Silva Abrantes
Lucélia Barbosa de Queiroz Silva
Luis Rodrigo Fernandes Baumann
Luiz Roberto Santos Moraes
Lysa Sousa Carvalho
Madson Marllo dos Santos Pingarilho
Marcelo Augusto de Sousa Siqueira
Marcos André de Matos
Mario Ernesto Piscocoyá Díaz
Marlison Noronha Rosa
Matheus Dornelas e Machado
Matheus Paz Costa Ramos
Maykell Mendes Guimarães
Michele Dias da Silva Oliveira
Milena Araújo dos Santos

Nara Ballaminut
Nayana Cristina Souza Camargo
Nayara Pereira Rezende de Sousa
Nayara Valéria Assis Marcelino
Nilson Clementino Ferreira
Noely Vicente Ribeiro
Nolan Ribeiro Bezerra
Patrícia Layne Alves Traldi
Patrícia Paulla de Oliveira
Patrícia Pereira da Silva Santos
Paulo Henrique Brasil Ribeiro
Paulo Otávio Lourenço Silva
Paulo Sérgio Scalize
Pedro Henrique Bhering Silveira
Pedro Leonardo Longhin Silva
Pedro Parlandi Almeida
Pedro Victor Brasil Ribeiro
Poliana Nascimento Arruda
Quéren-Hapuque Freitas do Nascimento
Rafael Alves Guimarães
Raianny Ferreira Cardoso
Raviel Eurico Basso
Renan de Souza Soares
Renata Medici Frayne Cuba
Ricardo Prado Abreu Reis
Ricardo Valadão de Carvalho
Roberta Vieira Nunes Pinheiro
Roberto Araújo Bezerra
Rosana Gonçalves Barros
Samira Nascimento Mamed
Sara Duarte Sacho
Saulo Bruno Silveira e Souza
Simone Costa Pfeiffer
Steffeny Luzia Teodoro de Sousa
Sueli Meira da Silva Dias
Suiany Dias Rocha
Tales Dias Aguiar
Talita Cintra Braga
Thais Reis Oliveira
Thaís Cristina Afonso
Thaís Fernandes de Oliveira
Thatielly Camilla Dias de Souza
Thays Millena Alves Pedroso
Thiago Henrique Brandão de Souza
Tiago Miranda Dantas
Valéria Gonçalves Gomes
Valéria Pagotto
Vanessa Araújo Jorge
Vanessa Elias da Cunha
Vanessa Marques de Souza Rocha
Victor Hugo Souza Florentino Porto
Wanessa Fernandes Carvalho
Wellington Nunes de Oliveira
Yan Machado Sousa
Yane Xavier da Costa
Ysabella de Paula dos Reis

APRESENTAÇÃO

Este documento, intitulado Disponibilidade Hídrica em Comunidades Rurais e Tradicionais no Estado de Goiás (DH), foi elaborado individualmente para 66 comunidades que integram o Projeto Saneamento e Saúde Ambiental em Comunidades Rurais e Tradicionais de Goiás (SanRural), além de um capítulo síntese, comparando os resultados obtidos. O Projeto SanRural é fruto de uma parceria entre a Universidade Federal de Goiás (UFG) e a Fundação Nacional da Saúde (FUNASA), firmada por meio de Termo de Execução Descentralizada (TED nº 05/2017).

Entre os objetivos desse projeto, inclui-se a avaliação da quantidade de água superficial e subterrânea disponível nas comunidades rurais e/ou tradicionais localizadas no Estado de Goiás.

Assim, como parte fundamental do desenvolvimento do projeto, esta etapa compõe as descrições dos procedimentos de delimitação das microbacias, estimativas de demandas de consumo humano e para a agropecuária, e outorgas, estimativa da vazão mínima de referência superficial e subterrânea, bem como a apresentação dos resultados obtidos de disponibilidade hídrica e a proposição de uma solução alternativa para aproveitamento de água da chuva.

Dos procedimentos de delimitação das microbacias, são apresentadas informações a respeito da localização em relação à Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH), os principais córregos e afluentes que formam a microbacia, a localização dos domicílios dentro da microbacia, bem como a caracterização do tipo de formação geológica e de aquífero profundo.

Aos aspectos de estimativas de demandas foram definidos o consumo humano, referente às pessoas residentes na comunidade, demanda da pecuária com base no Censo Agropecuário de 2017 e as outorgas subterrâneas e superficiais localizadas dentro dos limites das microbacias.

Em relação à estimativa de vazão mínima de referência, tanto superficial quanto subterrânea, são descritas as metodologias e referências utilizadas para obtenção dos valores. No que diz respeito aos resultados, tem-se a descrição dos valores estimados da disponibilidade superficial, subterrânea e total, além da disponibilidade específica. Além disso, para cada comunidade, tem-se a proposição do dimensionamento de um reservatório para captação de água da chuva.

Com a descrição a respeito da disponibilidade hídrica nas microbacias espera-se que as comunidades, as lideranças e os governantes conheçam a situação e utilizem estes resultados para subsidiar a proposição de tecnologias relacionadas ao uso da água (abastecimento público, dessedentação animal, irrigação, entre outros), garantindo a quantidade do recurso no presente e para as gerações futuras.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2011 a 2015, na estação pluviométrica código 1550001.....	66
Gráfico 3.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2014 a 2018, na estação pluviométrica código 1448004.....	74
Gráfico 4.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2014 a 2018, na estação pluviométrica código 1448001.....	82
Gráfico 5.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2015 a 2019, na estação pluviométrica código 1549002.....	90
Gráfico 6.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2008 a 2012, na estação pluviométrica código 1648002.....	98
Gráfico 7.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2003 a 2007, na estação pluviométrica código 1449001.....	106
Gráfico 8.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2010 a 2014, na estação pluviométrica código 1848007.....	114
Gráfico 9.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2011 a 2015, na estação pluviométrica código 1550001.....	122
Gráfico 10.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 1988 a 1992, na estação pluviométrica código 1446002.....	130
Gráfico 11.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 1994 a 1998, na estação pluviométrica código 1752003.....	138
Gráfico 12.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2008 a 2012, na estação pluviométrica código 1648002.....	146
Gráfico 13.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2014 a 2018, na estação pluviométrica código 1446004.....	154
Gráfico 14.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2009 a 2013, na estação pluviométrica código 1447002.....	162
Gráfico 15.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 1994 a 1998, na estação pluviométrica código 1752003.....	170
Gráfico 16.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2009 a 2013, na estação pluviométrica código 1348003.....	178
Gráfico 17.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2011 a 2015, na estação pluviométrica código 1550001.....	186
Gráfico 18.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2015 a 2019, na estação pluviométrica código 1849016.....	194
Gráfico 19.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2007 a 2011, na estação pluviométrica código 1449005.....	202
Gráfico 20.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2015 a 2019, na estação pluviométrica código 1346001.....	210
Gráfico 21.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2008 a 2012, na estação pluviométrica código 1448007.....	218
Gráfico 22.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2010 a 2014, na estação pluviométrica código 1250000.....	228

Gráfico 23.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 1994 a 1998, na estação pluviométrica código 1752003.....	236
Gráfico 24.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2010 a 2014, na estação pluviométrica código 1651002.....	244
Gráfico 25.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2014 a 2018, na estação pluviométrica código 144700.....	252
Gráfico 26.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2010 a 2014, na estação pluviométrica código 1551002.....	262
Gráfico 27.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2015 a 2019, na estação pluviométrica código 1549001.....	270
Gráfico 28.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2008 a 2012, na estação pluviométrica código 1648002.....	278
Gráfico 29.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2004 a 2008, na estação pluviométrica código 1447004.....	286
Gráfico 30.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2008 a 2012, na estação pluviométrica código 1448002.....	294
Gráfico 31.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2010 a 2014, na estação pluviométrica código 1250000.....	302
Gráfico 32.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2007 a 2011, na estação pluviométrica código 1449005.....	310
Gráfico 33.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2008 a 2012, na estação pluviométrica código 1448007.....	318
Gráfico 34.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2004 a 2008, na estação pluviométrica código 1350000.....	326
Gráfico 35.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2011 a 2015, na estação pluviométrica código 1550001.....	334
Gráfico 36.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2005 a 2009, na estação pluviométrica código 1748001.....	342
Gráfico 37.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2012 a 2016, na estação pluviométrica código 1647011.....	350
Gráfico 38.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2008 a 2012, na estação pluviométrica código 1448002.....	358
Gráfico 39.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2007 a 2011, na estação pluviométrica código 1449005.....	366
Gráfico 40.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2008 a 2012, na estação pluviométrica código 1648001.....	374
Gráfico 41.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2014 a 2018, na estação pluviométrica código 1347001.....	382
Gráfico 42.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2011 a 2015, na estação pluviométrica código 1748000.....	390
Gráfico 43.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2007 a 2011, na estação pluviométrica código 1449005.....	398
Gráfico 44.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 1994 a 1998, na estação pluviométrica código 1752003.....	406

Gráfico 45.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 1988 a 1992, na estação pluviométrica código 1446002.....	414
Gráfico 46.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2014 a 2018, na estação pluviométrica código 1447000.....	423
Gráfico 47.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2005 a 2009, na estação pluviométrica código 1748001.....	431
Gráfico 48.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2015 a 2019, na estação pluviométrica código 1346001.....	439
Gráfico 49.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2004 a 2008, na estação pluviométrica código 1348001.....	447
Gráfico 50.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2008 a 2012, na estação pluviométrica código 1448007.....	455
Gráfico 51.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2003 a 2007, na estação pluviométrica código 1449001.....	463
Gráfico 52.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2010 a 2014, na estação pluviométrica código 1551002.....	473
Gráfico 53.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2010 a 2014, na estação pluviométrica código 1749009.....	481
Gráfico 54.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2011 a 2015, na estação pluviométrica código 1550001.....	489
Gráfico 55.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2008 a 2012, na estação pluviométrica código 1448007.....	497
Gráfico 56.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2014 a 2018, na estação pluviométrica código 1448001.....	505
Gráfico 57.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2011 a 2015, na estação pluviométrica código 1550001.....	513
Gráfico 58.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2004 a 2008, na estação pluviométrica código 1347000.....	521
Gráfico 59.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2011 a 2015, na estação pluviométrica código 1550001.....	529
Gráfico 60.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2008 a 2012, na estação pluviométrica código 1449000.....	536
Gráfico 61.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2008 a 2012, na estação pluviométrica código 1648002.....	544
Gráfico 62.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 1994 a 1998, na estação pluviométrica código 1752003.....	552
Gráfico 63.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2008 a 2012, na estação pluviométrica código 1548001.....	561
Gráfico 64.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2001 a 2005, na estação pluviométrica código 1346004.....	569
Gráfico 65.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2004 a 2008, na estação pluviométrica código 1350000.....	577
Gráfico 66.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2007 a 2011, na estação pluviométrica código 1449005.....	585

Gráfico 67.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2011 a 2015, na estação pluviométrica código 1346000.....	593
Gráfico 68.1 - Demanda hídrica para o consumo da pecuária (a) e para o consumo humano (b).	597
Gráfico 68.2 – <i>Box plot</i> da vazão de referência superficial (a) e subterrânea (b) para as comunidades estudadas.	599
Gráfico 68.3 - Disponibilidade hídrica específica por tipologia.....	602
Gráfico 68.4 – Volume médio necessário das cisternas para armazenamento de água de chuva, considerando todas as comunidades e também por tipologia.....	604
Gráfico 68.5 – Precipitação média mensal obtida em estação específica para cada região do estado de Goiás, com período contínuo de 5 anos por estação, compreendido entre 1994 a 2019.....	605
Gráfico 68.6 – Área média do telhado necessária para captação da água de chuva, considerando todas as comunidades e também por tipologia.....	607

LISTA DE MAPAS

Mapa 1.1 – Localização das 66 comunidades do Projeto SanRural, onde foi realizada a análise de disponibilidade hídrica.	52
Mapa 1.2 – Comparação entre a área e a disponibilidade hídrica nas bacias hidrográficas.	55
Mapa 2.1 – Microbacias do córrego Currallinho e córrego do Tatu onde estão inseridos os domicílios e os exutórios de referência da Comunidade 17 de Abril, Faina-GO, 2020.	61
Mapa 2.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade 17 de Abril, Faina-GO, 2020.	62
Mapa 3.1 – Microbacia do rio Acaba-Vida onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Acaba Vida, Niquelândia-GO, 2020.	69
Mapa 3.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Acaba Vida, Niquelândia-GO, 2020.	70
Mapa 4.1 – Microbacias do afluente do córrego Vendinha, afluente do rio Traíras 1, 2, 3 e afluente do córrego Dona Francisca onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Água Limpa, Niquelândia-GO, 2020.	77
Mapa 4.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Água Limpa, Niquelândia-GO, 2020.	78
Mapa 5.1 – Microbacias dos córregos da Água Limpa, afluente do córrego Caxambu 1, afluente do córrego Caxambu 2 e afluente do córrego do Campo onde estão inseridos os domicílios e os exutórios de referência da Comunidade Água Limpa, Faina-GO, 2020.	85
Mapa 5.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Água Limpa, Faina-GO, 2020.	86
Mapa 6.1 – Microbacia do ribeirão São Sebastião onde estão inseridos os domicílios e o exutório de referência da Comunidade dos Almeidas, Silvânia-GO, 2020.	93
Mapa 6.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade dos Almeidas, Silvânia-GO, 2020.	94
Mapa 7.1 – Microbacias do córrego Cabeceirinha e córrego do Corredor onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Aranha, Niquelândia-GO, 2020.	101
Mapa 7.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade Aranha, Niquelândia-GO, 2020.	102
Mapa 8.1 – Microbacia do afluente do rio Piracanjuba onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Arraial da Ponte, Água Limpa-GO, 2020.	109
Mapa 8.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Arraial da Ponte, Água Limpa-GO, 2020.	110
Mapa 9.1 – Microbacia do Córrego Tijucal onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Arraial das Antas II, Faina-GO, 2020.	117
Mapa 9.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Arraial das Antas II, Faina-GO, 2020.	118
Mapa 10.1 – Microbacias do arroio das Piabas e afluente do arroio das Piabas onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade de Baco Pari, Posse-GO, 2020.	125
Mapa 10.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade de Baco Pari, Posse-GO, 2020.	126
Mapa 11.1 – Microbacias dos afluentes do rio Diamantino 1 e 2 onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade de Buracão, Mineiros-GO, 2020.	133
Mapa 11.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade de Buracão, Mineiros-GO, 2020.	134
Mapa 12.1 – Microbacias dos córregos Conceição e Pires onde estão inseridos os domicílios e o ponto de referência da Comunidade Buriti, Silvânia-GO, 2020.	141
Mapa 12.2 – Sistema aquífero profundo cristalino sudeste da Comunidade Buriti, Silvânia-GO, 2020.	142
Mapa 13.1 – Microbacia do rio Santa Maria onde estão inseridos os domicílios e o exutório de referência da Comunidade Canabrava, Flores de Goiás-GO, 2020.	149
Mapa 13.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Canabrava, Flores de Goiás-GO, 2020.	150

Mapa 14.1 – Microbacia do córrego Arroio Vereda Grande, riacho das Palmeiras, afluente do rio Correntes, 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 e afluente do córrego Extrema 1 e 2 onde estão inseridos os domicílios e os exutórios de estimativa de vazão da Comunidade Castelo/Retiro e Três Rios, Simolândia-GO, 2020.....	157
Mapa 14.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade Castelo/Retiro e Três Rios, Simolândia-GO, 2020.....	158
Mapa 15.1 – Microbacias do rio Verde e córrego Mineiros onde estão inseridos os domicílios e os exutórios de referência da Comunidade de Cedro, Mineiros-GO, 2020.....	165
Mapa 15.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade de Cedro, Mineiros-GO, 2020.	166
Mapa 16.1 – Microbacia do córrego Retiro onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Céu Azul, Minaçu-GO, 2020.	173
Mapa 16.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Céu Azul, Minaçu-GO, 2020.	174
Mapa 17.1 – Microbacias do córrego Rosário e córrego Traíra onde estão inseridos os domicílios e os exutórios de referência da Comunidade Cora Coralina, Faina-GO, 2020.	181
Mapa 17.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Cora Coralina, Faina-GO, 2020.	182
Mapa 18.1 – Microbacias dos afluentes do córrego Nambu e do Queixada, córregos da Pontezinha, do Tigre e da Pindaíba onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Córrego do Inhambú, Cachoeira Dourada-GO, 2020.	189
Mapa 18.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Córrego do Inhambú, Cachoeira Dourada-GO, 2020.....	190
Mapa 19.1 – Microbacia do córrego Ponte Grande e córrego Simplício, onde estão inseridos os domicílios e os exutórios de referência da Comunidade Engenho da Pontinha, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2020.	197
Mapa 19.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade Engenho da Pontinha, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2020.	198
Mapa 20.1 – Microbacia do córrego Extrema onde estão inseridos os domicílios e o exutório de referência da Comunidade de Extrema, Iaciara-GO, 2020.....	205
Mapa 20.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade de Extrema, Iaciara-GO, 2020.	206
Mapa 21.1 – Microbacias do ribeirão da Laguna, córrego Salobro, afluente do rio Maranhão 1 e afluente do rio Maranhão 2 onde estão inseridos os domicílios e os pontos de referência da Comunidade Fazenda Santo Antônio da Laguna, Barro Alto-GO, 2020.	213
Mapa 21.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Fazenda Santo Antônio da Laguna, Barro Alto-GO, 2020.	214
Mapa 22.1 – Bacia hidrográfica do rio Araguaia onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Fio Velasco, São Miguel do Araguaia-GO, 2020.	221
Mapa 22.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Fio Velasco, São Miguel do Araguaia-GO, 2020.....	223
Mapa 23.1 – Microbacias do córrego Barreiro e afluentes do ribeirão Grande 1 afluente do ribeirão Grande 2 onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Formiguinha, Mineiros-GO, 2020.	231
Mapa 23.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Formiguinha, Mineiros-GO, 2020.	232
Mapa 24.1 – Microbacias do ribeirão Ribeirão e córrego Retiro onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Fortaleza, Piranhas-GO, 2020.	239
Mapa 24.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Fortaleza, Piranhas-GO, 2020.....	240
Mapa 25.1 – Microbacia do córrego Mimoso onde estão inseridos os domicílios e o ponto de referência da Comunidade do Forte, São João D’Aliança-GO, 2020.	247

Mapa 25.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade do Forte, São João D’Aliança-GO, 2020.	248
Mapa 26.1 – Bacia hidrográfica do rio Araguaia onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Itacaiú, Britânia-GO, 2020.	255
Mapa 26.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Itacaiú, Britânia-GO, 2020.	257
Mapa 27.1 – Microbacias do córrego do Pica-Pau e córrego da Gameleira onde estão inseridos os domicílios e os exutórios de referência da Comunidade Itajá II, Goianésia-GO, 2020.	265
Mapa 27.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade Itajá II, Goianésia-GO, 2020.	266
Mapa 28.1 – Microbacias dos córregos Japecanga e Paial onde estão inseridos os domicílios e o ponto de referência da Comunidade João de Deus, Silvânia-GO, 2020.	273
Mapa 28.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade João de Deus, Silvânia-GO, 2020.	274
Mapa 29.1 – Bacia hidrográfica do rio Preto onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade José de Coletto, Colinas do Sul-GO, 2020.	281
Mapa 29.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade José de Coletto, Colinas do Sul-GO, 2020.	282
Mapa 30.1 – Microbacias do córrego Lava Roupas, córrego Santa Rita, afluente do rio Maranhão e afluente do córrego Matias onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Julião Ribeiro, Niquelândia-GO, 2020.	289
Mapa 30.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade Julião Ribeiro, Niquelândia-GO, 2020.	290
Mapa 31.1 – Microbacia do ribeirão Lajeado onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Lageado, São Miguel do Araguaia-GO, 2020.	297
Mapa 31.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade Lageado, São Miguel do Araguaia-GO, 2020.	298
Mapa 32.1 – Microbacias do córrego Tapera-grande e córrego do Retiro, onde estão inseridos os domicílios e os exutórios de referência da Comunidade Lagoa Santa, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2020.	305
Mapa 32.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade Lagoa Santa, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2020.	306
Mapa 33.1 – Microbacia do rio Pombal, onde estão inseridos os domicílios e o exutório de referência da Comunidade Lagoa Seca, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2020.	313
Mapa 33.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Lagoa Seca, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2020.	314
Mapa 34.1 – Microbacia do córrego do Landi onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Landi, Nova Crixás-GO, 2020.	321
Mapa 34.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade Landi, Nova Crixás-GO, 2020.	322
Mapa 35.1 – Microbacias do córrego do Pinheiro e córrego da Cava onde estão inseridos os domicílios e os exutórios de referência da Comunidade Limoeiro, Faina-GO, 2020.	329
Mapa 35.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade Limoeiro, Faina-GO, 2020.	330
Mapa 36.1 – Microbacias do afluente do rio Veríssimo 1 e afluente do rio Veríssimo 2 onde estão inseridos os domicílios e os exutórios de referência da Comunidade Madre Cristina, Goiandira-GO, 2020.	337
Mapa 36.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade Madre Cristina, Goiandira-GO, 2020.	338
Mapa 37.1 – Microbacias do Riebirão Mesquita e córrego Pindaibal onde estão inseridos os domicílios e os exutórios de referência da Comunidade de Mesquita, Cidade Ocidental-GO, 2020.	345
Mapa 37.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade de Mesquita, Cidade Ocidental-GO, 2020.	346
Mapa 38.1 – Microbacia do afluente do rio Maranhão onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade de Mimoso (Queixo Dantas), Mimoso de Goiás-GO, 2020.	353

Mapa 38.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade de Mimoso (Queixo Dantas), Mimoso de Goiás-GO, 2020.	354
Mapa 39.1 – Microbacia do córrego Fundo, onde estão inseridos os domicílios e o ponto de referência da Comunidade Monte Moriá, São Luiz do Norte-GO, 2020.	361
Mapa 39.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade Monte Moriá, São Luiz do Norte-GO, 2020.	362
Mapa 40.1 – Microbacias do afluente do rio das Antas 1 e afluente do rio das Antas 2, onde estão inseridos os domicílios e os pontos de referência da Comunidade Olhos D’Água, Gameleira de Goiás-GO, 2020....	369
Mapa 40.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade Olhos D’Água, Gameleira de Goiás-GO, 2020.....	370
Mapa 41.1 – Microbacias do ribeirão Riacho do Romão, afluentes 1, 2, 3, 4 do rio Paranã onde estão inseridos os domicílios e os exutórios de estimativa de vazão da Comunidade de Pelotas, Monte Alegre de Goiás-GO, 2020.	377
Mapa 41.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade de Pelotas, Monte Alegre de Goiás-GO, 2020.....	378
Mapa 42.1 – Microbacia do córrego Sucupara onde estão inseridos os domicílios e o ponto de referência da Comunidade Piracanjuba, Piracanjuba-GO, 2020.....	385
Mapa 42.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade Piracanjuba, Piracanjuba-GO, 2020.....	386
Mapa 43.1 – Microbacia do córrego da Estiva e do córrego do Leocádio onde estão inseridos os domicílios e os exutórios de referência da Comunidade de Porto Leucádio, São Luiz do Norte-GO, 2020.....	393
Mapa 43.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade de Porto Leucádio, São Luiz do Norte-GO, 2020.	394
Mapa 44.1 – Microbacia do ribeirão Grande onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Pouso Alegre, Mineiros-GO, 2020.	401
Mapa 44.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Pouso Alegre, Mineiros-GO, 2020.	402
Mapa 45.1 – Microbacia do riacho da Areia, onde estão inseridos os domicílios e o exutório de referência da Comunidade de Povoado Levantado, Iaciara-GO, 2020.	409
Mapa 45.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade de Povoado Levantado, Iaciara-GO, 2020.....	410
Mapa 46.1 – Microbacia do rio São Bartolomeu onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Povoado Moinho, Alto Paraíso de Goiás-GO, 2020.....	417
Mapa 46.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Povoado Moinho, Alto Paraíso de Goiás-GO, 2020.....	418
Mapa 47.1 – Microbacia do ribeirão Pari onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Povoado Veríssimo, Goiandira-GO, 2020.	426
Mapa 47.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Povoado Veríssimo, Goiandira-GO, 2020... ..	427
Mapa 48.1 – Microbacias dos afluentes do rio Paranã 1, 2, 3, 4 e 5 onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade do Quilombo do Magalhães, Nova Roma-GO, 2020.....	434
Mapa 48.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade do Quilombo do Magalhães, Nova Roma-GO, 2020.....	435
Mapa 49.1 – Microbacia do córrego Macaco onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade de Povoado Vermelho, Minaçu-GO, 2020.....	442
Mapa 49.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade de Povoado Vermelho, Minaçu-GO, 2020.	443
Mapa 50.1 – Microbacia do rio Pombal onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade de Quilombo de Pombal, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2020.....	450
Mapa 50.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade de Quilombo de Pombal, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2020.....	451

Mapa 51.1 – Microbacias do córrego Olhos-da-água, afluente do rio Maranhão 1 e afluente do rio Maranhão 2, onde estão inseridos os domicílios e os pontos de referência da Comunidade Rafael Machado, Niquelândia-GO, 2020.....	458
Mapa 51.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Rafael Machado, Niquelândia-GO, 2020....	459
Mapa 52.1 – Bacia hidrográfica do rio Araguaia onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Registro do Araguaia, Montes Claros de Goiás-GO, 2020.....	466
Mapa 52.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Registro do Araguaia, Montes Claros de Goiás-GO, 2020.	467
Mapa 53.1 – Microbacias do córrego Meloso, afluente do rio Dourados, córrego das Flores e afluente do córrego da Posse das Flores, onde estão inseridos os domicílios e os pontos de referência da Comunidade Rochedo, Professor Jamil-GO, 2020.	476
Mapa 53.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade Rochedo, Professor Jamil-GO, 2020.	477
Mapa 54.1 – Microbacias do córrego Tijucal e córrego da Água Limpa onde estão inseridos os domicílios e os exutórios de referência da Comunidade Rosa Luxemburgo, Faina-GO, 2020.	484
Mapa 54.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Rosa Luxemburgo, Faina-GO, 2020.....	485
Mapa 55.1 – Microbacia do ribeirão Mangabeira, onde estão inseridos os domicílios e o ponto de referência da Comunidade Santa Fé da Laguna, Barro Alto-GO, 2020.	492
Mapa 55.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Santa Fé da Laguna, Barro Alto-GO, 2020.	493
Mapa 56.1 – Microbacia do rio Bilhagua onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Santa Rita do Broeiro, Niquelândia-GO, 2020.	500
Mapa 56.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade Santa Rita do Broeiro, Niquelândia-GO, 2020.	501
Mapa 57.1 – Microbacias do córrego Raizama e afluente do córrego Caetite onde estão inseridos os domicílios e os exutórios de referência da Comunidade Santo Antônio das Areias, Faina-GO, 2020.	508
Mapa 57.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Santo Antônio das Areias, Faina-GO, 2020.	509
Mapa 58.1 – Microbacia do córrego Facada onde estão inseridos os domicílios e o exutório de referência da Comunidade São Domingos, Cavalcante-GO, 2020.	516
Mapa 58.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade São Domingos, Cavalcante-GO, 2020.	517
Mapa 59.1 – Microbacia do córrego Guarino onde estão inseridos os domicílios e o exutório de referência da Comunidade São José do Piçarrão, Faina-GO, 2020.	524
Mapa 59.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade São José do Piçarrão, Faina-GO, 2020.	525
Mapa 60.1 – Microbacia do rio Passa-Três, onde estão inseridos os domicílios e o ponto de referência da Comunidade São Lourenço, Uruaçu-GO, 2020.....	532
Mapa 60.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade São Lourenço, Uruaçu-GO, 2020.	533
Mapa 61.1 – Microbacia do ribeirão São Sebastião onde estão inseridos os domicílios e o exutório de referência da Comunidade São Sebastião da Garganta, Silvânia-GO, 2020.	539
Mapa 61.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade São Sebastião da Garganta, Silvânia-GO, 2020.	540
Mapa 62.1 – Microbacia do córrego Barreiro onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Serra das Araras, Mineiros-GO, 2020.	547
Mapa 62.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Serra das Araras, Mineiros-GO, 2020.	548
Mapa 63.1 – Microbacias do rio Amigo, córrego Água-doce, córrego Sumidouro e afluente do rio Maranhão onde estão inseridos os domicílios e os exutórios de referência da Comunidade de Sumidouro, Padre Bernardo-GO, 2020.	555
Mapa 63.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade de Sumidouro, Padre Bernardo-GO, 2020.	556

Mapa 64.1 – Microbacia do córrego Riachão onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade de Taquarussu, Campos Belos-GO, 2020.	564
Mapa 64.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade de Taquarussu, Campos Belos-GO, 2020.	565
Mapa 65.1 – Microbacia do córrego da Onça onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Tarumã, Nova Crixás-GO, 2020.	572
Mapa 65.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade Tarumã, Nova Crixás-GO, 2020.	573
Mapa 66.1 – Microbacia do córrego Vereda Comprida, onde estão inseridos os domicílios e o ponto de referência da Comunidade de Tomás Cardoso, Barro Alto-GO, 2020.	580
Mapa 66.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade de Tomás Cardoso, Barro Alto-GO, 2020.	581
Mapa 67.1 – Microbacias do ribeirão Riacho Seco, afluente do rio Manso 1 e afluente do rio Manso 2 onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Vazante, Divinópolis de Goiás-GO, 2020.	588
Mapa 67.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade Vazante, Divinópolis de Goiás-GO, 2020.	589
Mapa 68.1 – Distribuição espacial das 66 comunidades rurais e tradicionais no estado de Goiás, diferenciadas por tipologia, ribeirinha, assentamento e quilombola.	596
Mapa 68.2 - Disponibilidade hídrica distribuída por faixas para as comunidades estudadas.	601
Mapa 68.3 – Localização das comunidades nas regiões administrativas do estado de Goiás, sobreposta com a precipitação pluviométrica média anual, destacando em faixas o volume da cisterna necessário para atender a demanda de 70 L/habitante.dia.	605

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 – Equações utilizadas para o cálculo da disponibilidade subterrânea.	57
Tabela 1.2 – Equações utilizadas para a determinação da vazão da disponibilidade subterrânea.	57
Tabela 2.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade 17 de Abril, Faina-GO, 2019.	63
Tabela 2.2 – Demanda de água para pecuária nas microbacias do córrego Curralinho e córrego do Tatu, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Faina-GO 2019.	63
Tabela 2.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias dos córregos Curralinho e do Tatu à jusante da Comunidade 17 de Abril, Faina-GO, 2020.	64
Tabela 2.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade 17 de Abril, Faina-GO, 2019.	64
Tabela 2.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias dos córregos Curralinho e do Tatu da Comunidade 17 de Abril, Faina-GO, 2019.	64
Tabela 2.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do córrego Curralinho e córrego do Tatu da Comunidade 17 de Abril, Faina-GO, 2020.	65
Tabela 3.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade Acaba Vida, Niquelândia-GO, 2019.	71
Tabela 3.2 – Demanda de água para pecuária na microbacia do rio Acaba-Vida, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Niquelândia-GO, 2019.	71
Tabela 3.3 – Vazão regionalizada na microbacia do rio Acaba-Vida à jusante da Comunidade Acaba Vida, Niquelândia-GO, 2020.	72
Tabela 3.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Acaba Vida, Niquelândia-GO, 2019.	72
Tabela 3.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do rio Acaba-Vida da Comunidade Acaba Vida, Niquelândia-GO, 2019.	72
Tabela 3.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do rio Acaba-Vida da Comunidade Acaba Vida, Niquelândia-GO, 2020.	73
Tabela 4.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade Água Limpa, Niquelândia-GO, 2019.	79
Tabela 4.2 – Demanda de água para pecuária nas microbacias do afluente do córrego Vendinha, afluente do rio Traíras 1, 2, 3 e afluente do córrego Dona Francisca, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Niquelândia-GO, 2019.	79
Tabela 4.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias do afluente do córrego Vendinha, afluente do rio Traíras 1, 2, 3 e afluente do córrego Dona Francisca à jusante da Comunidade Água Limpa, Niquelândia-GO, 2020.	80
Tabela 4.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Água Limpa, Niquelândia-GO, 2019.	81
Tabela 4.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias do afluente do córrego Vendinha, afluente do rio Traíras 1, 2, 3 e afluente do córrego Dona Francisca da Comunidade Água Limpa, Niquelândia-GO, 2019.	81
Tabela 4.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do afluente do córrego Vendinha, afluente do rio Traíras 1, 2, 3 e afluente do córrego Dona Francisca da Comunidade Água Limpa, Niquelândia-GO, 2020.	81
Tabela 5.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade Água Limpa, Faina-GO, 2019.	87

Tabela 5.2 – Demanda de água para pecuária nas microbacias dos córregos da Água Limpa, afluente do córrego Caxambu 1, afluente do córrego Caxambu 2 e afluente do córrego do Campo, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Faina-GO 2019.	87
Tabela 5.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias dos córregos da Água Limpa, afluente do córrego Caxambu 1, afluente do córrego Caxambu 2 e afluente do córrego do Campo à jusante da Comunidade Água Limpa, Faina-GO, 2020.....	88
Tabela 5.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Água Limpa, Faina-GO, 2019	89
Tabela 5.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias dos córregos da Água Limpa, afluente do córrego Caxambu 1, afluente do córrego Caxambu 2 e afluente do córrego do Campo da Comunidade Água Limpa, Faina-GO, 2019.....	89
Tabela 5.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias dos córregos da Água Limpa, afluente do córrego Caxambu 1, afluente do córrego Caxambu 2 e afluente do córrego do Campo da Comunidade Água Limpa, Faina-GO, 2020.	89
Tabela 6.1 – Vazões outorgadas na microbacia ribeirão São Sebastião, para fins de irrigação à montante da Comunidade dos Almeidas, Silvânia-GO, 2020.	95
Tabela 6.2 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade dos Almeidas, Silvânia-GO, 2019.....	95
Tabela 6.3 – Demanda de água para pecuária na microbacia do ribeirão São Sebastião, estimados com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Silvânia-GO, 2019.....	96
Tabela 6.4 – Vazão regionalizada na microbacia do ribeirão São Sebastião à jusante da Comunidade dos Almeidas, Silvânia, 2020.	96
Tabela 6.5 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade dos Almeidas, Silvânia-GO, 2019.....	97
Tabela 6.6 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do ribeirão São Sebastião da Comunidade dos Almeidas, Silvânia-GO, 2019.	97
Tabela 6.7 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do ribeirão São Sebastião da Comunidade dos Almeidas, Silvânia-GO, 2020.....	98
Tabela 7.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade Aranha, Niquelândia-GO, 2019.	103
Tabela 7.2 – Demanda de água para pecuária na microbacia do córrego Cabeceirinha e córrego do Corredor, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Niquelândia-GO, 2019.	103
Tabela 7.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias do córrego Cabeceirinha e córrego do Corredor à jusante da Comunidade Aranha, Niquelândia-GO, 2020.	104
Tabela 7.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Aranha, Niquelândia-GO, 2019.	104
Tabela 7.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do córrego Cabeceirinha e córrego do Corredor da Comunidade Aranha, Niquelândia-GO, 2019.....	105
Tabela 7.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do córrego Cabeceirinha e córrego do Corredor da Comunidade Aranha, Niquelândia-GO, 2020.	105
Tabela 8.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade Arraial da Ponte, Água Limpa-GO, 2019.	111
Tabela 8.2 – Demanda de água para pecuária na microbacia do afluente do rio Piracanjuba estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Água Limpa-GO, 2019.	111

Tabela 8.3 – Vazão regionalizada na microbacia do afluente do rio Piracanjuba à jusante da Comunidade Arraial da Ponte, Água Limpa, 2020.	112
Tabela 8.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Arraial da Ponte, Água Limpa-GO, 2019.....	112
Tabela 8.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do afluente do rio Piracanjuba da Comunidade Arraial da Ponte, Água Limpa-GO, 2019.	113
Tabela 8.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na Comunidade Arraial da Ponte, Água Limpa-GO, 2020.....	113
Tabela 9.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade Arraial das Antas II, Faina-GO, 2019.	119
Tabela 9.2 – Demanda de água para pecuária na microbacia do Córrego Tijucal, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Faina-GO, 2019.....	119
Tabela 9.3 – Vazão regionalizada na microbacia do afluente do rio Piracanjuba à jusante da Arraial das Antas II, Faina-GO, 2020.	120
Tabela 9.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Arraial das Antas II, Faina-GO, 2019.....	120
Tabela 9.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do Córrego Tijucal da Comunidade Arraial das Antas II, Faina-GO, 2019.....	120
Tabela 9.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total microbacia do Córrego Tijucal da Comunidade Arraial das Antas II, Faina-GO, 2020.	121
Tabela 10.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade de Baco Pari, Posse-GO, 2019.	127
Tabela 10.2 – Demanda de água para pecuária nas microbacias do arroio das Piabas e afluente do arroio das Piabas estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Posse-GO, 2019.....	127
Tabela 10.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias do arroio das Piabas e afluente do arroio das Piabas à jusante da Comunidade de Baco Pari, Posse, 2020.	128
Tabela 10.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade de Baco Pari, Posse-GO, 2019.	128
Tabela 10.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias do arroio das Piabas e afluente do arroio das Piabas da Comunidade de Baco Pari, Posse-GO, 2019.	129
Tabela 10.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do arroio das Piabas e afluente do arroio das Piabas da Comunidade de Baco Pari, Posse-GO, 2020.....	129
Tabela 11.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade de Buracão, Mineiros-GO, 2019.....	135
Tabela 11.2 – Demanda de água para pecuária nas microbacias dos afluentes do rio Diamantino 1 e 2 estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Mineiros-GO, 2019.....	135
Tabela 11.3 – Vazão regionalizada nas microbacias dos afluentes rio Diamantino 1 e 2 à jusante da Comunidade de Buracão, Mineiros, 2020.....	136
Tabela 11.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade de Buracão, Mineiros-GO, 2019.....	136
Tabela 11.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias do córrego da Comunidade Buracão, Mineiros-GO, 2019.....	137
Tabela 11.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias dos afluentes do rio Diamantino 1 e 2 da Comunidade de Buracão, Mineiros-GO, 2020.....	137

Tabela 12.1 – Vazões outorgadas na microbacia dos córregos Conceição e Pires, para fins de irrigação à montante da Comunidade Buriti, Silvânia-GO, 2020.	143
Tabela 12.2 – Consumo humano <i>per capita</i> na Comunidade Buriti, Silvânia-GO, 2019.	143
Tabela 12.3 – Demanda de água para pecuária nas microbacias dos córregos Conceição e Pires, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Silvânia-GO, 2019.	143
Tabela 12.4 – Vazão regionalizada nas microbacias dos córregos Conceição e Pires à jusante da Comunidade Buriti, Silvânia, 2020.	144
Tabela 12.5 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Buriti, Silvânia-GO, 2019.	145
Tabela 12.6 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias dos córregos Conceição e Pires da Comunidade Buriti, Silvânia-GO, 2019.	145
Tabela 12.7 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias dos córregos Paial e Japecanga da Comunidade Buriti, Silvânia-GO, 2020.	145
Tabela 13.1 – Vazões superficiais outorgadas na microbacia do rio Santa Maria, para fins de irrigação à montante da Comunidade Canabrava, Flores de Goiás-GO, 2020.	151
Tabela 13.2 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade Canabrava, Flores de Goiás-GO, 2019.	151
Tabela 13.3 – Demanda de água para pecuária na microbacia do rio Santa Maria, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Flores de Goiás-GO, 2019.	151
Tabela 13.4 – Vazão observada na microbacia do rio Santa Maria à jusante da Comunidade Canabrava, Flores de Goiás, 2019.	152
Tabela 13.5 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Canabrava, Flores de Goiás-GO, 2019.	153
Tabela 13.6 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do rio Santa Maria da Comunidade Canabrava, Flores de Goiás-GO, 2019.	153
Tabela 13.7 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do rio Santa Maria da Comunidade Canabrava, Flores de Goiás-GO, 2020.	154
Tabela 14.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade Castelo/Retiro e Três Rios, Simolândia-GO, 2019.	159
Tabela 14.2 – Demanda de água para pecuária nas microbacias do córrego Arroio Vereda Grande, riacho das Palmeiras, afluente do rio Correntes, 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 e afluente do córrego Extrema 1 e 2 estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Simolândia-GO, 2019.	159
Tabela 14.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias do córrego Arroio Vereda Grande, riacho das Palmeiras, afluente do rio Correntes, 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 e afluente do córrego Extrema 1 e 2 à jusante da Comunidade Castelo/Retiro e Três Rios, Simolândia-GO, 2020.	160
Tabela 14.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Castelo/Retiro e Três Rios, Simolândia-GO, 2019.	161
Tabela 14.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias do córrego Arroio Vereda Grande, riacho das Palmeiras, afluente do rio Correntes, 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 e afluente do córrego Extrema 1 e 2 da Comunidade Castelo/Retiro e Três Rios, Simolândia-GO, 2019.	161
Tabela 14.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do córrego Arroio Vereda Grande, riacho das Palmeiras, afluente do rio Correntes, 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 e afluente do córrego Extrema 1 e 2 da Comunidade Castelo/Retiro e Três Rios, Simolândia-GO, 2020.	162

Tabela 15.1 – Vazões superficiais outorgadas nas microbacias do rio Verde e córrego Mineiros, à montante da Comunidade de Cedro, Mineiros, GO, 2020.....	167
Tabela 15.2 – Vazões subterrâneas outorgadas nas microbacias do rio Verde e córrego Mineiros à montante da Comunidade de Cedro, Mineiros-GO, 2020.	167
Tabela 15.3 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade de Cedro, Mineiros-GO, 2019.	167
Tabela 15.4 – Demanda de água para pecuária nas microbacias do rio Verde e córrego Mineiros, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Mineiros-GO, 2019.	167
Tabela 15.5 – Vazões regionalizadas nas microbacias do rio Verde e córrego Mineiros à jusante da Comunidade de Cedro, Mineiros-GO, 2020.	168
Tabela 15.6 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade de Cedro, Mineiros-GO, 2019.....	169
Tabela 15.7 – Disponibilidade hídrica nas microbacias do rio Verde e córrego Mineiros da Comunidade de Cedro, Mineiros-GO, 2019.	169
Tabela 15.8 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do rio Verde e córrego Mineiros da Comunidade de Cedro, Mineiros-GO, 2020.	170
Tabela 16.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade Céu Azul, Minaçu-GO, 2019.	175
Tabela 16.2 – Demanda de água para pecuária na microbacia do córrego Retiro estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Minaçu-GO, 2019.	175
Tabela 16.3 – Vazão regionalizada na microbacia do córrego Retiro à jusante da Comunidade Céu Azul, Minaçu, 2020.	176
Tabela 16.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Céu Azul, Minaçu-GO, 2019.	176
Tabela 16.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do córrego Retiro da Comunidade Céu Azul, Minaçu-GO, 2019.	177
Tabela 16.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do córrego Retiro da Comunidade Céu Azul, Minaçu-GO, 2020.	177
Tabela 17.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade Cora Coralina, Faina-GO, 2019.....	183
Tabela 17.2 – Demanda de água para pecuária nas microbacias do córrego Rosário e córrego Traíra, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Faina-GO, 2019.....	183
Tabela 17.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias dos córregos Rosário e córrego Traíra à jusante da Comunidade Cora Coralina, Faina-GO, 2020.....	184
Tabela 17.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Cora Coralina, Faina-GO, 2019.	184
Tabela 17.5 – Disponibilidade hídrica nas microbacias dos córregos Rosário e córrego Traíra da Comunidade Cora Coralina, Faina-GO, 2019.....	184
Tabela 17.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias dos córregos Rosário e córrego Traíra da Comunidade Cora Coralina, Faina-GO, 2020.	185
Tabela 18.1 – Vazões outorgadas nas microbacias dos afluentes do córrego Nambu e do Queixada, córregos da Pontezinha, do Tigre e da Pindaíba, para fins de irrigação à montante da Comunidade Inhambú, Cachoeira Dourada-GO, 2020.	191
Tabela 18.2 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade Córrego do Inhambú, Cachoeira Dourada-GO, 2019.....	191

Tabela 18.3 – Demanda de água para pecuária nas microbacias dos afluentes do córrego Nambu e do Queixada, córregos da Pontezinha, do Tigre e da Pindaíba estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Cachoeira Dourada-GO, 2019.....	191
Tabela 18.4 – Vazão regionalizada nas microbacias dos afluentes do córrego Nambu e do Queixada, córregos da Pontezinha, do Tigre e da Pindaíba à jusante da Comunidade Córrego do Inhambú, Cachoeira Dourada-GO, 2020.....	192
Tabela 18.5 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Córrego do Inhambú, Cachoeira Dourada-GO, 2019.	193
Tabela 18.6 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias dos afluentes do córrego Nambu e do Queixada, córregos da Pontezinha, do Tigre e da Pindaíba da Comunidade Córrego do Inhambú, Cachoeira Dourada-GO, 2019.....	193
Tabela 18.7 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias dos afluentes do córrego Nambu e do Queixada, córregos da Pontezinha, do Tigre e da Pindaíba da Comunidade Córrego do Inhambú, Cachoeira Dourada-GO, 2020.	194
Tabela 19.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade Engenho da Pontinha, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2019.....	199
Tabela 19.2 – Demanda de água pecuária nas microbacias do córrego Ponte Grande e córrego Simplício, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Santa Rita do Novo Destino-GO, 2019.	199
Tabela 19.3 – Vazões regionalizadas nas do córrego Ponte Grande e córrego Simplício à jusante da Comunidade Engenho da Pontinha, Santa Rita do Novo Destino, 2020.....	200
Tabela 19.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Engenho da Pontinha, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2019.....	200
Tabela 19.5 – Disponibilidade hídrica nas microbacias do córrego Ponte Grande e córrego Simplício da Comunidade Engenho da Pontinha, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2019.	200
Tabela 19.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do córrego Ponte Grande e córrego Simplício da Comunidade Engenho da Pontinha, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2020.....	201
Tabela 20.1 – Vazão subterrânea outorgada na microbacia do córrego Extrema, para outros fins na Comunidade de Extrema, Silvânia-GO, 2020.	207
Tabela 20.2 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade de Extrema, Iaciara-GO, 2019.	207
Tabela 20.3 – Demanda de água para pecuária na microbacia do córrego Extrema, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Iaciara-GO, 2019.	207
Tabela 20.4 – Vazão regionalizada na microbacia do córrego Extrema à jusante da Comunidade de Extrema, Iaciara, 2020.....	208
Tabela 20.5 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade de Extrema, Iaciara-GO, 2019.	209
Tabela 20.6 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do córrego Extrema da Comunidade de Extrema, Iaciara-GO, 2019.	209
Tabela 20.7 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do córrego Extrema da Comunidade de Extrema, Iaciara-GO, 2020.....	209

Tabela 21.1 – Vazões outorgadas nas microbacias do ribeirão da Laguna, córrego Salobro, afluente do rio Maranhão 1 e afluente do rio Maranhão 2, para fins de irrigação à montante da Comunidade Fazenda Santo Antônio da Laguna, Barro Alto-GO, 2020.	215
Tabela 21.2 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade Fazenda Santo Antônio da Laguna, Barro Alto-GO, 2019.	216
Tabela 21.3 – Demanda de água para pecuária nas microbacias do ribeirão da Laguna, córrego Salobro, afluente do rio Maranhão 1 e afluente do rio Maranhão 2, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Barro Alto-GO, 2019.	216
Tabela 21.4 – Vazões regionalizadas nas microbacias do ribeirão da Laguna, córrego Salobro, afluente do rio Maranhão 1 e afluente do rio Maranhão 2 à jusante da Comunidade Fazenda Santo Antônio da Laguna, Barro Alto, 2020.	216
Tabela 21.5 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Fazenda Santo Antônio da Laguna, Barro Alto-GO, 2019.	217
Tabela 21.6 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias do ribeirão da Laguna, córrego Salobro, afluente do rio Maranhão 1 e afluente do rio Maranhão 2 da Comunidade Fazenda Santo Antônio da Laguna, Barro Alto-GO, 2019.	217
Tabela 21.7 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do ribeirão da Laguna, córrego Salobro, afluente do rio Maranhão 1 e afluente do rio Maranhão 2 da Comunidade Fazenda Santo Antônio da Laguna, Barro Alto-GO, 2020.	218
Tabela 22.1 – Sistemas aquíferos profundos e suas áreas, pertencentes à Comunidade Fio Velasco, São Miguel do Araguaia-GO, 2020.	222
Tabela 22.2 – Vazões superficiais outorgadas na bacia hidrográfica em estudo separadas por tipo de uso, à montante da Comunidade Fio Velasco, São Miguel do Araguaia, GO, 2020.	224
Tabela 22.3 – Vazões subterrâneas outorgadas na bacia hidrográfica em estudo para outros fins, à montante da Comunidade Fio Velasco, São Miguel do Araguaia, GO, 2020.	224
Tabela 22.4 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade Fio Velasco, São Miguel do Araguaia-GO, 2019.	225
Tabela 22.5 – Demanda de água para pecuária na bacia hidrográfica, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), São Miguel do Araguaia-GO, 2019.	225
Tabela 22.6 – Vazão regionalizada na bacia hidrográfica do rio Araguaia à jusante da Comunidade Fio Velasco, São Miguel do Araguaia-GO, 2020.	226
Tabela 22.7 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Fio Velasco, São Miguel do Araguaia-GO, 2019.	226
Tabela 22.8 – Disponibilidade hídrica subterrânea na bacia hidrográfica do rio Araguaia, Comunidade Fio Velasco, São Miguel do Araguaia-GO, 2019.	227
Tabela 22.9 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na bacia hidrográfica do rio Araguaia da Comunidade Fio Velasco, São Miguel do Araguaia-GO, 2020.	227
Tabela 23.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade Formiguinha, Mineiros-GO, 2019.	233
Tabela 23.2 – Demanda de água pecuária nas microbacias do córrego Barreiro e afluentes do ribeirão Grande 1 afluente do ribeirão Grande 2 estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Mineiros-GO, 2019.	233
Tabela 23.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias do córrego Barreiro e afluentes do ribeirão Grande 1 afluente do ribeirão Grande 2 à jusante da Comunidade Formiguinha, Mineiros, 2020. ..	234

Tabela 23.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Formiguinha, Mineiros-GO, 2019.....	235
Tabela 23.5 – Disponibilidade hídrica nas microbacias do córrego Barreiro e afluentes do ribeirão Grande 1 afluente do ribeirão Grande 2 da Comunidade Formiguinha, Mineiros-GO, 2019.....	235
Tabela 23.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do córrego Ponte Grande e córrego Simplício da Comunidade Engenho da Pontinha, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2020.....	235
Tabela 24.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade Fortaleza, Piranhas-GO, 2019.	241
Tabela 24.2 – Demanda de água pecuária nas microbacias do ribeirão Ribeirão e córrego Retiro estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Piranhas-GO, 2019.	241
Tabela 24.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias ribeirão Ribeirão e córrego Retiro à jusante da Comunidade Fortaleza, Piranhas, 2020.....	242
Tabela 24.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Fortaleza, Piranhas-GO, 2019.....	242
Tabela 24.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias ribeirão Ribeirão e córrego Retiro da Comunidade Fortaleza, Piranhas-GO, 2019.	243
Tabela 24.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do ribeirão Ribeirão e córrego Retiro da Comunidade Fortaleza, Piranhas-GO, 2020.....	243
Tabela 25.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade do Forte, São João D’Aliança-GO, 2019.	249
Tabela 25.2 – Demanda de água para pecuária na microbacia do córrego Mimoso, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), São João D’Aliança-GO, 2019.	249
Tabela 25.3 – Vazão regionalizada na microbacia do córrego Mimoso à jusante da Comunidade do Forte, São João D’Aliança, 2020.	250
Tabela 25.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade do Forte, São João D’Aliança-GO, 2019.....	250
Tabela 25.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do córrego Mimoso da Comunidade do Forte, São João D’Aliança-GO, 2019.....	250
Tabela 25.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do córrego Mimoso da Comunidade do Forte, São João D’Aliança-GO, 2020.	251
Tabela 26.1 – Sistemas aquíferos profundos e suas áreas, pertencentes à Comunidade Itacaiú, Britânia-GO, 2020.....	256
Tabela 26.2 – Vazões superficiais outorgadas na bacia hidrográfica em estudo separadas por tipo de uso, à montante da Comunidade Itacaiú, Britânia, GO, 2020.....	257
Tabela 26.3 – Vazões subterrâneas outorgadas na bacia hidrográfica em estudo para outros fins, à montante da Comunidade Itacaiú, Britânia, GO, 2020.	258
Tabela 26.4 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade Itacaiú, Britânia-GO, 2019.....	259
Tabela 26.5 – Demanda de água para pecuária na bacia hidrográfica, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Britânia-GO, 2019.....	259
Tabela 26.6 – Vazão regionalizada na bacia hidrográfica do rio Araguaia à jusante da Comunidade Itacaiú, Britânia-GO, 2020.	259
Tabela 26.7 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Itacaiú, Britânia-GO, 2019.	260

Tabela 26.8 – Disponibilidade hídrica subterrânea na bacia hidrográfica do rio Araguaia, Comunidade Itacaiú, Britânia-GO, 2019.	260
Tabela 26.9 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na bacia hidrográfica do rio Araguaia da Comunidade Itacaiú, Britânia-GO, 2020.	261
Tabela 27.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade Itajá II, Goianésia-GO, 2019.	267
Tabela 27.2 – Demanda de água pecuária nas microbacias do córrego do Pica-Pau e córrego da Gameleira, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Goianésia-GO, 2019.....	267
Tabela 27.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias do córrego do Pica-Pau e córrego da Gameleira à jusante da Comunidade Itajá II, Goianésia-GO, 2020.....	268
Tabela 27.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Itajá II, Goianésia-GO, 2019.....	268
Tabela 27.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias do córrego do Pica-Pau e córrego da Gameleira da Comunidade Itajá II, Goianésia-GO,2019.....	268
Tabela 27.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do córrego do Pica-Pau e córrego da Gameleira da Comunidade Itajá II, Goianésia-GO, 2020.....	269
Tabela 28.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade João de Deus, Silvânia-GO, 2019.....	275
Tabela 28.2 – Demanda de água pecuária nas microbacias dos córregos Paial e Japecanga, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Silvânia-GO, 2019.	275
Tabela 28.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias dos córregos Paial e Japecanga à jusante da Comunidade João de Deus, Silvânia, 2020.	276
Tabela 28.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade João de Deus, Silvânia-GO, 2019.....	276
Tabela 28.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias dos córregos Paial e Japecanga da Comunidade João de Deus, Silvânia-GO,2019.	277
Tabela 28.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias dos córregos Paial e Japecanga da Comunidade João de Deus, Silvânia-GO, 2020.	277
Tabela 29.1 – Vazões subterrâneas outorgadas na bacia hidrográfica em estudo para outros fins, à montante da Comunidade José de Coletto, Colinas do Sul-GO, 2020.	283
Tabela 29.2 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade José de Coletto, Colinas do Sul-GO, 2019.....	283
Tabela 29.3 – Demanda de água pecuária na bacia hidrográfica do rio Preto, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Colinas do Sul-GO, 2019.	283
Tabela 29.4 – Vazão regionalizada na bacia hidrográfica do rio Preto à jusante da Comunidade José de Coletto, Colinas do Sul-GO, 2020.....	284
Tabela 29.5 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade José de Coletto, Colinas do Sul-GO, 2019.....	285
Tabela 29.6 – Disponibilidade hídrica subterrânea na bacia hidrográfica do rio Preto, Comunidade José de Coletto, Colinas do Sul-GO, 2019.....	285
Tabela 29.7 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na bacia hidrográfica do rio Preto da Comunidade José de Coletto, Colinas do Sul-GO, 2020.....	286
Tabela 30.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade Julião Ribeiro, Niquelândia-GO, 2019.	291
Tabela 30.2 – Demanda de água pecuária nas microbacias do córrego Lava Roupa, córrego Santa Rita, afluente do rio Maranhão e afluente do córrego Matias, estimada com base no Manual Técnico de	

Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Niquelândia-GO, 2019.....	291
Tabela 30.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias do córrego Lava Roupas, córrego Santa Rita, afluente do rio Maranhão e afluente do córrego Matias à jusante da Comunidade Julião Ribeiro, Niquelândia, 2020.	292
Tabela 30.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Julião Ribeiro, Niquelândia-GO, 2019.	292
Tabela 30.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias do córrego Lava Roupas, córrego Santa Rita, afluente do rio Maranhão e afluente do córrego Matias da Comunidade Julião Ribeiro, Niquelândia-GO, 2019.	293
Tabela 30.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do córrego Lava Roupas, córrego Santa Rita, afluente do rio Maranhão e afluente do córrego Matias da Comunidade Julião Ribeiro, Niquelândia-GO, 2020.	293
Tabela 31.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade Lageado, São Miguel do Araguaia-GO, 2019.....	299
Tabela 31.2 – Demanda de água pecuária na microbacia do ribeirão Lageado estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), São Miguel do Araguaia-GO, 2019.....	299
Tabela 31.3 – Vazão regionalizada na microbacia do ribeirão Lageado à jusante da Comunidade Lageado, São Miguel do Araguaia, 2020.	300
Tabela 31.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Lageado, São Miguel do Araguaia, 2019.	300
Tabela 31.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do ribeirão Lageado da Comunidade Lageado, São Miguel do Araguaia-GO, 2019.....	300
Tabela 31.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do ribeirão Lageado da Comunidade Lageado, São Miguel do Araguaia-GO, 2020.....	301
Tabela 32.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade Lagoa Santa, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2019.....	307
Tabela 32.2 – Demanda de água pecuária nas microbacias do córrego Tapera-grande e córrego do Retiro, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Santa Rita do Novo Destino-GO, 2019.	307
Tabela 32.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias do córrego Tapera-grande e córrego do Retiro à jusante da Comunidade Lagoa Santa, Santa Rita do Novo Destino, 2020.	308
Tabela 32.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Lagoa Santa, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2019.....	308
Tabela 32.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias dos córregos Tapera-grande e do Retiro da Comunidade Lagoa Santa, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2019.....	309
Tabela 32.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias dos córregos Tapera-grande e do Retiro da Comunidade Lagoa Santa, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2020.	309
Tabela 33.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade Lagoa Seca, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2019.....	315
Tabela 33.2 – Demanda de água para pecuária na microbacia do rio Pombal, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Santa Rita do Novo Destino-GO, 2019.	315
Tabela 33.3 – Vazão regionalizada na microbacia do rio Pombal à jusante da Comunidade Lagoa Seca, Santa Rita do Novo Destino, 2020.....	316

Tabela 33.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Lagoa Seca, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2019.....	316
Tabela 33.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do rio Pombal da Comunidade Lagoa Seca, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2019.....	316
Tabela 33.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do rio Pombal da Comunidade Lagoa Seca, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2020.....	317
Tabela 34.1 – Vazão superficial outorgada na microbacia do córrego do Landi, para fins de abastecimento à montante da Comunidade Landi, Nova Crixás-GO, 2020.....	323
Tabela 34.2 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade Landi, Nova Crixás-GO, 2019.....	323
Tabela 34.3 – Demanda de água pecuária na microbacia do córrego do Landi estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Nova Crixás-GO, 2019.....	323
Tabela 34.4 – Vazão regionalizada na microbacia do córrego do Landi à jusante da Comunidade Landi, Nova Crixás, 2020.....	324
Tabela 34.5 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Landi, Nova Crixás-GO, 2019.....	324
Tabela 34.6 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do córrego do Landi da Comunidade Landi, Nova Crixás-GO, 2019.....	325
Tabela 34.7 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do córrego do Landi da Comunidade Landi, Nova Crixás-GO, 2020.....	325
Tabela 35.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade Limoeiro, Faina-GO, 2019.....	331
Tabela 35.2 – Demanda de água pecuária nas microbacias do córrego do Pinheiro e córrego da Cava, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Faina-GO, 2019.....	331
Tabela 35.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias do córrego do Pinheiro e córrego da Cava à jusante da Comunidade Limoeiro, Faina-GO, 2020.....	332
Tabela 35.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Limoeiro, Faina-GO, 2019.....	332
Tabela 35.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias do córrego do Pinheiro e córrego da Cava da Comunidade Limoeiro, Faina-GO, 2019.....	332
Tabela 35.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do córrego do Pinheiro e córrego da Cava da Comunidade Limoeiro, Faina-GO, 2020.....	333
Tabela 36.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade Madre Cristina, Goiandira-GO, 2019.....	339
Tabela 36.2 – Demanda de água para pecuária nas microbacias do afluente do rio Veríssimo 1 e afluente do rio Veríssimo 2 estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Goiandira-GO, 2019.....	339
Tabela 36.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias do afluente do rio Veríssimo 1 e afluente do rio Veríssimo 2 à jusante da Comunidade Madre Cristina, Goiandira, 2020.....	340
Tabela 36.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Madre Cristina, Goiandira-GO, 2019.....	341
Tabela 36.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias do afluente do rio Veríssimo 1 e afluente do rio Veríssimo 2 da Comunidade Madre Cristina, Goiandira-GO, 2019.....	341
Tabela 36.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do afluente do rio Veríssimo 1 e afluente do rio Veríssimo 2 da Comunidade Madre Cristina, Goiandira-GO, 2020.....	341
Tabela 37.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade de Mesquita, Cidade Ocidental-GO, 2019.....	347

Tabela 37.2 – Demanda de água para pecuária nas microbacias do ribeirão Mesquita e córrego Pindaibal estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Cidade Ocidental-GO, 2019.	347
Tabela 37.3 – Vazão regionalizada nas microbacias do Ribeirão Mesquita e córrego Pindaibal à jusante da Comunidade de Mesquita, Cidade Ocidental, 2020.	348
Tabela 37.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade de Mesquita, Cidade Ocidental-GO, 2019.	348
Tabela 37.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias do ribeirão Mesquita e córrego Pindaibal da Comunidade de Mesquita, Cidade Ocidental-GO, 2019.	349
Tabela 37.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do ribeirão Mesquita e córrego Pindaibal da Comunidade de Mesquita, Cidade Ocidental-GO, 2020.	349
Tabela 38.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade de Mimoso (Queixo Dantas), Mimoso de Goiás-GO, 2019.	355
Tabela 38.2 – Demanda de água para pecuária na microbacia do afluente do rio Maranhão estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Mimoso de Goiás-GO, 2019.	355
Tabela 38.3 – Vazão regionalizada na microbacia do afluente do rio Maranhão à jusante da Comunidade de Mimoso (Queixo Dantas), Mimoso de Goiás, 2020.	356
Tabela 38.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade de Mimoso (Queixo Dantas), Mimoso de Goiás-GO, 2019.	356
Tabela 38.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do afluente do rio Maranhão da Comunidade de Mimoso (Queixo Dantas), Mimoso de Goiás-GO, 2019.	356
Tabela 38.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do afluente do rio Maranhão da Comunidade de Mimoso (Queixo Dantas), Mimoso de Goiás-GO, 2020.	357
Tabela 39.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade Monte Moriá, São Luiz do Norte-GO, 2019.	363
Tabela 39.2 – Demanda de água para pecuária na microbacia do córrego Fundo, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), São Luiz do Norte-GO, 2019.	363
Tabela 39.3 – Vazão regionalizada na microbacia do córrego Fundo à jusante da Comunidade Monte Moriá, São Luiz do Norte, 2020.	364
Tabela 39.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Monte Moriá, São Luiz do Norte-GO, 2019.	364
Tabela 39.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do córrego Fundo da Comunidade Monte Moriá, São Luiz do Norte-GO, 2019.	365
Tabela 39.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do córrego Fundo da Comunidade Monte Moriá, São Luiz do Norte-GO, 2020.	365
Tabela 40.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade Olhos D'Água, Gameleira de Goiás-GO, 2019.	371
Tabela 40.2 – Demanda de água para pecuária nas microbacias do Afluente do rio das Antas 1 e 2, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Gameleira de Goiás-GO, 2019.	371
Tabela 40.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias do afluente do rio das Antas 1 e afluente do rio das Antas 2 à jusante da Comunidade Olhos D'Água, Gameleira de Goiás, 2020.	372
Tabela 40.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Olhos D'Água, Gameleira de Goiás-GO, 2019.	373

Tabela 40.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do afluente do rio das Antas 1 e afluente do rio das Antas 2 da Comunidade Olhos D’Água, Gameleira de Goiás-GO, 2019.....	373
Tabela 40.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do afluente do rio das Antas 1 e afluente do rio das Antas 2 da Comunidade Olhos D’Água, Gameleira de Goiás-GO, 2020.....	373
Tabela 41.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade de Pelotas, Monte Alegre de Goiás-GO, 2019. .	379
Tabela 41.2 – Demanda de água pecuária nas microbacias do ribeirão Riacho do Romão, afluentes 1, 2, 3, 4 do rio Paranã estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Monte Alegre de Goiás-GO, 2019.....	379
Tabela 41.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias do ribeirão Riacho do Romão, afluentes 1, 2, 3, 4 do rio Paranã à jusante da Comunidade de Pelotas, Monte Alegre de Goiás-GO, 2020.....	380
Tabela 41.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade de Pelotas, Monte Alegre de Goiás-GO, 2019.....	381
Tabela 41.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias dos afluentes 1, 2, 3, 4 e 5 do rio Paranã da Comunidade de Pelotas, Monte Alegre de Goiás-GO, 2019.....	381
Tabela 41.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias dos afluentes 1, 2, 3, 4 e 5 do rio Paranã da Comunidade de Pelotas, Monte Alegre de Goiás-GO, 2020.....	382
Tabela 42.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade Piracanjuba, Piracanjuba-GO, 2019.	387
Tabela 42.2 – Demanda de água pecuária na microbacia do córrego Sucuapara, estimados com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Piracanjuba-GO, 2019.	387
Tabela 42.3 – Vazão regionalizada na microbacia do córrego Sucuapara à jusante da Comunidade Piracanjuba, Piracanjuba-GO, 2020.....	388
Tabela 42.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Piracanjuba, Piracanjuba-GO, 2019.....	388
Tabela 42.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do córrego Sucuapara da Comunidade Piracanjuba, Piracanjuba-GO, 2019.....	389
Tabela 42.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do córrego Sucuapara da Comunidade Piracanjuba, Piracanjuba-GO, 2020.....	389
Tabela 43.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade de Porto Leucádio, São Luiz do Norte-GO, 2019.	395
Tabela 43.2 – Demanda de água para pecuária nas microbacias do córrego da Estiva e córrego do Leocádio, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), São Luiz do Norte-GO, 2019.	395
Tabela 43.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias do córrego da Estiva e córrego do Leocádio à jusante da Comunidade de Porto Leucádio, São Luiz do Norte-GO, 2020.....	396
Tabela 43.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade de Porto Leucádio, São Luiz do Norte-GO, 2019.....	397
Tabela 43.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias do córrego da Estiva e córrego do Leocádio da Comunidade de Porto Leucádio, São Luiz do Norte-GO, 2019.....	397
Tabela 43.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do córrego da Estiva e córrego do Leocádio da Comunidade de Porto Leucádio, São Luiz do Norte-GO, 2020.....	397
Tabela 44.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade Pouso Alegre, Mineiros-GO, 2019.....	403
Tabela 44.2 – Demanda de água pecuária na microbacia do ribeirão Grande estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Mineiros-GO, 2019.....	403

Tabela 44.3 – Vazão regionalizada na microbacia do ribeirão Grande à jusante da Comunidade Pouso Alegre, Mineiros-GO, 2020.....	404
Tabela 44.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Pouso Alegre, Mineiros-GO, 2019.....	404
Tabela 44.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do ribeirão Grande da Comunidade Pouso Alegre, Mineiros-GO, 2019.....	404
Tabela 44.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do ribeirão Grande da Comunidade Pouso Alegre, Mineiros-GO, 2020.....	405
Tabela 45.1 – Vazões subterrâneas outorgadas na bacia hidrográfica em estudo para abastecimento, à montante da Comunidade de Povoado Levantado, Iaciara-GO, 2020.....	411
Tabela 45.2 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade de Povoado Levantado, Iaciara-GO, 2019.....	411
Tabela 45.3 – Demanda de água para pecuária na microbacia do riacho da Areia, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Iaciara-GO, 2019.....	411
Tabela 45.4 – Vazão regionalizada na microbacia do riacho da Areia à jusante da Comunidade De Povoado Levantado, Iaciara, 2020.	412
Tabela 45.5 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade de Povoado Levantado, Iaciara-GO, 2019.....	413
Tabela 45.6 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do riacho da Areia da Comunidade de Povoado Levantado, Iaciara-GO, 2019.....	413
Tabela 45.7 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do riacho da Areia da Comunidade de Povoado Levantado, Iaciara-GO, 2020.....	413
Tabela 46.1 – Vazão superficial outorgada na microbacia do rio São Bartolomeu para fins de irrigação, à montante da Comunidade Povoado Moinho, Alto Paraíso de Goiás-GO, 2020.	419
Tabela 46.2 – Vazões subterrâneas outorgadas na microbacia do rio São Bartolomeu, para diversos fins na Comunidade Povoado Moinho, Alto Paraíso de Goiás-GO, 2020.	419
Tabela 46.3 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade Povoado Moinho, Alto Paraíso de Goiás-GO, 2019..	420
Tabela 46.4 – Demanda de água para pecuária na microbacia do rio São Bartolomeu estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Alto Paraíso de Goiás-GO, 2019.....	420
Tabela 46.5 – Vazão regionalizada na microbacia do rio São Bartolomeu à jusante da Comunidade Povoado Moinho, Alto Paraíso de Goiás, 2020.....	421
Tabela 46.6 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Povoado Moinho, Alto Paraíso de Goiás-GO, 2019.....	421
Tabela 46.7 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias do rio São Bartolomeu da Comunidade Povoado Moinho, Alto Paraíso de Goiás-GO, 2019.....	421
Tabela 46.8 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do rio São Bartolomeu da Comunidade, Alto Paraíso de Goiás-GO, 2020.....	422
Tabela 47.1 – Vazão superficial outorgada na microbacia do ribeirão Pari para fins de irrigação, à montante da Comunidade Povoado Veríssimo, Goiandira-GO, 2020.	428
Tabela 47.2 – Vazões subterrâneas outorgadas na microbacia do ribeirão Pari, para diversos fins na Comunidade Povoado Veríssimo, Goiandira-GO, 2020.	428
Tabela 47.3 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade Povoado Veríssimo, Goiandira-GO, 2019.....	428

Tabela 47.4 – Demanda de água para pecuária na microbacia do ribeirão Pari estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Goiandira-GO, 2019.....	429
Tabela 47.5 – Vazão regionalizada na microbacia do ribeirão Pari à jusante da Comunidade Povoado Veríssimo, Goiandira-GO, 2020.....	429
Tabela 47.6 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Povoado Veríssimo, Goiandira-GO, 2019.....	430
Tabela 47.7 – Disponibilidade hídrica subterrânea microbacia do ribeirão Pari da Comunidade Povoado Veríssimo, Goiandira-GO, 2019.....	430
Tabela 47.8 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do rio São Bartolomeu da Comunidade, Alto Paraíso de Goiás-GO, 2020.....	431
Tabela 48.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade do Quilombo do Magalhães, Nova Roma-GO, 2019....	436
Tabela 48.2 – Demanda de água para pecuária nas microbacias dos afluentes do rio Paranã 1, 2, 3, 4 e 5, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Nova Roma-GO, 2019.....	436
Tabela 48.3 – Vazões regionalizadas nas afluentes do rio Paranã 1, 2, 3, 4 e 5 à jusante da Comunidade do Quilombo do Magalhães, Nova Roma-GO, 2020.....	437
Tabela 48.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade do Quilombo do Magalhães, Nova Roma-GO, 2019.....	438
Tabela 48.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias dos afluentes do rio Paranã 1, 2, 3, 4 e 5 da Comunidade do Quilombo do Magalhães, Nova Roma-GO, 2019.....	438
Tabela 48.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias dos afluentes do rio Paranã 1, 2, 3, 4 e 5 da Comunidade do Quilombo do Magalhães, Nova Roma-GO, 2020.....	439
Tabela 49.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade de Povoado Vermelho, Minaçu-GO, 2019.....	444
Tabela 49.2 – Demanda de água para pecuária na microbacia do córrego Macaco, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Minaçu-GO, 2019.....	444
Tabela 49.3 – Vazão regionalizada na microbacia córrego Macaco à jusante da Comunidade de Povoado Vermelho, Minaçu-GO, 2020.....	445
Tabela 49.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade de Povoado Vermelho, Minaçu-GO, 2019.....	445
Tabela 49.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do córrego Macaco da Comunidade de Povoado Vermelho, Minaçu-GO, 2019.....	445
Tabela 49.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do córrego Macaco da Comunidade de Povoado Vermelho, Minaçu-GO, 2020.....	446
Tabela 50.1 – Vazão subterrânea outorgada na microbacia do rio Pombal para outros fins, à montante da Comunidade de Quilombo de Pombal, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2020.....	452
Tabela 50.2 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade de Quilombo de Pombal, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2019.....	452
Tabela 50.3 – Demanda de água para pecuária na microbacia do rio Pombal estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Santa Rita do Novo Destino-GO, 2019.....	453
Tabela 50.4 – Vazão regionalizada na microbacia do rio Pombal à jusante da Comunidade de Quilombo de Pombal, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2020.....	453

Tabela 50.5 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade de Quilombo de Pombal, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2019.	454
Tabela 50.6 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do rio Pombal da Comunidade de Quilombo de Pombal, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2019.	454
Tabela 50.7 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do rio Pombal da Comunidade de Quilombo de Pombal, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2020.....	455
Tabela 51.1 – Vazões outorgadas nas microbacias do córrego Olhos-da-água, afluente do rio Maranhão 1 e afluente do rio Maranhão 2, para outros fins na Comunidade Rafael Machado, Niquelândia-GO, 2020.	460
Tabela 51.2 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade Rafael Machado, Niquelândia-GO, 2019.....	460
Tabela 51.3 – Demanda de água para pecuária nas microbacias do córrego Olhos-da-água, afluente do rio Maranhão 1 e afluente do rio Maranhão 2, estimados com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Niquelândia-GO, 2019. .	461
Tabela 51.4 – Vazões regionalizadas nas microbacias do córrego Olhos-da-água, afluente do rio Maranhão 1 e afluente do rio Maranhão 2 à jusante da Comunidade Rafael Machado, Niquelândia, 2020.	461
Tabela 51.5 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Rafael Machado, Niquelândia-GO, 2019.....	462
Tabela 51.6 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do córrego Olhos-da-água, afluente do rio Maranhão 1 e afluente do rio Maranhão 2 da Comunidade Rafael Machado, Niquelândia-GO, 2019.	462
Tabela 51.7 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do córrego Olhos-da-água, afluente do rio Maranhão 1 e afluente do rio Maranhão 2 da Comunidade Rafael Machado, Niquelândia-GO, 2020.....	463
Tabela 52.1 – Sistemas aquíferos profundos e suas áreas, pertencentes à Comunidade Registro do Araguaia, Montes Claros de Goiás-GO, 2020.	468
Tabela 52.2 – Vazões superficiais outorgadas na bacia hidrográfica em estudo separadas por tipo de uso, à montante da Comunidade Registro do Araguaia, Montes Claros de Goiás, GO, 2020.	468
Tabela 52.3 – Vazões subterrâneas outorgadas na bacia hidrográfica em estudo para outros fins, à montante da Comunidade Registro do Araguaia, Montes Claros de Goiás, GO, 2020.....	469
Tabela 52.4 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade Registro do Araguaia, Montes Claros de Goiás-GO, 2019.....	469
Tabela 52.5 – Demanda de água para pecuária na bacia hidrográfica, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Montes Claros de Goiás-GO, 2019.....	469
Tabela 52.6 – Vazão regionalizada na bacia hidrográfica do rio Araguaia à jusante da Comunidade Registro do Araguaia, Montes Claros de Goiás-GO, 2020.....	470
Tabela 52.7 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Registro do Araguaia, Montes Claros de Goiás-GO, 2019.....	471
Tabela 52.8 – Disponibilidade hídrica subterrânea na bacia hidrográfica do rio Araguaia, Comunidade Registro do Araguaia, Montes Claros de Goiás-GO, 2019.....	471
Tabela 52.9 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na bacia hidrográfica do rio Araguaia da Comunidade Registro do Araguaia, Montes Claros de Goiás-GO, 2020.	472
Tabela 53.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade Rochedo, Professor Jamil-GO, 2019.....	478
Tabela 53.2 – Demanda de água para pecuária nas microbacias do córrego Meloso, afluente do rio Dourados, córrego das Flores e afluente do córrego da Posse das Flores, estimada com base no	

Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Professor Jamil-GO, 2019.	478
Tabela 53.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias do córrego Meloso, afluente do rio Dourados, córrego das Flores e afluente do córrego da Posse das Flores à jusante da Comunidade Rochedo, Professor Jamil-GO, 2020.	479
Tabela 53.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Rochedo, Professor Jamil-GO, 2019.	480
Tabela 53.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias do córrego Meloso, afluente do rio Dourados, córrego das Flores e afluente do córrego da Posse das Flores, da Comunidade Rochedo, Professor Jamil-GO, 2019.	480
Tabela 53.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do córrego Meloso, afluente do rio Dourados, córrego das Flores e afluente do córrego da Posse das Flores da Comunidade Rochedo, Professor Jamil-GO, 2020.	480
Tabela 54.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade Rosa Luxemburgo, Faina-GO, 2019.	486
Tabela 54.2 – Demanda de água para pecuária nas microbacias do córrego Tijucal e córrego da Água Limpa, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Faina-GO, 2019.	486
Tabela 54.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias do córrego Tijucal e córrego da Água Limpa à jusante da Comunidade Rosa Luxemburgo, Faina-GO, 2020.	487
Tabela 54.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Rosa Luxemburgo, Faina-GO, 2019.	488
Tabela 54.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias dos córregos Tijucal e córrego da Água Limpa da Comunidade Rosa Luxemburgo, Faina-GO, 2019.	488
Tabela 54.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do córrego Tijucal e córrego da Água Limpa da Comunidade Rosa Luxemburgo, Faina-GO, 2020.	488
Tabela 55.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade Santa Fé da Laguna, Barro Alto-GO, 2019.	494
Tabela 55.2 – Demanda de água para pecuária na microbacia do ribeirão Mangabeira, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Barro Alto-GO, 2019.	494
Tabela 55.3 – Vazão regionalizada na microbacia do ribeirão Mangabeira à jusante da Comunidade Santa Fé da Laguna, Barro Alto, 2020.	495
Tabela 55.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Santa Fé da Laguna, Barro Alto-GO, 2019.	496
Tabela 55.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do ribeirão Mangabeira da Comunidade Santa Fé da Laguna, Barro Alto-GO, 2019.	496
Tabela 55.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do ribeirão Mangabeira da Comunidade Santa Fé da Laguna, Barro Alto-GO, 2020.	496
Tabela 56.1 – Vazões subterrâneas outorgadas na bacia hidrográfica em estudo para abastecimento e outros fins, à montante da Comunidade Santa Rita do Broeiro, Niquelândia, GO, 2020.	502
Tabela 56.2 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade Santa Rita do Broeiro, Niquelândia-GO, 2019. .	502
Tabela 56.3 – Demanda de água para pecuária na microbacia do Rio Bilhagua, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Niquelândia-GO, 2019.	502
Tabela 56.4 – Vazões regionalizadas na microbacia do Rio Bilhagua à jusante da Comunidade Santa Rita do Broeiro, Niquelândia-GO, 2020.	503

Tabela 56.5 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Santa Rita do Broeiro, Niquelândia-GO, 2019.....	504
Tabela 56.6 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do Rio Bilhagua da Comunidade Santa Rita do Broeiro, Niquelândia-GO, 2019.....	504
Tabela 56.7 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do Rio Bilhagua da Comunidade Santa Rita do Broeiro, Niquelândia-GO, 2020.	504
Tabela 57.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade Santo Antônio das Areias, Faina-GO, 2019.	510
Tabela 57.2 – Demanda de água para pecuária nas microbacias do córrego Raizama e afluente do córrego Caetite, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Faina-GO, 2019.	510
Tabela 57.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias do córrego Raizama e afluente do córrego Caetite à jusante da Comunidade Santo Antônio das Areias, Faina-GO, 2020.....	511
Tabela 57.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Santo Antônio das Areias, Faina-GO, 2019.	511
Tabela 57.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias dos córrego Raizama e afluente do córrego Caetite da Comunidade Santo Antônio das Areias, Faina-GO, 2019.	511
Tabela 57.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do córrego Raizama e afluente do córrego Caetite da Comunidade Santo Antônio das Areias, Faina-GO, 2020.	512
Tabela 58.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade São Domingos, Cavalcante-GO, 2019.....	518
Tabela 58.2 – Demanda de água para pecuária na microbacia do córrego Facada, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Cavalcante-GO, 2019.....	518
Tabela 58.3 – Vazão regionalizada na microbacia do córrego Facada à jusante da Comunidade São Domingos, Cavalcante, 2020.	519
Tabela 58.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade São Domingos, Cavalcante-GO, 2019.....	519
Tabela 58.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do córrego Facada da Comunidade São Domingos, Cavalcante-GO, 2019.....	519
Tabela 58.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do córrego Facada da Comunidade São Domingos, Cavalcante-GO, 2020.	520
Tabela 59.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade São José do Piçarrão, Faina-GO, 2019.....	526
Tabela 59.2 – Demanda de água para pecuária na microbacia do córrego Guarino, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Faina-GO, 2019.....	526
Tabela 59.3 – Vazões regionalizadas na microbacia do córrego Guarino à jusante da Comunidade São José do Piçarrão, Faina-GO, 2020.....	527
Tabela 59.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade São José do Piçarrão, Faina-GO, 2019.....	527
Tabela 59.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do córrego Guarino da Comunidade São José do Piçarrão, Faina-GO, 2019.....	528
Tabela 59.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do córrego Guarino da Comunidade São José do Piçarrão, Faina-GO, 2020.....	528
Tabela 60.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade São Lourenço, Uruaçu-GO, 2019.....	534

Tabela 60.2 – Demanda de água para pecuária na microbacia do rio Passa-Três, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Uruaçu-GO, 2019.....	534
Tabela 60.3 – Vazão regionalizada na microbacia do rio Passa-Três à jusante da Comunidade São Lourenço, Uruaçu, 2020.	535
Tabela 60.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade São Lourenço, Uruaçu-GO, 2019.	535
Tabela 60.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do rio Passa-Três da Comunidade São Lourenço, Uruaçu-GO, 2019.	535
Tabela 60.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do rio Passa-Três da Comunidade São Lourenço, Uruaçu-GO, 2020.....	536
Tabela 61.1 – Vazões outorgadas na microbacia ribeirão São Sebastião, para fins de irrigação à montante da Comunidade São Sebastião da Garganta, Silvânia-GO, 2020.....	541
Tabela 61.2 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade São Sebastião da Garganta, Silvânia-GO, 2019.	541
Tabela 61.3 – Demanda de água para pecuária na microbacia do ribeirão São Sebastião, estimados com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Silvânia-GO, 2019.....	541
Tabela 61.4 – Vazão regionalizada na microbacia do ribeirão São Sebastião à jusante da Comunidade São Sebastião da Garganta, Silvânia, 2020.....	542
Tabela 61.5 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade São Sebastião da Garganta, Silvânia-GO, 2019.	543
Tabela 61.6 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do ribeirão São Sebastião da Comunidade São Sebastião da Garganta, Silvânia-GO, 2019.....	543
Tabela 61.7 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do ribeirão São Sebastião da Comunidade São Sebastião da Garganta, Silvânia-GO, 2020.	543
Tabela 62.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade Serra das Araras, Mineiros-GO, 2019.....	549
Tabela 62.2 – Demanda de água para pecuária na microbacia do córrego Barreiro estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Mineiros-GO, 2019.....	549
Tabela 62.3 – Vazão regionalizada na microbacia do córrego Barreiro à jusante da Comunidade Serra das Araras, Mineiros, 2020.....	550
Tabela 62.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Serra das Araras, Mineiros-GO, 2019.....	550
Tabela 62.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias do córrego Barreiro da Comunidade Serra das Araras, Mineiros-GO, 2019.	550
Tabela 62.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do córrego Barreiro da Comunidade Serra das Araras, Mineiros-GO, 2020.	551
Tabela 63.1 – Vazão superficial outorgada nas microbacias do rio Amigo, córrego Água-doce, córrego Sumidouro e afluente do rio Maranhão, para diversos fins na Comunidade de Sumidouro, Padre Bernardo-GO, 2020.	557
Tabela 63.2 – Vazões subterrâneas outorgadas nas microbacias do rio Amigo, córrego Água-doce, córrego Sumidouro e afluente do rio Maranhão, para diversos fins na Comunidade de Sumidouro, Padre Bernardo-GO, 2020.....	557
Tabela 63.3 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade de Sumidouro, Padre Bernardo-GO, 2019.	558

Tabela 63.4 – Demanda de água para pecuária nas microbacias do rio Amigo, córrego Água-doce, córrego Sumidouro e afluente do rio Maranhão, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Padre Bernardo-GO, 2019.....	558
Tabela 63.5 – Vazões regionalizadas nas microbacias do rio Amigo, córrego Água-doce, córrego Sumidouro e afluente do rio Maranhão à jusante da Comunidade de Sumidouro, Padre Bernardo-GO, 2020.....	559
Tabela 63.6 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade de Sumidouro, Padre Bernardo-GO, 2019.	559
Tabela 63.7 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias do rio Amigo, córrego Água-doce, córrego Sumidouro e afluente do rio Maranhão da Comunidade de Sumidouro, Padre Bernardo-GO, 2019.....	559
Tabela 63.8 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do rio Amigo, córrego Água-doce, córrego Sumidouro e afluente do rio Maranhão da Comunidade de Sumidouro, Padre Bernardo-GO, 2020.....	560
Tabela 64.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade de Taquarussu, Campos Belos-GO, 2019.	566
Tabela 64.2 – Demanda de água para pecuária na microbacia do córrego Riachão estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Campos Belos-GO, 2019.....	566
Tabela 64.3 – Vazão regionalizada na microbacia do córrego Riachão à jusante da Comunidade de Taquarussu, Campos Belos, 2020.....	567
Tabela 64.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade de Taquarussu, Campos Belos-GO, 2019.	567
Tabela 64.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do córrego Riachão da Comunidade de Taquarussu, Campos Belos-GO, 2019.	567
Tabela 64.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do córrego Riachão da Comunidade de Taquarussu, Campos Belos-GO, 2020.	568
Tabela 65.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade Tarumã, Nova Crixás-GO, 2019.	574
Tabela 65.2 – Demanda de água para pecuária na microbacia do córrego da Onça estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Nova Crixás-GO, 2019.	574
Tabela 65.3 – Vazão regionalizada na microbacia do córrego da Onça à jusante da Comunidade Tarumã, Nova Crixás, 2020.....	575
Tabela 65.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Tarumã, Nova Crixás-GO, 2019.	575
Tabela 65.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do córrego da Onça da Comunidade Tarumã, Nova Crixás-GO, 2019.	575
Tabela 65.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do córrego da Onça da Comunidade Tarumã, Nova Crixás-GO, 2020.....	576
Tabela 66.1 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade de Tomás Cardoso, Barro Alto-GO, 2019.....	582
Tabela 66.2 – Demanda de água para pecuária na microbacia do córrego Vereda Comprida, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Barro Alto-GO, 2019.....	582
Tabela 66.3 – Vazão regionalizada na microbacia do córrego Vereda Comprida à jusante da Comunidade de Tomás Cardoso, Barro Alto, 2020.	583
Tabela 66.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade de Tomás Cardoso, Barro Alto-GO, 2019.	583

Tabela 66.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do córrego Vereda Comprida da Comunidade de Tomás Cardoso, Barro Alto-GO, 2019.....	583
Tabela 66.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do córrego Vereda Comprida da Comunidade de Tomás Cardoso, Barro Alto-GO, 2020.....	584
Tabela 67.1 – Vazões subterrâneas outorgadas nas microbacias do ribeirão Riacho Seco, afluente do rio Manso 1 e afluente do rio Manso 2, para outros fins na Comunidade Vazante, Divinópolis de Goiás-GO, 2020.	590
Tabela 67.2 – Consumo <i>per capita</i> na Comunidade Vazante, Divinópolis de Goiás-GO, 2019.....	590
Tabela 67.3 – Demanda de água para pecuária nas microbacias do ribeirão Riacho Seco, afluente do rio Manso 1 e afluente do rio Manso 2, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Divinópolis de Goiás-GO, 2019....	590
Tabela 67.4 – Vazões regionalizadas nas microbacias do ribeirão Riacho Seco, afluente do rio Manso 1 e afluente do rio Manso 2 à jusante da Comunidade Vazante, Divinópolis de Goiás, 2020.....	591
Tabela 67.5 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Vazante, Divinópolis de Goiás-GO, 2019.....	592
Tabela 67.6 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias do ribeirão Riacho Seco, afluente do rio Manso 1 e afluente do rio Manso 2 da Comunidade Vazante, Divinópolis de Goiás-GO, 2019.	592
Tabela 67.7 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do ribeirão Riacho Seco, afluente do rio Manso 1 e afluente do rio Manso 2 da Comunidade Vazante, Divinópolis de Goiás-GO, 2020.	593
Tabela 68.1 – Resumo da demanda total de água, volume outorgado, disponibilidade hídrica de água de chuva para os assentamentos analisadas.	609
Tabela 68.2 – Resumo da demanda total de água, volume outorgado, disponibilidade hídrica de água de chuva para as comunidades quilombolas analisados.	610
Tabela 68.3 – Resumo da demanda total de água, volume outorgado, disponibilidade hídrica de água de chuva para as comunidades ribeirinhas analisadas.	611

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

A_{telhado} – área de telhado necessária para a captação
A – área do aquífero
ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ADV – *Acoustic Doppler Velocimeter*
b – Espessura saturada média
CERHi – Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
De – Disponibilidade Efetiva
DH – Disponibilidade hídrica
DH_{Q_{ref}} – Disponibilidade Hídrica subterrânea
FUNASA – Fundação Nacional de Saúde
I – Percentual de Infiltração
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Ifi – Índice de Fraturamento Interconectado
INMET – Instituto Nacional de Meteorologia
GO – Goiás
M_{domicílio} – média de moradores por domicílio
Ne – Porosidade efetiva ou eficaz
P_{anual} – precipitação média anual
P – Precipitação média
PERH – Plano Estadual de Recursos Hídricos de Goiás
Q_{dm} – Somatório das demandas à montante
Q – vazão de poço
Q₉₅ – Vazão com garantia de permanência em 95% do tempo
Q_{esp} – Vazão específica
Q_{esp superficial} – Vazão específica superficial
Q_{esp subterrânea} – Vazão específica subterrânea
Q_{obs} – Vazão observada
Q_{ref} – Vazão de referência
Q_{reg} – Vazão regionalizada
Q_{reg superficial} – Vazão regional superficial
Q_{pr} – Vazão passível de outorga ou de retirada
R_e – Reservas Explotáveis
R_r – Reservas Renováveis
R_p – Reservas Permanentes
SEMAD – Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás
SIAGAS – Sistema de Informação de Água Subterrânea
SIEG – Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás
SanRural – Projeto de Saneamento e Saúde Ambiental Rural
TCLE – Termo de Consentimento Livre Esclarecido
TED – Termo de Execução Descentralizada
th – taxa de bombeamento
UFG – Universidade Federal de Goiás
UPGRH – Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos
V_{cisterna} – Volume da cisterna
V_{consumo} – consumo per capita
Z – Porcentagem de utilização das reservas permanentes

SUMÁRIO

1 ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	50
1.1 Introdução.....	51
1.2 Delimitação e caracterização da microbacia.....	51
1.3 Demandas	52
1.4 Vazão de referência e vazão específica	53
1.5 Disponibilidade hídrica	56
1.5.1 Superficial.....	56
1.5.2 Subterrânea.....	56
1.5.3 Disponibilidade Hídrica Total	58
1.5.4 Aproveitamento da Água da Chuva	58
1.6 Aspectos éticos.....	59
2 ASSENTAMENTO 17 DE ABRIL	60
2.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	61
2.2 Demanda.....	62
2.3 Vazão de referência e vazão específica	63
2.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	65
2.5 Considerações finais	66
3 ASSENTAMENTO ACABA VIDA	68
3.1 Delimitação e caracterização da microbacia	69
3.2 Demanda.....	70
3.3 Vazão de referência e vazão específica	71
3.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	73
3.5 Considerações finais	74
4 ASSENTAMENTO ÁGUA LIMPA	76
4.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	77
4.2 Demanda.....	78
4.3 Vazão de referência e vazão específica	80
4.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	81
4.5 Considerações finais	83
5 COMUNIDADE ÁGUA LIMPA	84
5.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	85
5.2 Demanda.....	86
5.3 Vazão de referência e vazão específica	88
5.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	89
5.5 Considerações finais	91

6	COMUNIDADE DOS ALMEIDAS.....	92
6.1	Delimitação e caracterização da microbacia.....	93
6.2	Demanda.....	95
6.3	Vazão de referência e vazão específica	96
6.4	Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	97
6.5	Considerações finais	99
7	ASSENTAMENTO ARANHA	100
7.1	Delimitação e caracterização da microbacia.....	101
7.2	Demanda.....	103
7.3	Vazão de referência e vazão específica	104
7.4	Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	105
7.5	Considerações finais	106
8	COMUNIDADE ARRAIAL DA PONTE	108
8.1	Delimitação e caracterização da microbacia.....	109
8.2	Demanda.....	111
8.3	Vazão de referência e vazão específica	112
8.4	Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	113
8.5	Considerações finais	114
9	ASSENTAMENTO ARRAIAL DAS ANTAS II	116
9.1	Delimitação e caracterização da microbacia.....	117
9.2	Demanda.....	118
9.3	Vazão de referência e vazão específica	119
9.4	Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	121
9.5	Considerações finais	122
10	COMUNIDADE DE BACO PARI	124
10.1	Delimitação e caracterização da microbacia.....	125
10.2	Demanda.....	126
10.3	Vazão de referência e vazão específica	127
10.4	Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	129
10.5	Considerações finais	130
11	COMUNIDADE DE BURACÃO.....	132
11.1	Delimitação e caracterização da microbacia.....	133
11.2	Demanda.....	134
11.3	Vazão de referência e vazão específica	135
11.4	Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	137
11.5	Considerações finais	138

12 ASSENTAMENTO BURITI	140
12.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	141
12.2 Demanda.....	142
12.3 Vazão de referência e vazão específica	144
12.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	145
12.5 Considerações finais	147
13 COMUNIDADE CANABRAVA	148
13.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	149
13.2 Demanda.....	150
13.3 Vazão de referência e vazão específica	152
13.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	153
13.5 Considerações finais	155
14 COMUNIDADE CASTELO/RETIRO E TRÊS RIOS	156
14.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	157
14.2 Demanda.....	158
14.3 Vazão de referência e vazão específica	160
14.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	161
14.5 Considerações finais	163
15 COMUNIDADE DE CEDRO	164
15.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	165
15.2 Demanda.....	166
15.3 Vazão de referência e vazão específica	168
15.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	169
15.5 Considerações finais	171
16 ASSENTAMENTO CÉU AZUL	172
16.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	173
16.2 Demanda.....	175
16.3 Vazão de referência e vazão específica	176
16.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	177
16.5 Considerações finais	178
17 ASSENTAMENTO CORA CORALINA	180
17.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	181
17.2 Demanda.....	182
17.3 Vazão de referência e vazão específica	183
17.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	185
17.5 Considerações finais	186

18 COMUNIDADE CÓRREGO DO INHAMBÚ.....	188
18.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	189
18.2 Demanda.....	190
18.3 Vazão de referência e vazão específica	192
18.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	193
18.5 Considerações finais	195
19 ASSENTAMENTO ENGENHO DA PONTINHA.....	196
19.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	197
19.2 Demanda.....	198
19.3 Vazão de referência e vazão específica	199
19.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	201
19.5 Considerações finais	202
20 COMUNIDADE DE EXTREMA	204
20.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	205
20.2 Demanda.....	206
20.3 Vazão de referência e vazão específica	208
20.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	209
20.5 Considerações finais	210
21 COMUNIDADE FAZENDA SANTO ANTÔNIO DA LAGUNA.....	212
21.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	213
21.2 Demanda.....	215
21.3 Vazão de referência e vazão específica	216
21.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	217
21.5 Considerações finais	219
22 COMUNIDADE FIO VELASCO	220
22.1 Delimitação e caracterização da bacia hidrográfica	221
22.2 Demanda.....	223
22.3 Vazão de referência e vazão específica	225
22.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	227
22.5 Considerações finais	228
23 ASSENTAMENTO FORMIGUINHA	230
23.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	231
23.2 Demanda.....	233
23.3 Vazão de referência e vazão específica	234
23.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	235
23.5 Considerações finais	236

24 ASSENTAMENTO FORTALEZA	238
24.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	239
24.2 Demanda.....	241
24.3 Vazão de referência e vazão específica	242
24.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	243
24.5 Considerações finais	244
25 COMUNIDADE DO FORTE.....	246
25.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	247
25.2 Demanda.....	248
25.3 Vazão de referência e vazão específica	249
25.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	251
25.5 Considerações finais	252
26 COMUNIDADE ITACAIÚ	254
26.1 Delimitação e caracterização da bacia hidrográfica	255
26.2 Demanda.....	257
26.3 Vazão de referência e vazão específica	259
26.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	261
26.5 Considerações finais	262
27 ASSENTAMENTO ITAJÁ II	264
27.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	265
27.2 Demanda.....	266
27.3 Vazão de referência e vazão específica	267
27.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	269
27.5 Considerações finais	270
28 ASSENTAMENTO JOÃO DE DEUS	272
28.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	273
28.2 Demanda.....	275
28.3 Vazão de referência e vazão específica	276
28.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	277
28.5 Considerações finais	278
29 COMUNIDADE DE JOSÉ DE COLETO	280
29.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	281
29.2 Demanda.....	282
29.3 Vazão de referência e vazão específica	284
29.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	285
29.5 Considerações finais	287

30 ASSENTAMENTO JULIÃO RIBEIRO	288
30.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	289
30.2 Demanda.....	290
30.3 Vazão de referência e vazão específica	292
30.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	293
30.5 Considerações finais	294
31 ASSENTAMENTO LAGEADO	296
31.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	297
31.2 Demanda.....	298
31.3 Vazão de referência e vazão específica	299
31.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	301
31.5 Considerações finais	302
32 ASSENTAMENTO LAGOA SANTA	304
32.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	305
32.2 Demanda.....	307
32.3 Vazão de referência e vazão específica	308
32.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	309
32.5 Considerações finais	310
33 ASSENTAMENTO LAGOA SECA	312
33.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	313
33.2 Demanda.....	314
33.3 Vazão de referência e vazão específica	315
33.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	317
33.5 Considerações finais	318
34 COMUNIDADE LANDI.....	320
34.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	321
34.2 Demanda.....	322
34.3 Vazão de referência e vazão específica	324
34.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	325
34.5 Considerações finais	326
35 ASSENTAMENTO LIMOEIRO	328
35.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	329
35.2 Demanda.....	330
35.3 Vazão de referência e vazão específica	331
35.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	333
35.5 Considerações finais	334

36 ASSENTAMENTO MADRE CRISTINA.....	336
36.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	337
36.2 Demanda.....	339
36.3 Vazão de referência e vazão específica	340
36.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	341
36.5 Considerações finais	342
37 COMUNIDADE DE MESQUITA	344
37.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	345
37.2 Demanda.....	347
37.3 Vazão de referência e vazão específica	348
37.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	349
37.5 Considerações finais	350
38 COMUNIDADE DE MIMOSO (QUEIXO DANTAS).....	352
38.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	353
38.2 Demanda.....	354
38.3 Vazão de referência e vazão específica	355
38.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	357
38.5 Considerações finais	358
39 ASSENTAMENTO MONTE MORIÁ.....	360
39.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	361
39.2 Demanda.....	363
39.3 Vazão de referência e vazão específica	364
39.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	365
39.5 Considerações finais	366
40 COMUNIDADE OLHOS D'ÁGUA	368
40.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	369
40.2 Demanda.....	371
40.3 Vazão de referência e vazão específica	372
40.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	373
40.5 Considerações finais	374
41 COMUNIDADE DE PELOTAS	376
41.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	377
41.2 Demanda.....	379
41.3 Vazão de referência e vazão específica	380
41.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	381
41.5 Considerações finais	383

42 ASSENTAMENTO PIRACANJUBA.....	384
42.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	385
42.2 Demanda.....	387
42.3 Vazão de referência e vazão específica	388
42.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	389
42.5 Considerações finais	390
43 COMUNIDADE DE PORTO LEUCÁDIO.....	392
43.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	393
43.2 Demanda.....	395
43.3 Vazão de referência e vazão específica	396
43.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	397
43.5 Considerações finais	398
44 ASSENTAMENTO POUSO ALEGRE.....	400
44.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	401
44.2 Demanda.....	402
44.3 Vazão de referência e vazão específica	403
44.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	405
44.5 Considerações finais	406
45 COMUNIDADE DE POVOADO LEVANTADO	408
45.1 Delimitação e Caracterização da microbacia	409
45.2 Demanda.....	410
45.3 Vazão de referência e vazão específica	412
45.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	413
45.5 Considerações finais	414
46 COMUNIDADE POVOADO MOINHO	416
46.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	417
46.2 Demanda.....	419
46.3 Vazão de referência e vazão específica	420
46.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	422
46.5 Considerações finais	423
47 COMUNIDADE POVOADO VERÍSSIMO.....	425
47.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	426
47.2 Demanda.....	427
47.3 Vazão de referência e vazão específica	429
47.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	430
47.5 Considerações finais	432

48 COMUNIDADE DO QUILOMBO DO MAGALHÃES	433
48.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	434
48.2 Demanda.....	436
48.3 Vazão de referência e vazão específica	437
48.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	438
48.5 Considerações finais	440
49 COMUNIDADE DE QUILOMBOLAS DE MINAÇU (POVOADO VERMELHO)	441
49.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	442
49.2 Demanda.....	443
49.3 Vazão de referência e vazão específica	444
49.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	446
49.5 Considerações finais	447
50 COMUNIDADE DE QUILOMBO DE POMBAL	449
50.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	450
50.2 Demanda.....	452
50.3 Vazão de referência e vazão específica	453
50.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	454
50.5 Considerações finais.....	456
51 COMUNIDADE RAFAEL MACHADO	457
51.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	458
51.2 Demanda.....	460
51.3 Vazão de referência e vazão específica	461
51.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	462
51.5 Considerações finais	464
52 COMUNIDADE REGISTRO DO ARAGUAIA	465
52.1 Delimitação e caracterização da bacia hidrográfica	466
52.2 Demanda.....	468
52.3 Vazão de referência e vazão específica	470
52.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	471
52.5 Considerações finais	473
53 ASSENTAMENTO ROCHEDO	475
53.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	476
53.2 Demanda.....	477
53.3 Vazão de referência e vazão específica	479
53.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	480
53.5 Considerações finais	481

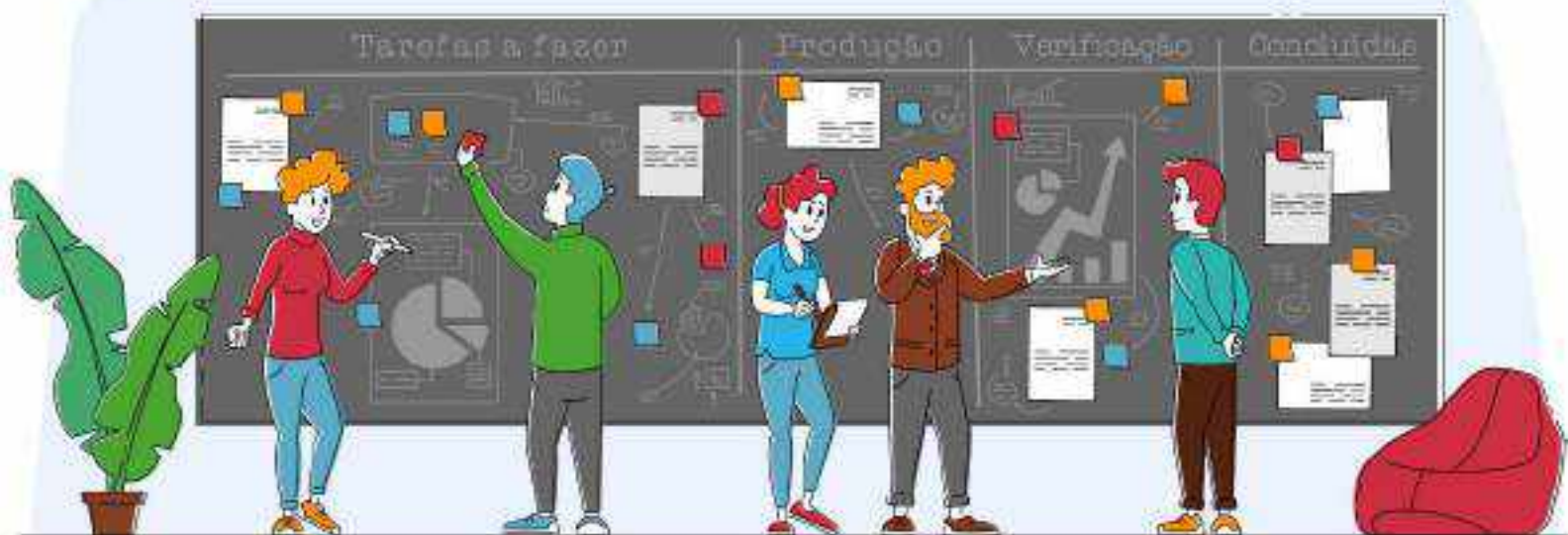
54 ASSENTAMENTO ROSA LUXEMBURGO	483
54.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	484
54.2 Demanda.....	486
54.3 Vazão de referência e vazão específica	487
54.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	488
54.5 Considerações finais	489
55 ASSENTAMENTO SANTA FÉ DA LAGUNA	491
55.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	492
55.2 Demanda.....	494
55.3 Vazão de referência e vazão específica	495
55.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	496
55.5 Considerações finais	497
56 ASSENTAMENTO SANTA RITA DO BROEIRO	499
56.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	500
56.2 Demanda.....	502
56.3 Vazão de referência e vazão específica	503
56.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	504
56.5 Considerações finais	505
57 ASSENTAMENTO SANTO ANTÔNIO DAS AREIAS	507
57.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	508
57.2 Demanda.....	509
57.3 Vazão de referência e vazão específica	510
57.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	512
57.5 Considerações finais	513
58 COMUNIDADE SÃO DOMINGOS	515
58.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	516
58.2 Demanda.....	517
58.3 Vazão de referência e vazão específica	518
58.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	520
58.5 Considerações finais	521
59 ASSENTAMENTO SÃO JOSÉ DO PIÇARRÃO	523
59.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	524
59.2 Demanda.....	526
59.3 Vazão de referência e vazão específica	527
59.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	528
59.5 Considerações finais	529

60 ASSENTAMENTO SÃO LOURENÇO	531
60.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	532
60.2 Demanda.....	533
60.3 Vazão de referência e vazão específica	534
60.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	535
60.5 Considerações finais	537
61 ASSENTAMENTO SÃO SEBASTIÃO DA GARGANTA	538
61.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	539
61.2 Demanda.....	540
61.3 Vazão de referência e vazão específica	542
61.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	543
61.5 Considerações finais	545
62 ASSENTAMENTO SERRA DAS ARARAS	546
62.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	547
62.2 Demanda.....	548
62.3 Vazão de referência e vazão específica	549
62.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	551
62.5 Considerações finais	552
63 COMUNIDADE DE SUMIDOURO	554
63.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	555
63.2 Demanda.....	557
63.3 Vazão de referência e vazão específica	558
63.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	560
63.5 Considerações finais	561
64 COMUNIDADE DE TAQUARUSSU	563
64.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	564
64.2 Demanda.....	565
64.3 Vazão de referência e vazão específica	566
64.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	568
64.5 Considerações finais	569
65 ASSENTAMENTO TARUMÃ	571
65.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	572
65.2 Demanda.....	573
65.3 Vazão de referência e vazão específica	574
65.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	576
65.5 Considerações finais	577

66 COMUNIDADE DE TOMÁS CARDOSO	579
66.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	580
66.2 Demanda.....	582
66.3 Vazão de referência e vazão específica	583
66.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	584
66.5 Considerações finais	585
67 COMUNIDADE VAZANTE.....	587
67.1 Delimitação e caracterização da microbacia.....	588
67.2 Demanda.....	589
67.3 Vazão de referência e vazão específica	591
67.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total.....	592
67.5 Considerações finais	594
68 SÍNTESE	595
68.1 Panorama das comunidades estudadas	596
68.2 Demanda.....	597
68.3 Vazão de referência e vazão específica	599
68.4 Disponibilidade hídrica	601
68.5 Aproveitamento da água da chuva	603
68.1 Considerações finais	608
REFERÊNCIAS	612

1

ASPECTOS METODOLÓGICOS



Saneamento e Saúde
Ambiental Rural

1.1 Introdução

Neste capítulo é apresentado o processo metodológico utilizado no Projeto Saneamento e Saúde Ambiental Rural (SanRural). A estimativa da disponibilidade hídrica superficial e subterrânea ocorreu considerando a bacia hidrográfica como unidade de gestão e planejamento de recursos hídricos (BRASIL, 1997). As análises foram realizadas em nível de microbacia correspondente a cada comunidade.

Tanto a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2020), quanto o Plano Estadual de Recursos Hídricos de Goiás (GOIÁS, 2015) consideram que a disponibilidade hídrica de uma bacia hidrográfica é uma parcela da vazão de permanência presente em 95% do tempo.

A determinação da disponibilidade hídrica tem como finalidade subsidiar a proposição de tecnologias relacionadas ao uso da água (abastecimento público, dessedentação animal, irrigação, entre outros) para populações residentes nas comunidades no âmbito do projeto, garantindo a quantidade do recurso no presente e para as gerações futuras.

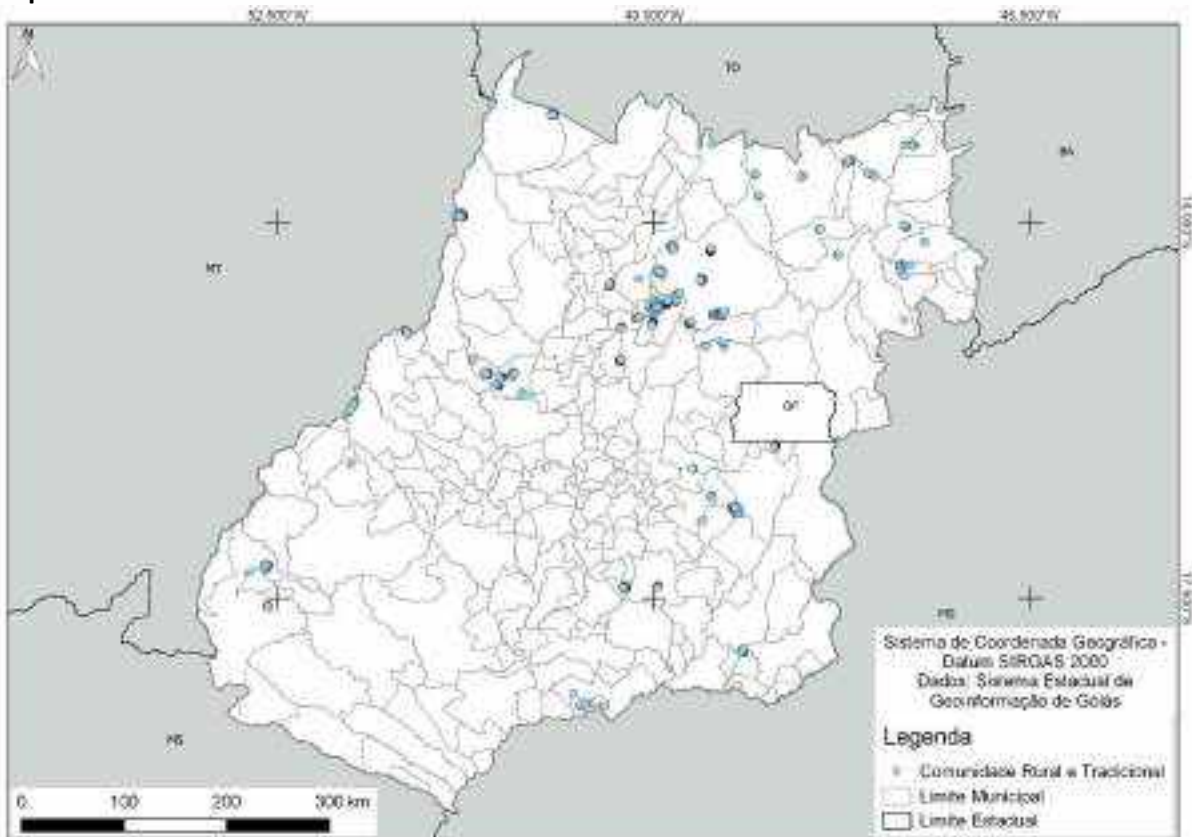
A disponibilidade hídrica foi analisada em 66 comunidades do Projeto SanRural, sendo 7 comunidades ribeirinhas, 32 assentamentos e 27 comunidades quilombolas (Mapa 1.1).

1.2 Delimitação e caracterização da microbacia

A delimitação da microbacia, onde cada comunidade está inserida, foi realizada por meio da delimitação automática pelo algoritmo do GRASS, disponível no *software* Qgis (versão 3.18), com base nos dados do *Shuttle Radar Topography Mission digital elevation models* (SRTM) com resolução de 30 metros, disponibilizado pelo *United States Geological Survey* (USGS). Para escolha do ponto de referência, realizou-se uma análise visual da localização da área da comunidade com relação aos recursos hídricos presentes. A bacia hidrográfica analisada foi delimitada de forma que toda área da comunidade fosse englobada.

Em seguida, realizou-se a identificação dos principais rios e córregos presentes na bacia hidrográfica em estudo, bem como a localização das casas e/ou área da comunidade. Para a caracterização geológica, utilizou-se a sobreposição de dados geográficos (sistemas aquíferos), disponível nos dados de recursos hídricos do Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), com o objetivo de classificar as estruturas de aquíferos presentes na localidade.

Mapa 1.1 – Localização das 66 comunidades do Projeto SanRural, onde foi realizada a análise de disponibilidade hídrica.



Fonte: produzido pelos autores.

1.3 Demandas

Para estimativa das demandas de água superficial e subterrânea foram realizados o levantamento e o somatório das vazões outorgadas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD), até o mês de janeiro de 2020, dentro do limite da microbacia em análise.

Em se tratando das outorgas subterrâneas vinculadas à SEMAD para uso coletivo, tiveram, ainda, suas demandas calculadas pela aplicação da metodologia adaptada, proposta por Cavalcante (1998) e utilizada por Gomes *et al.* (2011), conforme pode ser observada na Equação 1.

$$De = Q \times th \quad (1)$$

na qual, De = Disponibilidade Efetiva (m³/ano); Q = vazão dos poços (m³/ano); th = taxa de bombeamento (h/dia).

Após o levantamento inicial, foram estabelecidas demandas de consumo a partir do quantitativo de famílias e da média do número de pessoas residentes em cada comunidade, obtidas pelo Projeto SanRural. Essa demanda foi então idealizada com a finalidade de criar o cenário mais desfavorável possível, considerando que todas as famílias utilizem ou apenas fontes superficiais ou subterrâneas para o consumo de água. O valor apreciado para este estudo foi de 145 L/dia por habitante, conforme indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012), distribuído ao longo das 24 horas.

Para a caracterização da pecuária, a fim de estimar o consumo pecuário, foram utilizados dados de cada município onde a comunidade está inserida, obtidos por meio de censo do IBGE (BRASIL, 2017) e replicados para a comunidade. O consumo por animal, adotado para este estudo, foi o indicado no Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012).

Assim, com base na demanda necessária, foram realizadas as definições das variáveis necessárias para implementação de um sistema de outorga. No entanto, ressalta-se que a vazão total de usos insignificantes deve ser inserida no cálculo do balanço hídrico na bacia hidrográfica e, portanto, influencia na disponibilidade hídrica da bacia. Segundo a Resolução CERHi nº 22/2019, no artigo 4º, “o uso de recursos hídricos para a satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais distribuídos no meio rural, cuja captação não ultrapasse o volume diário de 86.400 L/dia” (GOIÁS, 2019), e a derivação ou captação em cursos d’água (considerados insignificantes) com volumes iguais ou inferiores a 28.800 L/dia, independem de outorga.

1.4 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência adotada no estado de Goiás para fins de outorga de uso da água e, conseqüentemente, para estimativa de disponibilidade hídrica superficial, está regulamentada pela Resolução CERHi nº 22/2019 e é igual à vazão com garantia de permanência em 95% (noventa e cinco por cento) do tempo (Q_{95}) considerando a bacia de contribuição no ponto de captação, em que essa informação estiver disponível. Destaca-se que o Art. 21 §1 indica que a soma de todas as vazões outorgadas na bacia hidrográfica, limitada pela seção transversal em estudo, não poderá ultrapassar à 50% da vazão de referência. A legislação (Resolução nº 09, Art. 12, §2) estabelece, ainda, que nos casos em que não existirem as informações hidrológicas necessárias ao cálculo da vazão de referência

adotada, será utilizada como vazão de referência a menor vazão medida no local, realizada no período de estiagem e com equipamento de alta precisão (GOIÁS, 2005).

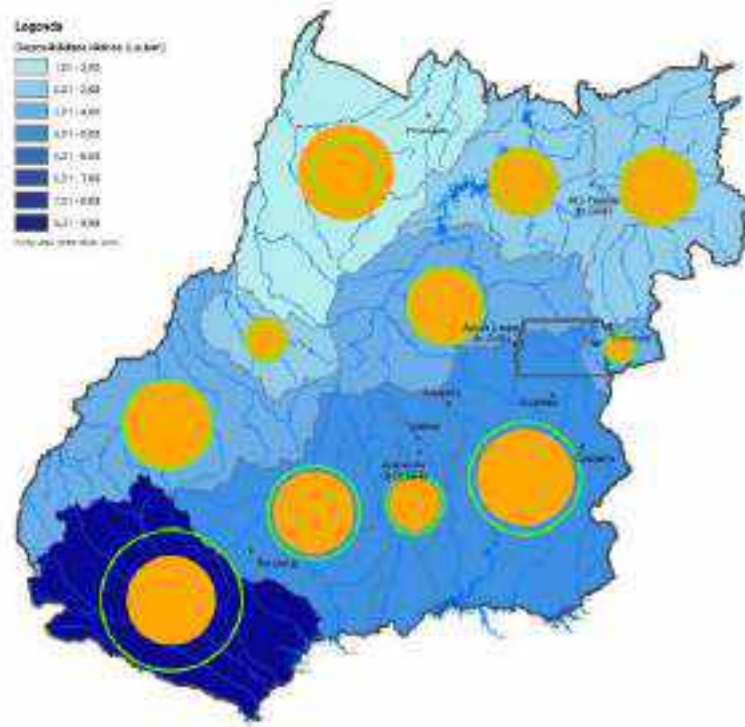
A determinação da vazão de referência superficial de cada microbacia ocorreu de duas formas: por meio da regionalização de vazão (Q_{reg}) ou pela medição de vazão. Para a regionalização, adotou-se como referência os estudos realizados por Costa (2020) e Honório (2020), que propuseram equações de regionalização de vazão, a partir do método Tradicional, para as bacias hidrográficas do estado de Goiás. O método Tradicional foi elaborado pela Eletrobrás (1985) e faz uso de dados de séries históricas de estações fluviométricas, com o intuito de realizar o ajuste de equações de regressão entre a vazão de referência (Q_{95}) e a área de drenagem. Com isso, utilizou-se a equação de regionalização referente à bacia hidrográfica a qual a microbacia da comunidade está inserida, para estimar a vazão de referência.

Já para as comunidades em que não foi possível realizar a regionalização de vazão, por conta da ausência de dados de estações fluviométricas, adotou-se a medição da vazão realizada no período de estiagem, para isso, utilizou-se o medidor de vazão *Acoustic Doppler Velocimeter* (ADV) SONTEK *Flow Tracker*. A seção do rio medida foi escolhida considerando a facilidade de acesso, trecho retilíneo e a ausência de pedras e galhos que pudessem atrapalhar a leitura do equipamento, além de a localidade a ser escolhida fosse um ponto do rio que abrangesse toda comunidade.

Contudo, em algumas comunidades não foi possível realizar a medição e nem havia informações de estações fluviométricas para realizar o estudo de regionalização. Assim, foi determinada a vazão de referência (Q_{95}) a partir das informações disponíveis no Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a), o qual apresenta as vazões de referência para as bacias hidrográficas do Estado (Mapa 1.2).

Embora exista a Instrução Normativa nº 04/2015 (GOIÁS, 2015b), que estabelece vazões específicas e a divisão das bacias hidrográficas diferentes das propostas no PERH, a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), em seu artigo 16, inciso II, estabelece que o órgão outorgante, ao analisar os requerimentos de outorga, deverá considerar o Plano Estadual de Recursos Hídricos e o respectivo Plano de Bacia Hidrográfica. Dessa forma, adotou-se como referência a legislação em vigor mais atual.

Mapa 1.2 – Comparação entre a área e a disponibilidade hídrica nas bacias hidrográficas.



Fonte: Plano Estadual de Recursos Hídricos de Goiás (GOIÁS, 2015a).

Para complementar as análises e para confirmar o período de estiagem, realizou-se uma análise na ocorrência de precipitações na região referente a um período de 12 meses anterior à medição, para cada uma das microbacias, utilizando dados de estações pluviométricas (Agência Nacional de Águas – ANA) e/ou estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) mais próximas.

As vazões específicas para a vazão de referência superficial e subterrânea foram desenvolvidas e aplicadas por meio da correlação entre a área da comunidade e a vazão de referência, de acordo com a Equação 2.

$$Q_{esp} = \frac{Q_{ref}}{A} \quad (2)$$

na qual, Q_{esp} = vazão específica (L/s.km²); A = área da microbacia (km²); Q_{ref} = vazão de referência subterrânea ou superficial (L/s).

1.5 Disponibilidade hídrica

1.5.1 Superficial

Para análise da disponibilidade hídrica superficial foi necessário atender aos critérios da legislação estadual que, por meio da Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), estabelece que a vazão passível de outorga ou de retirada do manancial (Q_{pr}) é igual a 50% da vazão de referência (Q_{95}). Para as microbacias em análise a Q_{pr} foi estimada por meio da Equação 3.

$$Q_{pr} = 0,5 Q_{ref} \quad (3)$$

na qual, Q_{pr} = vazão passível de retirada (L/s); Q_{ref} = vazão de referência (L/s).

Com os resultados foi possível avaliar a situação de cada microbacia com relação à quantidade de água disponível.

1.5.2 Subterrânea

A análise da disponibilidade hídrica subterrânea ocorreu para os Sistemas Aquíferos Profundos utilizando os dados de mapeamento levantados pelo Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG) (GOIÁS, 2013), em conjunto ao levantamento realizado pelos estudos desenvolvidos por Almeida *et al.* (2006).

Os Sistemas encontrados em Goiás têm recargas, armazenamento e circulação de água associados aos domínios classificados em fraturados, fissuro-cárstico, intergranular e dupla porosidade, isso se deve pela formação geológica. Dentre os 22 identificados no Estado, alguns se destacam, como o Canastra, Cristalino Sudeste e o Paranoá, todos pertencentes ao domínio fraturado (ALMEIDA *et al.*, 2006).

Para o levantamento de quais aquíferos correspondem a cada uma das 66 comunidades foi realizada sobreposição entre os dados geográficos dos sistemas profundos, obtidos pelo SIEG (GOIÁS, 2013), e das microbacias dos rios utilizadas para abastecimento. Diante disso, foi possível obter o tipo de estrutura aquífero em cada área de estudo e identificar as características litológicas necessárias para estimativas de disponibilidade hídrica.

Neste estudo, foram realizados cálculos de volumes de reservas aquíferas renováveis, permanentes e exploráveis, conforme os estudos realizados por Souza (2001) e Campos e Freitas-Silva (1998).

As reservas renováveis representam o estado de equilíbrio entre as recargas e descargas de um sistema aquífero, comumente sem grandes variações de armazenamento. As reservas permanentes se destacam por ser a quantidade de água armazenada em escalas de tempo maiores que as anuais, constituindo em uma reserva estratégica para períodos temporais extraordinários (FEITOSA *et al.*, 2008). As exploráveis, por sua vez, tratam-se daqueles volumes disponíveis que fazem parte da gestão e planejamento e, quando há o comprometimento dessas reservas aquíferas, em via de regra, estão associadas a danos ambientais (SILVEIRA *et al.*, 2016). Portanto, foram considerados aqueles volumes calculados de acordo com as equações da Tabela 1.1.

Tabela 1.1 – Equações utilizadas para o cálculo da disponibilidade subterrânea.

Reservas Renováveis	Reservas Permanentes	Reservas Exploráveis
$Rr: A \times I \times P$	$Rp: A \times Ne / Ifi \times b$	$Re: Rr + Z * Rp$

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

em que, A = área do aquífero (m²); I = Percentual de Infiltração (%); P = Precipitação média (mm/ano); Ne = Porosidade efetiva ou eficaz (%); Ifi = Índice de Fraturamento Interconectado (%); b = Espessura saturada média (m); Z = Porcentagem de utilização das reservas permanentes, considerou-se 5% em aquíferos fraturados.

Neste estudo todos os volumes da disponibilidade subterrânea foram convertidas em vazões de acordo com as equações da Tabela 1.2, sendo que, a reserva explorável foi convertida em vazão disponível, contudo, destaca-se que, para a verificação da vazão real, é necessário a realização de ensaios de bombeamento e análise de recarga do aquífero para que não haja comprometimento do sistema subterrâneo.

Tabela 1.2 – Equações utilizadas para a determinação da vazão da disponibilidade subterrânea.

Reservas Renováveis	Reservas Permanentes	Reservas Exploráveis
$Q_{Rr} = \frac{Rr}{86400 \times 365} \times 1000$	$Q_{Rp} = \frac{Rp}{86400 \times 365} \times 1000$	$Q_{Re} = \frac{Re}{86400 \times 365} \times 1000$

Fonte: elaborado pelos autores.

em que, Q_{Rr} = vazão renovável em L/s; Rr = reserva renovável em m³/ano; Q_{Rp} = vazão permanente em L/s; Rp = reserva permanente em m³/ano; Q_{Re} = vazão explorável em L/s; Re = reserva explorável em m³/ano.

1.5.3 Disponibilidade Hídrica Total

A disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da Equação 4, considerando o somatório entre a oferta de água superficial (vazão que pode ser retirada do manancial regulamentada pela legislação estadual), oferta de água subterrânea (reserva explotável) e a subtração entre o somatório e a demanda (água usada para consumo humano e para pecuária). Salienta-se que as vazões outorgadas só entraram nesse balanço quando a vazão de referência foi obtida por meio da regionalização de vazão. Para os casos em que a vazão de referência foi obtida por meio da medição, as outorgas não entraram no balanço, uma vez que o valor da vazão medida no manancial já considerou as vazões retiradas pelas outorgas concedidas. Com os resultados foi possível avaliar a situação de cada microbacia com relação à quantidade de água disponível.

$$DH = (Q_{pr} + Re) - \sum_{i=0}^n Q_{dm} \quad (4)$$

na qual, DH = Disponibilidade Hídrica (L/s); Q_{pr} = vazão passível de retirada (L/s); Re = Reserva explotável (L/s); $\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ = Somatório das demandas à montante (L/s).

1.5.4 Aproveitamento da Água da Chuva

Uma alternativa para contribuir no abastecimento de água para os domicílios da comunidade é o aproveitamento de água da chuva, indicada na Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/97 - Lei das Águas) (BRASIL, 1997). Para determinar a quantidade de água da chuva possível de ser aproveitada nas comunidades é necessário conhecer o volume médio anual de precipitação, juntamente com o período seco (com precipitação mensal inferior a 50mm) na região. Com base nestas informações, juntamente com o número médio de moradores em cada domicílio, será determinado o volume a ser armazenado (Equação 5), adaptado de Silva *et al.* (1984), e a área de captação conforme Equação 6, adaptado de Silva *et al.* (1984) e NBR 15.527 (ABNT, 2019), necessários para o abastecimento no período seco.

$$V_{cisterna} = meses_{secos} * 30 * M_{domicilio} * V_{consumo} \quad (5)$$

$$A_{telhado} = \frac{V_{cisterna}}{P_{anual} \cdot \eta \cdot C} \quad (6)$$

na qual, V_{cisterna} = Volume da cisterna (L); $\text{meses}_{\text{secos}}$ = número de meses secos (precipitação média inferior a 50 mm), $M_{\text{domicílio}}$ = média de moradores por domicílio; V_{consumo} = consumo *per capita* (L/hab.dia), considerado 70 L/hab.dia (ANA, 2003); A_{telhado} = área de telhado necessária para a captação (m^2); P_{anual} = precipitação média anual (mm); C = é o coeficiente de escoamento superficial, igual a 1,0 para superfície totalmente impermeável; η = eficiência do sistema incluindo o descarte para limpeza da área de captação, igual a 0,85 conforme indicado na NBR 15.527 (ABNT, 2019).

Com os resultados foi possível apresentar uma tecnologia alternativa para amenizar os impactos das secas no abastecimento.

1.6 Aspectos éticos

Para utilização desses instrumentos de pesquisa, o Projeto SanRural foi cadastrado na Plataforma Brasil e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Goiás, sob o protocolo nº 2.886.174/2018. Antes da realização da pesquisa, os municípios assinaram termos de adesão ao projeto, aceitando colaborar com as etapas deste, bem como auxiliar a produção de informações necessárias. Durante a atividade em campo, os responsáveis pelos domicílios assinaram um Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) antes do início das coletas.

2

ASSENTAMENTO 17 DE ABRIL

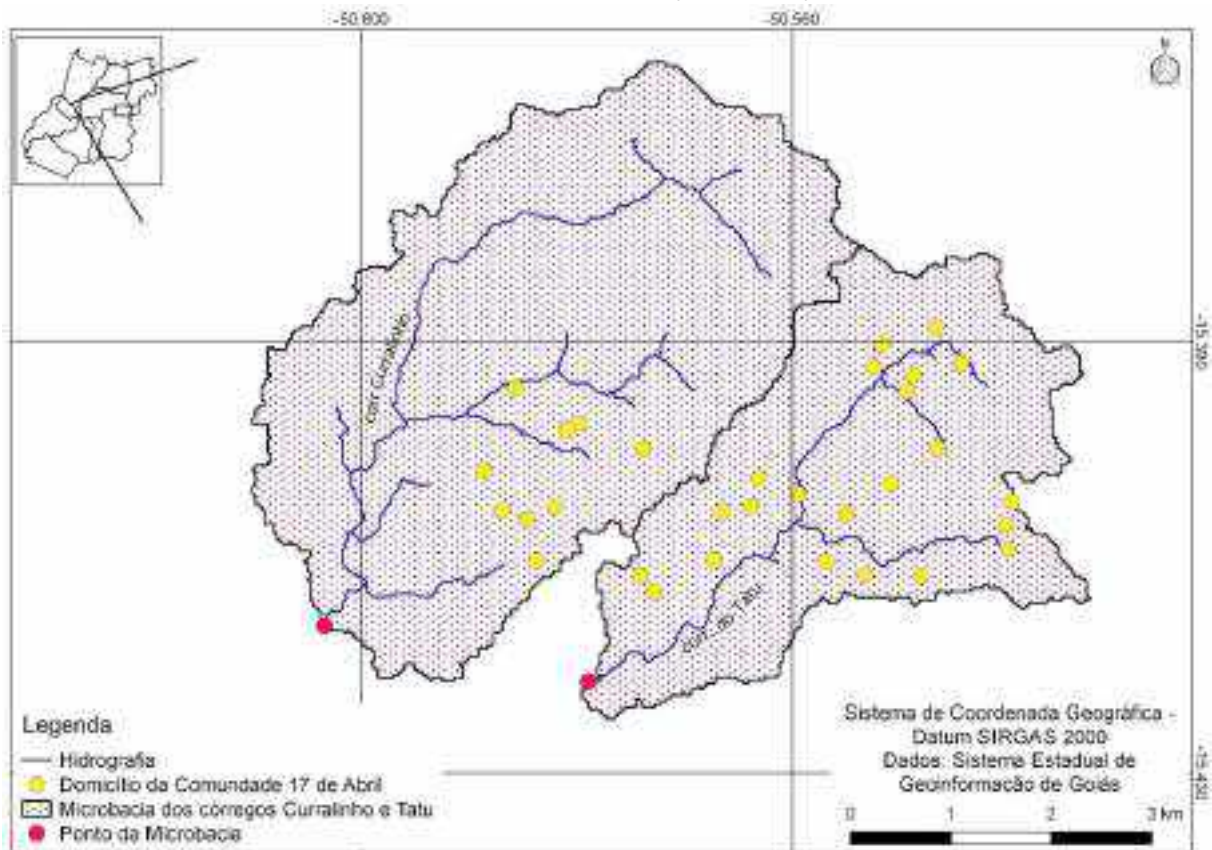


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

2.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica para a Comunidade 17 de Abril, um assentamento pertencente ao município de Faina – GO, foi realizada a partir da delimitação das microbacias do córrego Curralinho e córrego do Tatu (GOIÁS, 2014) (Mapa 2.1), nas quais os domicílios da comunidade estão inseridos. Essas microbacias pertencem estão localizadas no Noroeste Goiano, possuindo uma área total de aproximadamente 34,791 km² e estão inseridas na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos dos Afluentes Goianos do Médio Araguaia, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 2.1 – Microbacias do córrego Curralinho e córrego do Tatu onde estão inseridos os domicílios e os exutórios de referência da Comunidade 17 de Abril, Faina-GO, 2020.



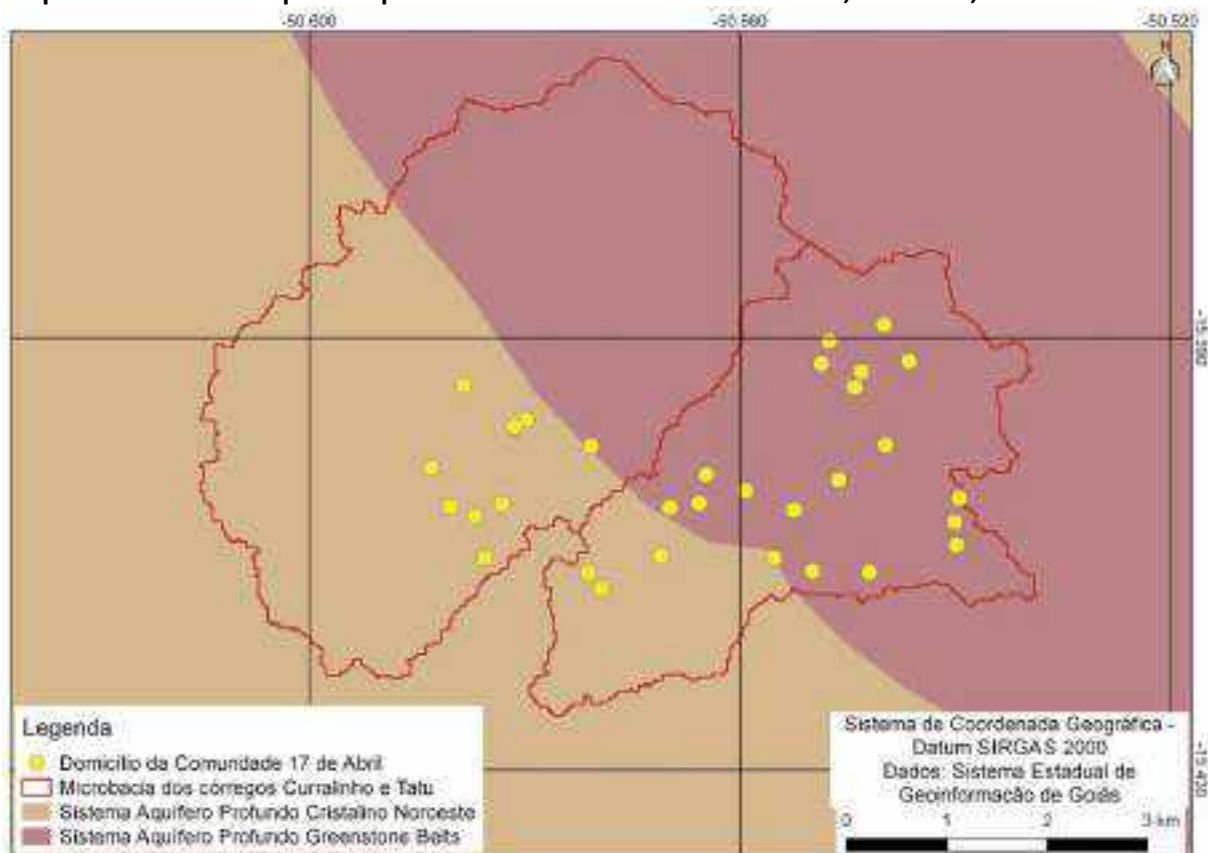
Fonte: elaborado pelos autores.

A microbacia da Comunidade 17 de Abril tem como principais cursos d'água os córregos Curralinho e do Tatu, sendo que, o último recebe a contribuição do córrego Curralinho entre outros, em um ponto a jusante (não apresentado no Mapa 2.1).

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea pode-se dizer que as microbacias dos córregos Curralinho e do Tatu encontram-se sobre uma formação geológica de domínio

fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esses domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 2.2, observando a presença do Sistema Aquífero Cristalino Noroeste e do Sistema Aquífero Greenstone Beltsem 15,089 km² (43,370%) e 19,702 (56,630%) da área da bacia hidrográfica, respectivamente.

Mapa 2.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade 17 de Abril, Faina-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

2.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante das microbacias em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, nas microbacias do córrego Curralinho e córrego do Tatu não foram encontradas outorgas de uso da água superficial, nem subterrânea até o mês de janeiro de 2020.

Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012) que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Faina, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 2.1 e 2.2.

Tabela 2.1 – Consumo *per capita* na Comunidade 17 de Abril, Faina-GO, 2019.

Nº domicílios ⁽¹⁾	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
31	3,06	94,86	145	0,159

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 2.2 – Demanda de água para pecuária nas microbacias do córrego Curralinho e córrego do Tatu, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Faina-GO 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	4.770,034	0,001736	8,2808
Bubalino	7,683	0,001042	0,0080
Equino	66,838	0,000694	0,0464
Suíno	65,993	0,000405	0,0267
Caprino	4,994	0,000347	0,0017
Ovino	0,000	0,000347	0,0000
Galináceos	1.060,272	0,000003	0,0032
Total	5.975,814	0,0046	8,3668

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, as microbacias dos córregos Curralinho e do Tatu têm uma demanda igual a 8,526 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 13,755 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (7,433 m³/dia), totalizam uma demanda de 21,188 m³/dia. A pecuária bovina foi excluído pois a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

2.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial das microbacias do córrego Curralinho e córrego do Tatu foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do alto médio Araguaia

proposta por Costa (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 2.3, sendo que a vazão regionalizada total foi igual a 0,000546 L/s para as microbacias dos córregos Curralinho e do Tatu. Assim, a vazão específica superficial é de 0,0000156 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no Plano Estadual de Recursos Hídricos para a bacia hidrográfica (1,66 L/s.km²), é menor, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região de vazão.

Tabela 2.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias dos córregos Curralinho e do Tatu à jusante da Comunidade 17 de Abril, Faina-GO, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)
Córrego Curralinho	21,915	-15,416386	-50,603460	0,000431	0,000020
Córrego do Tatu	12,876	-15,421513	-50,578919	0,000115	0,000009
Total	34,791	-	-	0,000546	0,0000156

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($R_r: A \times I \times P$), permanentes ($R_p: A \times N_e / I_f \times b$) e exploráveis ($R_e: R_r + Z \times R_p$), conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 2.4), identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 117,392 L/s, para as reservas permanentes, 1.414,920 L/s, para as reservas exploráveis, de 181,855 L/s e a vazão de referência, conforme pode ser observado na Tabela 2.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 2.5, para facilitar a análise de disponibilidade total, adotou-se volume em L/s.

Tabela 2.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade 17 de Abril, Faina-GO, 2019

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Cristalino Noroeste	10	1,5	110
Greenstone Belts	8	1,0	100

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 2.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias dos córregos Curralinho e do Tatu da Comunidade 17 de Abril, Faina-GO, 2019.

Reserva renovável (L/s)	Reserva renovável (m ³ /ano)	Reserva permanente (L/s)	Reserva permanente (m ³ /ano)	Reserva explorável (L/s)	Reserva explorável (m ³ /ano)	Q _{ref} (L/s)	Q _{esp} subterrânea (L/s.km ²)
117,392	3,70.10 ⁶	1.414,920	4,46.10 ⁷	181,855	5,7310 ⁶	181,855	5,227

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 5,227 L/s.km², conforme Tabela 2.5. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que, para as microbacias analisadas, a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 5,227 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 5,227 L/s.

2.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 0,000201 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 2.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea de (181,855 L/s). Assim, subtraindo nessa microbacia as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 173,330 L/s. Já a disponibilidade hídrica específica total é igual a 4,982 L/s.km² (Tabela 2.6).

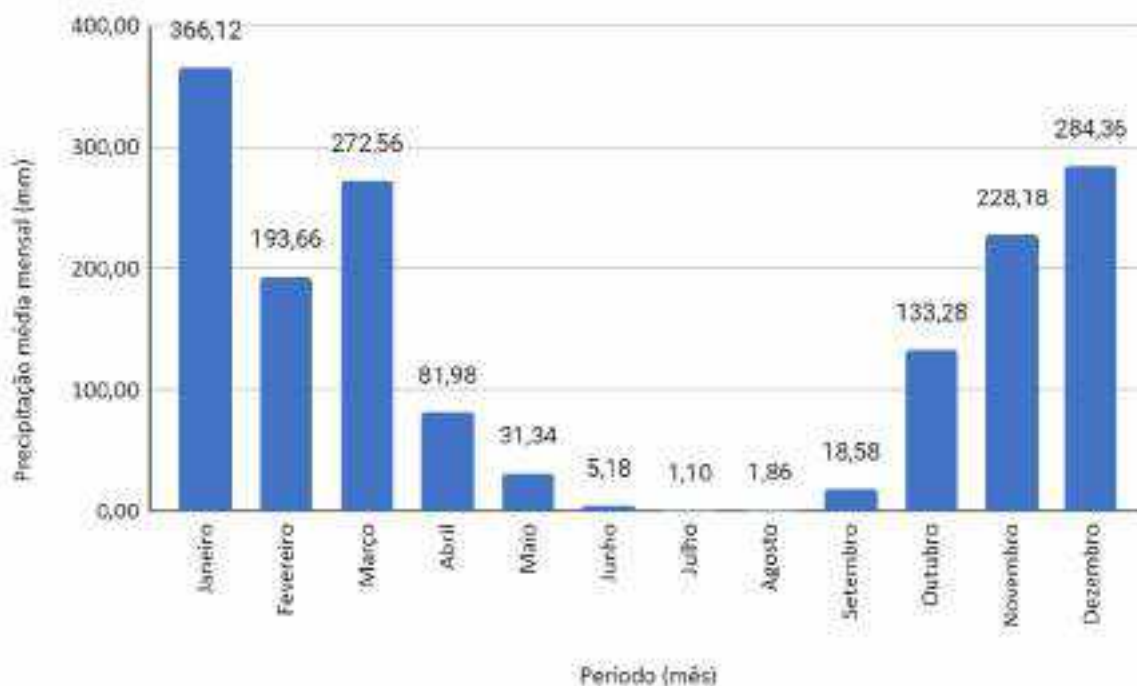
Tabela 2.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do córrego Currelinho e córrego do Tatu da Comunidade 17 de Abril, Faina-GO, 2020.

Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} $0,5 \times Q_{ref}$ (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
0,000546	0,000273	181,855	8,526	173,330	34,791	4,982

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água de chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (3,06 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 2.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm), um mês com a precipitação entre 50 e 100 mm e 6 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.618,2 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2011 a 2015).

Gráfico 2.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2011 a 2015, na estação pluviométrica código 1550001.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dessas informações e de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do Capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 32.130,000 litros e uma área de captação mínima de 23,359 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

2.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis nas microbacias dos córregos Curralinho e córrego do Tatu, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo o rebanho bovino), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h

por no máximo 16 horas, também independentem de outorga independentem de outorga. Contudo, a demanda identificada para Comunidade de 17 Abril foi de 21,188 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade 17 de Abril, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

3

ASSENTAMENTO ACABA VIDA

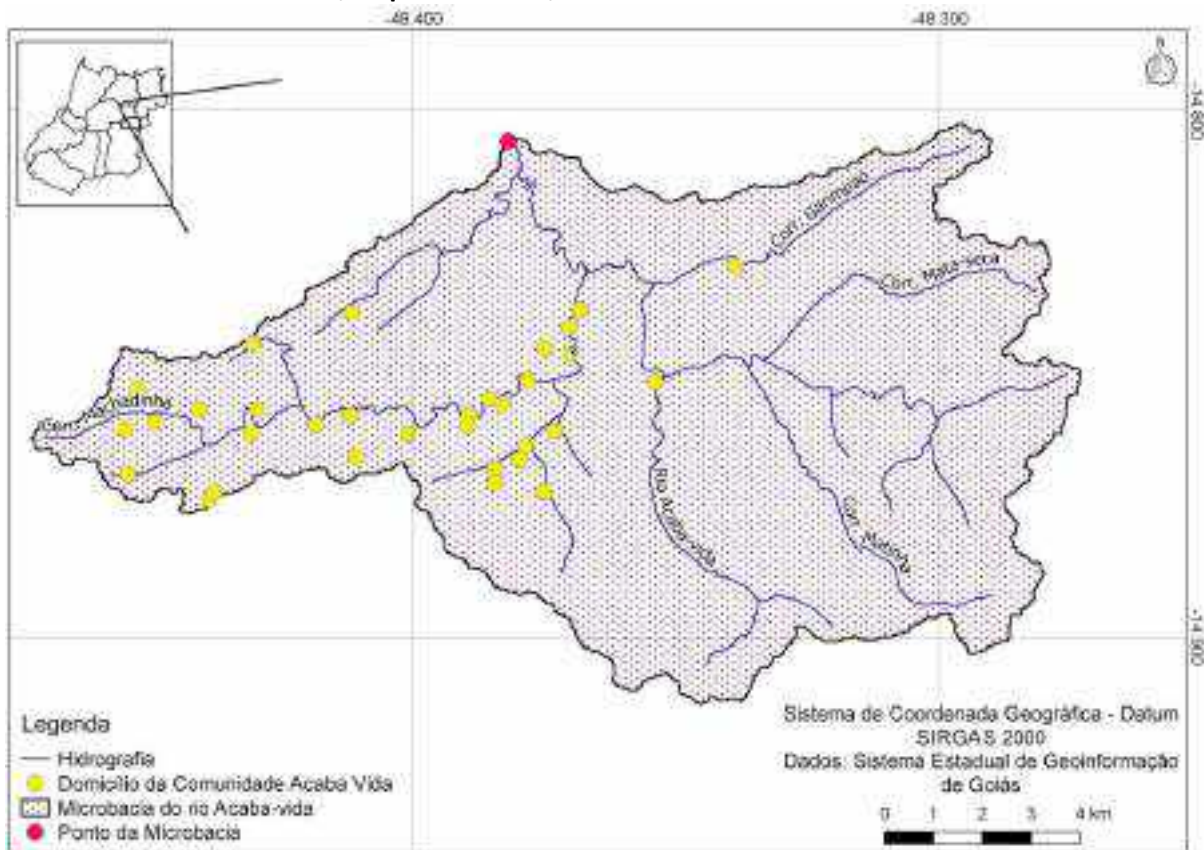


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

3.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade Acaba Vida, um assentamento pertencente ao município de Niquelândia – GO, a partir da delimitação da microbacia do rio Acaba-Vida (GOIÁS, 2014) (Mapa 3.1), na qual os domicílios da comunidade estão inseridos. Essa microbacia está localizada no Norte Goiano, possuindo uma área de aproximadamente 144,57 km² e está inserida na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos Afluentes Goianos do Médio Tocantins, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 3.1 – Microbacia do rio Acaba-Vida onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Acaba Vida, Niquelândia-GO, 2020.



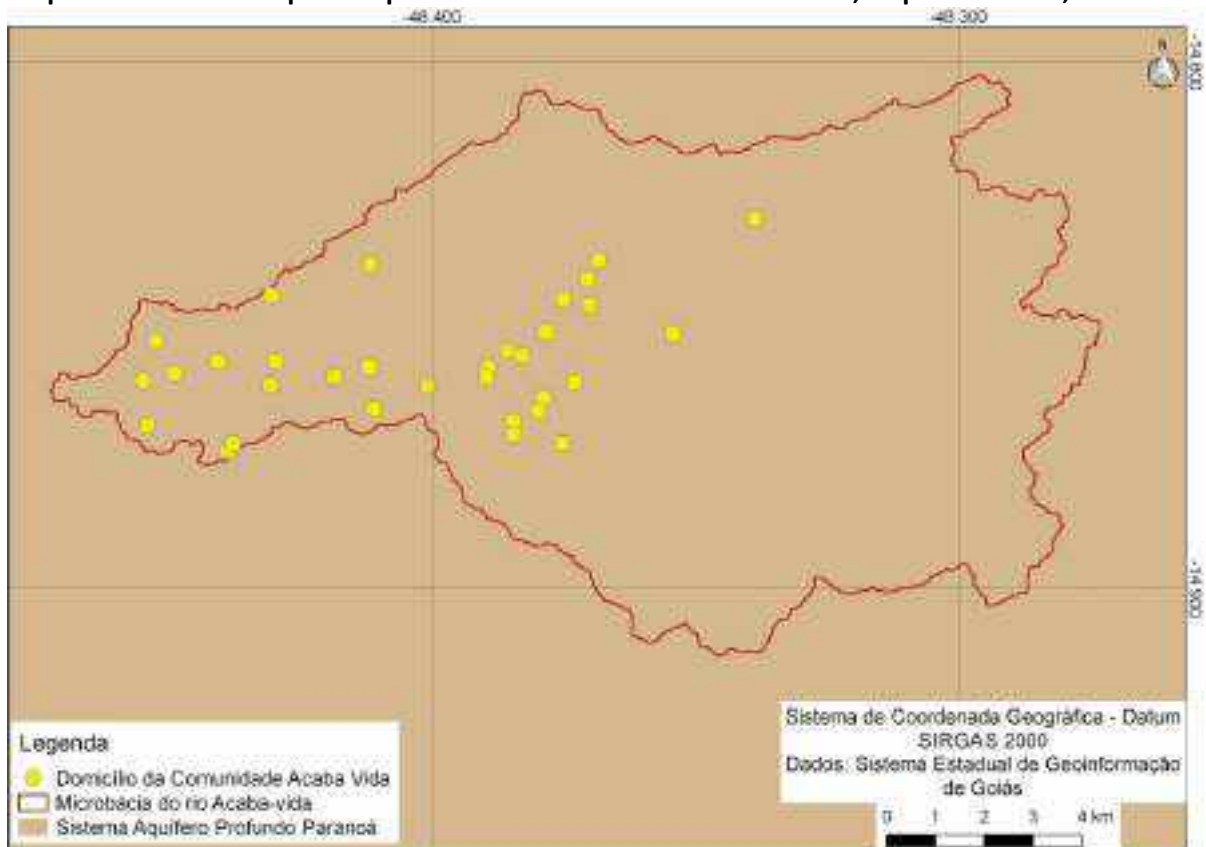
Fonte: elaborado pelos autores.

A microbacia Comunidade Acaba Vida tem como principal curso d'água o rio Acaba-Vida, que recebe a contribuição dos córregos Machadinho, Garimpão, Mata-Seca, entre outros.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea, pode-se dizer que na microbacia do rio Acaba-Vida encontra-se sobre duas formações geológicas diferentes, uma de domínio fraturado e outra de domínio fissuro-cárstia (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esses

domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir dessa sobreposição, chegou-se ao Mapa 3.2, observando a presença do Sistema Aquífero Paranoá em 100% (144,57 km²) da área da bacia hidrográfica.

Mapa 3.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Acaba Vida, Niquelândia-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

3.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante das microbacias em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, na microbacia do rio Acaba-Vida não foram identificadas outorgas de uso da água superficial, nem subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012), que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por

km², no município de Niquelândia, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 3.1 e 3.2.

Tabela 3.1 – Consumo *per capita* na Comunidade Acaba Vida, Niquelândia-GO, 2019.

Nº domicílios ⁽¹⁾	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
43	3,53	151,790	145	0,255

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 3.2 – Demanda de água para pecuária na microbacia do rio Acaba-Vida, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Niquelândia-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	3.715,962	0,001736	6,4509
Bubalino	2,644	0,001042	0,0028
Equino	88,126	0,000694	0,0612
Suíno	129,251	0,000405	0,0523
Caprino	6,609	0,000347	0,0023
Ovino	17,625	0,000347	0,0061
Galináceos	1.175,008	0,000003	0,0035
Total	5.135,2239	0,0046	6,5791

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, a microbacia do rio Acaba-Vida tem uma demanda igual a 6,834 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 22,010 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (11,076 m³/dia), totalizam uma demanda de 33,085 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

3.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial da microbacia do rio Acaba-Vida, foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do alto Tocantins proposta por Costa (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 3.3, sendo que a vazão regionalizada (Q_{reg}) foi igual a 168,617 L/s, para a microbacia do rio Acaba-Vida. Assim, a vazão específica superficial é de 1,166 L/s.km², a qual quando comparada à

apresentada no Plano Estadual de Recursos Hídricos para a bacia hidrográfica (2,380 L/s.km²) é menor, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região de vazão.

Tabela 3.3 – Vazão regionalizada na microbacia do rio Acaba-Vida à jusante da Comunidade Acaba Vida, Niquelândia-GO, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg superficial} (L/s)	Q _{esp superficial} (L/s.km ²)
Rio Acaba-Vida	144,57	-14,805866	-48,382023	168,617	1,166

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($Rr: A \times I \times P$), permanentes ($Rp: A \times Ne / Ifi \times b$) e explotáveis ($Re: Rr + Z * Rp$), conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 3.4), identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 550,114 L/s, para as reservas permanentes, 11.460,712 L/s, para as reservas explotáveis, de 1.123,150 L/s e a vazão de referência, conforme pode ser observado na Tabela 3.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 3.5, para facilitar a análise de disponibilidade total, adotou-se volume em L/s.

Tabela 3.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Acaba Vida, Niquelândia-GO, 2019

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Paranoá	10	2,5	100

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 3.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do rio Acaba-Vida da Comunidade Acaba Vida, Niquelândia-GO, 2019.

Reserva renovável		Reserva permanente		Reserva explotável		Q _{ref}	Q _{esp subterrânea}
(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(L/s.km ²)
550,114	1,73.10 ⁷	11.460,712	3,61.10 ⁸	1.123,150	3,5410 ⁷	1.123,150	7,769

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 7,769 L/s.km², conforme Tabela 3.5. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que, para a microbacia analisada, a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 8,935 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 8,935 L/s.

3.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 84,308 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 3.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (1.123,150 L/s). Assim, subtraindo nestsa microbacia as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 1.200,624 L/s. Já a disponibilidade hídrica específica total é igual a 8,305 L/s.km² (Tabela 3.6).

Tabela 3.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do rio Acaba-Vida da Comunidade Acaba Vida, Niquelândia-GO, 2020.

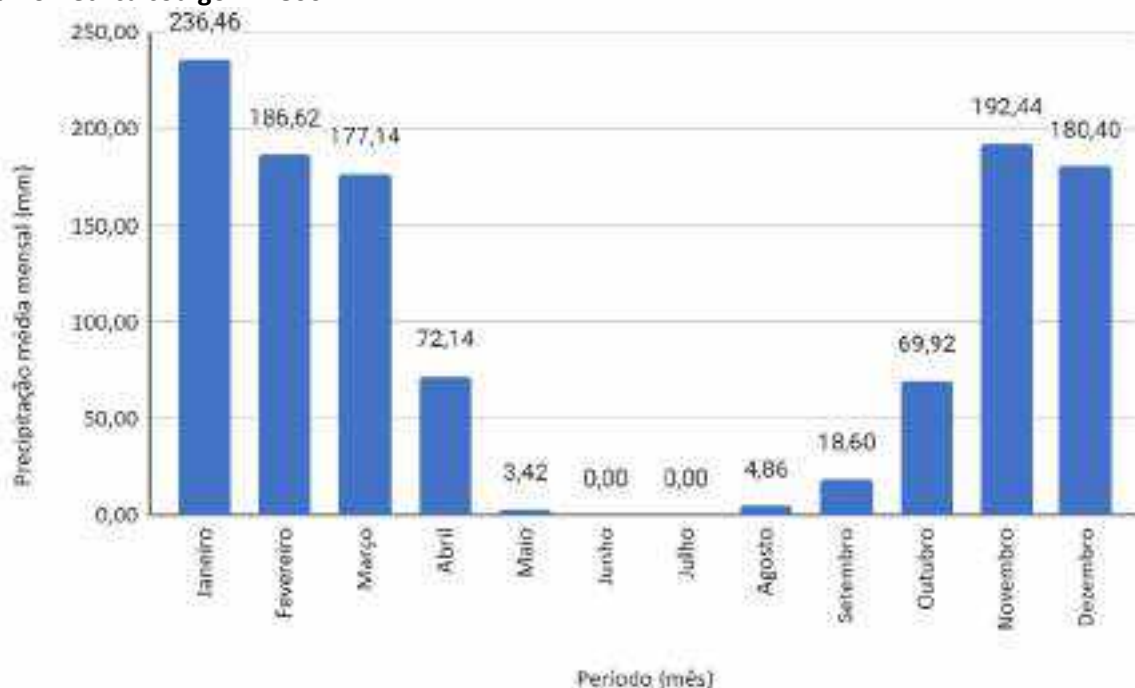
Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} $0,5 \times Q_{ref}$ (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
168,617	84,308	1.123,150	6,834	1.200,624	227,661	8,305

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água de chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (3,53 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 3.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm), 2 meses entre 50 e 100 mm e 5 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.142,00 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2014 a 2018).

A partir dessas informações e, de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 37.065,000 litros, e uma área de captação de 38,184 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem para que possa atender todo o período de estiagem.

Gráfico 3.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2014 a 2018, na estação pluviométrica código 1448004.



Fonte: elaborado pelos autores.

3.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis na microbacia do rio Acaba-Vida, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

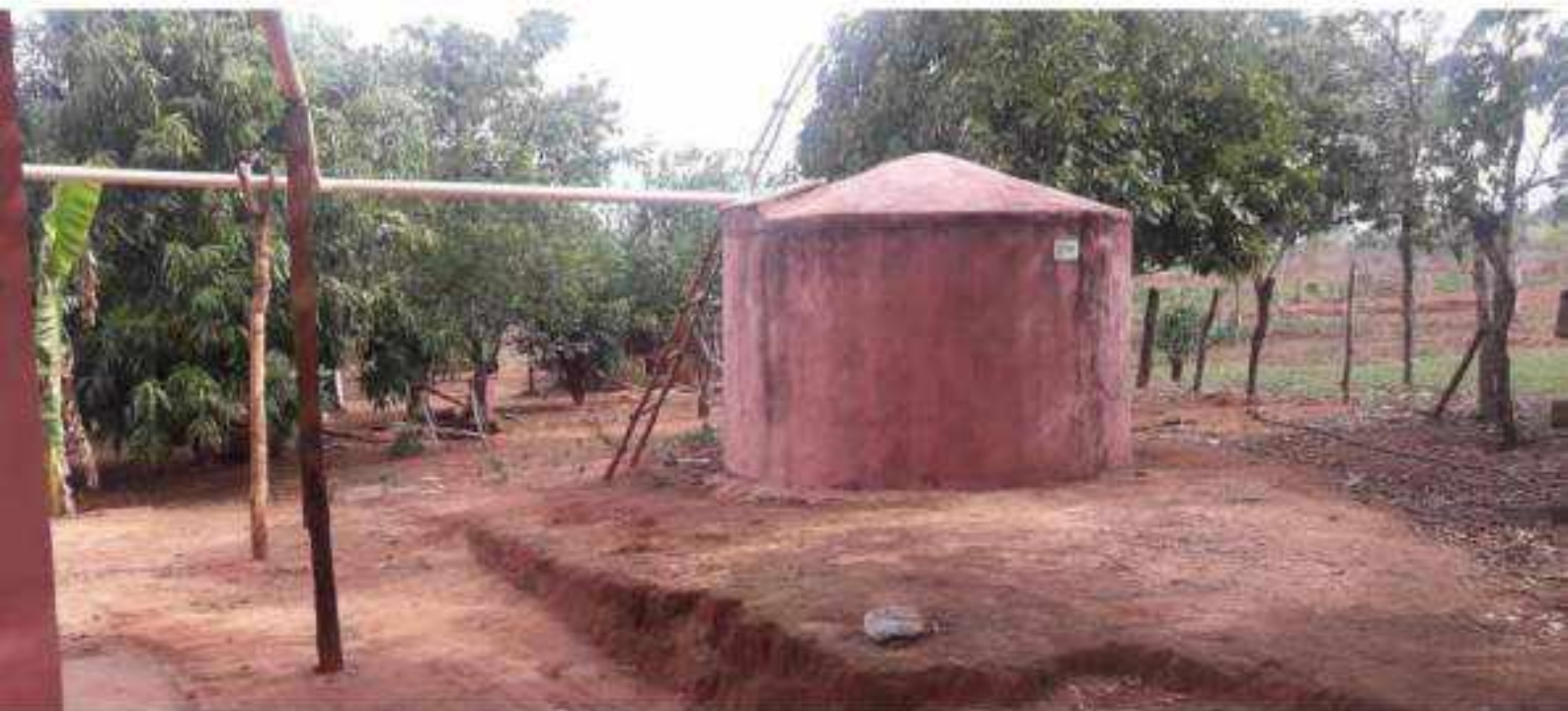
Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga, caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a pecuária bovino), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independentem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independentem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade de Acaba Vida foi de 33,086 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade Acaba Vida, como a implantação de tecnologias

de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

4

ASSENTAMENTO ÁGUA LIMPA

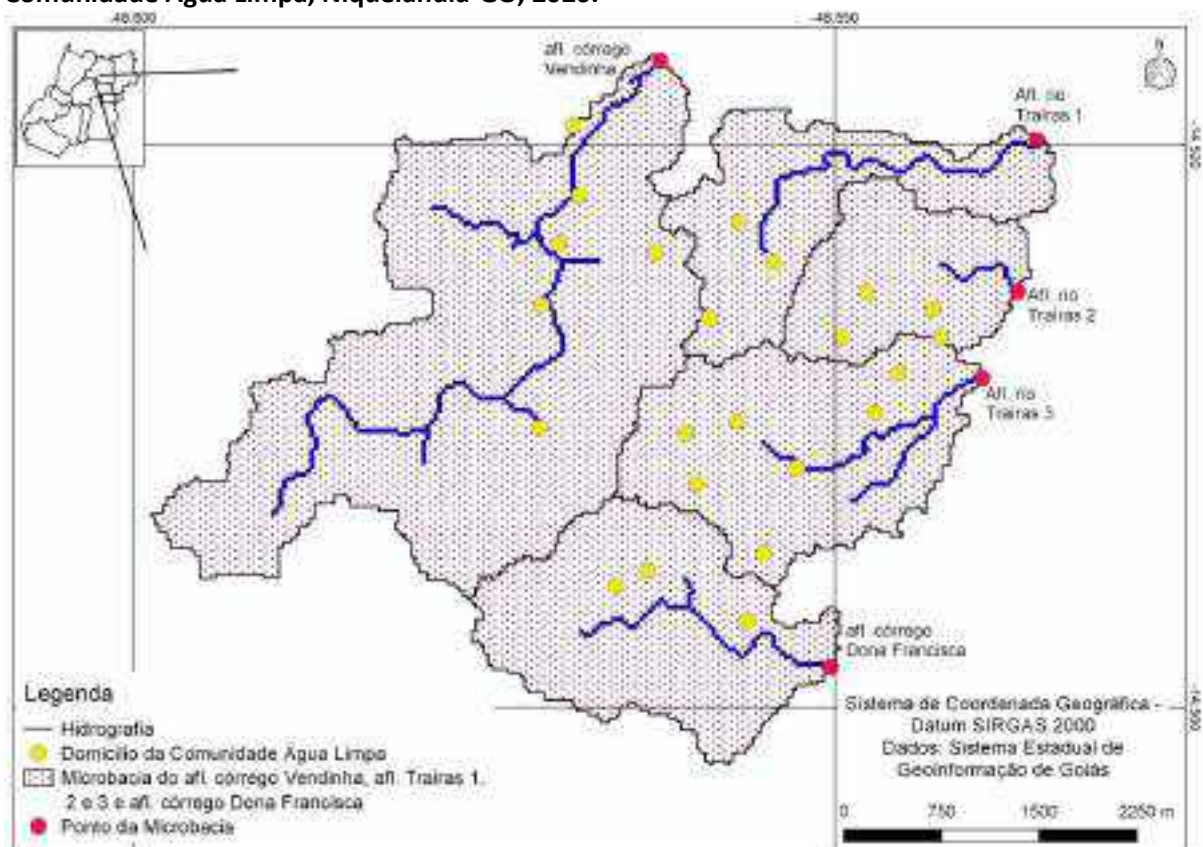


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

4.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade Água Limpa, um assentamento pertencente ao município de Niquelândia – GO, a partir da delimitação das microbacias do afluente do córrego Vendinha, afluente do rio Traíras 1, 2, 3 e afluente do córrego Dona Francisca (GOIÁS, 2014) (Mapa 4.1), nas quais os domicílios da comunidade estão inseridos. Essas microbacias estão localizadas no Norte Goiano, possuindo uma área total de aproximadamente 20,225 km² e estão inseridas na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos Afluentes Goianos do Médio Tocantins, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 4.1 – Microbacias do afluente do córrego Vendinha, afluente do rio Traíras 1, 2, 3 e afluente do córrego Dona Francisca onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Água Limpa, Niquelândia-GO, 2020.

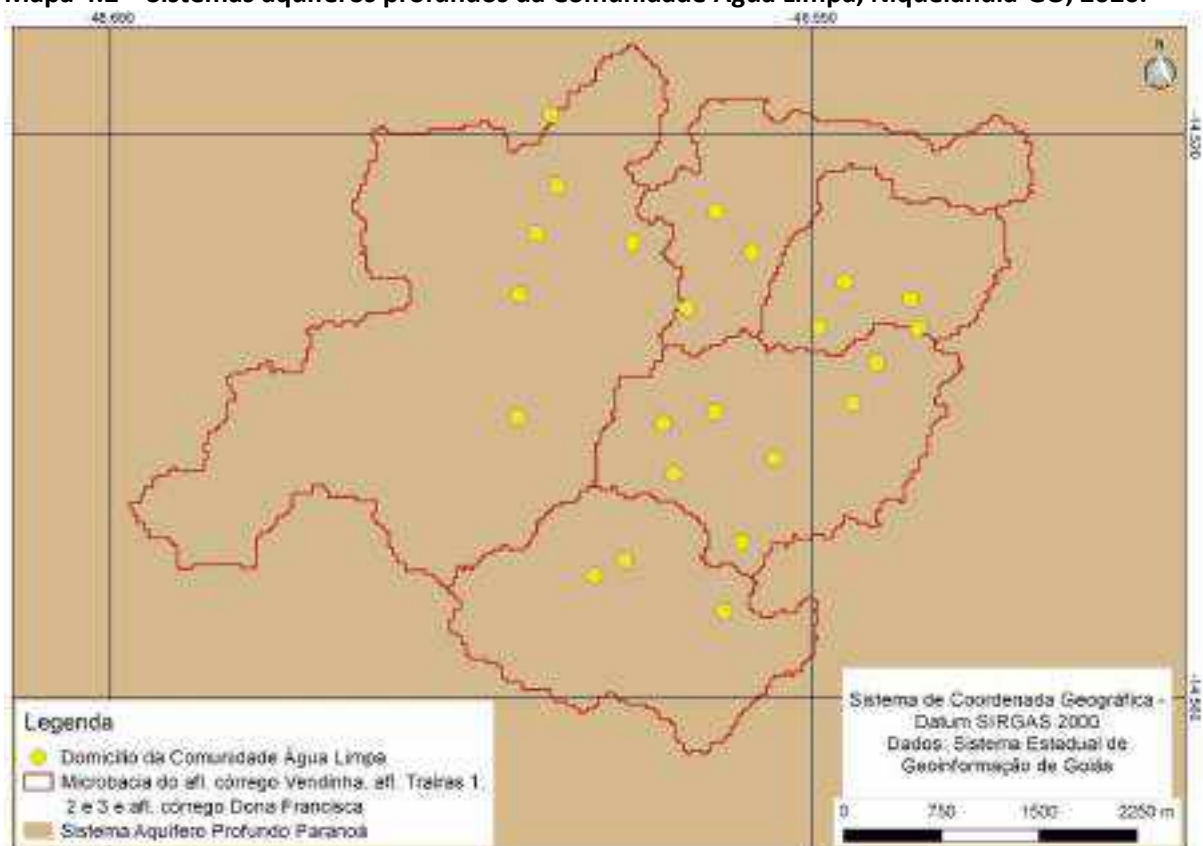


Fonte: elaborado pelos autores.

As microbacias da Comunidade Água Limpa têm como principal curso d'água o afluente do córrego Vendinha, afluente do rio Traíras 1, 2, 3 e afluente do córrego Dona Francisca, que recebe a contribuição de outros córregos intermitentes.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea, pode-se dizer que na microbacia do afluente do córrego Vendinha, afluente do rio Traíras 1, 2, 3 e afluente do córrego Dona Francisca encontra-se sobre uma formação geológica de domínio fissuro-cárstico (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esses domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 4.2, observando a presença do Sistema Aquífero Paranoá em 100% (20,225 km²) da área da bacia hidrográfica.

Mapa 4.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Água Limpa, Niquelândia-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

4.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante das microbacias em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, na microbacia do afluente do córrego

Vendinha, afluente do rio Traíras 1, 2, 3 e afluente do córrego Dona Francisca não foram identificadas outorgas de uso da água superficial, nem subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012), que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Niquelândia, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 4.1 e 4.2.

Tabela 4.1 – Consumo *per capita* na Comunidade Água Limpa, Niquelândia-GO, 2019.

Nº domicílios ⁽¹⁾	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
23	2,3	52,9	145	0,089

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 4.2 – Demanda de água para pecuária nas microbacias do afluente do córrego Vendinha, afluente do rio Traíras 1, 2, 3 e afluente do córrego Dona Francisca, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Niquelândia-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	519,854	0,001736	0,9025
Bubalino	0,370	0,001042	0,0004
Equino	12,329	0,000694	0,0086
Suíno	18,082	0,000405	0,0073
Caprino	0,925	0,000347	0,0003
Ovino	2,466	0,000347	0,0009
Galináceos	164,381	0,000003	0,0005
Total	718,4056	0,0046	0,9204

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, as microbacias do afluente do córrego Vendinha, afluente do rio Traíras 1, 2, 3 e afluente do córrego Dona Francisca têm uma demanda igual a 1,009 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 7,671 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (1,550 m³/dia), totalizam uma demanda de 9,220 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

4.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial das microbacias do afluente do córrego Vendinha, afluente do rio Traíras 1, 2, 3 e afluente do córrego Dona Francisca foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do alto Tocantins proposta por Costa (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 4.3, sendo que a vazão regionalizada (Q_{reg}) foi igual a 9,405 L/s para as microbacias do afluente do córrego Vendinha, afluente do rio Traíras 1, 2, 3 e afluente do córrego Dona Francisca. Assim, a vazão específica superficial é de 0,465 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (2,380 L/s.km²), é menor, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região de vazão.

Tabela 4.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias do afluente do córrego Vendinha, afluente do rio Traíras 1, 2, 3 e afluente do córrego Dona Francisca à jusante da Comunidade Água Limpa, Niquelândia-GO, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q_{reg} superficial (L/s)	Q_{esp} superficial (L/s.km ²)
Afluente do córrego Vendinha	8,88	-14,514051	-48,562447	4,836	0,545
Afluente do rio Traíras 1	2,54	-14,519677	-48,535617	0,983	0,387
Afluente do rio Traíras 2	1,877	-14,530437	-48,537005	0,669	0,356
Afluente do rio Traíras 3	3,5	-14,536587	-48,539519	1,478	0,422
Afluente do córrego Dona Francisca	3,428	-14,557149	-48,539519	1,440	0,420
Total	20,225	-	-	9,405	0,465

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($Rr: A \times I \times P$), permanentes ($Rp: A \times Ne / If \times b$) e exploráveis ($Re: Rr + Z * Rp$), conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 4.4), identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 550,114 L/s, para as reservas permanentes, 11.460,712 L/s, para as reservas exploráveis, de 1.123,150 L/s e a vazão de referência, conforme pode ser observado na Tabela 4.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 4.5, para facilitar a análise de disponibilidade total, adotou-se volume em L/s.

Tabela 4.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Água Limpa, Niquelândia-GO, 2019

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Paranoá	10	2,5	100

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 4.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias do afluente do córrego Vendinha, afluente do rio Traíras 1, 2, 3 e afluente do córrego Dona Francisca da Comunidade Água Limpa, Niquelândia-GO, 2019.

Reserva renovável (L/s)	Reserva renovável (m ³ /ano)	Reserva permanente (L/s)	Reserva permanente (m ³ /ano)	Reserva explotável (L/s)	Reserva explotável (m ³ /ano)	Q _{ref} (L/s)	Q _{esp subterrânea} (L/s.km ²)
550,114	1,73.10 ⁷	11.460,712	3,61.10 ⁸	1.123,150	3,5410 ⁷	1.123,150	7,769

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 7,769 L/s.km², conforme Tabela 4.5. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que, para a microbacia analisada, a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 8,234 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 8,234 L/s.

4.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 4,702 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 4.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (157,126 L/s). Assim, subtraindo nessas microbacias as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 160,819 L/s. Já a disponibilidade hídrica específica total é igual a 7,952 L/s.km² (Tabela 4.6).

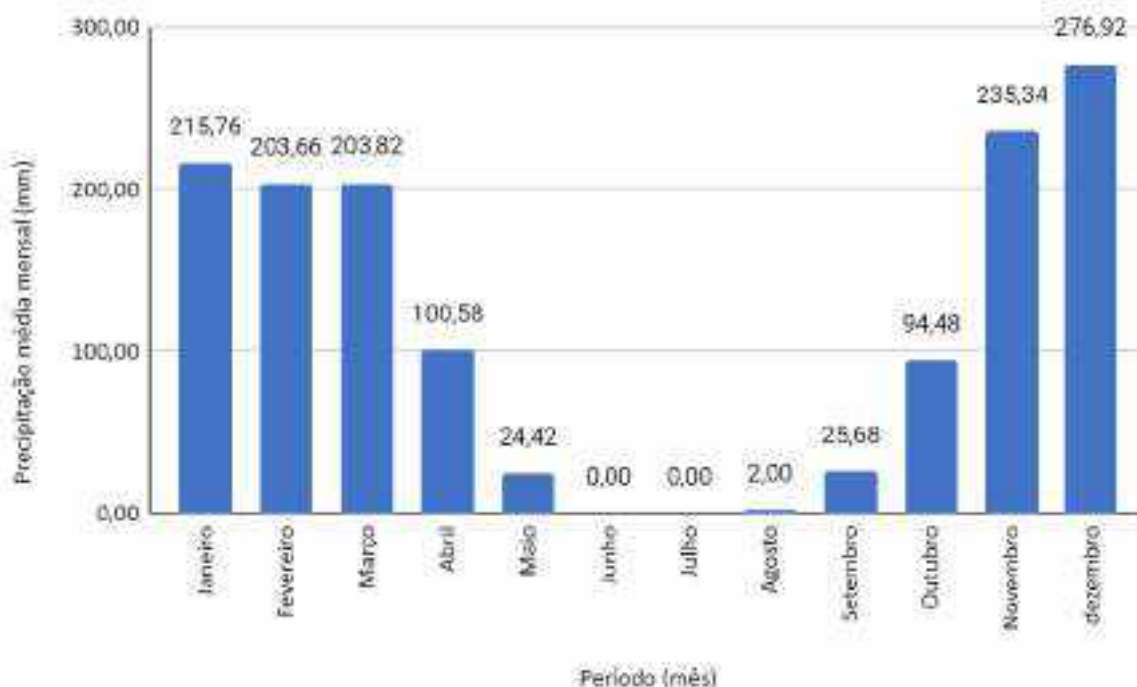
Tabela 4.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do afluente do córrego Vendinha, afluente do rio Traíras 1, 2, 3 e afluente do córrego Dona Francisca da Comunidade Água Limpa, Niquelândia-GO, 2020.

Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q _{ref} (L/s)	Q _{pr} 0,5 x Q _{ref} (L/s)	DH Q _{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
9,405	4,702	157,126	1,009	160,819	227,661	7,952

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água de chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (2,3 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 4.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm), 1 mês entre 50 e 100 mm e 6 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.382,66 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2014 a 2018).

Gráfico 4.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2014 a 2018, na estação pluviométrica código 1448001.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dessas informações e de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 24.150,000 litros e uma área de captação de 20,549 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

4.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis nas microbacias do afluente do córrego Vendinha, afluente do rio Traíras 1, 2, 3 e afluente do córrego Dona Francisca, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. Contudo, a demanda identificada para Comunidade Água Limpa foi de 9,220 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade Água Limpa, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

5

COMUNIDADE ÁGUA LIMPA

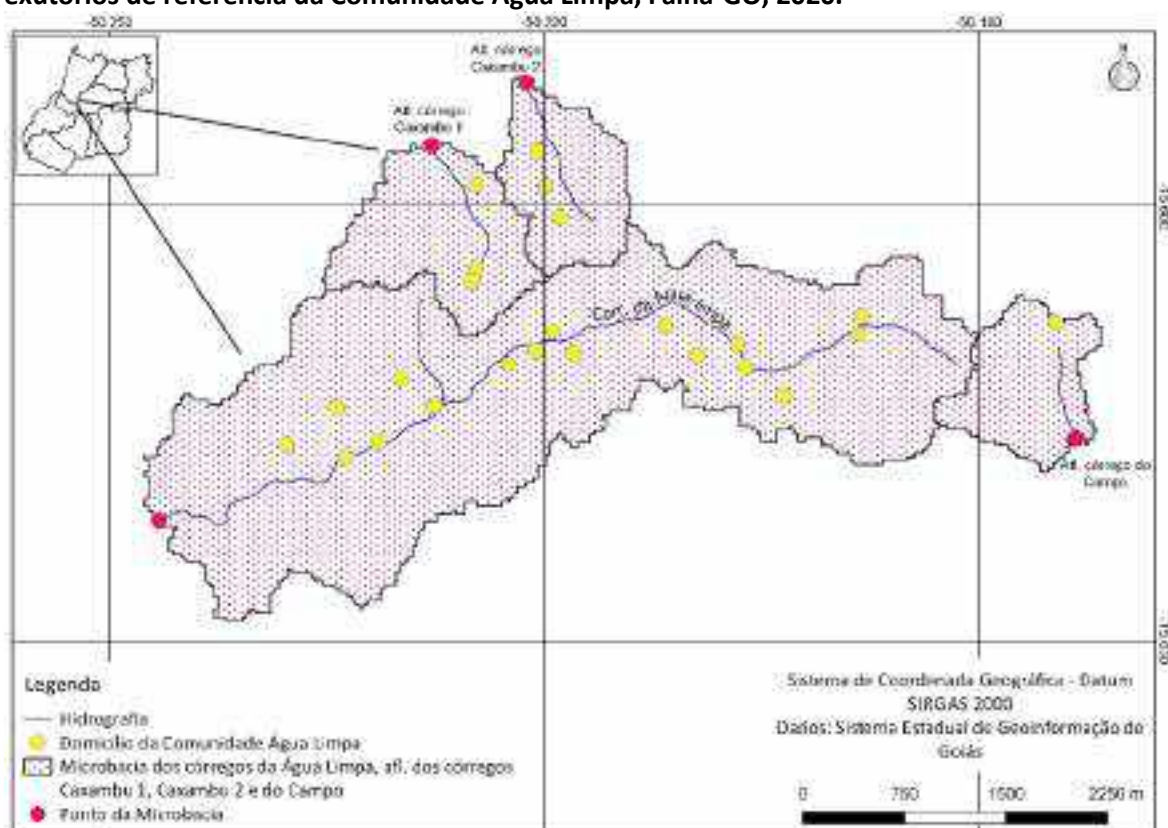


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

5.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica para a Comunidade Água Limpa, uma comunidade quilombola pertencente ao município de Faina – GO, foi realizada a partir da delimitação das microbacias dos córregos da Água Limpa, afluente do córrego Caxambu 1, afluente do córrego Caxambu 2 e afluente do córrego do Campo (GOIÁS, 2014) (Mapa 5.1), nas quais os domicílios da comunidade estão inseridos. Essas microbacias estão localizadas no Noroeste Goiano, possuindo uma área total de aproximadamente 12,158 km² e estão inseridas na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos do rio Vermelho, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 5.1 – Microbacias dos córregos da Água Limpa, afluente do córrego Caxambu 1, afluente do córrego Caxambu 2 e afluente do córrego do Campo onde estão inseridos os domicílios e os exutórios de referência da Comunidade Água Limpa, Faina-GO, 2020.

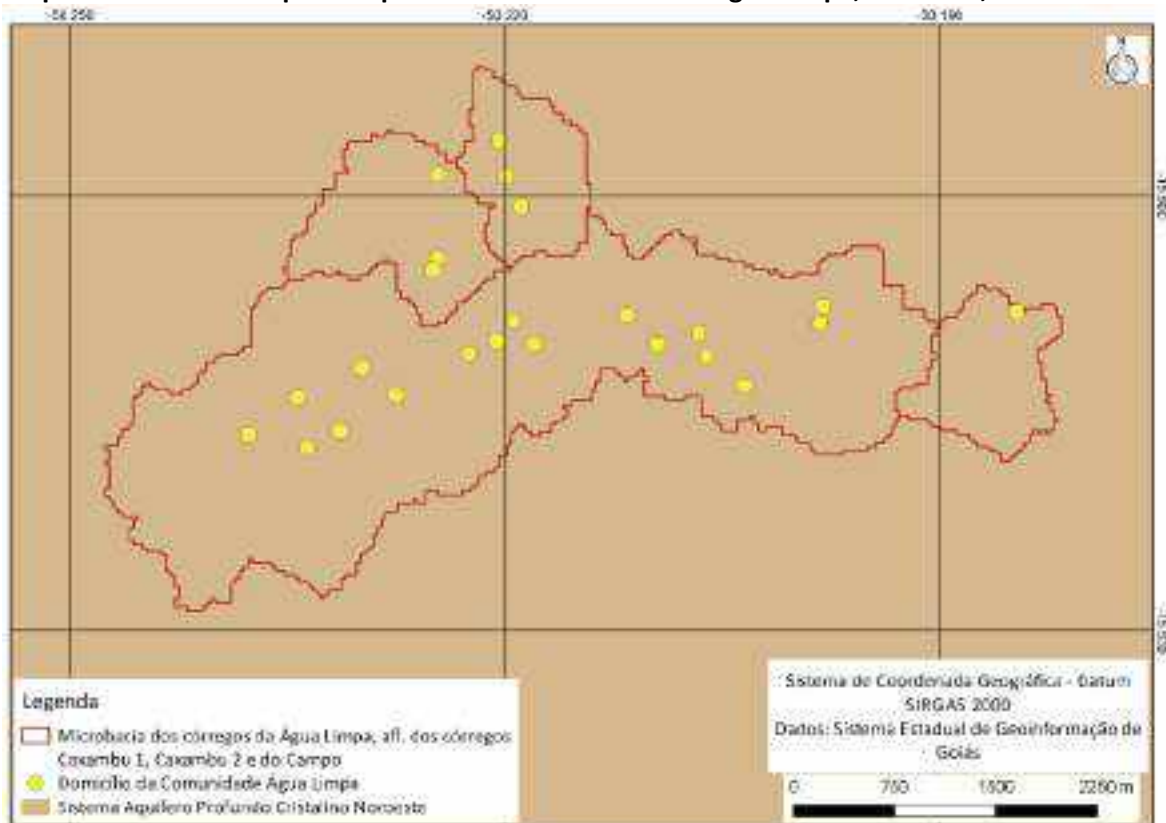


Fonte: elaborado pelos autores.

As microbacias da Comunidade Água Limpa estão em localidades diferentes e possui como principal curso d'água o córrego da Água Limpa, que recebe a contribuição de outros afluentes intermitentes.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea, pode-se dizer que as microbacias dos córregos da Água Limpa, afluentes do córrego Caxambu 1, afluentes do córrego Caxambu 2 e afluentes do córrego do Campo encontram-se sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esses domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir dessa sobreposição, chegou-se ao Mapa 5.2, observando a presença do Sistema Aquífero Cristalino Noroeste em 12,158 km² (100%) da área da bacia hidrográfica.

Mapa 5.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Água Limpa, Faina-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

5.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante das microbacias em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, nas microbacias dos córregos da Água Limpa, afluentes do córrego Caxambu 1, afluentes do córrego Caxambu 2 e

afluente do córrego do Campo não foram encontradas outorgas de uso da água superficial, nem subterrânea até o mês de janeiro de 2020.

Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012) que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Faina, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 5.1 e 5.2.

Tabela 5.1 – Consumo *per capita* na Comunidade Água Limpa, Faina-GO, 2019.

Nº domicílios ⁽¹⁾	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
24	2,5	60	145	0,101

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 5.2 – Demanda de água para pecuária nas microbacias dos córregos da Água Limpa, afluente do córrego Caxambu 1, afluente do córrego Caxambu 2 e afluente do córrego do Campo, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Faina-GO 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	1.667,064	0,001736	2,8938
Bubalino	2,685	0,001042	0,0028
Equino	23,359	0,000694	0,0162
Suíno	23,064	0,000405	0,0093
Caprino	1,745	0,000347	0,0006
Ovino	0,000	0,000347	0,0000
Galináceos	370,551	0,000003	0,0011
Total	2.088,4689	0,0046	2,9241

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, as microbacias dos córregos da Água Limpa, afluente do córrego Caxambu 1, afluente do córrego Caxambu 2 e afluente do córrego do Campo têm uma demanda igual a 3,025 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 8,700 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (2,598 m³/dia), totalizam uma demanda de 11,298 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

5.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial das microbacias dos córregos da Água Limpa, afluente do córrego Caxambu 1, afluente do córrego Caxambu 2 e afluente do córrego do Campo foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do alto médio Araguaia proposta por Costa (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 5.3, sendo que a vazão regionalizada total foi igual a 19,411 L/s para as microbacias dos córregos da Água Limpa, afluente do córrego Caxambu 1, afluente do córrego Caxambu 2 e afluente do córrego do Campo. Assim, a vazão específica superficial é de 1,597 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (2,33 L/s.km²), é menor, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região.

Tabela 5.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias dos córregos da Água Limpa, afluente do córrego Caxambu 1, afluente do córrego Caxambu 2 e afluente do córrego do Campo à jusante da Comunidade Água Limpa, Faina-GO, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)
Água Limpa	8,802	-15,621729	-50,246585	14,665	1,666
Afluente do córrego Caxambu 1	1,372	-15,595833	-50,227724	1,970	1,436
Afluente do córrego Caxambu 1	1,0107	-15,591503	-50,221231	1,416	1,401
Afluente do córrego do Campo	0,9738	-15,616075	-50,183372	1,360	1,397
Total	12,158	-	-	19,411	1,597

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($Rr: A \times I \times P$), permanentes ($Rp: A \times Ne / Ifi \times b$) e exploráveis ($Re: Rr + Z * Rp$), conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 5.4) identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 46,265 L/s, para as reservas permanentes, 636,147 L/s, para as reservas exploráveis, de 78,073 L/s e a vazão de referência, conforme pode ser observado na Tabela 5.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 5.5, para facilitar a análise de disponibilidade total, adotou-se volume em L/s.

Tabela 5.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Água Limpa, Faina-GO, 2019

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Cristalino Noroeste	10	1,5	110

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 5.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias dos córregos da Água Limpa, afluente do córrego Caxambu 1, afluente do córrego Caxambu 2 e afluente do córrego do Campo da Comunidade Água Limpa, Faina-GO, 2019.

Reserva renovável		Reserva permanente		Reserva explotável		Q_{ref}	Q_{esp} subterrânea
(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(L/s.km ²)
46,265	1,45.10 ⁶	636,147	2,0.10 ⁷	78,073	2,46.10 ⁶	78,073	6,421

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 6,421 L/s.km², conforme Tabela 5.5. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que, para as microbacias analisadas, a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 8,018 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 8,018 L/s.

5.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 9,706 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 5.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (78,073 L/s). Assim, subtraindo nessa microbacia as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 84,753 L/s. Já a disponibilidade hídrica específica total é igual a 6,971 L/s.km² (Tabela 5.6).

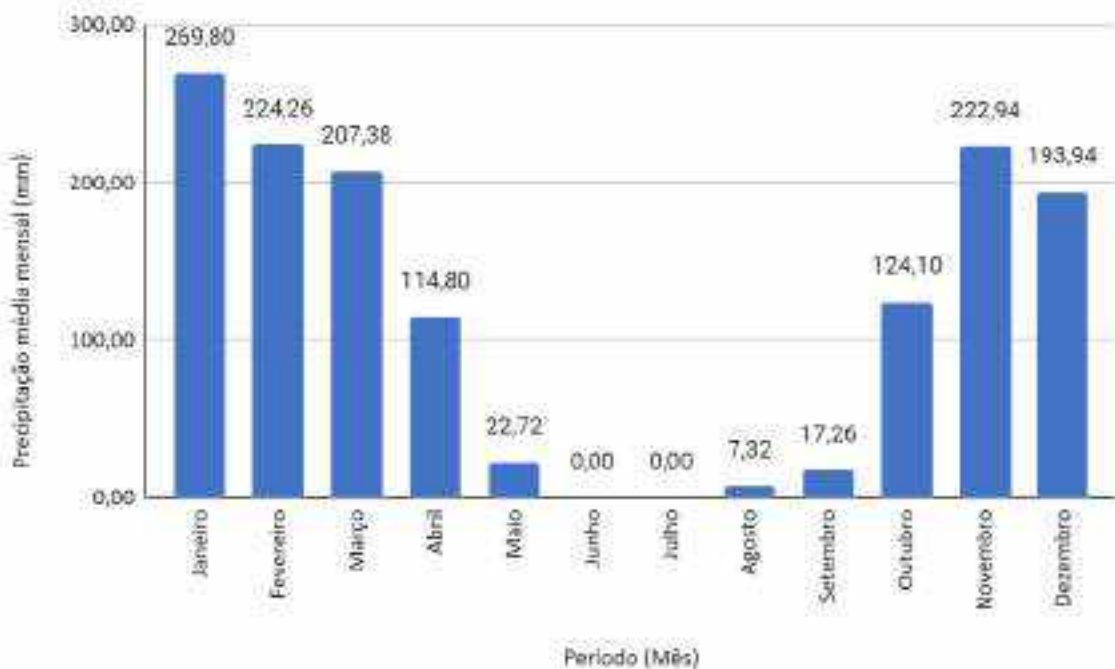
Tabela 5.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias dos córregos da Água Limpa, afluente do córrego Caxambu 1, afluente do córrego Caxambu 2 e afluente do córrego do Campo da Comunidade Água Limpa, Faina-GO, 2020.

Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} 0,5 x Q_{ref} (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
19,411	9,706	78,073	3,025	84,753	12,159	6,971

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água de chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (2,5 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 5.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm) e 7 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.404,52 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2015 a 2019).

Gráfico 5.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2015 a 2019, na estação pluviométrica código 1549002.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dessas informações e, de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do Capítulo 1), uma cisterna com um volume de 26.250,000 litros e uma área de captação mínima de 21,988 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

5.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis nas microbacias dos córregos da Água Limpa, afluente do córrego Caxambu 1, afluente do córrego Caxambu 2 e afluente do córrego do Campo, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga, caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade de Água Limpa foi de 11,298 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade Água Limpa, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

6

COMUNIDADE DOS ALMEIDAS

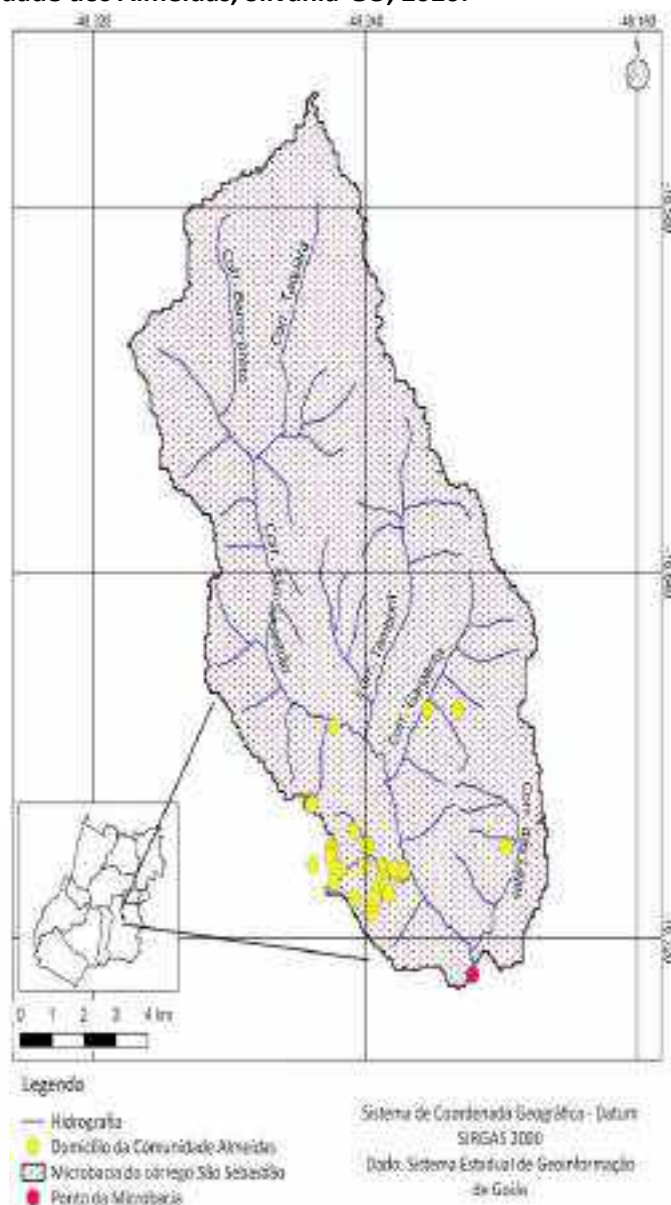


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

6.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica para a Comunidade dos Almeidas, uma comunidade quilombola pertencente ao município de Silvânia – GO, foi realizada a partir da delimitação da microbacia do ribeirão São Sebastião (GOIÁS, 2014) (Mapa 6.1), na qual a comunidade está inserida. Essa microbacia está localizada no Sudeste Goiano, possuindo uma área de aproximadamente 150,745 km² e está inserida na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos Corumbá, Veríssimo e Porção Goiana do São Marcos, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

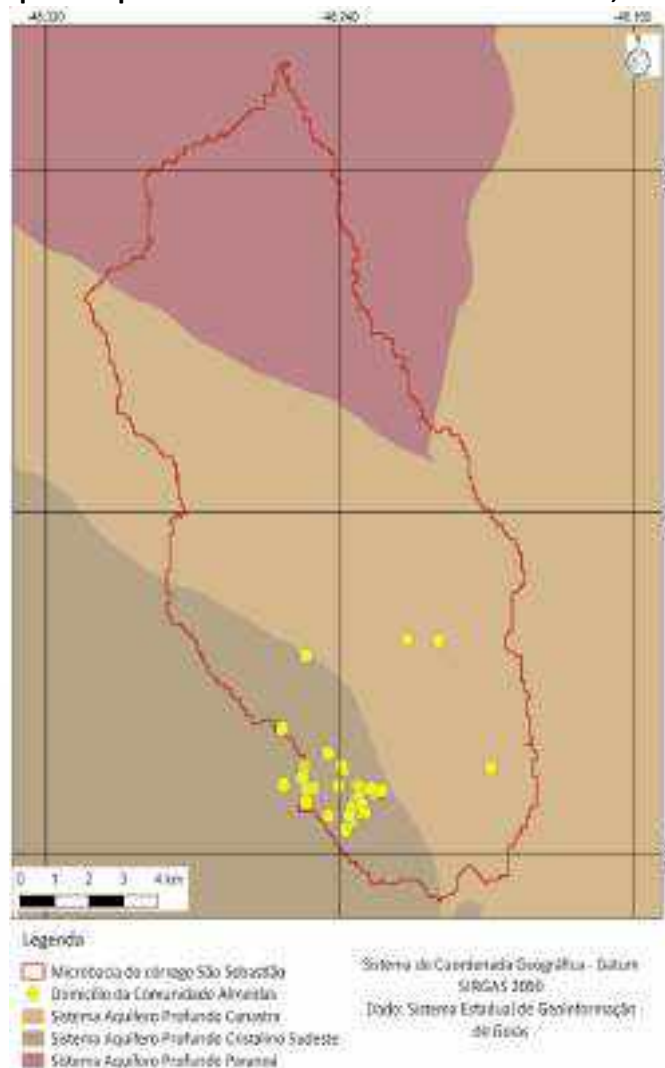
Mapa 6.1 – Microbacia do ribeirão São Sebastião onde estão inseridos os domicílios e o exutório de referência da Comunidade dos Almeidas, Silvânia-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

O principal curso d'água da Comunidade Almeidas é o córrego São Sebastião e recebe a contribuição do córrego das Lajes, córrego Garganta, córrego Tamboril e córrego Taquara. Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea, pode-se dizer que na microbacia do ribeirão São Sebastião encontra-se sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esses domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e a bacia hidrográfica em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 6.2, observando a presença dos Sistemas Aquíferos Canastra, Paranoá e Cristalino Sudeste em 59,16% (88,977 km²), 13,42% (20,174 km²) e 27,42% (41,247 km²) das áreas das bacias hidrográficas, respectivamente.

Mapa 6.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade dos Almeidas, Silvânia-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

6.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da microbacia em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, na microbacia do ribeirão São Sebastião não foram encontradas outorgas de uso da água subterrânea, mas foram encontradas outorgas de água superficial até o mês de janeiro de 2020, conforme pode ser observado na Tabela 6.1.

Tabela 6.1 – Vazões outorgadas na microbacia ribeirão São Sebastião, para fins de irrigação à montante da Comunidade dos Almeidas, Silvânia-GO, 2020.

Outorga	Vazão (L/s)
Bombeamento	3,056
Ponto de Irrigação 1	50,00
Ponto de Irrigação 2	30,00
Ponto de Irrigação 3	100,00
Total	183,056

Fonte: Goiás (2020).

A vazão total de 183,056 L/s é outorgada em uma propriedade rural situada à montante da Comunidade Almeidas, reduzindo a disponibilidade hídrica à jusante dessas captações.

A estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012), que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Silvânia, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 6.2 e 6.3 .

Considerando o levantamento das outorgas de água, a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, a microbacia do ribeirão São Sebastião tem uma demanda igual a 198,929 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 21,715 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a pecuária bovino) (50,863 m³/dia), totalizam uma demanda de 72,579 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

Tabela 6.2 – Consumo *per capita* na Comunidade dos Almeidas, Silvânia-GO, 2019.

Nº de domicílios	Moradores por domicílio	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
52	2,88	149,76	145	0,251

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 6.3 – Demanda de água para pecuária na microbacia do ribeirão São Sebastião, estimados com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Silvânia-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	8.678,653	0,001736	15,0325
Bubalino	14,642	0,001042	0,0152
Equino	246,250	0,000694	0,1706
Suíno	831,926	0,000405	0,3362
Caprino	15,973	0,000347	0,0055
Ovino	109,814	0,000347	0,0380
Galináceos	7.986,490	0,000003	0,0231
Total	17.883,748	0,0046	15,6211

Fonte: elaborado pelos autores.

6.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial da microbacia do ribeirão São Sebastião foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do rio Corumbá, proposta por Costa (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 6.4, sendo que a vazão regionalizada (Q_{reg}) foi igual a 1.039,622 L/s, para a bacia do ribeirão São Sebastião. Assim, a vazão específica superficial é de 6,897 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (4,650 L/s.km²), é maior, afirmando que a metodologia traz uma menor segurança hídrica para a região. Assim, para uma estimativa da vazão de referência superficial mais segura, optou-se por utilizar como base a vazão específica do PERH. Dessa forma, a vazão de referência (Q_{ref}) estimada foi igual a 700,954 L/s.

Tabela 6.4 – Vazão regionalizada na microbacia do ribeirão São Sebastião à jusante da Comunidade dos Almeidas, Silvânia, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q_{reg} superficial (L/s)	Q_{esp} superficial (L/s.km ²)	Q_{ref} PERH (L/s)
Ribeirão São Sebastião	150,745	-16,72803	-48,20838	1.039,622	6,897	700,954

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($Rr: A \times I \times P$), permanentes ($Rp: A \times Ne / If \times b$) e explotáveis ($Re: Rr + Z * Rp$) conforme descrito na metodologia (item 1.5.2do Capítulo 1) e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 6.5), identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de

652,995 L/s, para as reservas permanentes, 8.377,064 L/s, para as reservas exploráveis, de 1.071,848 L/s e a vazão de referência, conforme pode ser observado na Tabela 6.6. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 6.6, para facilitar a análise de disponibilidade total, adotou-se volume em L/s.

Tabela 6.5 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade dos Almeidas, Silvânia-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Canastra	9	1,3	100
Cristalino Sudeste	12	1,5	150
Paranoá	10	2,5	100

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 6.6 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do ribeirão São Sebastião da Comunidade dos Almeidas, Silvânia-GO, 2019.

Reserva renovável		Reserva permanente		Reserva explorável		Q _{ref}	Q _{esp} subterrânea
(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(L/s.km ²)
652,995	2,060.107	8.377,064	2,640.108	1071,848	2,88.107	1071,848	7,127

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 7,127 L/s.km², conforme Tabela 6.6. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que, para a microbacia analisada, a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 11,777 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 11,777 L/s.

6.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 350,482 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 6.7, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (1.071,848 L/s). Assim, subtraindo nessa microbacia as demandas de outorga de água, de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da

aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 1.223,402 L/s, enquanto a disponibilidade hídrica específica total é igual a 8,116 L/s.km² (Tabela 6.7).

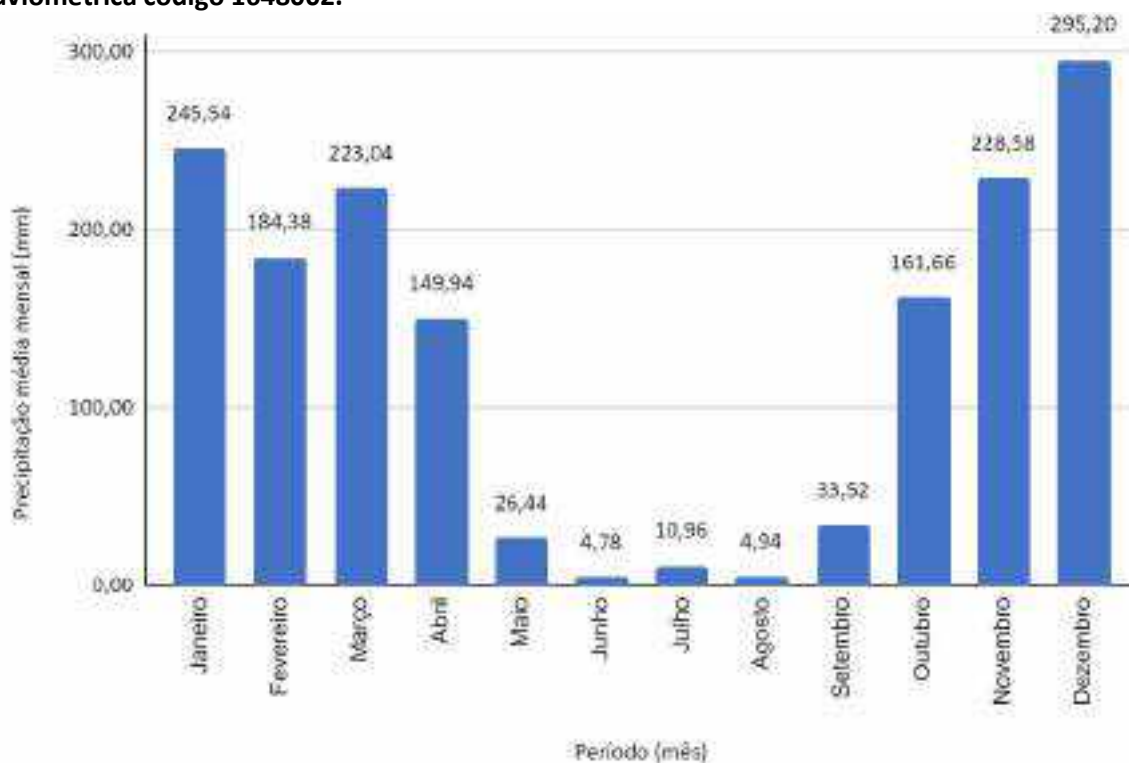
Tabela 6.7 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do ribeirão São Sebastião da Comunidade dos Almeidas, Silvânia-GO, 2020.

Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} $0,5 \times Q_{ref}$ (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
700,954	350,482	1.071,848	198,929	1.223,402	150,745	8,116

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água de chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (2,88 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 6.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm) e 7 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.566,84 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2008 a 2012).

Gráfico 6.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2008 a 2012, na estação pluviométrica código 1648002.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dessas informações e, de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 30.240,000 litros, e uma área de captação mínima de 22,706 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

6.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis na microbacia do ribeirão São Sebastião, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga, caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir este limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. No entanto, a demanda identificada para a Comunidade dos Almeidas foi de 72,579 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade dos Almeidas, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

7

ASSENTAMENTO ARANHA

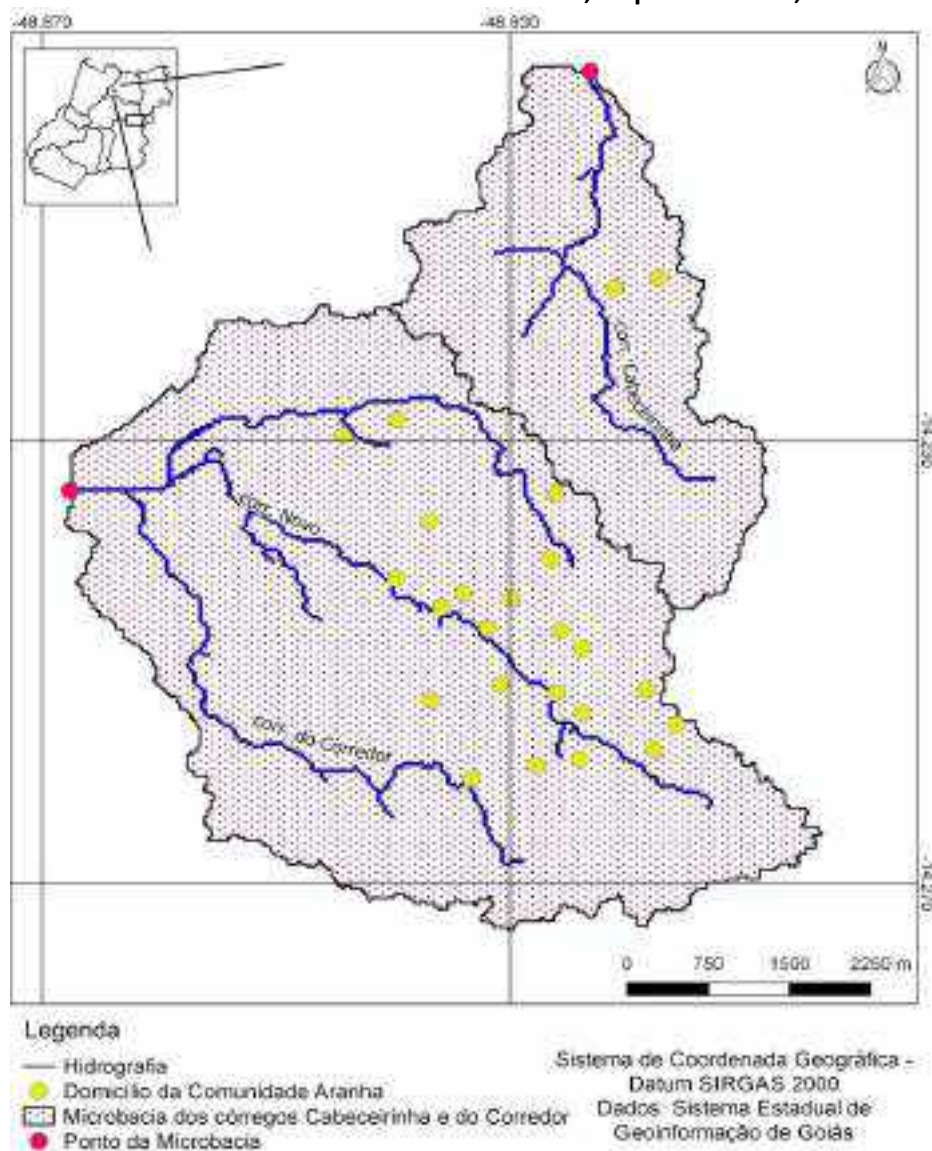


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

7.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica para a Comunidade Aranha, um assentamento pertencente ao município de Niquelândia – GO, foi realizada a partir da delimitação das microbacias dos córregos Cabeceirinha e Corredor (GOIÁS, 2014) (Mapa 7.1), nas quais os domicílios da comunidade estão inseridos. Essas microbacias estão localizadas no Norte Goiano, possuindo uma área total de aproximadamente 35,02 km² e estão inseridas na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos Afluentes Goianos do Médio Tocantins, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

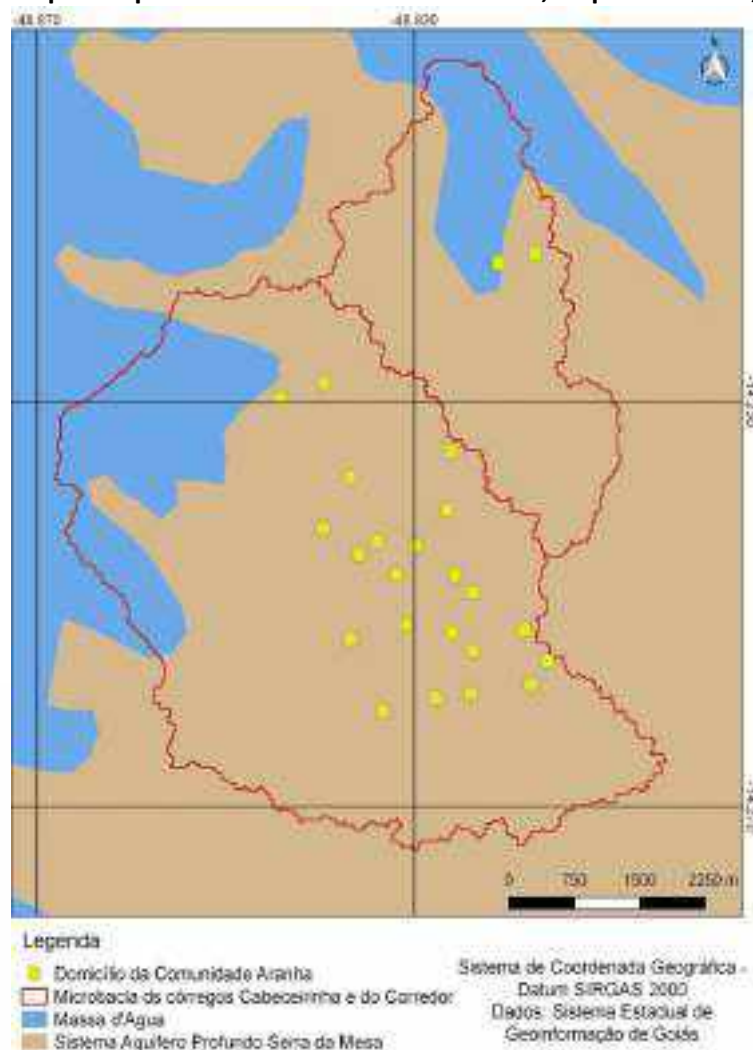
Mapa 7.1 – Microbacias do córrego Cabeceirinha e córrego do Corredor onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Aranha, Niquelândia-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

As microbacias da Comunidade Aranha têm como principal curso d'água o córrego Cabeceirinha e córrego do Corredor, que recebe a contribuição do córrego Novo, entre outros. Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea pode-se dizer que na microbacia dos córregos Cabeceirinha do Corredor encontra-se sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esse domínio estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 7.2, observando a presença do Sistema Aquífero Serra da Mesa em 83,00% (29,067 km²) da área da bacia hidrográfica, desconsiderando nesse cálculo a massa de água encontrada.

Mapa 7.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade Aranha, Niquelândia-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

7.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante das microbacias em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, na microbacia do córrego Cabeceirinha e córrego do Corredor não foram identificadas outorgas de uso da água superficial, nem subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012) que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Niquelândia, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 7.1 e 7.2.

Tabela 7.1 – Consumo *per capita* na Comunidade Aranha, Niquelândia-GO, 2019.

Nº domicílios	Moradores por domicílio	Nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
24	2,82	67,680	145	0,114

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 7.2 – Demanda de água para pecuária na microbacia do córrego Cabeceirinha e córrego do Corredor, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Niquelândia-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	900,138	0,001736	1,5626
Bubalino	0,640	0,001042	0,0007
Equino	21,347	0,000694	0,0148
Suíno	31,309	0,000405	0,0127
Caprino	1,601	0,000347	0,0006
Ovino	4,269	0,000347	0,0015
Galináceos	284,629	0,000003	0,0009
Total	1.243,9340	0,0046	1,5937

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, a microbacia do córrego Cabeceirinha e córrego do Corredor têm uma demanda igual a 1,707 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 9,814 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (2,683 m³/dia), totalizam uma demanda de 12,497 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

7.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial das microbacias do córrego Cabeceirinha e córrego do Corredor foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do alto Tocantins proposta por Costa (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 7.3, sendo que a vazão regionalizada total foi igual a 23,863 L/s para as microbacias dos córregos Cabeceirinha e do Corredor. Assim, a vazão específica superficial é de 0,681 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (2,380 L/s.km²), é menor, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região.

Tabela 7.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias do córrego Cabeceirinha e córrego do Corredor à jusante da Comunidade Aranha, Niquelândia-GO, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)
Córrego Cabeceirinha	9,252	-14,196753	-48,823134	5,095	0,551
Córrego do Corredor	25,768	-14,234582	-48,867646	18,768	0,728
Total	35,02	-	-	23,863	0,681

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($Rr: A \times I \times P$), permanentes ($Rp: A \times Ne / Ifi \times b$) e exploráveis ($Re: Rr + Z * Rp$) conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 7.4) identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 99,545 L/s, para as reservas permanentes 1.106,050 L/s, para as reservas exploráveis de 154,847 L/s e a vazão de referência, conforme pode ser observado na Tabela 7.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 7.5 para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 7.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Aranha, Niquelândia-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Serra da Mesa	9	1,2	100

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 5,327 L/s.km², conforme Tabela 7.5. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que, para as microbacias analisadas, a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 6,008 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 6,008 L/s.

Tabela 7.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do córrego Cabeceirinha e córrego do Corredor da Comunidade Aranha, Niquelândia-GO, 2019.

Reserva renovável		Reserva permanente		Reserva explotável		Q _{ref}	Q _{esp} subterrânea
(L/s)	m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(L/s.km ²)
99,545	3,14.106	1.106,050	3,49.107	154,847	4,88.106	154,847	5,327

Fonte: elaborado pelos autores.

7.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 11,932 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 7.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (154,847 L/s). Assim, subtraindo nessas microbacias as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 165,071 L/s. enquanto a disponibilidade hídrica específica total é igual a 4,714 L/s.km² (Tabela 7.6).

Tabela 7.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do córrego Cabeceirinha e córrego do Corredor da Comunidade Aranha, Niquelândia-GO, 2020.

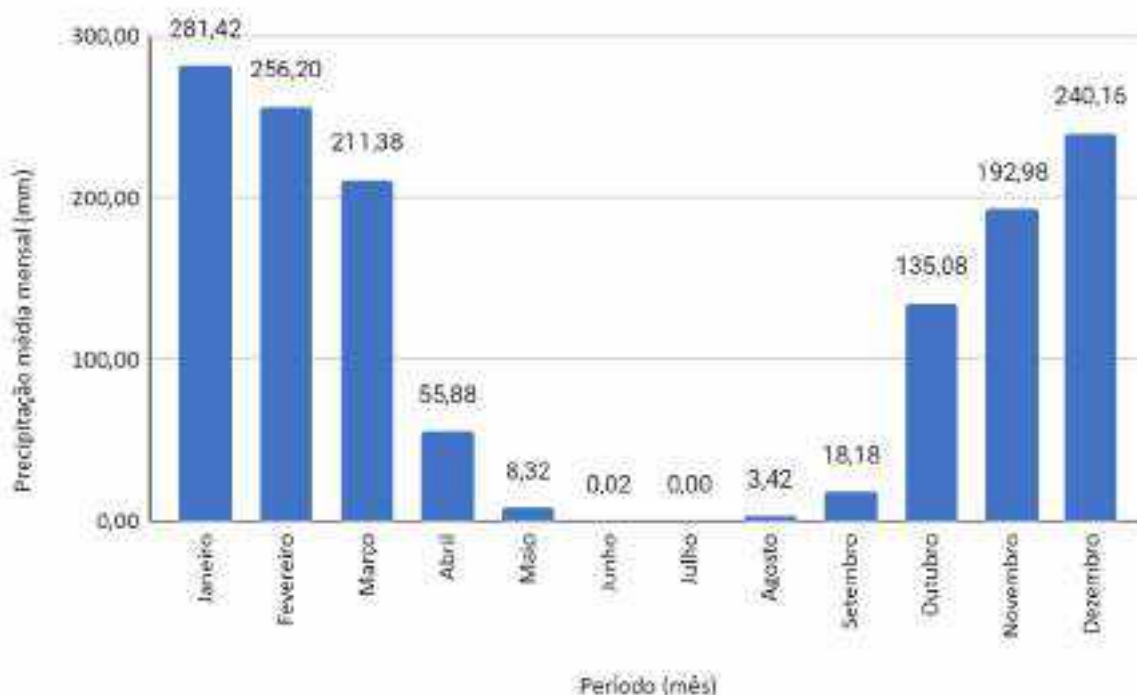
Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q _{ref} (L/s)	Q _{pr} 0,5 x Q _{ref} (L/s)	DH Q _{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
23,863	11,932	154,847	1,707	165,071	35,020	4,714

Fonte: elaborado pelos autores.

Além desta disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água de chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (2,82 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 7.1), observa-se que há

5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm), 1 mês entre 50 e 100 mm e 6 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.403,04 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2003 a 2007).

Gráfico 7.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2003 a 2007, na estação pluviométrica código 1449001



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dessas informações e de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 29.610,241 litros, e uma área de captação mínima de 24,829 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem para que possa atender todo o período de estiagem.

7.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis na microbacia do córrego Cabeceirinha e córrego do Corredor, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga, caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade de Aranha foi de 12,497 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade Aranha, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

8

COMUNIDADE ARRAIAL DA PONTE

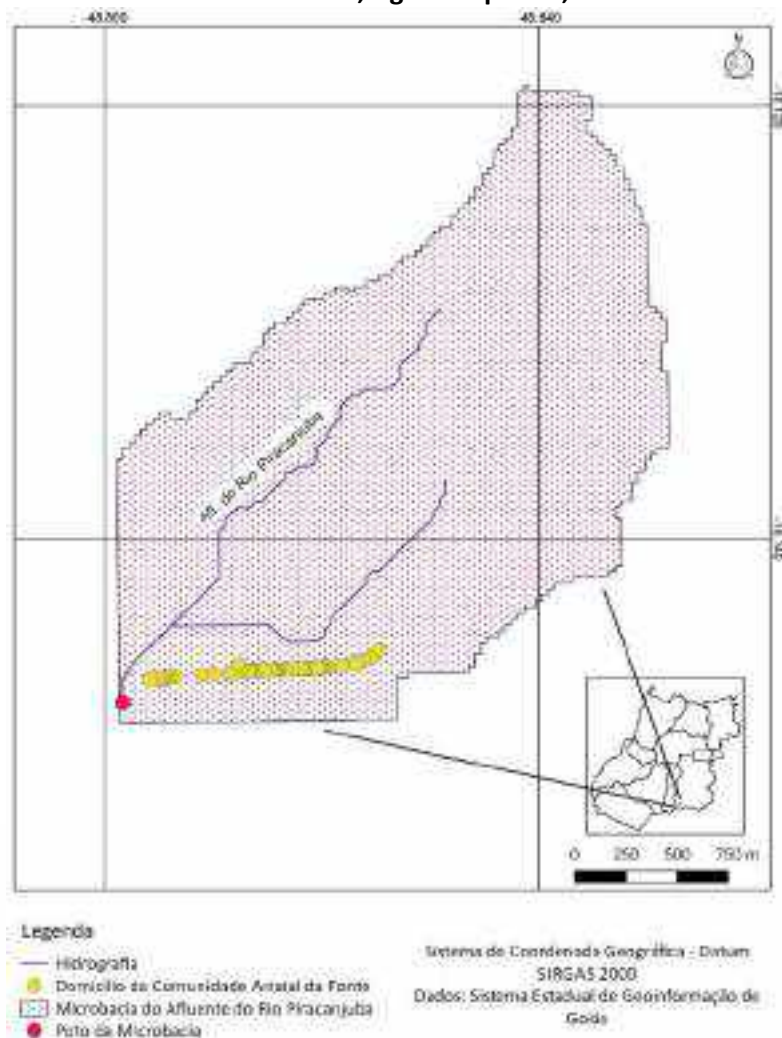


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

8.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade Arraial da Ponte, uma comunidade ribeirinha pertencente ao município de Água Limpa – GO, a partir da delimitação da microbacia do afluente do rio Piracanjuba (GOIÁS, 2014) (Mapa 8.1), na qual os domicílios da comunidade estão inseridos. Essa microbacia está localizada no Sul Goiano, possuindo uma área de aproximadamente 5,444 km² e está inserida na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos do Corumbá, Veríssimo e Porção Goiana do São Marcos, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 8.1 – Microbacia do afluente do rio Piracanjuba onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Arraial da Ponte, Água Limpa-GO, 2020.

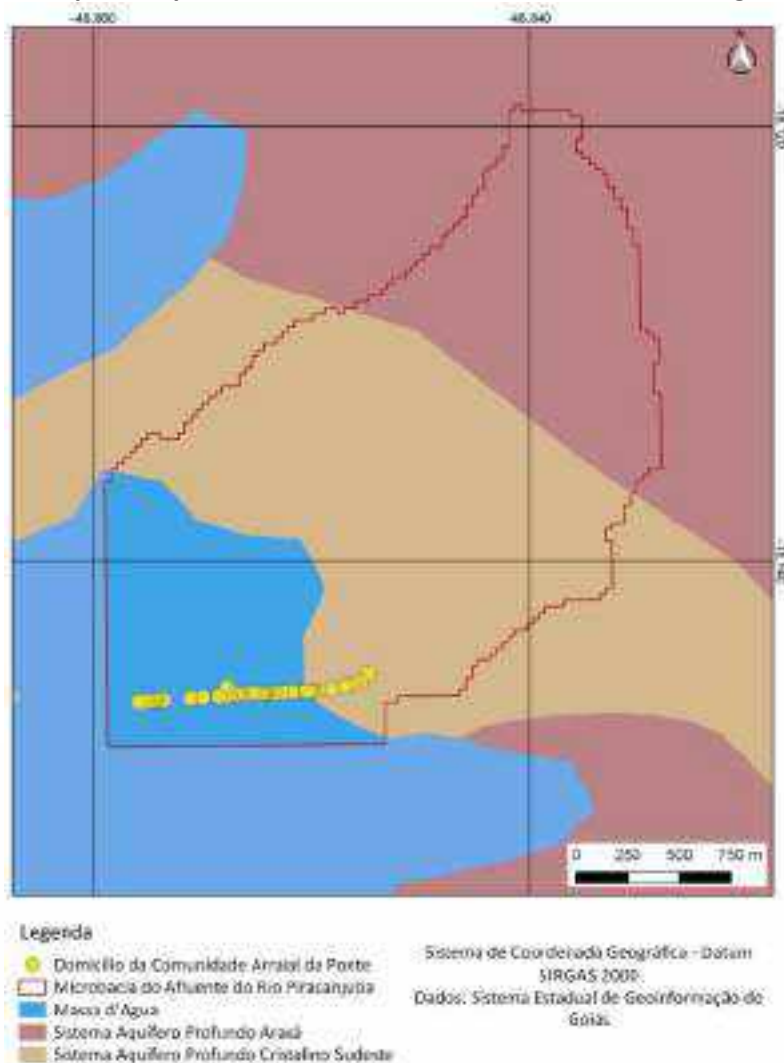


Fonte: elaborado pelos autores.

A microbacia da comunidade tem como principal curso d'água o afluente do rio Piracanjuba, que recebe a contribuição de outros córregos.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea pode-se dizer que a microbacia do afluente do rio Piracanjuba se encontra sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esse domínio estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e a bacia hidrográfica em estudo. A partir dessa sobreposição, chegou-se ao Mapa 8.2, observando a presença do Sistema Aquífero Cristalino Sudeste e Sistema Aquífero Araxá em 77,77% (4,230 km²) da área da microbacia sendo que, em 65,60% (2,775 km²) e 34,40% (1,455 km²) da área da bacia hidrográfica, respectivamente, desconsiderando nesse cálculo a massa de água encontrada.

Mapa 8.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Arraial da Ponte, Água Limpa-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

8.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante das microbacias em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, na microbacia do afluente do rio Piracanjuba não foram encontradas outorgas de uso da água superficial e subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012) que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Água Limpa, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 8.1 e 8.2.

Tabela 8.1 – Consumo *per capita* na Comunidade Arraial da Ponte, Água Limpa-GO, 2019.

Nº domicílios ⁽¹⁾	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
44	1,83	80,520	145	0,135

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 8.2 – Demanda de água para pecuária na microbacia do afluente do rio Piracanjuba estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Água Limpa-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	746,402	0,001736	1,2958
Bubalino	1,202	0,001042	0,0013
Equino	10,459	0,000694	0,0073
Suíno	10,326	0,000405	0,0042
Caprino	0,781	0,000347	0,0003
Ovino	0,000	0,000347	0,0000
Galináceos	165,908	0,000003	0,0005
Total	935,0789	0,0046	1,3092

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, a microbacia do afluente do rio Piracanjuba têm uma demanda igual a 1,444 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 11,675 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (1,163 m³/dia), totalizam uma demanda de 12,839 m³/dia. A

pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

8.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial da microbacia do afluente do rio Piracanjuba foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do alto médio Araguaia proposta por Honório (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 8.3, sendo que a vazão total regionalizada foi igual a 20,464 L/s, para a microbacia do afluente do rio Piracanjuba. Assim, a vazão específica superficial é de 3,759 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (4,650 L/s.km²), é menor, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica.

Tabela 8.3 – Vazão regionalizada na microbacia do afluente do rio Piracanjuba à jusante da Comunidade Arraial da Ponte, Água Limpa, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)
afluente do rio Piracanjuba	5,444	-18,147576	-48,859200	20,464	3,759

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($Rr: A \times I \times P$), permanentes ($Rp: A \times Ne / Ifi \times b$) e exploráveis ($Re: Rr + Z * Rp$), conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 8.4) identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 20,068 L/s, para as reservas permanentes, 253,353 L/s, para as reservas exploráveis, 34,735 L/s e a vazão de referência, conforme pode ser observado na Tabela 8.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 8.5, para facilitar a análise de disponibilidade total, adotou-se volume em L/s.

Tabela 8.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Arraial da Ponte, Água Limpa-GO, 2019

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Cristalino Sudoeste	12	1,5	150
Araxá	9	1,2	100

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 8,212 L/s.km², conforme Tabela 8.5. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que, para a microbacia analisada, a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 11,971 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 11,971 L/s.

Tabela 8.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do afluente do rio Piracanjuba da Comunidade Arraial da Ponte, Água Limpa-GO, 2019.

Reserva renovável		Reserva permanente		Reserva explotável		Q _{ref}	Q _{esp subterrânea}
(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(L/s.km ²)
20,068	6,9.10 ⁵	253,353	7,9.10 ⁶	34,735	1,1.10 ⁶	34,735	8,212

Fonte: elaborado pelos autores.

8.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 10,232 L/s, conforme pode ser observado Tabela 8.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (34,735 L/s). Assim, subtraindo nessa microbacia as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 43,523 L/s, enquanto a disponibilidade hídrica específica total é igual a 7,995 L/s.km² (Tabela 8.6).

Tabela 8.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na Comunidade Arraial da Ponte, Água Limpa-GO, 2020.

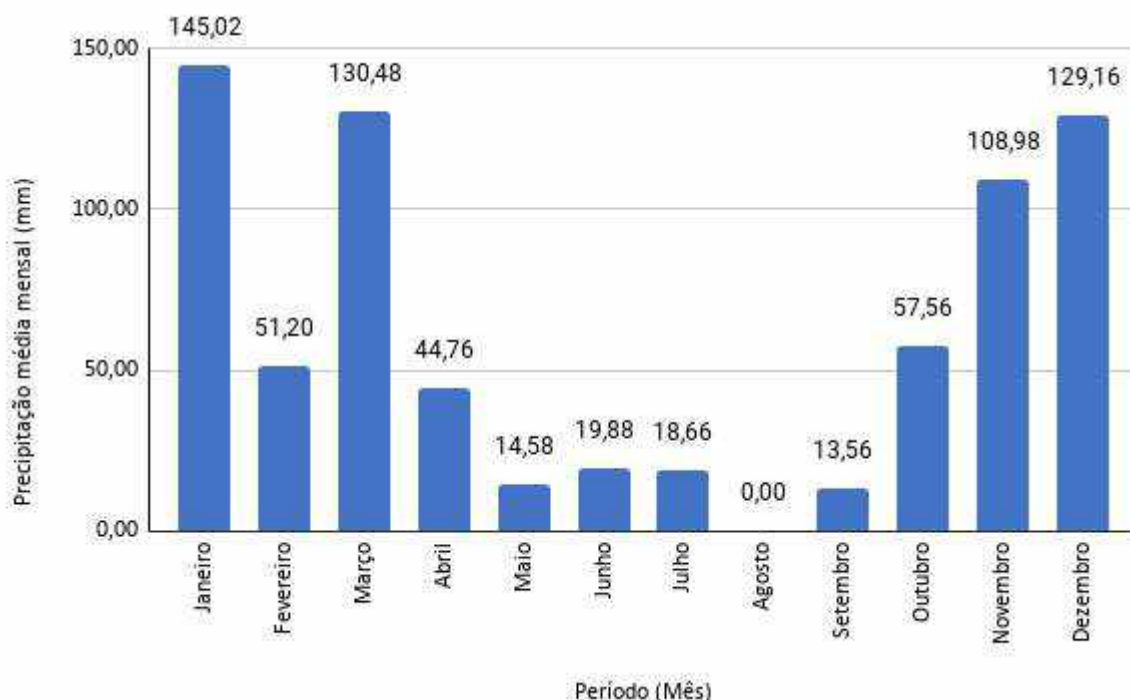
Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q _{ref} (L/s)	Q _{pr} 0,5 x Q _{ref} (L/s)	DH Q _{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
20,4638	10,232	34,735	1,444	43,523	5,444	7,995

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água de chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (1,83 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 8.1), observa-se que há 6 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm), 2 meses entre 50 e 100 mm e 4 meses

com acumulados acima dos 100 mm, caracterizando um acúmulo médio anual de 733,84 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2010-2014).

Gráfico 8.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2010 a 2014, na estação pluviométrica código 1848007.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dessas informações e, de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do Capítulo 1), uma cisterna com um volume de 19.215,000 litros, e uma área de captação mínima de 30,805 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de abril a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem para que possa atender todo o período de estiagem.

8.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis na microbacia do afluente do rio Piracanjuba, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

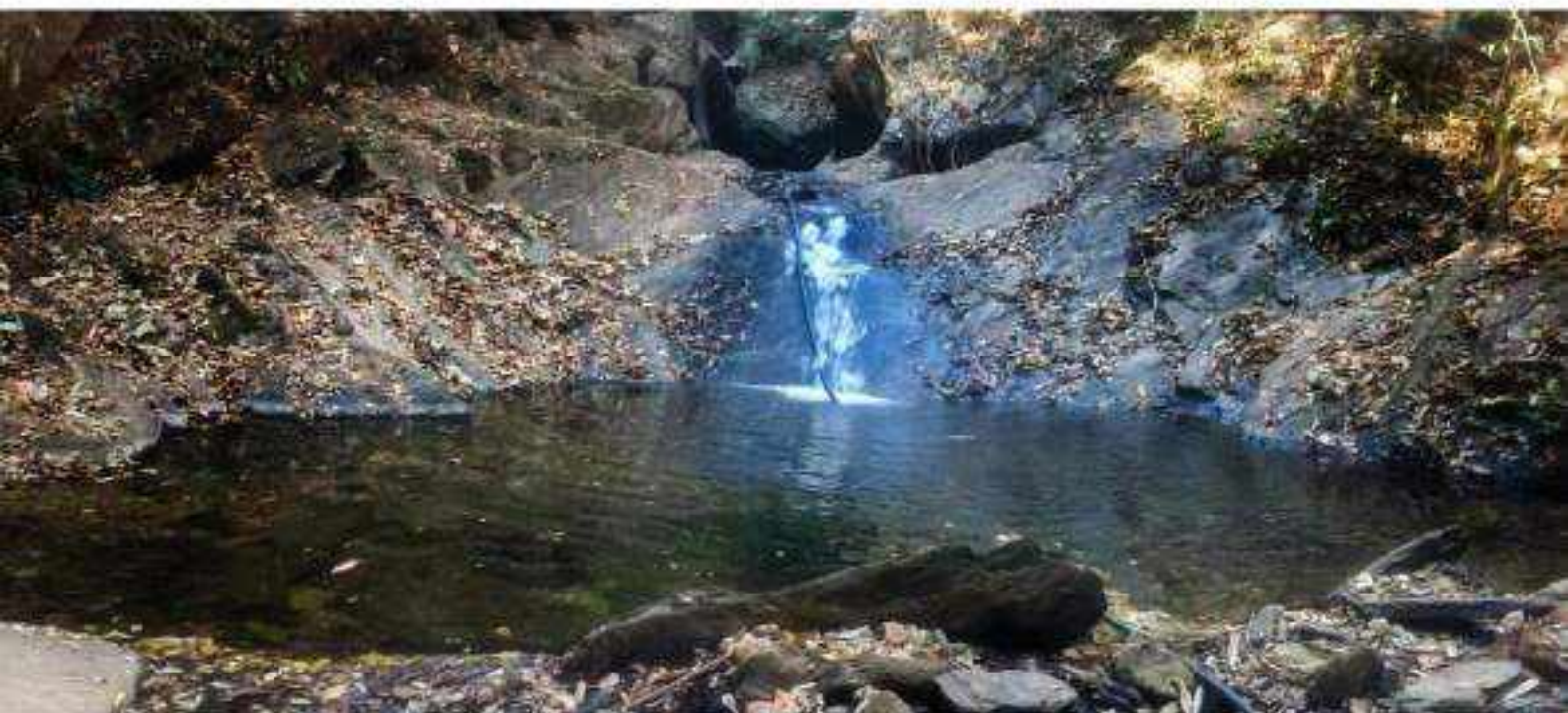
Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga, caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de

comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independentem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independentem de outorga. No entanto, a demanda identificada para a Comunidade de Arraial da Ponte foi de 12,839 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade Arraial da Ponte, por exemplo, a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

9

ASSENTAMENTO ARRAIAL DAS ANTAS II

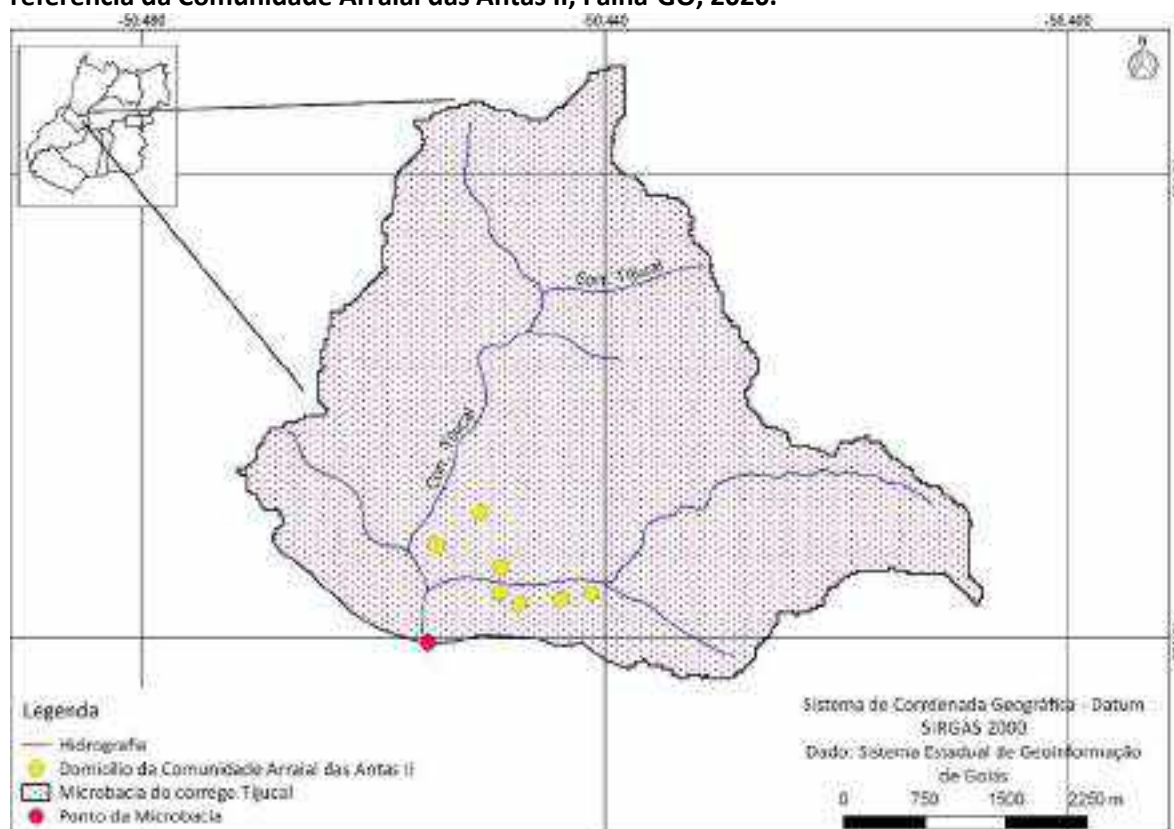


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

9.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade Arraial das Antas II, um assentamento pertencente ao município de Faina – GO, a partir da microbacia do Córrego Tijucal (GOIÁS, 2014) (Mapa 9.1), na qual os domicílios da comunidade estão inseridos. Essa microbacia está localizada no Noroeste Goiano, possuindo uma área total de aproximadamente 21,159 km² e está inserida na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos do rio Vermelho, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 9.1 – Microbacia do Córrego Tijucal onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Arraial das Antas II, Faina-GO, 2020.



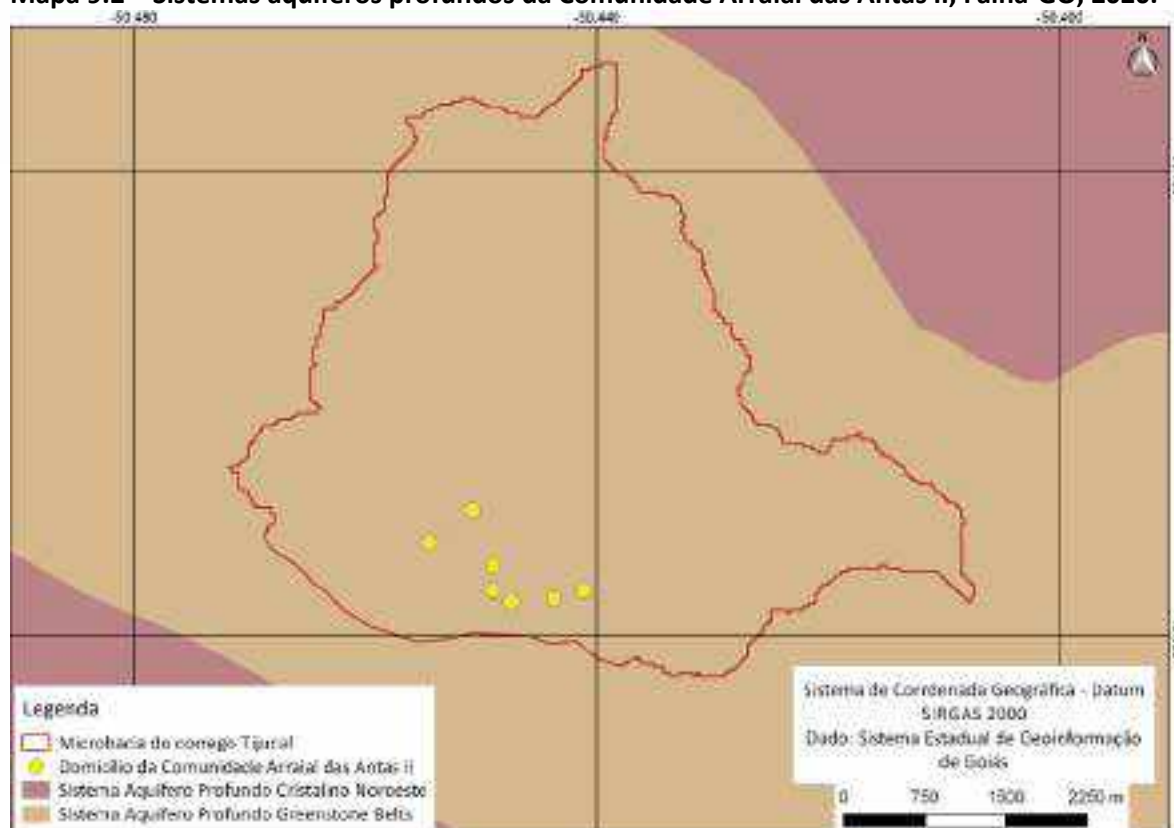
Fonte: elaborado pelos autores.

O principal curso hídrico da comunidade é o córrego Tijucal, que recebe contribuição do córrego Lava-pés.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea, pode-se dizer que na microbacia Córrego Tijucal se encontra sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esse domínio estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos

Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 9.2, observando a presença do Sistema Aquífero Greenstone Belts em 21,159 km² (100%) da área da bacia hidrográfica.

Mapa 9.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Arraial das Antas II, Faina-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

9.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da microbacia em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, na microbacia do Córrego Tijucal não foram encontradas outorgas de uso da água superficial, nem subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012) que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Faina, segundo dados

do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 9.1 e 9.2.

Tabela 9.1 – Consumo *per capita* na Comunidade Arraial das Antas II, Faina-GO, 2019.

Nº domicílios ⁽¹⁾	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
7	2,85	19,95	145	0,033

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 9.2 – Demanda de água para pecuária na microbacia do Córrego Tijucal, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Faina-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	2.901,013	0,001736	5,0362
Bubalino	4,672	0,001042	0,0049
Equino	40,649	0,000694	0,0282
Suíno	40,135	0,000405	0,0163
Caprino	3,037	0,000347	0,0011
Ovino	0,000	0,000347	0,0000
Galináceos	644,830	0,000003	0,0019
Total	3.634,3377	0,0046	5,0885

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, a microbacia Córrego Tijucal têm uma demanda igual a 5,122 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 2,893 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo o Pecuária bovino) (4,353 m³/dia), totalizam uma demanda de 7,246 m³/dia. O Pecuária bovino foi excluído pois a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

9.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial da microbacia Córrego Tijucal foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do alto médio Araguaia proposta por Costa (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 9.3, sendo que a vazão regionalizada total foi igual a 37,815 L/s para a microbacia Córrego Tijucal. Assim, a vazão específica superficial é de 1,787 L/s.km², que,

quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (2,330 L/s.km²), é menor, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região.

Tabela 9.3 – Vazão regionalizada na microbacia do afluente do rio Piracanjuba à jusante da Arraial das Antas II, Faina-GO, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)
Arraial das Antas II	21,159	-15,520339	-50,455271	37,815	1,787

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($Rr: A \times I \times P$), permanentes ($Rp: A \times Ne / Ifi \times b$) e exploráveis ($Re: Rr + Z * Rp$), conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 9.4) identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 64,411 L/s, para as reservas permanentes, 670,947 L/s, para as reservas exploráveis, de 91,249 L/s e a vazão de referência, conforme pode ser observado na Tabela 9.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 9.5, para facilitar a análise de disponibilidade total, adotou-se volume em L/s.

Tabela 9.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Arraial das Antas II, Faina-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Greenstone Belts	8	1,0	100

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 9.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do Córrego Tijucal da Comunidade Arraial das Antas II, Faina-GO, 2019.

Reserva renovável		Reserva permanente		Reserva explorável		Q _{ref}	Q _{esp} subterrânea
(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(L/s.km ²)
64,411	2,03.10 ⁶	670,947	2,11.10 ⁷	91,249	2,88.10 ⁶	91,249	4,313

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 4,313 L/s.km², conforme Tabela 9.5. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que, para a microbacia analisada, a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 6,100 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 6,100 L/s.

9.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 18,907 L/s, conforme pode ser observado Tabela 9.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (91,249 L/s). Assim, subtraindo nessa microbacia as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 105,034 L/s, enquanto a disponibilidade hídrica específica total é igual a 4,964 L/s.km² (Tabela 9.6).

Tabela 9.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total microbacia do Córrego Tijugal da Comunidade Arraial das Antas II, Faina-GO, 2020.

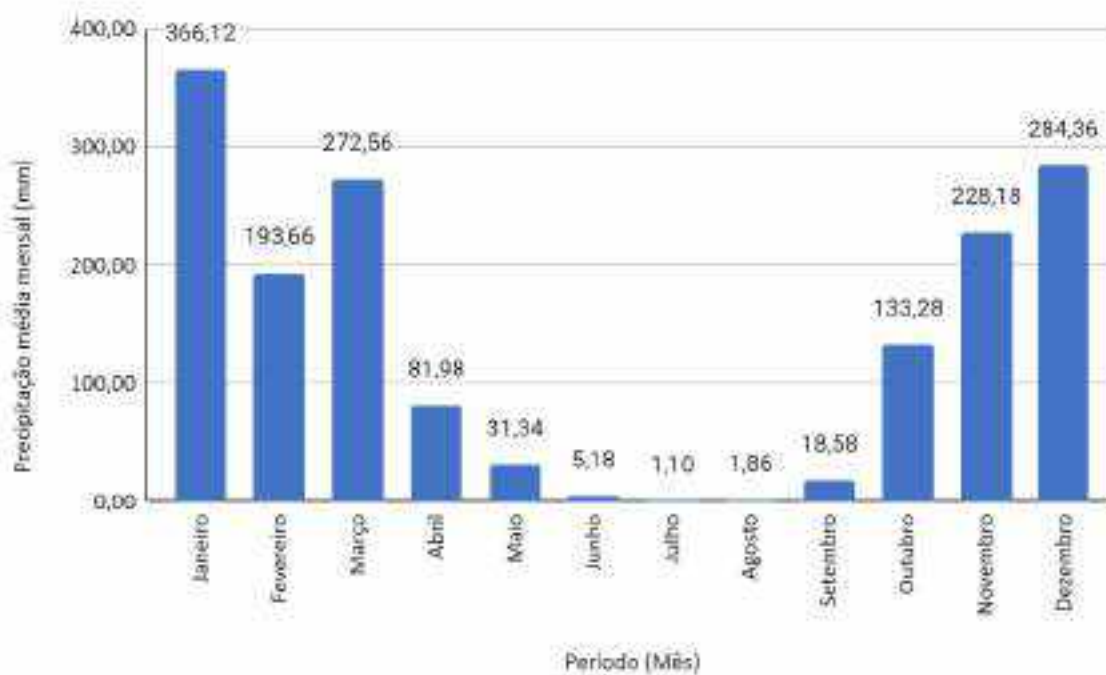
Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} $0,5 \times Q_{ref}$ (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
37,815	18,907	91,249	5,122	105,034	21,159	4,964

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água de chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (2,85 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 9.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm), 1 mês entre 50 e 100mm e 6 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.618,2 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2011 a 2015).

A partir dessas informações e, de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do Capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 29.925,000 litros, e uma área de captação mínima de 21,756 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem para que possa atender todo o período de estiagem.

Gráfico 9.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2011 a 2015, na estação pluviométrica código 1550001.



Fonte: elaborado pelos autores.

9.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis na microbacia do córrego Tijucal, tanto subterrânea como superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga, caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. No entanto, a demanda identificada para a Comunidade de Arraial das Antas II foi de 7,246 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, este resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade

de vida das pessoas residentes na Comunidade Arraial das Antas II, por exemplo, a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

10

COMUNIDADE DE BACO PARI

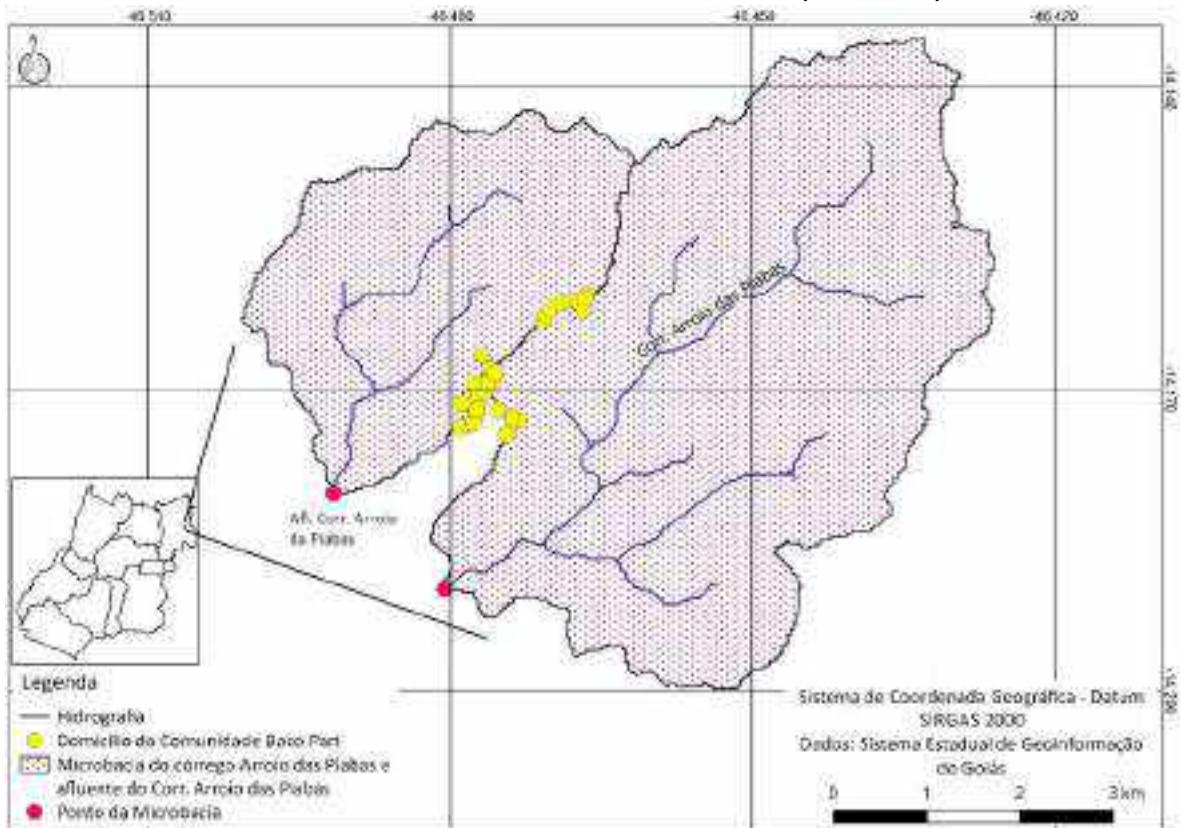


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

10.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade de Baco Pari, uma comunidade quilombola pertencente ao município de Posse – GO, a partir da delimitação das microbacias do arroio das Piabas e afluente do arroio das Piabas (GOIÁS, 2014) (Mapa 10.1), nas quais os domicílios da comunidade estão inseridos. Essas microbacias estão localizadas no Nordeste Goiano, possuindo uma área total de aproximadamente 35,633 km² e estão inseridas na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos Afluentes Goianos do rio Paranã, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 10.1 – Microbacias do arroio das Piabas e afluente do arroio das Piabas onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade de Baco Pari, Posse-GO, 2020.

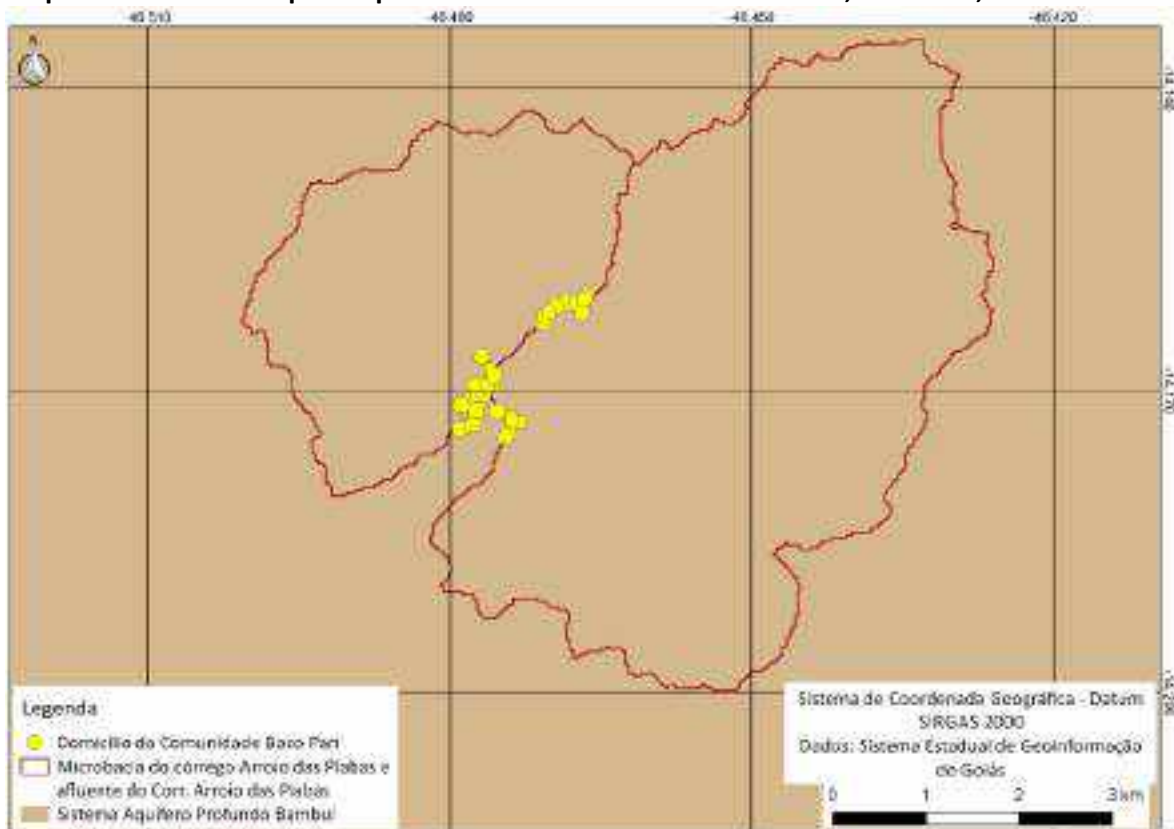


Fonte: elaborado pelos autores.

As microbacias da Comunidade de Baco Pari estão em duas localidades diferentes, tendo como principal curso d'água o arroio das Piabas, que recebe a contribuição de diversos córregos. Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea, pode-se dizer que as microbacias do arroio das Piabas e afluente do arroio das Piabas encontram-se sobre uma formação geológica de domínio fissuro-cárstico (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esse domínio estão os sistemas aquíferos

diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir dessa sobreposição, chegou-se ao Mapa 10.2, observando a presença do Sistema Aquífero Bambuí em 100% (35,633 km²) da área da bacia hidrográfica.

Mapa 10.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade de Baco Pari, Posse-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

10.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante das microbacias em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, nas microbacias do arroio das Piabas e afluente do arroio das Piabas não foram encontradas outorgas de uso da água superficial e subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012) que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para

consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Posse, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 10.1 e 10.2.

Tabela 10.1 – Consumo *per capita* na Comunidade de Baco Pari, Posse-GO, 2019.

Nº domicílios	Moradores por domicílio	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
42	4,5	189	145	0,317

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 10.2 – Demanda de água para pecuária nas microbacias do arroio das Piabas e afluente do arroio das Piabas estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Posse-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	2.000,613	0,001736	3,4731
Bubalino	0,000	0,001042	0,0000
Equino	43,864	0,000694	0,0304
Suíno	62,598	0,000405	0,0254
Caprino	2,742	0,000347	0,0010
Ovino	20,104	0,000347	0,0070
Galináceos	913,839	0,000003	0,0027
Total	3.043,761	0,0046	3,5395

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, as microbacias do arroio das Piabas e afluente do arroio das Piabas têm uma demanda igual a 3,857 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 27,405 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo o Pecuária bovino) (5,742 m³/dia), totalizam uma demanda de 33,147 m³/dia. O Pecuária bovino foi excluído pois a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

10.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial das microbacias do arroio das Piabas e afluente do arroio das Piabas foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do rio Paranã proposta por Honório (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 10.3, sendo que a vazão total regionalizada foi igual a

1.125,546 L/s para as microbacias do arroio das Piabas e afluente do arroio das Piabas. Assim, a vazão específica superficial é de 31,587 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (2,790 L/s.km²), é maior, afirmando que a metodologia traz uma menor segurança hídrica para a região. Assim, para uma estimativa da vazão de referência superficial mais segura, optou-se por utilizar como base a vazão específica do PERH. Dessa forma, a vazão de referência total (Q_{ref}) estimada foi igual a 99,416 L/s.

Tabela 10.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias do arroio das Piabas e afluente do arroio das Piabas à jusante da Comunidade de Baco Pari, Posse, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)	Q _{ref} PERH (L/s)
Arroio das Piabas	25,264	-14,189903	-46,480540	722,433	28,595	70,487
Afl. arroio das Piabas	10,369	-14,180372	-46,491543	403,114	38,877	28,929
Total	35,633	-	-	1.125,546	31,587	99,416

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($R_r: A \times I \times P$), permanentes ($R_p: A \times N_e / I_f \times b$) e explotáveis ($R_e: R_r + Z * R_p$) conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 10.4), identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 135,590 L/s, para as reservas permanentes, 6.101,541 L/s, para as reservas explotáveis, de 440,667 L/s e a vazão de referência, conforme pode ser observado na Tabela 10.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 10.5, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s. Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 12,367 L/s.km², conforme Tabela 10.5. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que, para as microbacias analisadas, a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 15,157 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 15,157 L/s.

Tabela 10.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade de Baco Pari, Posse-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Bambuí	10	4,5	120

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 10.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias do arroio das Piabas e afluente do arroio das Piabas da Comunidade de Baco Pari, Posse-GO, 2019.

Reserva renovável		Reserva permanente		Reserva explotável		Q_{ref}	Q_{esp} subterrânea
(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(L/s.km ²)
135,59	4,27.10 ⁶	6.101,541	1,92.10 ⁸	440,667	1,34.10 ⁷	440,667	12,367

Fonte: elaborado pelos autores.

10.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 49,708 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 10.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (440,667 L/s). Assim, subtraindo nessas microbacias as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 486,518 L/s, enquanto a disponibilidade hídrica específica total é igual a 13,654 L/s.km² (Tabela 10.6).

Tabela 10.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do arroio das Piabas e afluente do arroio das Piabas da Comunidade de Baco Pari, Posse-GO, 2020.

Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} $0,5 \times Q_{ref}$ (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
99,416	49,708	440,667	3,857	486,518	35,633	13,654

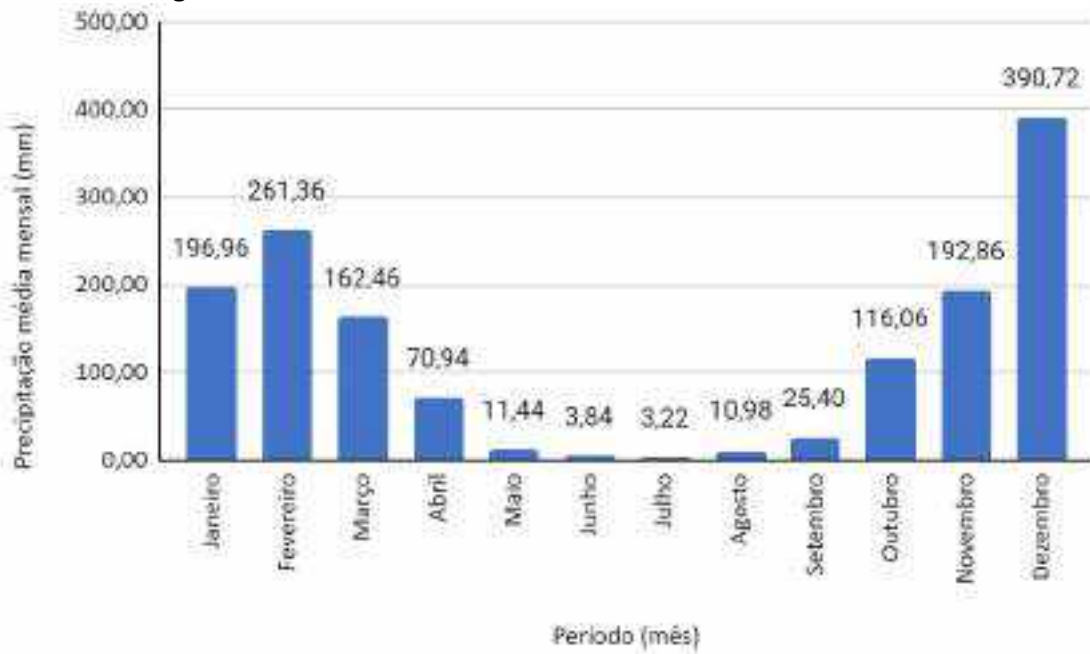
Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água de chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (4,5 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 10.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm), 1 mês entre 50 e 100 mm e 6 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.446,240 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 1988-1992).

A partir dessas informações e, de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 47.250,000 litros, e uma área de captação mínima de 38,436 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre

de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem para que possa atender todo o período de estiagem.

Gráfico 10.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 1988 a 1992, na estação pluviométrica código 1446002.



Fonte: elaborado pelos autores.

10.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis nas microbacias do arroio das Piabas e afluente do arroio das Piabas, tanto subterrânea como superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga, caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. No entanto, a demanda identificada para a Comunidade de Baco Pari foi de 33,147 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade de Baco Pari, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

11

COMUNIDADE DE BURACÃO

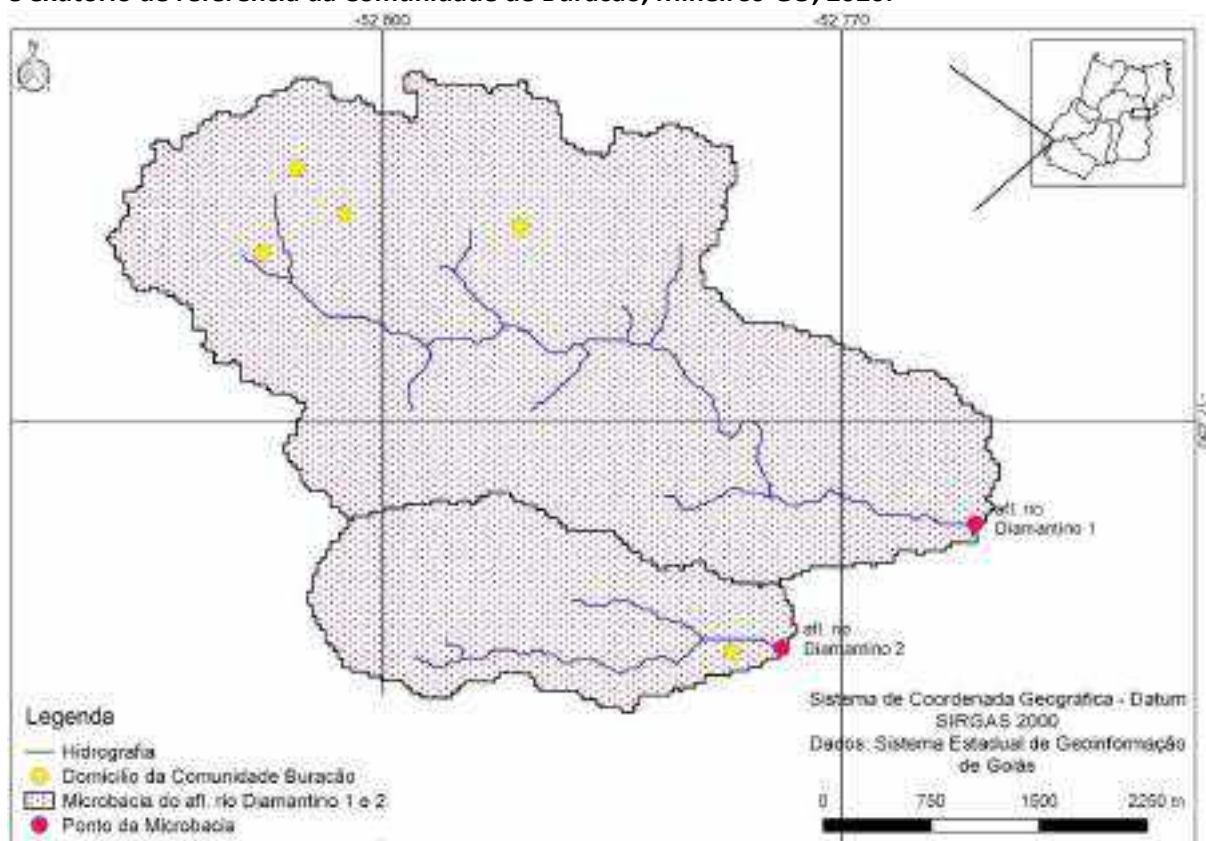


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

11.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade de Buracão, uma comunidade quilombola pertencente ao município de Mineiros – GO, a partir da delimitação das microbacias dos afluentes do rio Diamantino 1 e 2 (GOIÁS, 2014) (Mapa 11.1), nas quais os domicílios da comunidade estão inseridos. Essas microbacias estão localizadas no Sudoeste Goiano, possuindo uma área de aproximadamente 16,988 km² e estão inseridas na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos dos Afluentes Goianos do Alto Araguaia, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 11.1 – Microbacias dos afluentes do rio Diamantino 1 e 2 onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade de Buracão, Mineiros-GO, 2020.



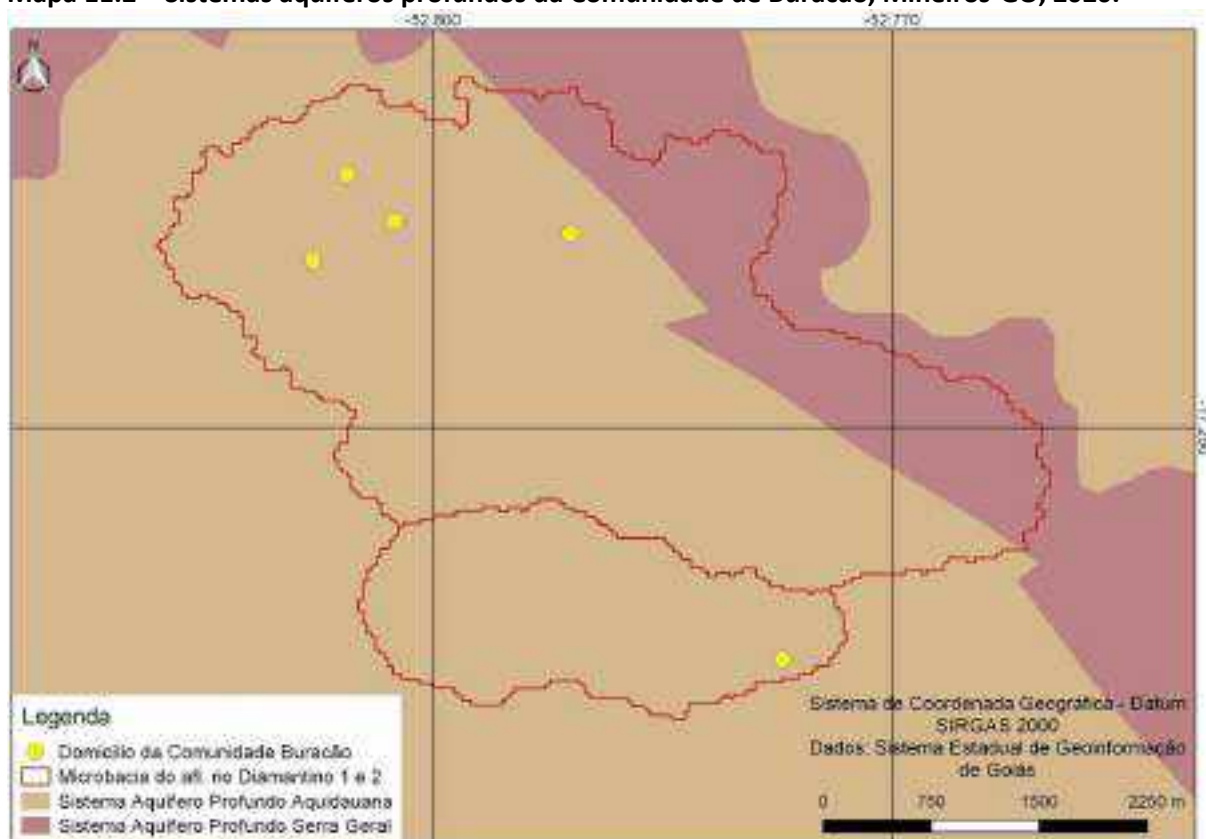
Fonte: elaborado pelos autores.

As microbacias da comunidade têm como principal curso d'água os afluentes do rio Diamantino, que recebem contribuição de diversos córregos.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea, pode-se dizer que as microbacias dos afluentes do rio Diamantino 1 e 2 encontram-se sobre uma formação geológica de domínio fraturado e outra de dupla porosidade (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esse domínio estão

os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e a bacia hidrográfica em estudo. A partir dessa sobreposição, chegou-se ao Mapa 11.2, observando a presença do Sistema Aquífero Serra Geral e Sistema Aquífero Aquidauana em 18,613% (3,162 km²) e 81,387% (13,826 km²) da área da bacia hidrográfica, respectivamente.

Mapa 11.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade de Buracão, Mineiros-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

11.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da microbacia em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, nas microbacias dos afluentes do rio Diamantino 1 e 2 não foram encontradas outorgas de uso da água superficial e subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS,

2012) que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Mineiros, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 11.1 e 11.2.

Tabela 11.1 – Consumo *per capita* na Comunidade de Buracão, Mineiros-GO, 2019.

Nº domicílios	Moradores por domicílio	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
20	3,50	40,00	145	0,067

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 11.2 – Demanda de água para pecuária nas microbacias dos afluentes do rio Diamantino 1 e 2 estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Mineiros-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	666,287	0,001736	1,1567
Bubalino	0,036	0,001042	0,0000
Equino	5,438	0,000694	0,0038
Suíno	9,636	0,000405	0,0039
Caprino	0,338	0,000347	0,0001
Ovino	6,077	0,000347	0,0021
Galináceos	4.617,110	0,000003	0,0134
Total	5.304,923	0,0046	1,1801

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, as microbacias dos afluentes do rio Diamantino 1 e 2 têm uma demanda igual a 1,209 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 2,538 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (2,014 m³/dia), totalizam uma demanda de 4,551 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada, visa atender preferencialmente a população da comunidade.

11.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial das microbacias dos afluentes do rio Diamantino 1 e 2 foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do Alto Araguaia proposta por Honório (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos

na Tabela 11.3, sendo que a vazão total regionalizada foi igual a 7,174 L/s, para as microbacias dos afluentes do rio Diamantino 1 e 2. Assim, a vazão específica superficial é de 0,422 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (3,690 L/s.km²), é menor, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região.

Tabela 11.3 – Vazão regionalizada nas microbacias dos afluentes rio Diamantino 1 e 2 à jusante da Comunidade de Buracão, Mineiros, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)
Afluente rio Diamantino 1	13,476	-17,256725	-52,761302	6,1294	0,4548
Afluente rio Diamantino 2	3,512	-17,264822	-52,773956	1,0445	0,2974
Total	16,988	-	-	7,174	0,422

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($Rr: A \times I \times P$), permanentes ($Rp: A \times Ne / Ifi \times b$) e exploráveis ($Re: Rr + Z * Rp$) conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1) e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 11.4) identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 77,571 L/s, para as reservas permanentes, 6.313,832 L/s, para as reservas exploráveis, 445,902 L/s e a vazão de referência, conforme pode ser observado na Tabela 11.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 11.5, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 11.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade de Buracão, Mineiros-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Serra Geral	12	3,5	300
Aquidauana	12	6,0	200

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 26,248 L/s.km², conforme Tabela 11.5. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que, para as microbacias analisadas, a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 26,793 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 26,793 L/s.

Tabela 11.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias do córrego da Comunidade Buracão, Mineiros-GO, 2019.

Reserva renovável		Reserva permanente		Reserva explotável		Q_{ref}	Q_{esp} subterrânea
(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(L/s.km ²)
77,571	2,45.10 ⁶	6.313,832	1,99.10 ⁸	445,902	1,41.10 ⁷	445,902	26,248

Fonte: elaborado pelos autores.

11.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.4.1 do Capítulo 1), sendo igual a 3,587 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 11.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (445,902 L/s). Assim, subtraindo nessas microbacias as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.4.3 do Capítulo 1) e é igual a 448,280 L/s, enquanto a disponibilidade hídrica específica total é igual a 26,388 L/s.km² (Tabela 11.6).

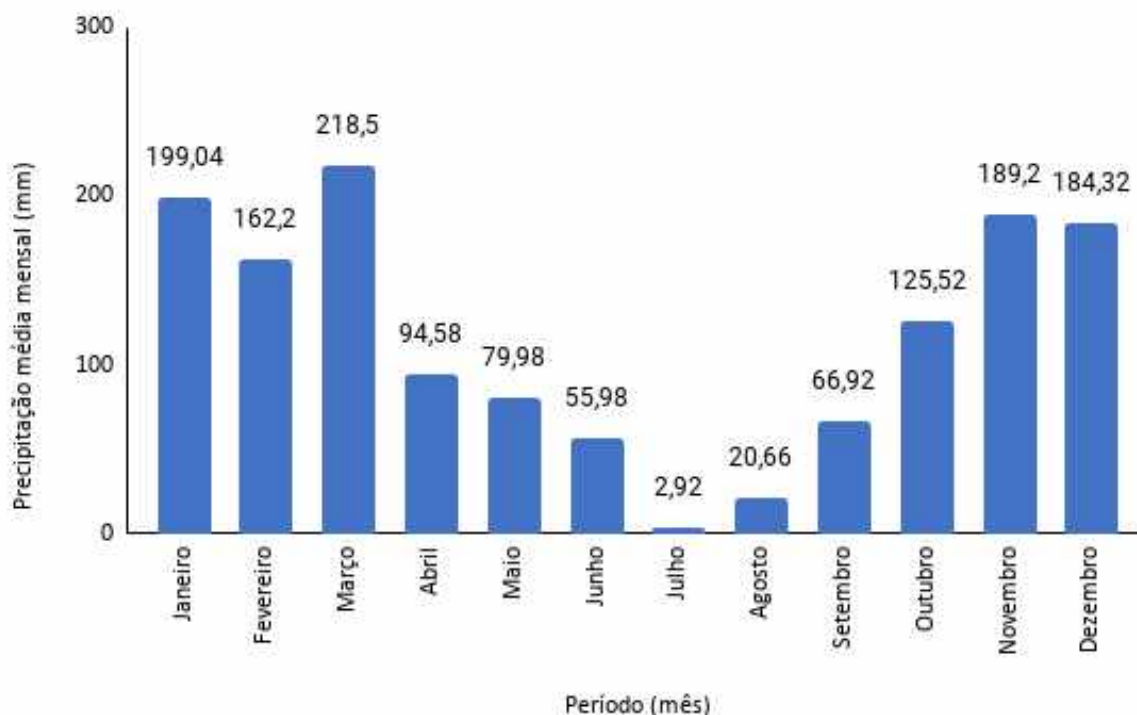
Tabela 11.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias dos afluentes do rio Diamantino 1 e 2 da Comunidade de Buracão, Mineiros-GO, 2020.

Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} 0,5 x Q_{ref} (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
7,174	3,587	445,902	1,209	448,280	16,988	26,388

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água de chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (3,50 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 11.1), observa-se que há 2 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm), 4 meses entre 50 e 100 mm e 6 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.399,82 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 1994-1998).

Gráfico 11.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 1994 a 1998, na estação pluviométrica código 1752003.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dessas informações e, de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 14.700,000 litros e uma área de captação mínima de 12,355 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de julho e agosto. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem para que possa atender todo o período de estiagem.

11.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis nas microbacias dos afluentes do rio Diamantino 1 e 2 tanto subterrânea como superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também

estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. No entanto, a demanda identificada para a Comunidade de Buracão foi de 4,551 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade de Buracão, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

12

ASSENTAMENTO BURITI

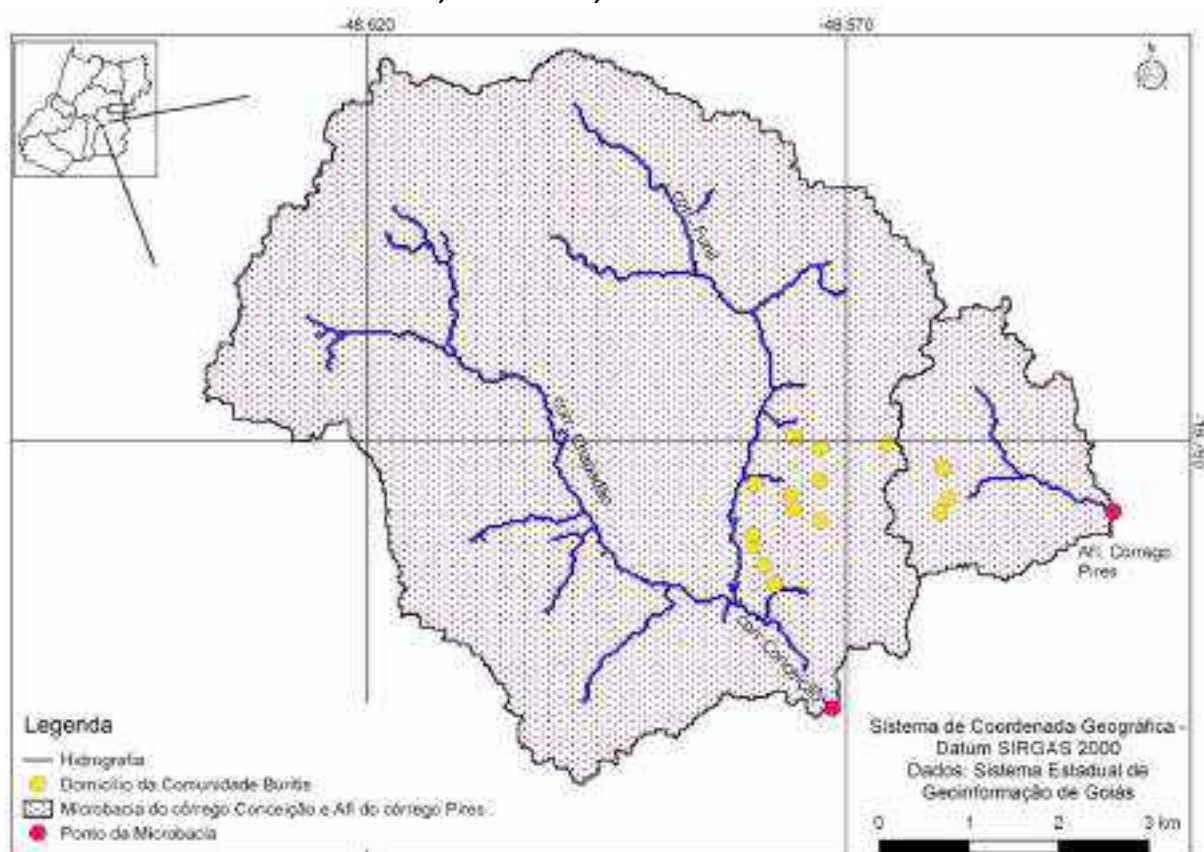


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

12.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade Buriti, um assentamento pertencente ao município de Silvânia – GO, a partir da delimitação das microbacias do córrego Conceição e do córrego Pires (GOIÁS, 2014) (Mapa 12.1), nas quais os domicílios da comunidade estão inseridos. Essas microbacias estão localizadas no Sudeste Goiano, possuindo uma área total de aproximadamente 50,085 km² e estão inseridas na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos Corumbá, Veríssimo e Porção Goiana do São Marcos, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 12.1 – Microbacias dos córregos Conceição e Pires onde estão inseridos os domicílios e o ponto de referência da Comunidade Buriti, Silvânia-GO, 2020.



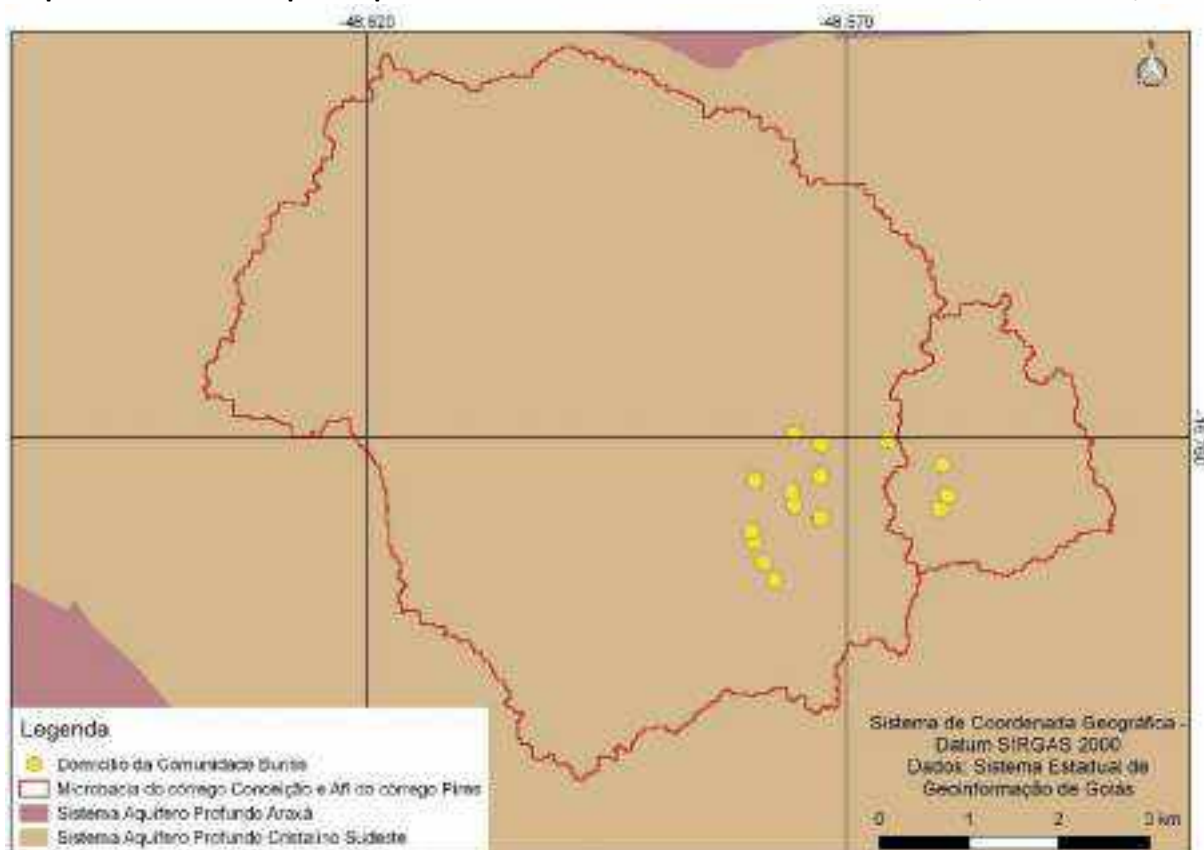
Fonte: elaborado pelos autores.

O principal curso d'água da Comunidade Buriti é o córrego Conceição, que recebe contribuição dos córregos Capão-Chato e córrego Funil.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea, pode-se dizer que as microbacias dos córregos Conceição e Pires se encontram sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esses domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados

a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e a bacia hidrográfica em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 12.2, observando a presença do Sistema Aquífero Cristalino Sudeste em 100% (50,085 km²) das áreas das bacias hidrográficas.

Mapa 12.2 – Sistema aquífero profundo cristalino sudeste da Comunidade Buriti, Silvânia-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

12.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da microbacia em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, nas microbacias dos córregos Conceição e Pires não foram encontradas outorgas de uso da água subterrânea até o mês de janeiro de 2020, porém foi encontrada outorga superficial, conforme pode ser observado na Tabela 12.1.

Tabela 12.1 – Vazões outorgadas na microbacia dos córregos Conceição e Pires, para fins de irrigação à montante da Comunidade Buriti, Silvânia-GO, 2020.

Outorga	Vazão (L/s)
Ponto de Irrigação 1	25,833
Ponto de Irrigação 2	46,110
Ponto de Irrigação 3	70,000
Total	141,940

Fonte: Goiás (2020).

A vazão total de 141,940 L/s é outorgada na Comunidade Buriti, reduzindo a disponibilidade hídrica à jusante dessas captações. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012), que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Silvânia, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 12.2 e 12.3.

Tabela 12.2 – Consumo humano *per capita* na Comunidade Buriti, Silvânia-GO, 2019.

Nº domicílios	Moradores por domicílio	Nº estimado de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia)⁽²⁾	Consumo total (L/s)
15	3,31	49,656	145	0,083

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 12.3 – Demanda de água para pecuária nas microbacias dos córregos Conceição e Pires, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Silvânia-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	2.883,481	0,001736	5,0060
Bubalino	4,865	0,001042	0,0051
Equino	81,817	0,000694	0,0568
Suíno	276,407	0,000405	0,1120
Caprino	5,307	0,000347	0,0018
Ovino	36,486	0,000347	0,0127
Galináceos	2.653,510	0,000003	0,0077
Total	5.941,872	0,0046	5,2021

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, as microbacias dos córregos Conceição e Pires tem uma demanda igual a 147,225 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 7,199 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (16,938 m³/dia), totalizam uma demanda de 24,137

m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

12.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial das microbacias dos córregos Conceição e Pires, foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do rio Corumbá proposta por Costa (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 12.4, sendo que a vazão regionalizada total foi igual a 414,207 L/s, para as microbacias dos córregos Conceição e Pires. Assim, a vazão específica superficial total é de 8,270 L/s.km², que, quando comparadas a apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (4,650 L/s.km²), é maior, afirmando que a metodologia traz uma menor segurança hídrica para a região. Assim, para uma estimativa da vazão de referência superficial mais segura, optou-se por utilizar como base a vazão específica do PERH. Dessa forma, a vazão de referência (Q_{ref}) estimada foi igual a 232,895 L/s.

Tabela 12.4 – Vazão regionalizada nas microbacias dos córregos Conceição e Pires à jusante da Comunidade Buriti, Silvânia, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)	Q _{ref} PERH (L/s)
Córrego Conceição	44,664	-16,787843	-48,571429	357,872	8,013	207,688
Córrego Pires	5,421	-16,767316	-48,542137	56,335	10,392	25,208
Total	50,085	-	-	414,207	8,27	232,895

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($R_r: A \times I \times P$), permanentes ($R_p: A \times N_e / I_f \times b$) e explotáveis ($R_e: R_r + Z * R_p$) conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 12.5), identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 285,873 L/s, para as reservas permanentes, 3.573,416 L/s, para as reservas explotáveis, de 464,544 L/s e a vazão de referência, conforme pode ser observado na Tabela 12.6. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 12.6, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 12.5 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Buriti, Silvânia-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Cristalino Sudeste	12	1,5	150

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Com a vazão de referência e a área das microbacias, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 9,275 L/s.km², conforme Tabela 12.6. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que, para as microbacias analisadas, a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 13,925 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 13,925 L/s.

Tabela 12.6 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias dos córregos Conceição e Pires da Comunidade Buriti, Silvânia-GO, 2019.

Reserva renovável		Reserva permanente		Reserva explotável		Q _{ref}	Q _{esp} Subterrânea
(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(L/s.km ²)
285,873	9,02.10 ⁶	3.573,416	1,13.10 ⁸	464,544	1,46.10 ⁷	464,54	9,275

Fonte: elaborado pelos autores.

12.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 116,448 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 12.7, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (464,544 L/s). Assim, subtraindo nessas microbacias as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 433,766 L/s, já a disponibilidade hídrica específica total é igual a 8,661 L/s.km² (Tabela 12.7).

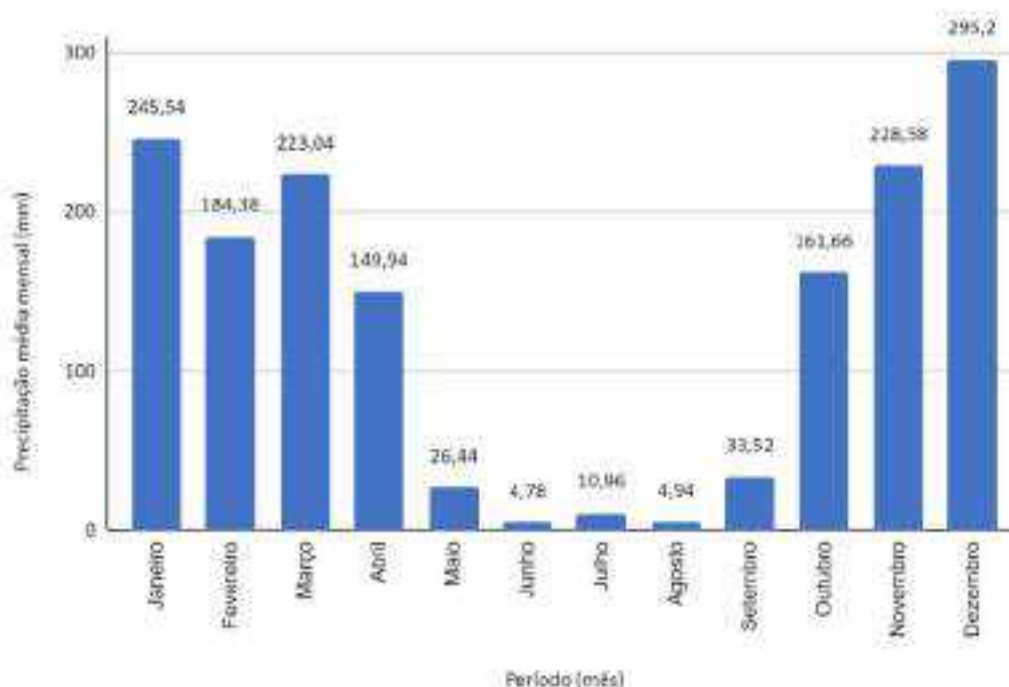
Tabela 12.7 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias dos córregos Paial e Japicanga da Comunidade Buriti, Silvânia-GO, 2020.

Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q _{ref} (L/s)	Q _{pr} 0,5 x Q _{ref} (L/s)	DH Q _{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área total (km ²)	Específica (L/s.km ²)
232,895	116,448	464,544	147,225	433,766	50,085	8,661

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água de chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (3,31 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 12.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm) e 7 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.566,84 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2008 a 2012).

Gráfico 12.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2008 a 2012, na estação pluviométrica código 1648002.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dessas informações e, de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 34.755,000 litros e uma área de captação mínima de 26,096 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

12.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis nas microbacias dos córregos Conceição e Pires, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir este limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade Buriti foi de 24,137 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade Buriti, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

13

COMUNIDADE CANABRAVA

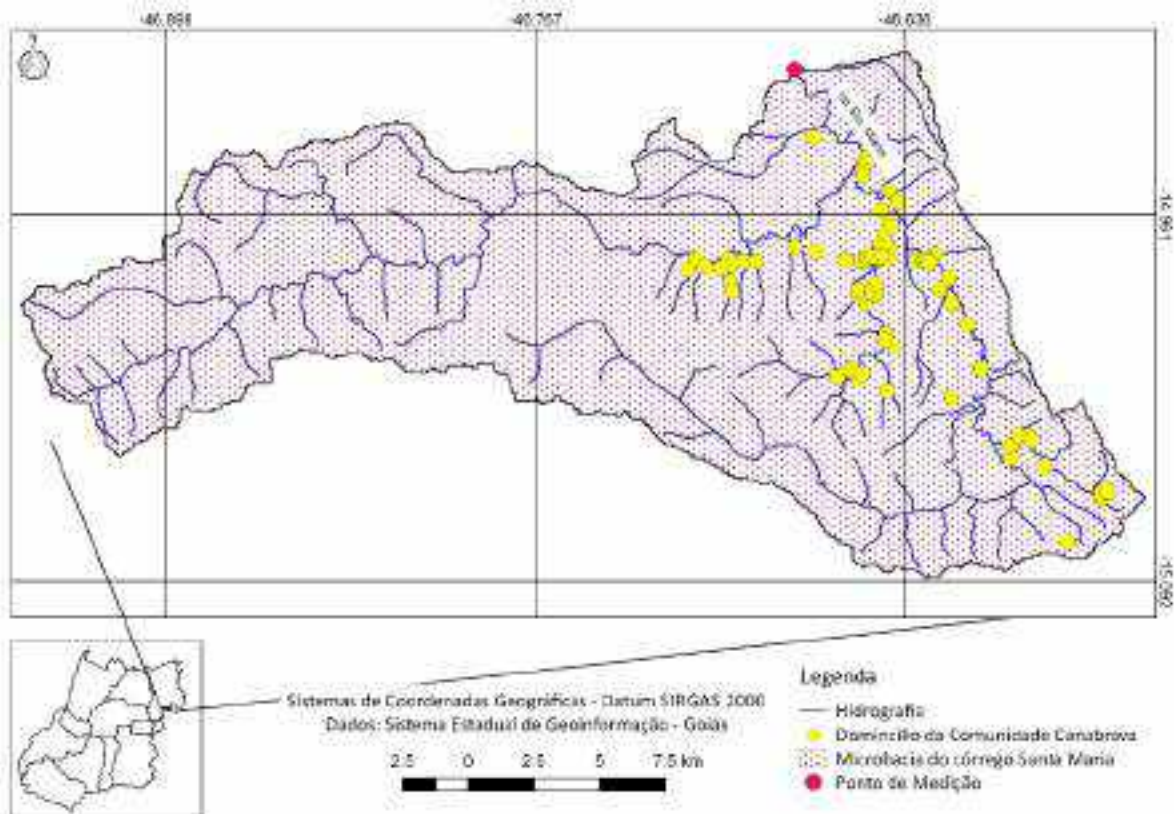


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

13.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica para a Comunidade Canabrava, uma comunidade quilombola pertencente ao município de Flores de Goiás-GO, foi realizada a partir da delimitação da microbacia do rio Santa Maria (GOIÁS, 2014) (Mapa 13.1), na qual os domicílios da comunidade estão inseridos. Essa microbacia está localizada no Nordeste Goiano, possuindo uma área de aproximadamente 428,62 km² e está inserida na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos Afluentes Goianos do rio Paranã, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 13.1 – Microbacia do rio Santa Maria onde estão inseridos os domicílios e o exutório de referência da Comunidade Canabrava, Flores de Goiás-GO, 2020.



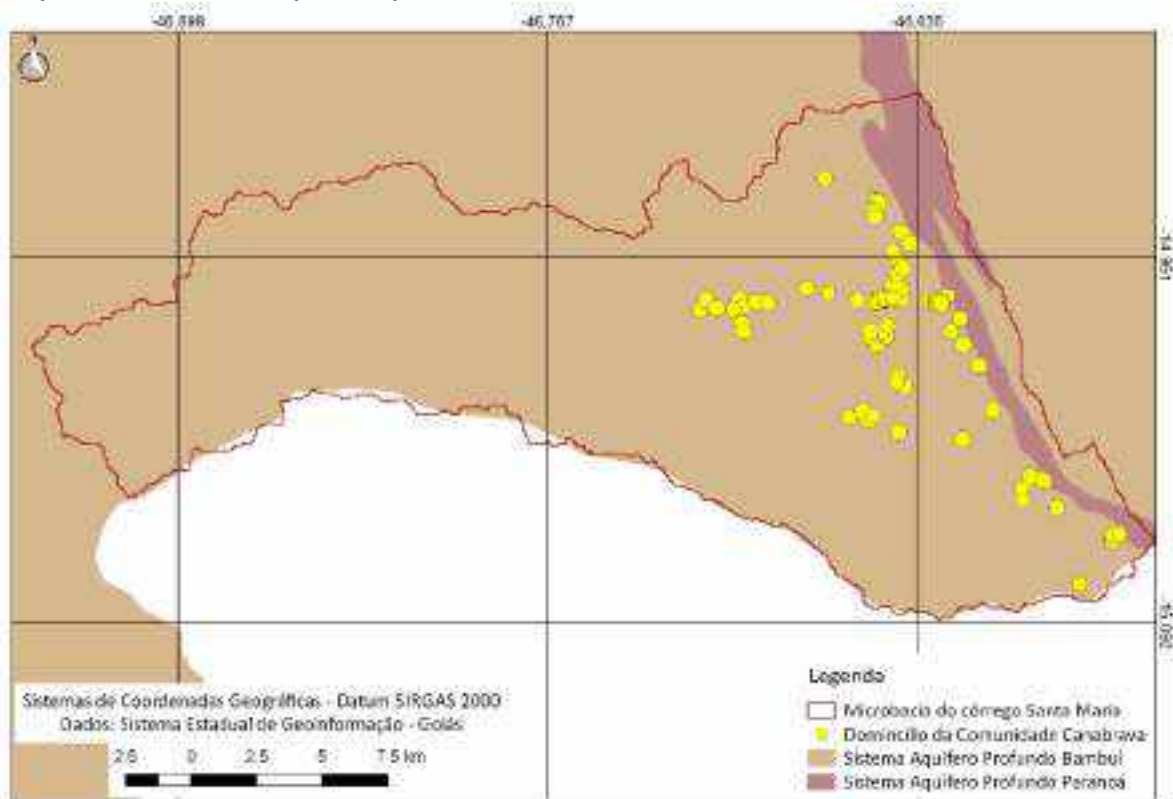
Fonte: elaborado pelos autores.

O principal curso d'água da Comunidade Canabrava é o rio Santa Maria que, de acordo com relato dos moradores, é um curso d'água perene e recebe a contribuição dos rios Canabrava e Bonifácio, e de diversos afluentes intermitentes.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea, pode-se dizer que na microbacia do rio Santa Maria encontra-se sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida

et al., 2006). Integrados a estes domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e a bacia hidrográfica em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se Mapa 13.2, observando a presença do Sistema Aquífero Bambuí e Sistema Aquífero Paranoá em 5,8% (25,0 km²) e em 94,2% (403,00 km²) da área da bacia hidrográfica, respectivamente.

Mapa 13.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Canabrava, Flores de Goiás-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

13.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da microbacia em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, na microbacia do rio Santa Maria ribeirão Mangabeira não foram encontradas outorgas de uso da água subterrânea até o mês de janeiro de 2020, porém foram encontradas outorgas de água superficial, conforme pode ser observado na Tabela 13.1.

Tabela 13.1 – Vazões superficiais outorgadas na microbacia do rio Santa Maria, para fins de irrigação à montante da Comunidade Canabrava, Flores de Goiás-GO, 2020.

Outorga	Vazão (L/s)
Ponto de Irrigação 1	80,56
Ponto de Irrigação 2	95,00
Ponto de Irrigação 3	73,89
Pivô	648,33
Ponto de Irrigação 4	160,56
Ponto de Irrigação 5	155,56
Ponto de Irrigação 6	95,83
Ponto de Irrigação 7	155,56
Canal	459,44
Ponto de Irrigação 8	32,78
Ponto de Irrigação 9	55,00
Bombeamento	700,00
Total	2.712,50

Fonte: GOIÁS (2020).

A vazão total de 2.712,50 L/s é outorgada em uma propriedade rural situada à montante da Comunidade Canabrava, reduzindo a disponibilidade hídrica à jusante dessas captações. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando-se em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012), que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Flores de Goiás, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 13.2 e 13.3.

Tabela 13.2 – Consumo *per capita* na Comunidade Canabrava, Flores de Goiás-GO, 2019.

Nº domicílios⁽¹⁾	Moradores por domicílio⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia)⁽²⁾	Consumo total (L/s)
108	2,95	318,6	145	0,535

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 13.3 – Demanda de água para pecuária na microbacia do rio Santa Maria, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Flores de Goiás-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	19.205,242	0,001736	33,3424
Bubalino	37,438	0,001042	0,0390
Equino	441,858	0,000694	0,3068
Suíno	247,043	0,000405	0,1001
Caprino	44,255	0,000347	0,0154
Ovino	135,885	0,000347	0,0472
Galináceos	1.717,632	0,000003	0,0050
Total	21.829,354	0,0046	33,8559

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando o levantamento das outorgas de água, a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, a microbacia do rio Santa Maria tem uma demanda igual a 2.746,891 L/s. Considerando, apenas, as demandas para consumo humano e a estimativa de consumo para agropecuária, a demanda da microbacia é igual a 34,391 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 46,197 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (46,197 m³/dia), totalizam uma demanda de 90,558 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

13.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial da microbacia do rio Santa Maria foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do rio Paranã proposta por Honório (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 13.4, sendo que a vazão regionalizada total foi igual a 4.616,245 L/s para as microbacias dos córregos Curralinho e do Tatu. Assim, a vazão específica superficial é de 10,770 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (2,790 L/s.km²), é maior, afirmando que a metodologia traz uma menor segurança hídrica para a região de vazão. Assim, para uma estimativa da vazão de referência superficial mais segura, optou-se por utilizar como base a vazão específica do PERH. Dessa forma, a vazão de referência (Q_{ref}) estimada foi igual a 1.195,850 L/s.

Tabela 13.4 – Vazão observada na microbacia do rio Santa Maria à jusante da Comunidade Canabrava, Flores de Goiás, 2019.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)	Q _{ref} PERH (L/s)
Rio Santa Maria	428,620	-14,910543	-46,674801	4.616,245	10,770	1.195,850

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($R_r: A \times I \times P$), permanentes ($R_p: A \times N_e / I_f \times b$) e explotáveis ($R_e: R_r + Z * R_p$), conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros

para os aquíferos (Tabela 13.5), identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 1.628,610 L/s, para as reservas permanentes, 70.988,710 L/s, para as reservas exploráveis é de 5.178,050 L/s e a vazão de referência, conforme pode ser observado na Tabela 13.6. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 13.6, para facilitar a análise de disponibilidade total, adotou-se volume em L/s.

Tabela 13.5 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Canabrava, Flores de Goiás-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (L) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Bambuí	10	4,5	120
Paranoá	10	2,5	100

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 13.6 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do rio Santa Maria da Comunidade Canabrava, Flores de Goiás-GO, 2019.

Reserva renovável (L/s)	Reserva renovável (m ³ /ano)	Reserva permanente (L/s)	Reserva permanente (m ³ /ano)	Reserva explorável (L/s)	Reserva explorável (m ³ /ano)	Q _{ref} (L/s)	Q _{esp} subterrânea (L/s.km ²)
1.628,610	5,140.10 ⁶	70.988,710	2,240.10 ⁹	5.178,050	1,630.10 ⁸	5.178,05	12,100

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 12,100 L/s.km², conforme Tabela 13.6. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que, para a microbacia analisada, a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 14,890 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 14,890 L/s.

13.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 597,925 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 13.7, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea de (5.178,050 L/s). Assim, subtraindo nessa microbacia as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da

aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 11,057 L/s, enquanto a disponibilidade hídrica específica total é igual a 11,057 L/s.km² (Tabela 13.7).

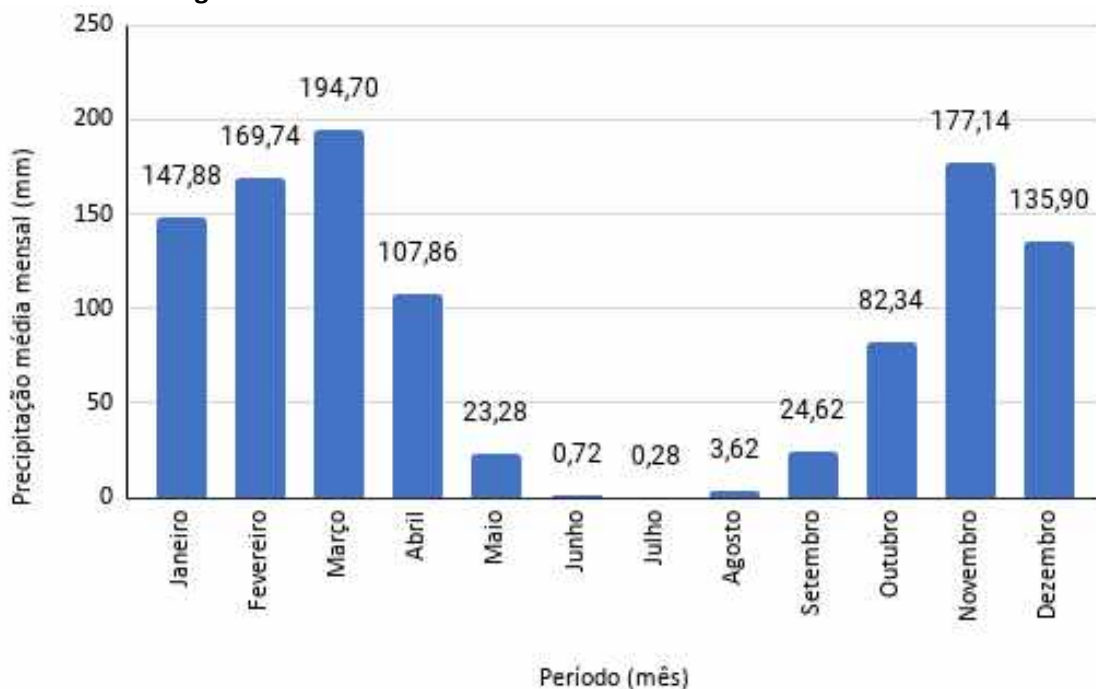
Tabela 13.7 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do rio Santa Maria da Comunidade Canabrava, Flores de Goiás-GO, 2020.

Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q _{ref} (L/s)	DH 0,5 x Q _{ref} (L/s)	DH Q _{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
1.195,850	597,925	5.178,050	2.746,891	3.029,085	428,620	7,067

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água de chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (2,95 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 13.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm), 1 mês entre 50 e 100 mm e 6 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.068,08 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2014 a 2018).

Gráfico 13.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2014 a 2018, na estação pluviométrica código 1446004.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dessas informações e, de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 30.975,000 litros, e uma área de captação mínima de 34,118 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

13.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis na microbacia do rio Santa Maria, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade de Canabrava foi de 90,558 m³/dia, sendo superior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade Canabrava, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

14

COMUNIDADE CASTELO/ RETIRO E TRÊS RIOS

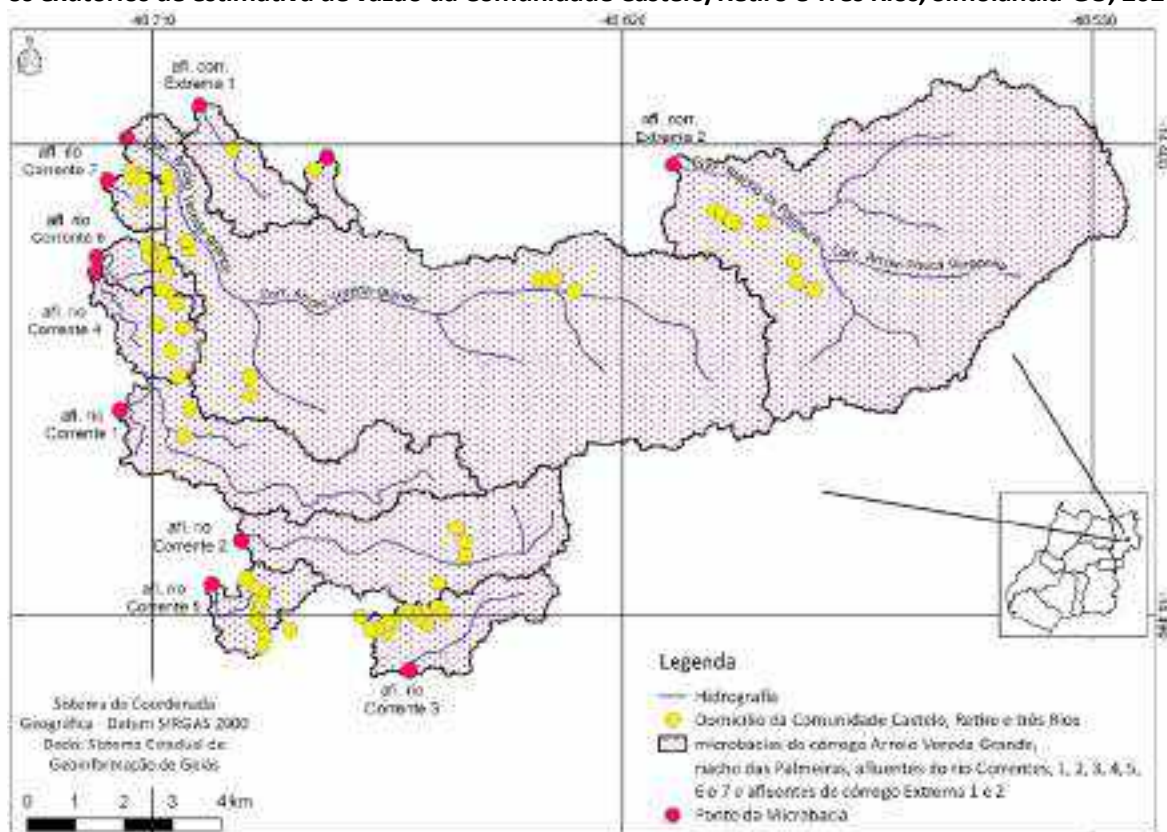


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

14.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade Castelo/Retiro e Três Rios, uma comunidade quilombola pertencente ao município de Simolândia – GO, a partir da delimitação de onze microbacias, são elas: córrego Arroio Vereda Grande, riacho das Palmeiras, afluente do rio Correntes, 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 e afluente do córrego Extrema 1 e 2 (GOIÁS, 2014) (Mapa 14.1), nas quais os domicílios da comunidade estão inseridos. Essas microbacias estão localizadas no Nordeste Goiano, possuindo uma área total de aproximadamente 134,109 km² e estão inseridas na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos Afluentes Goianos do rio Paranã, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 14.1 – Microbacia do córrego Arroio Vereda Grande, riacho das Palmeiras, afluente do rio Correntes, 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 e afluente do córrego Extrema 1 e 2 onde estão inseridos os domicílios e os exutórios de estimativa de vazão da Comunidade Castelo/Retiro e Três Rios, Simolândia-GO, 2020.

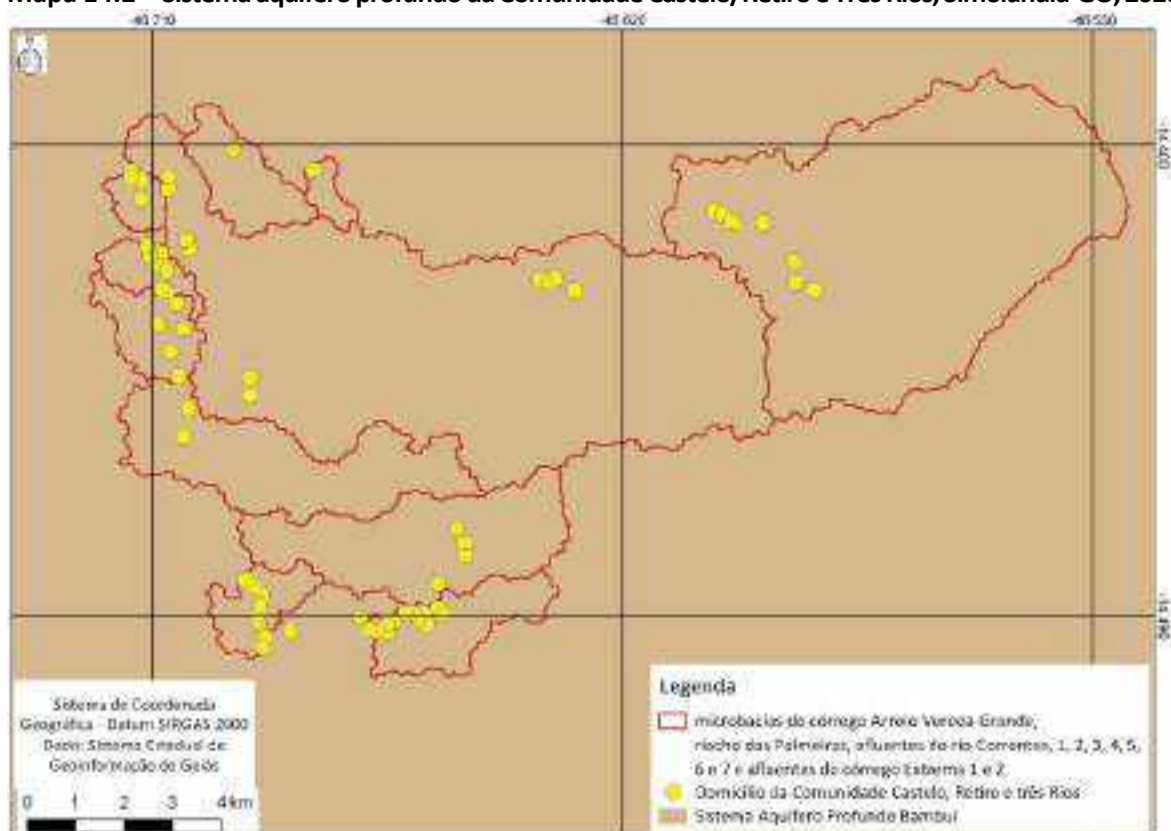


Fonte: elaborado pelos autores.

As microbacias da Comunidade Castelo/Retiro e Três Rios estão em onze localidades diferentes sendo que, todas têm como recurso hídrico principal afluentes do rio Correntes.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea, pode-se dizer que as microbacias do córrego Arroio Vereda Grande, riacho das Palmeiras, afluente do rio Correntes, 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 e afluente do córrego Extrema 1 e 2 encontram-se sobre uma formação geológica de domínio fissuro-cárstico (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esse domínio estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 14.2, observando a presença do Sistema Aquífero Bambuí em 100% (134,109 km²) da área da bacia hidrográfica.

Mapa 14.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade Castelo/Retiro e Três Rios, Simolândia-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

14.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da microbacia em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, nas microbacias do córrego

Arroio Vereda Grande, riacho das Palmeiras, afluente do rio Correntes, 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 e afluente do córrego Extrema 1 e 2 não foram encontradas outorgas de uso da água superficial e subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012), que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Simolândia, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 14.1 e 14.2.

Tabela 14.1 – Consumo *per capita* na Comunidade Castelo/Retiro e Três Rios, Simolândia-GO, 2019.

Nº domicílios ⁽¹⁾	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
70	2,46	171,5	145	0,288

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 14.2 – Demanda de água para pecuária nas microbacias do córrego Arroio Vereda Grande, riacho das Palmeiras, afluente do rio Correntes, 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 e afluente do córrego Extrema 1 e 2 estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Simolândia-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	11.1777,967	0,001736	19,4050
Bubalino	0,000	0,001042	0,0000
Equino	325,033	0,000694	0,2256
Suíno	308,453	0,000405	0,1249
Caprino	23,134	0,000347	0,0080
Ovino	86,753	0,000347	0,0301
Galináceos	6.024,481	0,000003	0,0181
Total	17.945,821	0,0046	19,8117

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, as microbacias do córrego Arroio Vereda Grande, riacho das Palmeiras, afluente do rio Correntes, 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 e afluente do córrego Extrema 1 e 2 têm uma demanda igual a 20,099 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 24,883 m³/dia, e, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (38,139 m³/dia), totalizam uma demanda de 60,022 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

14.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial das microbacias do córrego Arroio Vereda Grande, riacho das Palmeiras, afluente do rio Correntes, 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 e afluente do córrego Extrema 1 e 2 foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do alto médio Araguaia proposta por Honório (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 14.3, sendo que a vazão regionalizada total foi igual a 4.106,559 L/s, para as microbacias do córrego Arroio Vereda Grande, riacho das Palmeiras, afluente do rio Correntes, 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 e afluente do córrego Extrema 1 e 2. Assim, a vazão específica superficial é de 30,621 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (2,790 L/s.km²), é maior, afirmando que a metodologia traz uma menor segurança hídrica para a região. Assim, para uma estimativa da vazão de referência superficial mais segura, optou-se por utilizar como base a vazão específica do PERH. Desta forma, a vazão de referência (Q_{ref}) estimada foi igual a 374,164 L/s.

Tabela 14.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias do córrego Arroio Vereda Grande, riacho das Palmeiras, afluente do rio Correntes, 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 e afluente do córrego Extrema 1 e 2 à jusante da Comunidade Castelo/Retiro e Três Rios, Simolândia-GO, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)	Q _{ref} PERH (L/s)
Córrego Arroio Vereda	52,4268	-14,398727	-46,714944	1165,460	22,230	146,271
Riacho das Palmeiras	41,1606	-14,403832	-46,610474	994,638	24,165	114,838
Afl. rio Corrente 1	11,3661	-14,450801	-46,716214	428,104	37,665	31,711
Afl. rio Corrente 2	11,2932	-14,475651	-46,693002	426,303	37,749	31,508
Afl. rio Corrente 3	4,5846	-14,500548	-46,660892	236,177	51,515	12,791
Afl. córrego Extrema 1	3,7485	-14,392408	-46,700998	206,991	55,220	10,458
Afl. rio Corrente 4	3,1698	-14,424455	-46,720956	185,457	58,508	8,844
Afl. rio Corrente 5	2,583	-14,483988	-46,698600	162,181	62,788	7,207
Afl. rio Corrente 6	1,7406	-14,421421	-46,720718	125,228	71,945	4,856
Afl. rio Corrente 7	1,1241	-14,406838	-46,718611	94,037	83,656	3,136
Afl. córrego Extrema 2	0,9117	-14,402262	-46,676630	81,982	89,922	2,544
Total	134,109	-	-	4.106,559	30,621	374,164

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($Rr: A \times I \times P$), permanentes ($Rp: A \times Ne / Ifi \times b$) e explotáveis ($Re: Rr + Z * Rp$), conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 14.4) identificou-se que o volume total das reservas renováveis

é de 510,308 L/s, para as reservas permanentes, 22.963,870 L/s, para as reservas exploráveis de 1.658,502 L/s e a vazão de referência, conforme pode ser observado na Tabela 14.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 14.5, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 14.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Castelo/Retiro e Três Rios, Simolândia-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Bambuí	10	4,5	120

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 14.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias do córrego Arroio Vereda Grande, riacho das Palmeiras, afluente do rio Correntes, 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 e afluente do córrego Extrema 1 e 2 da Comunidade Castelo/Retiro e Três Rios, Simolândia-GO, 2019.

Reserva renovável (L/s)	Reserva renovável (m ³ /ano)	Reserva permanente (L/s)	Reserva permanente (m ³ /ano)	Reserva explorável (L/s)	Reserva explorável (m ³ /ano)	Q _{ref} (L/s)	Q _{esp} subterrânea (L/s.km ²)
510,308	1,61.10 ⁷	22.963,870	7,24.10 ⁸	1.658,502	5,23.10 ⁷	1.658,502	12,367

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 12,367 L/s.km², conforme Tabela 14.5. Ao associar os resultados da vazão de referência verifica-se que, para a microbacia analisada a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 15,156 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 15,456 L/s.

14.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 187,082 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 14.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (1.658,502 L/s). Assim, subtraindo nessas microbacias as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da

aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 1.825,485 L/s, enquanto a disponibilidade hídrica específica total é igual a 13,612 L/s.km² (Tabela 14.6).

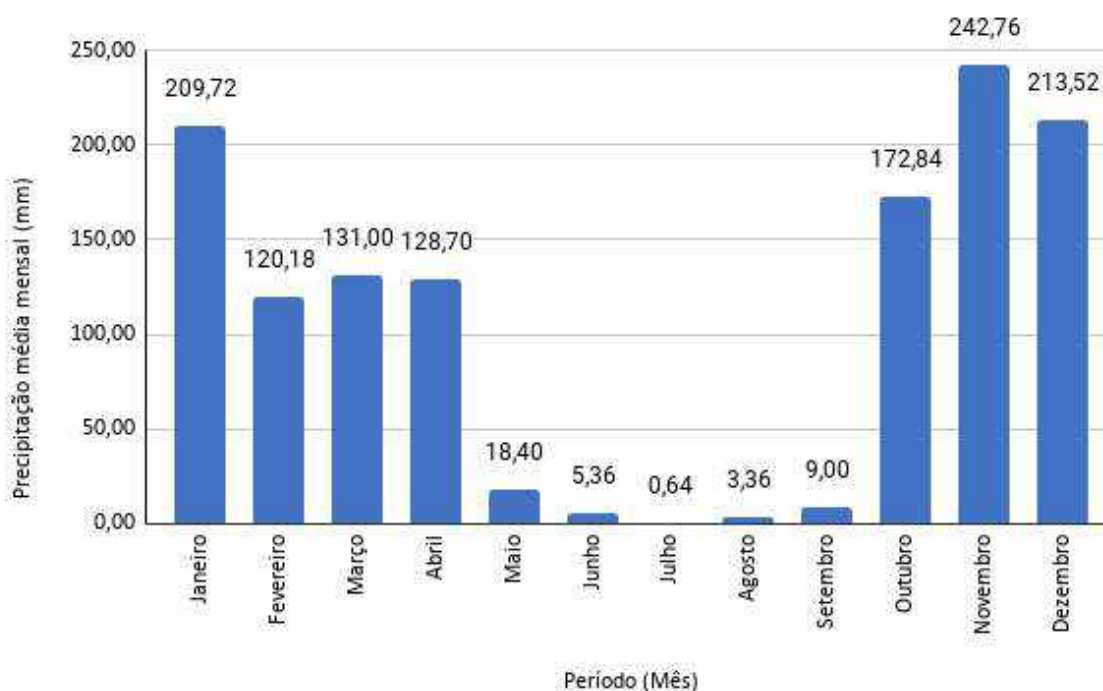
Tabela 14.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do córrego Arroio Vereda Grande, riacho das Palmeiras, afluente do rio Correntes, 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 e afluente do córrego Extrema 1 e 2 da Comunidade Castelo/Retiro e Três Rios, Simolândia-GO, 2020.

Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} $0,5 \times Q_{ref}$ (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
374,164	187,082	1.658,502	20,099	1.825,485	134,109	13,612

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água de chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (2,46 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 14.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm) e 7 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.255,48 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2009-2013).

Gráfico 14.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2009 a 2013, na estação pluviométrica código 1447002.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir das informações e de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do Capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 25.830,000 litros, e uma área de captação mínima de 24,204 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

14.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis nas microbacias do córrego Arroio Vereda Grande, riacho das Palmeiras, afluente do rio Correntes, 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 e afluente do córrego Extrema 1 e 2, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica superficial é superior a disponibilidade hídrica subterrânea, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade Castelo/Retiro e Três Rios foi de 50,657 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade Castelo/Retiro e Três Rios, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

15

COMUNIDADE DE CEDRO

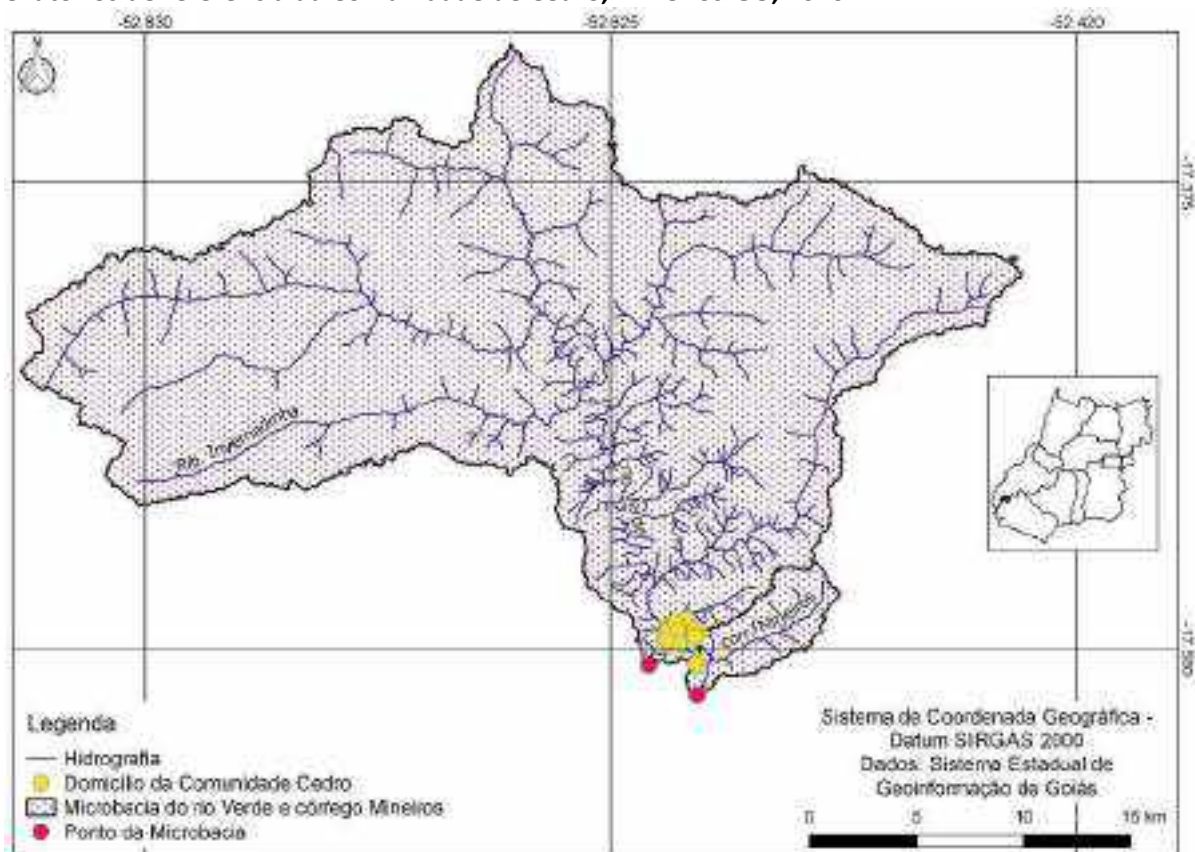


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

15.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade de Cedro, uma comunidade quilombola pertencente ao município de Mineiros – GO, a partir da delimitação das microbacias do rio Verde e córrego Mineiros (GOIÁS, 2014) (Mapa 15.1), nas quais os domicílios da comunidade estão inseridos. Essas microbacias estão localizadas no Sudoeste Goiano, possuindo uma área total de aproximadamente 667,341 km². As microbacias estão inseridas na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos dos Afluentes Goianos do baixo Paranaíba, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 15.1 – Microbacias do rio Verde e córrego Mineiros onde estão inseridos os domicílios e os exutórios de referência da Comunidade de Cedro, Mineiros-GO, 2020.



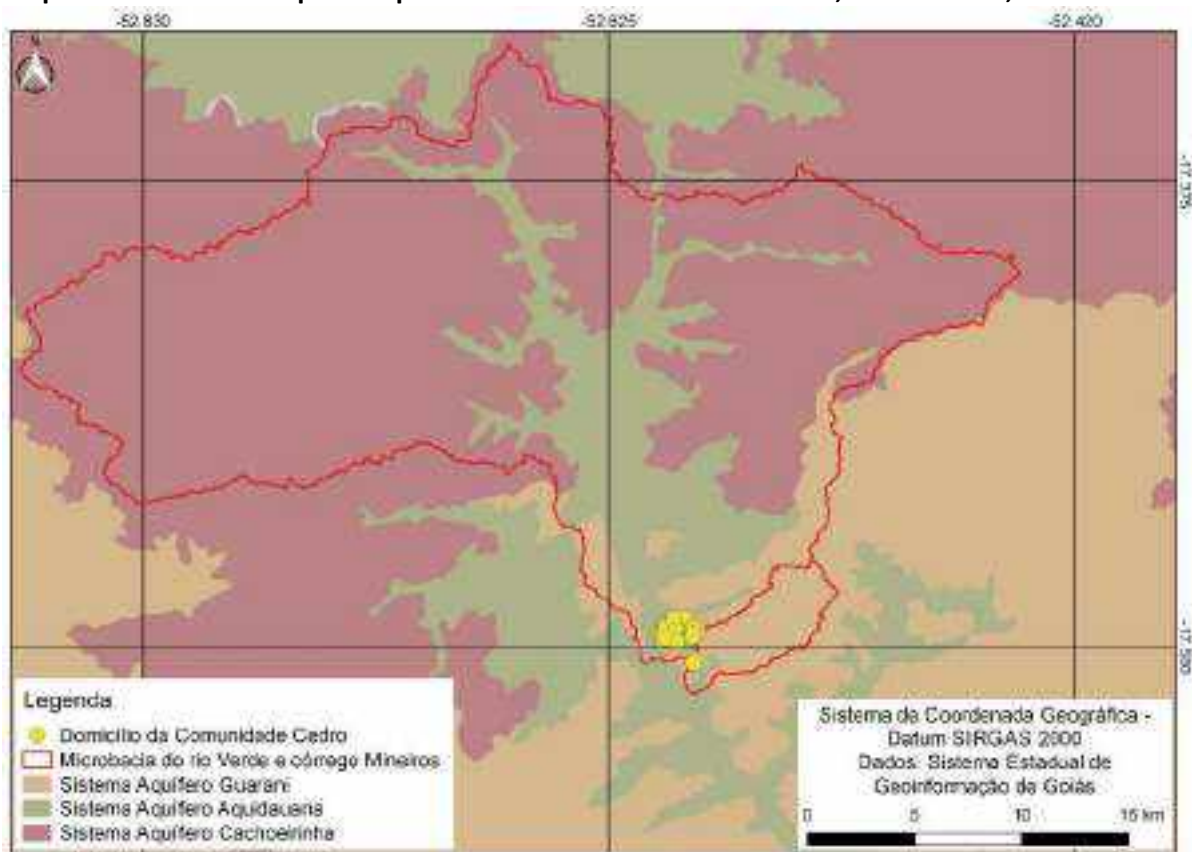
Fonte: elaborado pelos autores.

As microbacias da Comunidade de Cedro têm como principal curso d'água o rio Verde e córrego Mineiros, que recebem a contribuição de diversos córregos e afluentes intermitentes.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea, pode-se dizer que as microbacias do rio Verde e córrego Mineiros se encontram sobre uma formação geológica de domínio

Intergranular e Dupla Porosidade (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esse domínio estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 15.2, observando a presença do Sistema Aquífero Aquidauana, Sistema Aquífero Cachoeirinha e o Sistema Aquífero Guarani, em 125,859 km² (18,860%), 487,732 km² (73,086%) e 53,752 (8,055%) da área da bacia hidrográfica, respectivamente.

Mapa 15.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade de Cedro, Mineiros-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

15.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da microbacia em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, nas microbacias do rio Verde e córrego Mineiros foram encontradas outorgas de uso da água superficial, como outorgas de uso da água subterrânea até o mês de janeiro de 2020 conforme pode ser observado nas Tabelas 15.1 e 15.2.

Tabela 15.1 – Vazões superficiais outorgadas nas microbacias do rio Verde e córrego Mineiros, à montante da Comunidade de Cedro, Mineiros, GO, 2020.

Outorga	Vazão (L/s)
Ponto de Irrigação	33,330
Abastecimento Público	125,000
Total	158,330

Fonte: GOIÁS (2020).

Tabela 15.2 – Vazões subterrâneas outorgadas nas microbacias do rio Verde e córrego Mineiros à montante da Comunidade de Cedro, Mineiros-GO, 2020.

Outorga	Quantidade de outorga por uso	Disponibilidade Efetiva (L/s)
Abastecimento Público	3	13,959
Consumo Humano	3	4,496
Criação animal	1	1,428
Indústria	18	23,102
Total	25	42,985

Fonte: Goiás (2020)

Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012), que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Mineiros, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 15.3 e 15.4.

Tabela 15.3 – Consumo *per capita* na Comunidade de Cedro, Mineiros-GO, 2019.

Nº domicílios ⁽¹⁾	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
53	3,38	179,14	145	0,301

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 15.4 – Demanda de água para pecuária nas microbacias do rio Verde e córrego Mineiros, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Mineiros-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	26.173,898	0,001736	45,4408
Bubalino	1,434	0,001042	0,0015
Equino	213,635	0,000694	0,1484
Suíno	378,521	0,000405	0,1533
Caprino	13,263	0,000347	0,0046
Ovino	238,727	0,000347	0,0829
Galináceos	181.374,863	0,000003	0,5248
Total	208.394,341	0,0046	46,3563

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano, outorgas e a estimativa de consumo para a pecuária, as microbacias do rio Verde e córrego Mineiros têm uma demanda igual a 247,972 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 25,975 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (79,099 m³/dia), totalizam uma demanda de 105,074 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

15.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial das microbacias do rio Verde e córrego Mineiros foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica dos Afluentes Goianos do Baixo Paranaíba proposta por Honório (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 15.5, sendo que a vazão regionalizada total foi igual a 5215,864 L/s, para as microbacias. Assim, a vazão específica superficial é de 7,815 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (8,7 L/s.km²), é menor, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região.

Tabela 15.5 – Vazões regionalizadas nas microbacias do rio Verde e córrego Mineiros à jusante da Comunidade de Cedro, Mineiros-GO, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)
Rio Verde	646,215	-17,587176	-52,608329	5128,744	7,937
Córrego Mineiros	21,126	-17,600239	-52,587155	87,119	4,124
Total	667,341	-	-	5215,864	7,815

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($R_r: A \times I \times P$), permanentes ($R_p: A \times N_e / I \times b$) e explotáveis ($R_e: R_r + Z * R_p$), conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 15.6) identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 3.047,228 L/s, para as reservas permanentes, 123.770,903 L/s, para as reservas explotáveis, de 13.029,741 L/s e a vazão de referência, conforme pode ser observado na Tabela 15.7 Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano,

também apresentada na Tabela 15.7, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 15.6 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade de Cedro, Mineiros-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Aquidauana	12	6,0	200
Cachoeirinha	12	8,0	20
Guarani	12	15,0	200

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 19,525 L/s.km², conforme Tabela 15.7. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que, para as microbacias analisadas, a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 27,340 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 27,340 L/s.

Tabela 15.7 – Disponibilidade hídrica nas microbacias do rio Verde e córrego Mineiros da Comunidade de Cedro, Mineiros-GO, 2019.

Reserva renovável		Reserva permanente		Reserva explotável		Q _{ref}	Q _{esp} subterrânea
(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(L/s.km ²)
3.047,228	9,615.10 ⁷	123.770,90	3,90.10 ⁹	13.029,741	4,11.10 ⁸	13.029,741	19,525

Fonte: elaborado pelos autores.

15.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 5215,864 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 15.8, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (13.029,741 L/s). Assim, subtraindo nessas microbacias as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 15.389,700 L/s, enquanto a disponibilidade hídrica específica total é igual a 23,061 L/s.km² (Tabela 15.8).

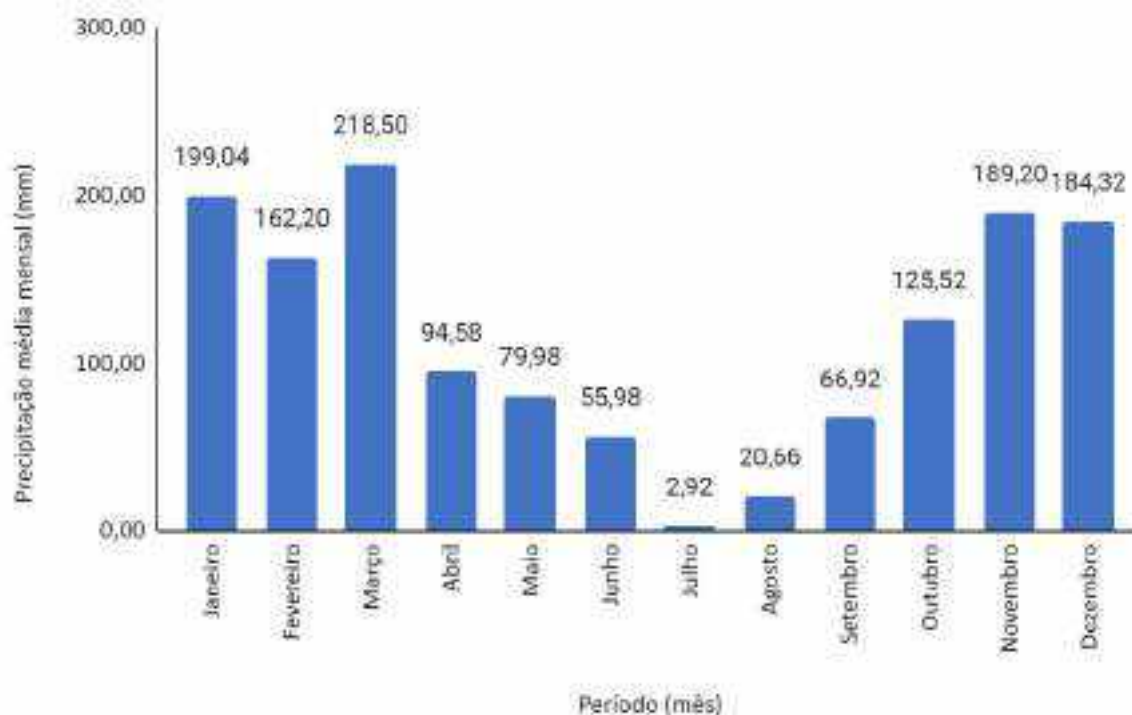
Tabela 15.8 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do rio Verde e córrego Mineiros da Comunidade de Cedro, Mineiros-GO, 2020.

Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} $0,5 \times Q_{ref}$ (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
5215,864	2607,932	13.029,741	247,972	15.389,700	667,343	23,061

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água de chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (3,38 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 15.1), observa-se que há 2 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm), um 4 meses com a precipitação entre 50 e 100 mm e 6 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.399,82 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 1994 a 1998).

Gráfico 15.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 1994 a 1998, na estação pluviométrica código 1752003.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dessas informações e de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do Capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 14.196,000 litros, e uma área de captação mínima de 11,931 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem,

que ocorre de julho a agosto. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

15.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis nas microbacias do rio Verde e córrego Mineiros, tanto subterrânea quanto superficial. Verificase que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir este limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade de Cedro foi de 105,074 m³/dia, sendo superior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade de Cedro, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

16

ASSENTAMENTO CÉU AZUL

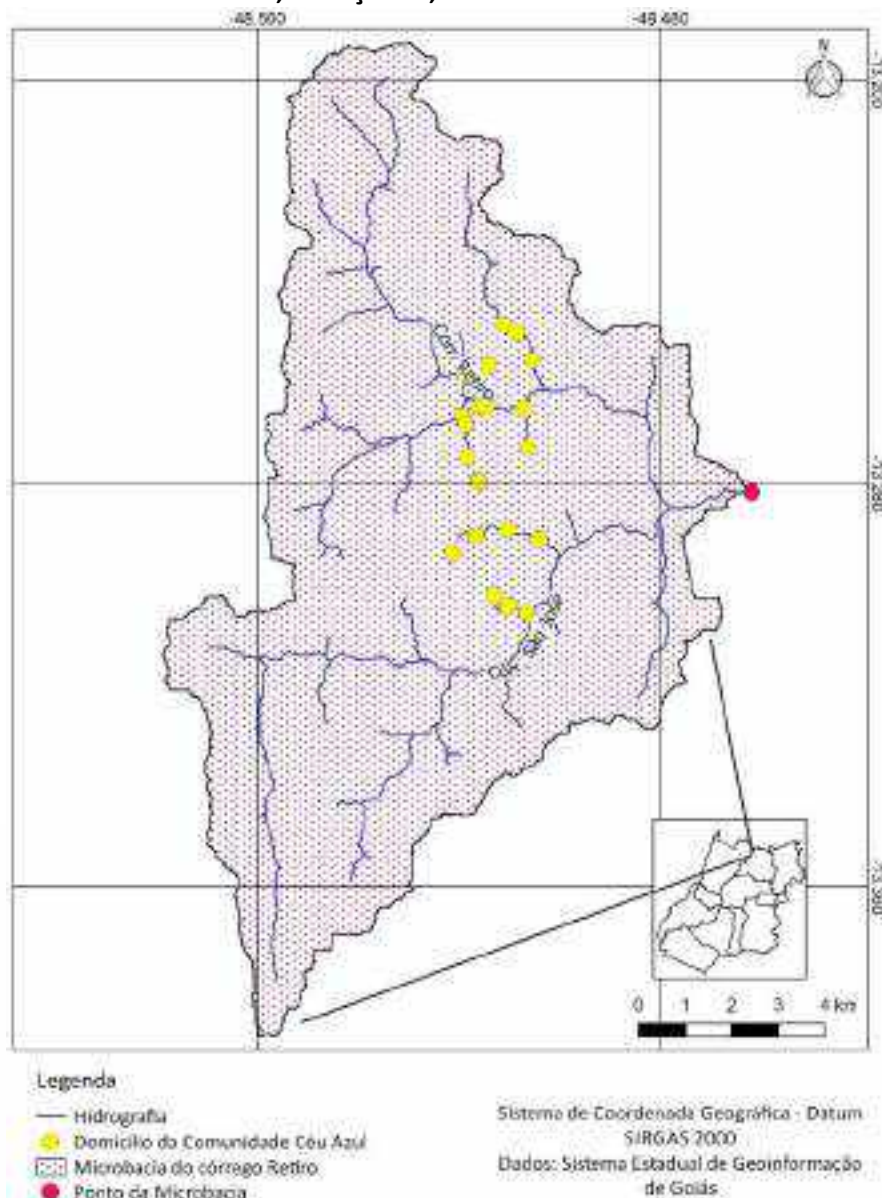


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

16.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade Céu Azul, um assentamento pertencente ao município de Minaçu – GO, a partir da delimitação da microbacia do córrego Retiro (GOIÁS, 2014) (Mapa 16.1), na qual os domicílios da comunidade estão inseridos. Essa microbacia está localizada no Norte Goiano, possuindo uma área de aproximadamente 136,152 km² e está inserida na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos dos Afluentes Goianos do Médio Tocantins, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 16.1 – Microbacia do córrego Retiro onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Céu Azul, Minaçu-GO, 2020.

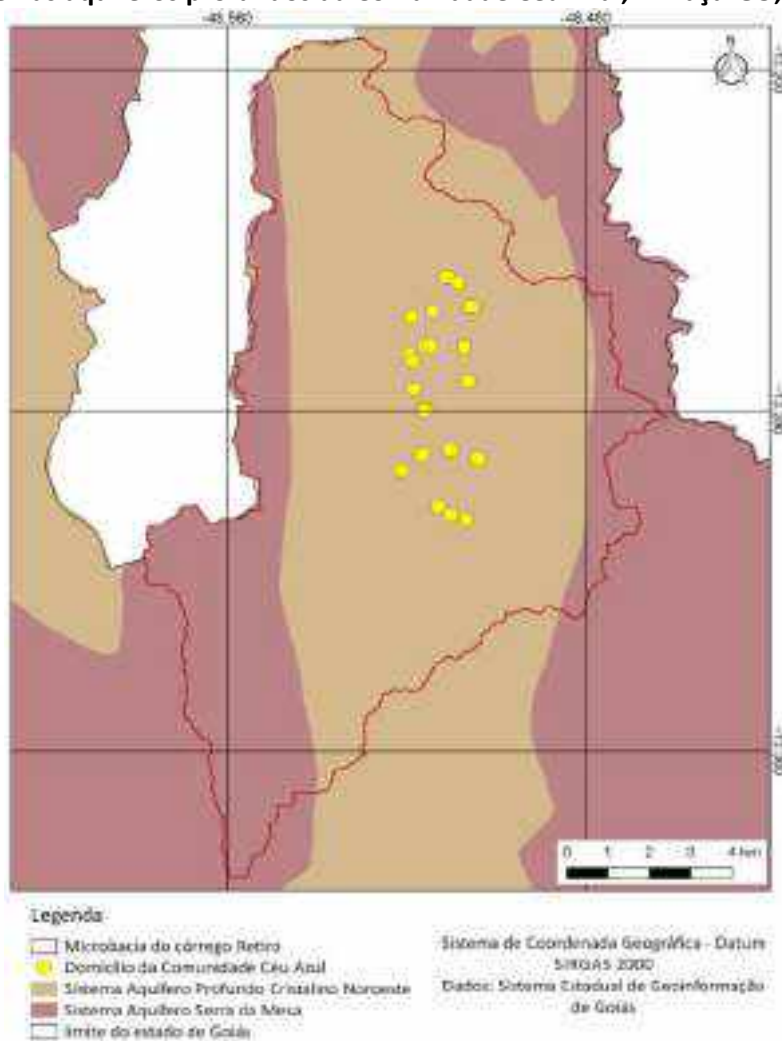


Fonte: elaborado pelos autores.

A microbacia da comunidade tem como principal curso d'água o córrego Retiro, que recebe a contribuição do córrego São José e diversos córregos.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea, pode-se dizer que a microbacia do córrego Retiro encontra-se sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esse domínio estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e a bacia hidrográfica em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 16.2, observando a presença do Sistema Aquífero Serra da Mesa e Sistema Aquífero Cristalino Noroeste em 26,82% (35,885 km²) e 73,18% (97,914 km²) da área da bacia hidrográfica, respectivamente.

Mapa 16.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Céu Azul, Minaçu-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

16.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da microbacia em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, na microbacia do córrego Retiro não foram encontradas outorgas de uso da água superficial e subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012), que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Minaçu, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 16.1 e 16.2.

Tabela 16.1 – Consumo *per capita* na Comunidade Céu Azul, Minaçu-GO, 2019.

Nº domicílios	Moradores por domicílio	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
21	3,08	64,68	145	0,109

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 16.2 – Demanda de água para pecuária na microbacia do córrego Retiro estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Minaçu-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	5.695,434	0,001736	9,8873
Bubalino	6,282	0,001042	0,0065
Equino	112,511	0,000694	0,0781
Suíno	45,928	0,000405	0,0186
Caprino	9,804	0,000347	0,0034
Ovino	23,464	0,000347	0,0081
Galináceos	2.656,962	0,000003	0,0080
Total	8.550,3859	0,0046	10,0100

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, a microbacia do córrego Retiro têm uma demanda igual a 10,119 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 9,379 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a pecuária bovina) (10,605 m³/dia), totalizam uma demanda de 19,984

m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

16.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial da microbacia do córrego Retiro foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do Alto Tocantins proposta por Costa (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 16.3, sendo que a vazão total regionalizada foi igual a 197,877 L/s, para a microbacia do córrego Retiro. Assim, a vazão específica superficial é de 1,453 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (2,380 L/s.km²), é menor, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região.

Tabela 16.3 – Vazão regionalizada na microbacia do córrego Retiro à jusante da Comunidade Céu Azul, Minaçu, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)
Córrego Retiro	136,152	-13,281788	-48,461920	197,877	1,453

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($Rr: A \times I \times P$), permanentes ($Rp: A \times Ne / Ifi \times b$) e exploráveis ($Re: Rr + Z * Rp$) conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 16.4), identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 495,474 L/s, para as reservas permanentes, 6.488,461 L/s, para as reservas exploráveis, 819,897 L/s e a vazão de referência, conforme pode ser observado na Tabela 16.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 16.5, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 16.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Céu Azul, Minaçu-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Serra da Mesa	9	1,2	100
Cristalino Noroeste	10	1,5	110

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 16.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do córrego Retiro da Comunidade Céu Azul, Minaçu-GO, 2019.

Reserva renovável		Reserva permanente		Reserva explorável		Q_{ref}	Q_{esp} subterrânea
(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(L/s.km ²)
495,47	1,56.10 ⁷	6.488,461	2,05.10 ⁸	819,897	2,59.10 ⁷	819,897	6,128

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 6,128 L/s.km², conforme Tabela 16.5. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que, para a microbacia analisada a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 7,581 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 7,581 L/s.

16.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 98,939 L/s, conforme pode ser observado Tabela 16.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (819,897 L/s).

Assim, subtraindo nessa microbacia as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 908,717 L/s, enquanto a disponibilidade hídrica específica total é igual a 6,674 L/s.km² (Tabela 16.6).

Tabela 16.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do córrego Retiro da Comunidade Céu Azul, Minaçu-GO, 2020.

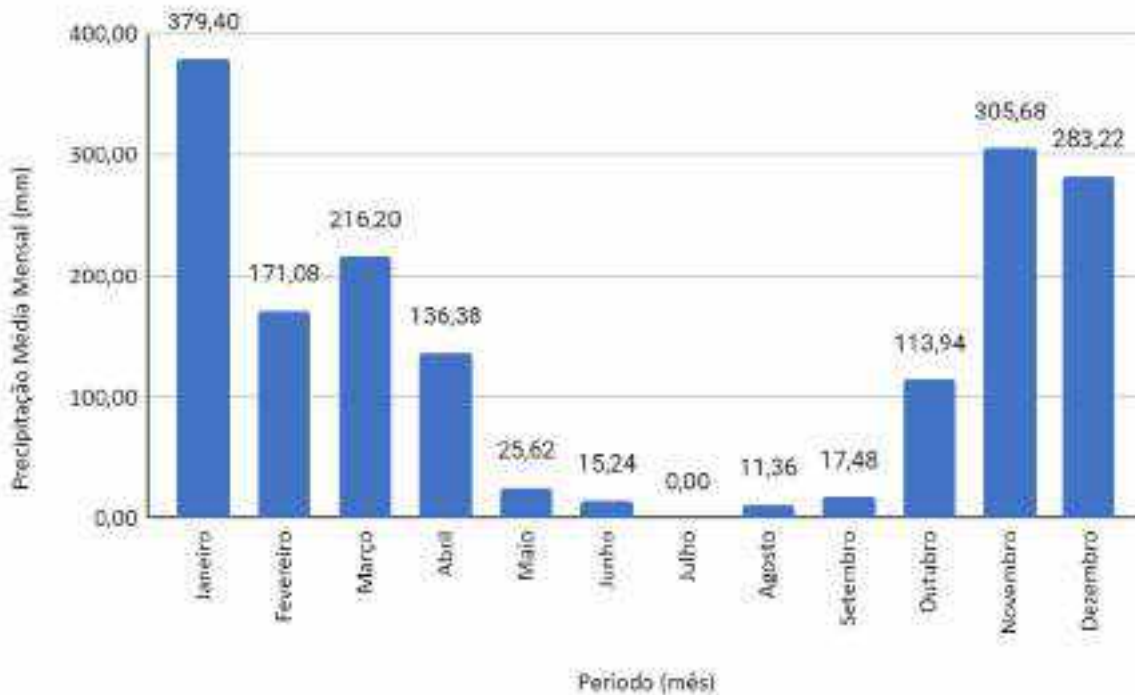
Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} 0,5 x Q_{ref} (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
197,877	98,939	819,897	10,119	908,717	136,152	6,674

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água de chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (3,08 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 16.1), observa-se que há

5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm) e 7 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.675,6 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2009-2013).

Gráfico 16.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2009 a 2013, na estação pluviométrica código 1348003.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dessas informações e, de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 32.340,000 litros e uma área de captação mínima de 22,707 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

16.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis na microbacia do córrego Retiro, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga, caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. No entanto, a demanda identificada para a Comunidade Céu Azul foi de 19,984 m³/dia, sendo superior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade Céu Azul, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

17

ASSENTAMENTO CORA CORALINA

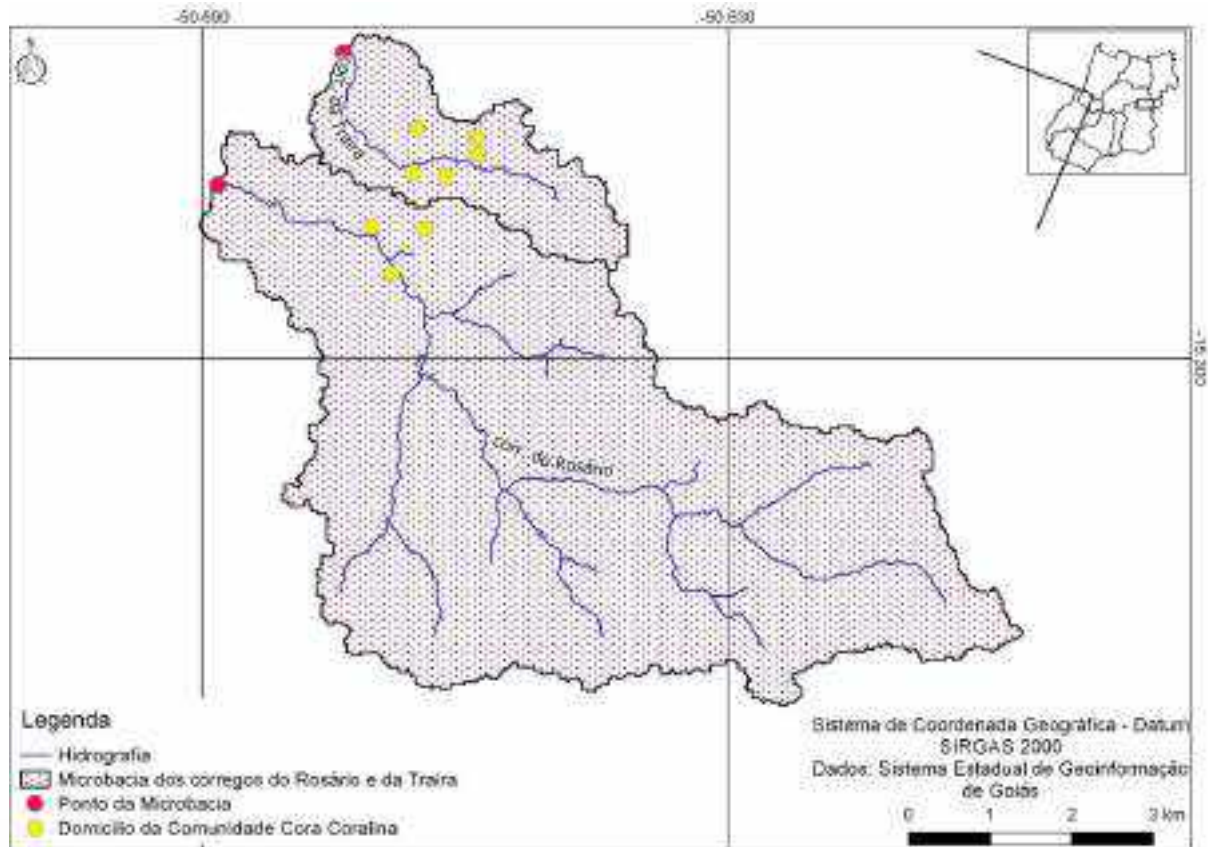


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

17.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade Cora Coralina, um assentamento pertencente ao município de Faina– GO, a partir da delimitação das microbacias do córrego Rosário e córrego Traíra (GOIÁS, 2014) (Mapa 17.1), nas quais os domicílios da comunidade estão inseridos. Essas microbacias estão localizadas no Noroeste Goiano, possuindo uma área total de aproximadamente 42,016 km². As microbacias estão inseridas na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos dos Afluentes Goianos do Médio Araguaia, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 17.1 – Microbacias do córrego Rosário e córrego Traíra onde estão inseridos os domicílios e os exutórios de referência da Comunidade Cora Coralina, Faina-GO, 2020.



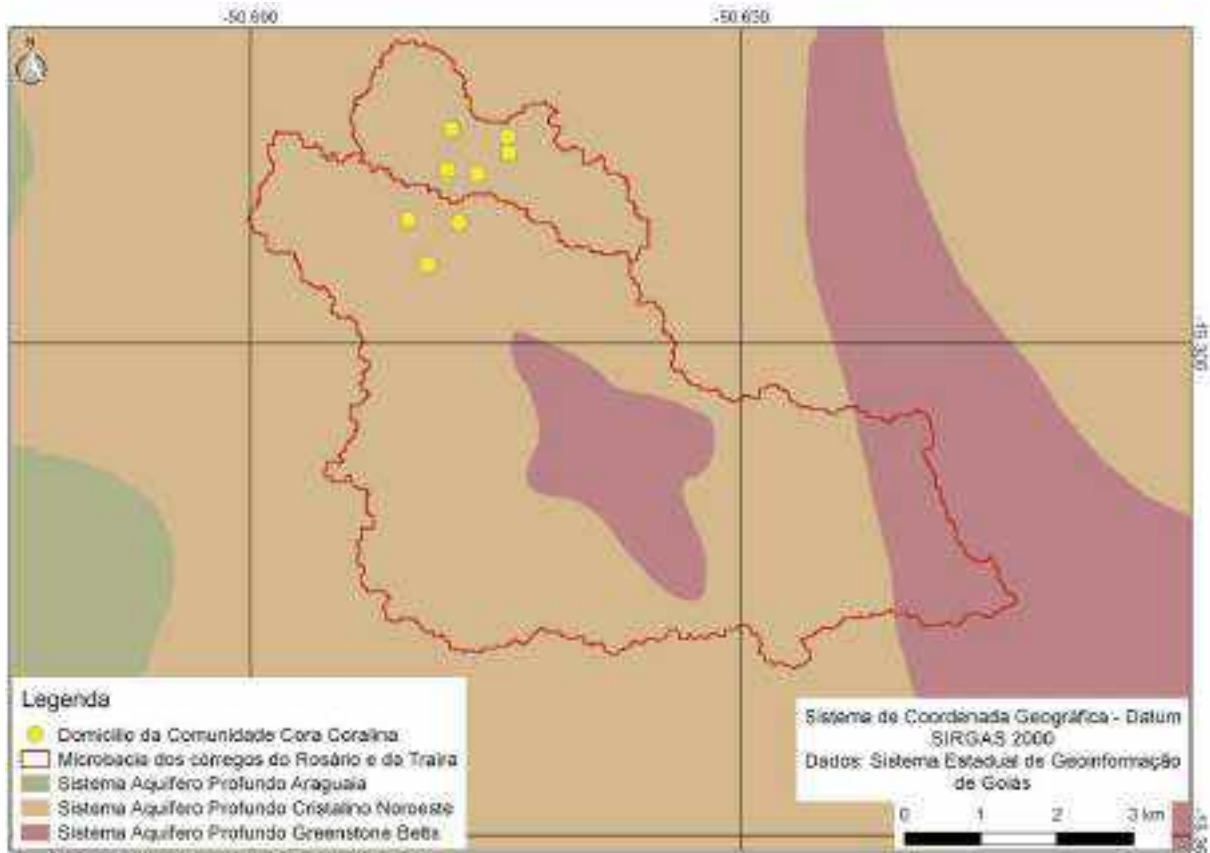
Fonte: elaborado pelos autores.

As microbacias da Comunidade Cora Coralina têm como principal curso d'água o córrego Rosário, que recebe a contribuição de diversos córregos.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea, pode-se dizer que as microbacias dos córregos Rosário e Traíra encontram-se sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esse domínio estão os sistemas aquíferos diferenciados a

partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 17.2, observando a presença do Sistema Aquífero Cristalino Noroeste e do Sistema Aquífero Greenstone Belt sem 33,879 km² (80,634%) e 8,137 (19,366%) da área da bacia hidrográfica, respectivamente.

Mapa 17.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Cora Coralina, Faina-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

17.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da microbacia em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, nas microbacias do córrego Rosário e córrego Traíra não foram encontradas outorgas de uso da água superficial, nem subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012), que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para

consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Faina, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 17.1 e 17.2.

Tabela 17.1 – Consumo *per capita* na Comunidade Cora Coralina, Faina-GO, 2019.

Nº domicílios ⁽¹⁾	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
8	3,0	24	145	0,040

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 17.2 – Demanda de água para pecuária nas microbacias do córrego Rosário e córrego Traíra, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Faina-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	3.907,527	0,001736	6,7839
Bubalino	2,311	0,001042	0,0024
Equino	69,103	0,000694	0,0480
Suíno	136,047	0,000405	0,0551
Caprino	2,375	0,000347	0,0008
Ovino	8,638	0,000347	0,0030
Galináceos	755,816	0,000003	0,0022
Total	4.881,817	0,0046	6,8954

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, as microbacias dos córregos Rosário e Traíra têm uma demanda igual a 6,936 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 3,480 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (9,635 m³/dia), totalizam uma demanda de 13,115 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

17.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial das microbacias do córrego Rosário e córrego Traíra foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do alto médio Araguaia proposta por Costa (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 17.3, sendo que a vazão regionalizada total foi igual a 0,00158 L/s, para as microbacias. Assim, a vazão específica superficial é de 0,0000454 L/s.km², que, quando

comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (1,66 L/s.km²), é menor, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região.

Tabela 17.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias dos córregos Rosário e córrego Traíra à jusante da Comunidade Cora Coralina, Faina-GO, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg superficial} (L/s)	Q _{esp superficial} (L/s.km ²)
Córrego Rosário	36,850	-15,280247	-50,688217	0,001569	0,000043
Córrego Traíra	5,166	-15,265178	-50,673852	0,000012	0,000002
Total	34,791	-	-	0,00158	0,0000454

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($R_r: A \times I \times P$), permanentes ($R_p: A \times N_e / I_{fi} \times b$) e exploráveis ($R_e: R_r + Z * R_p$), conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 17.4) identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 153,686 L/s, para as reservas permanentes, 2.030,611 L/s, para as reservas exploráveis é de 252,636 L/s e a vazão de referência conforme, pode ser observado na Tabela 17.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 17.5, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s. Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 6,013 L/s.km², conforme Tabela 17.5. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que, para as microbacias analisadas, a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 6,013 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 6,013 L/s.

Tabela 17.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Cora Coralina, Faina-GO, 2019

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (I _{fi}) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Cristalino Noroeste	10	1,5	110
Greenstone Belts	8	1,0	100

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 17.5 – Disponibilidade hídrica nas microbacias dos córregos Rosário e córrego Traíra da Comunidade Cora Coralina, Faina-GO, 2019.

Reserva renovável (L/s)	Reserva renovável (m ³ /ano)	Reserva permanente (L/s)	Reserva permanente (m ³ /ano)	Reserva explorável (L/s)	Reserva explorável (m ³ /ano)	Q _{ref} (L/s)	Q _{esp subterrânea} (L/s.km ²)
153,686	4,85.10 ⁶	2.030,611	6,40.10 ⁷	252,636	7,97.10 ⁶	252,636	6,013

Fonte: elaborado pelos autores.

17.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 0,00079 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 17.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (252,636 L/s). Assim, subtraindo nessas microbacias as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 245,701 L/s, enquanto a disponibilidade hídrica específica total é igual a 5,848 L/s.km² (Tabela 17.6).

Tabela 17.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias dos córregos Rosário e córrego Traíra da Comunidade Cora Coralina, Faina-GO, 2020.

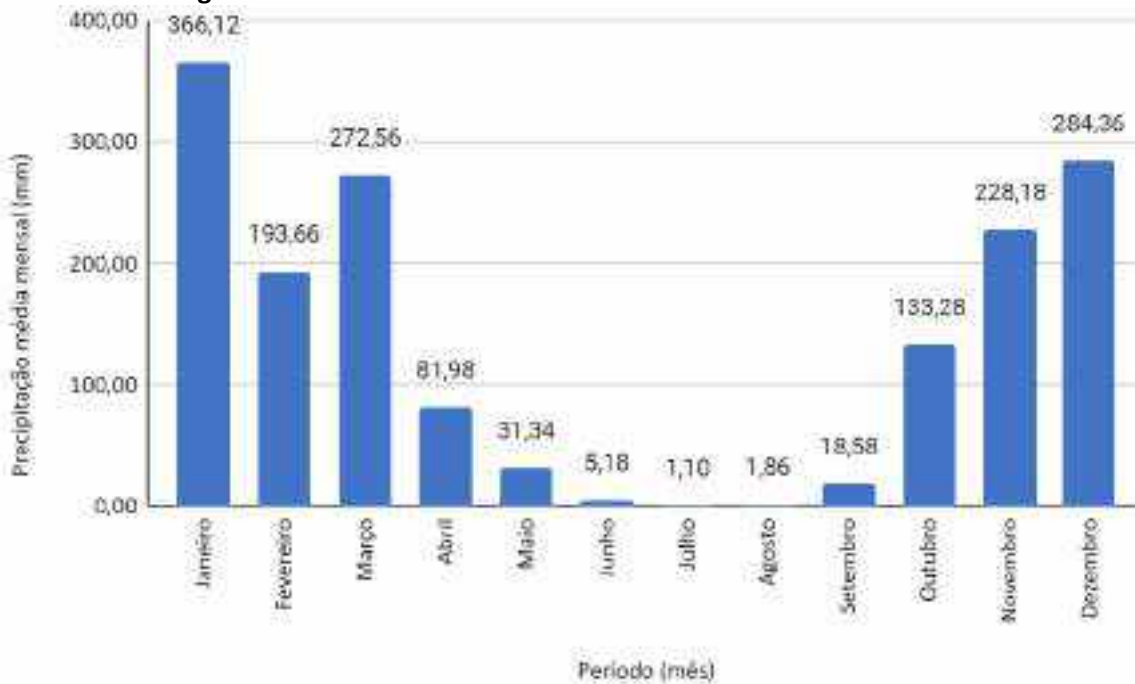
Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} $0,5 \times Q_{ref}$ (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
0,00158	0,00079	252,636	6,936	245,701	42,016	5,848

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água de chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (3,0 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 17.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm), um mês com a precipitação entre 50 e 100 mm e 6 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.618,2 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2011 a 2015).

A partir dessas informações e de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do Capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 31.500,000 litros e uma área de captação mínima de 22,901 m² para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

Gráfico 17.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2011 a 2015, na estação pluviométrica código 1550001.



Fonte: elaborado pelos autores.

17.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis nas microbacias dos córregos Rosário e córrego Traíra, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade Cora Coralina foi de 13,115 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade Cora Coralina, como a implantação de tecnologias

de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

18

COMUNIDADE CÓRREGO DO INHAMBÚ

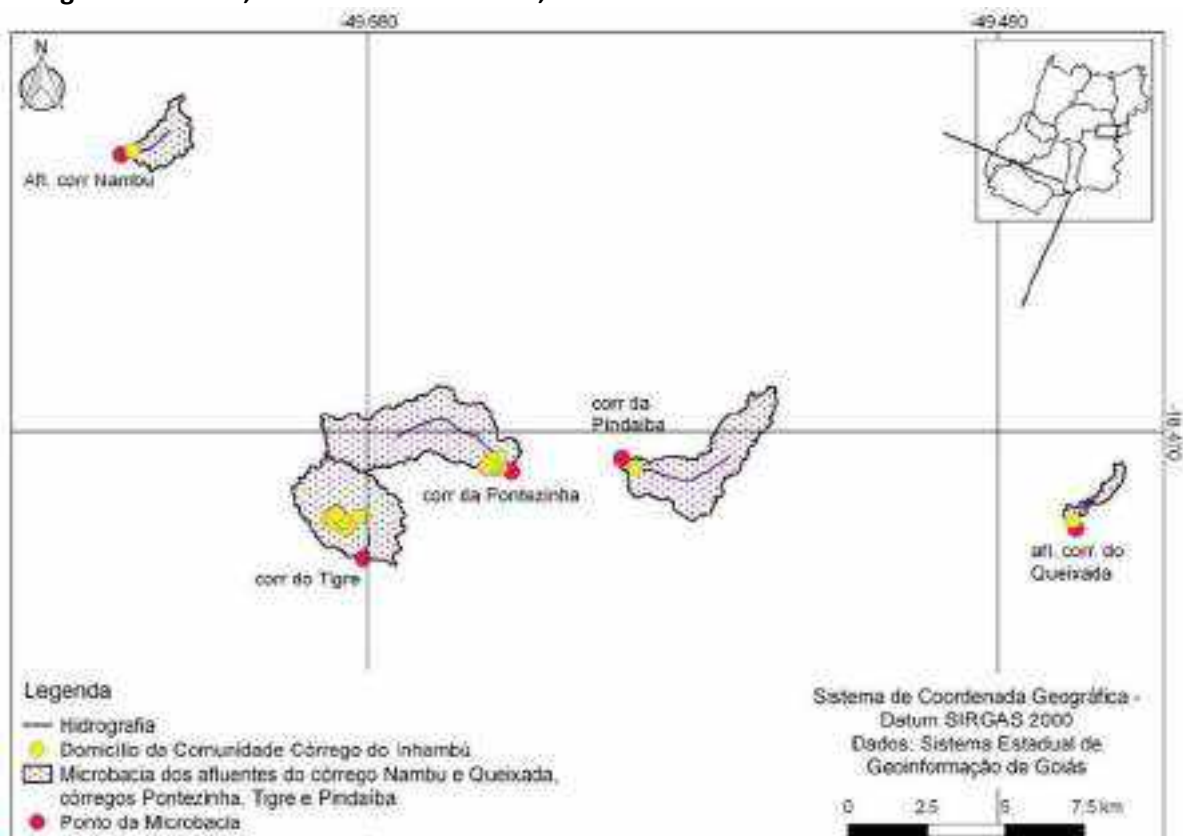


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

18.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade Córrego do Inhambú, uma comunidade quilombola pertencente ao município de Cachoeira Dourada– GO, a partir da delimitação das microbacias dos afluentes do córrego Nambu e do córrego Queixada, córregos da Pontezinha, do Tigre e da Pindaíba (GOIÁS, 2014) (Mapa 18.1), nas quais os domicílios da comunidade estão inseridos. Essas microbacias estão localizadas no Sul Goiano, possuindo uma área de aproximadamente 30,769 km² e estão inseridas nas Unidades de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos dos Afluentes Goianos do Meia Ponte e de Turvo e dos Bois, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 18.1 – Microbacias dos afluentes do córrego Nambu e do Queixada, córregos da Pontezinha, do Tigre e da Pindaíba onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Córrego do Inhambú, Cachoeira Dourada-GO, 2020.

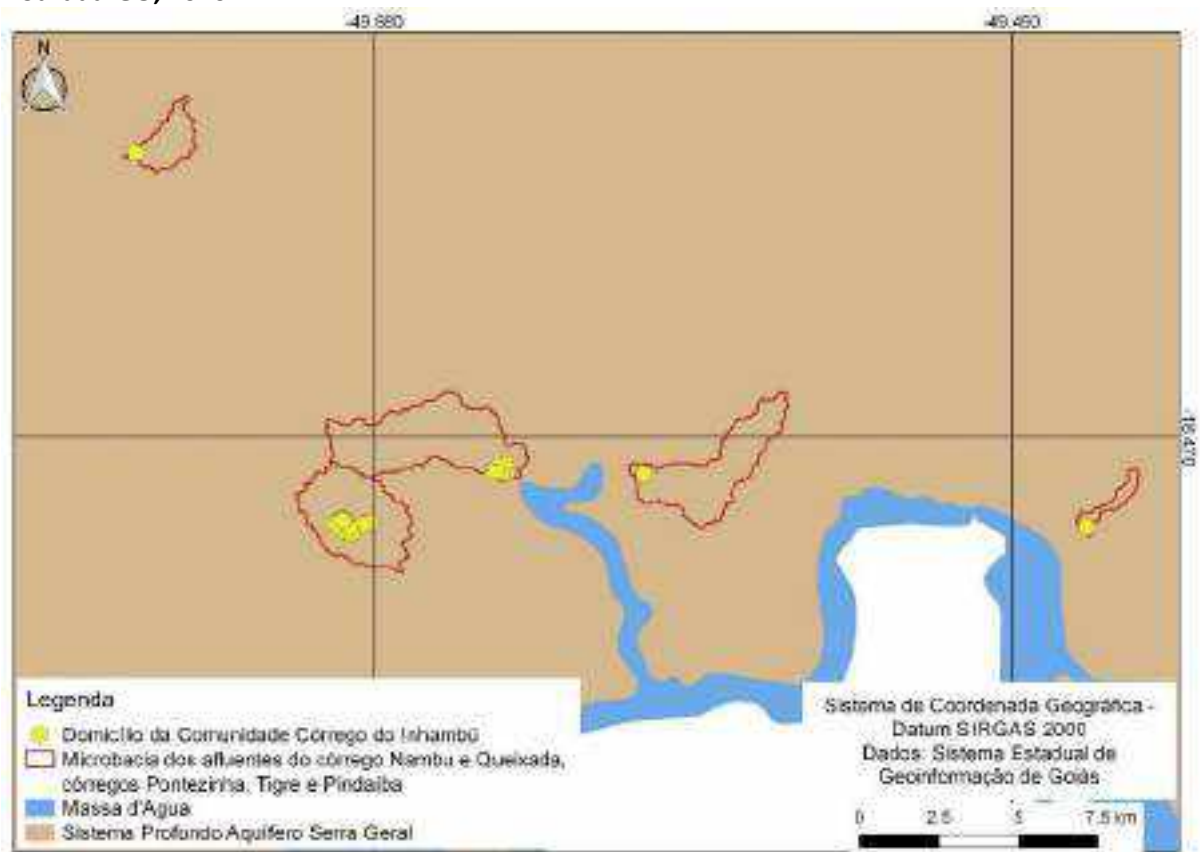


Fonte: elaborado pelos autores.

As microbacias da Comunidade Córrego do Inhambú encontram-se espalhadas já que, alguns domicílios estão em área rural. As microbacias têm como principal curso d'água os córregos do Tigre, da Pontezinha e da Pindaíba.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea, pode-se dizer que as microbacias dos afluentes do córrego Nambu e do Queixada, córregos da Pontezinha, do Tigre e da Pindaíba encontram-se sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esse domínio estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e a bacia hidrográfica em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 18.2, observando a presença do Sistema Aquífero Serra Geral 100,0% (30,769 km²) da área da bacia hidrográfica.

Mapa 18.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Córrego do Inhambú, Cachoeira Dourada-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

18.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante das microbacias em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, nas microbacias dos córregos

Conceição e Pires não foram encontradas outorgas de uso da água superficial até o mês de janeiro de 2020, porém foi encontrada outorga subterrânea, conforme pode ser observado na Tabela 18.1.

Tabela 18.1 – Vazões outorgadas nas microbacias dos afluentes do córrego Nambu e do Queixada, córregos da Pontezinha, do Tigre e da Pindaíba, para fins de irrigação à montante da Comunidade Inhambú, Cachoeira Dourada-GO, 2020.

Outorga	Taxa de bombeamento (h/dia)	Vazão (m ³ /h)	Disponibilidade Efetiva (m ³ /dia)	Disponibilidade Efetiva (L/s)
Abastecimento Público	16	18,56	296,944	3,437

Fonte: Goiás (2020).

Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012), que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Cachoeira Dourada, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 18.2 e 18.3.

Tabela 18.2 – Consumo *per capita* na Comunidade Córrego do Inhambú, Cachoeira Dourada-GO, 2019.

Nº domicílios	Moradores por domicílio	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
31	3,57	110,67	145	0,186

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 18.3 – Demanda de água para pecuária nas microbacias dos afluentes do córrego Nambu e do Queixada, córregos da Pontezinha, do Tigre e da Pindaíba estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Cachoeira Dourada-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	530,002	0,001736	0,9201
Bubalino	0,000	0,001042	0,0000
Equino	12,274	0,000694	0,0085
Suíno	22,316	0,000405	0,0090
Caprino	0,037	0,000347	0,0000
Ovino	1,488	0,000347	0,0005
Galináceos	104,141	0,000003	0,0003
Total	670,257	0,0046	0,9385

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de outorga, consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, as microbacias dos afluentes do córrego Nambu e do Queixada, córregos da Pontezinha, do Tigre e da Pindaíba têm uma demanda igual a 4,561 L/s. Conhecendo esses

volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 16,047 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (1,589 m³/dia), totalizam uma demanda de 17,636 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

18.3 Vazão de referência e vazão específica

As vazões de referência superficial das microbacias dos afluentes do córrego Nambu e do Queixada, córregos da Pontezinha, do Tigre e da Pindaíba foram obtidas por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando as equações de regionalização para a bacia hidrográfica do Meia Ponte e do Turvo e dos Bois, proposta por Honório (2020) e Costa (2020), respectivamente. Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 18.4, sendo que a vazão total regionalizada foi igual a 204,120 L/s, para as microbacias dos afluentes do córrego Nambu e Queixada, córregos Pontezinha, Tigre e Pindaíba. Assim, a vazão específica superficial é de 6,633 L/s.km², a qual, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (4,50 e 4,53 L/s.km² respectivamente), é maior, afirmando que a metodologia traz uma menor segurança hídrica para a região. Assim, para uma estimativa da vazão de referência superficial mais segura, optou-se por utilizar como base a vazão específica do PERH. Desta forma, a vazão de referência (Q_{ref}) estimada foi igual a 138,786 L/s.

Tabela 18.4 – Vazão regionalizada nas microbacias dos afluentes do córrego Nambu e do Queixada, córregos da Pontezinha, do Tigre e da Pindaíba à jusante da Comunidade Córrego do Inhabú, Cachoeira Dourada-GO, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)	Q _{ref} PERH (L/s)
Afluente córrego Nambu	2,531	-18,386567	-49,754640	52,417	20,710	11,465
Córrego da Pontezinha	11,051	-18,482004	-49,636768	58,561	5,299	49,730
Córrego do Tigre	8,331	-18,508407	-49,681656	44,797	5,377	37,739
Córrego da Pindaíba	7,901	-18,478142	-49,603713	42,601	5,392	35,555
Afluente córrego do Queixada	0,955	-18,499376	-49,466673	5,744	6,014	4,298
Total	30,769	-	-	204,120	6,633	138,786

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($R_r: A \times I \times P$), permanentes ($R_p: A \times N_e / I \times b$) e explotáveis ($R_e: R_r + Z \times R_p$)

conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 18.5), identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 140,49 L/s, para as reservas permanentes, 10.244,62 L/s, para as reservas exploráveis, 1.164,960 L/s e a vazão de referência, conforme pode ser observado na Tabela 18.6. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 18.6, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 18.5 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Córrego do Inhambú, Cachoeira Dourada-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (L) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Serra Geral	12	3,5	300

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 37,861 L/s.km², conforme Tabela 18.6. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que, para a microbacia analisada a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 42,372 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 72,372 L/s.

Tabela 18.6 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias dos afluentes do córrego Nambu e do Queixada, córregos da Pontezinha, do Tigre e da Pindaíba da Comunidade Córrego do Inhambú, Cachoeira Dourada-GO, 2019.

Reserva renovável		Reserva permanente		Reserva explorável		Q _{ref}	Q _{esp} subterrânea
(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(L/s.km ²)
140,49	4,43.10 ⁶	10.244,62	3,23.10 ⁸	1.164,96	3,67.10 ⁷	1.164,96	37,861

Fonte: elaborado pelos autores.

18.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 69,393 L/s, conforme pode ser observado Tabela 18.7, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (1.164,960 L/s). Assim, subtraindo nessa microbacia as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item

1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 1.229,792 L/s, enquanto a disponibilidade hídrica específica total é igual a 39,969 L/s.km² (Tabela 18.7).

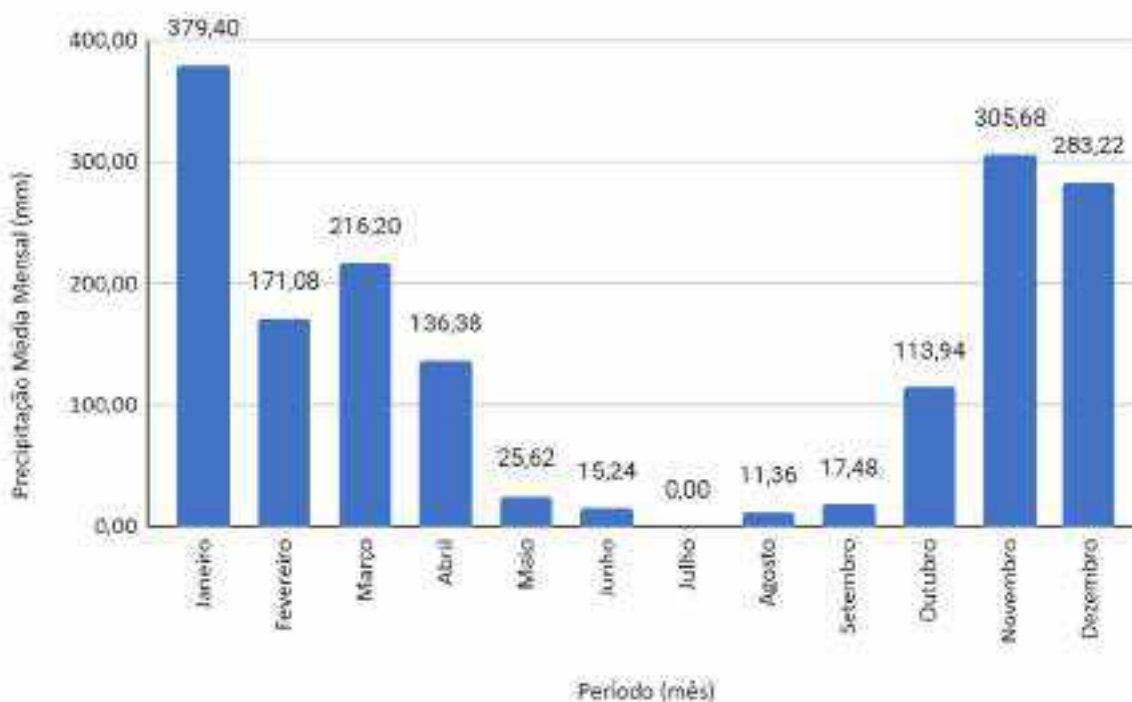
Tabela 18.7 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias dos afluentes do córrego Nambu e do Queixada, córregos da Pontezinha, do Tigre e da Pindaíba da Comunidade Córrego do Inhabú, Cachoeira Dourada-GO, 2020.

Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} $0,5 \times Q_{ref}$ (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
138,786	69,393	1.164,960	4,561	1.229,792	30,769	39,969

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água de chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (3,57 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 18.1), observa-se que há 6 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm) e 6 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.245,5 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2015-2019).

Gráfico 18.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2015 a 2019, na estação pluviométrica código 1849016.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dessas informações e de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 44.982,000 litros e uma área de captação mínima de 42,489 m² para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

18.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis nas microbacias dos afluentes do córrego Nambu e do Queixada, córregos da Pontezinha, do Tigre e da Pindaíba, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independentem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independentem de outorga. No entanto, a demanda identificada para a Comunidade Córrego do Inhambú foi de 17,636 m³/dia, sendo superior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade Córrego do Inhambú, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

19

ASSENTAMENTO ENGENHO DA PONTINHA

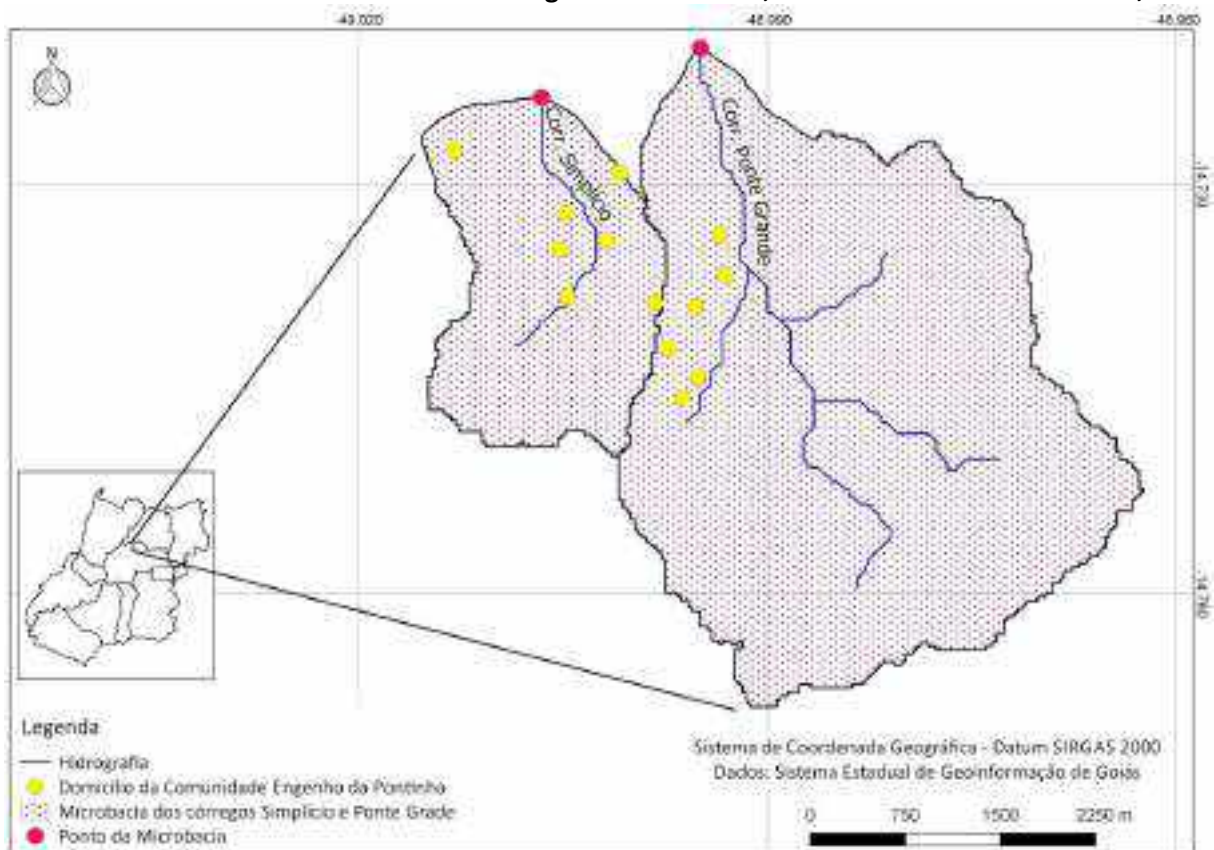


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

19.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade Engenho da Pontinha, um assentamento pertencente ao município de Santa Rita do Novo Destino – GO, a partir da delimitação das microbacias do córrego Ponte Grande e córrego Simplício (GOIÁS, 2014) (Mapa 19.1), nas quais os domicílios da comunidade estão inseridos. Essas microbacias estão localizadas no Centro Goiano, possuindo uma área total de aproximadamente 17,91 km² e estão inseridas na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos do rio das Almas e dos Afluentes Goianos do rio Maranhão, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 19.1 – Microbacia do córrego Ponte Grande e córrego Simplício, onde estão inseridos os domicílios e os exutórios de referência da Comunidade Engenho da Pontinha, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2020.

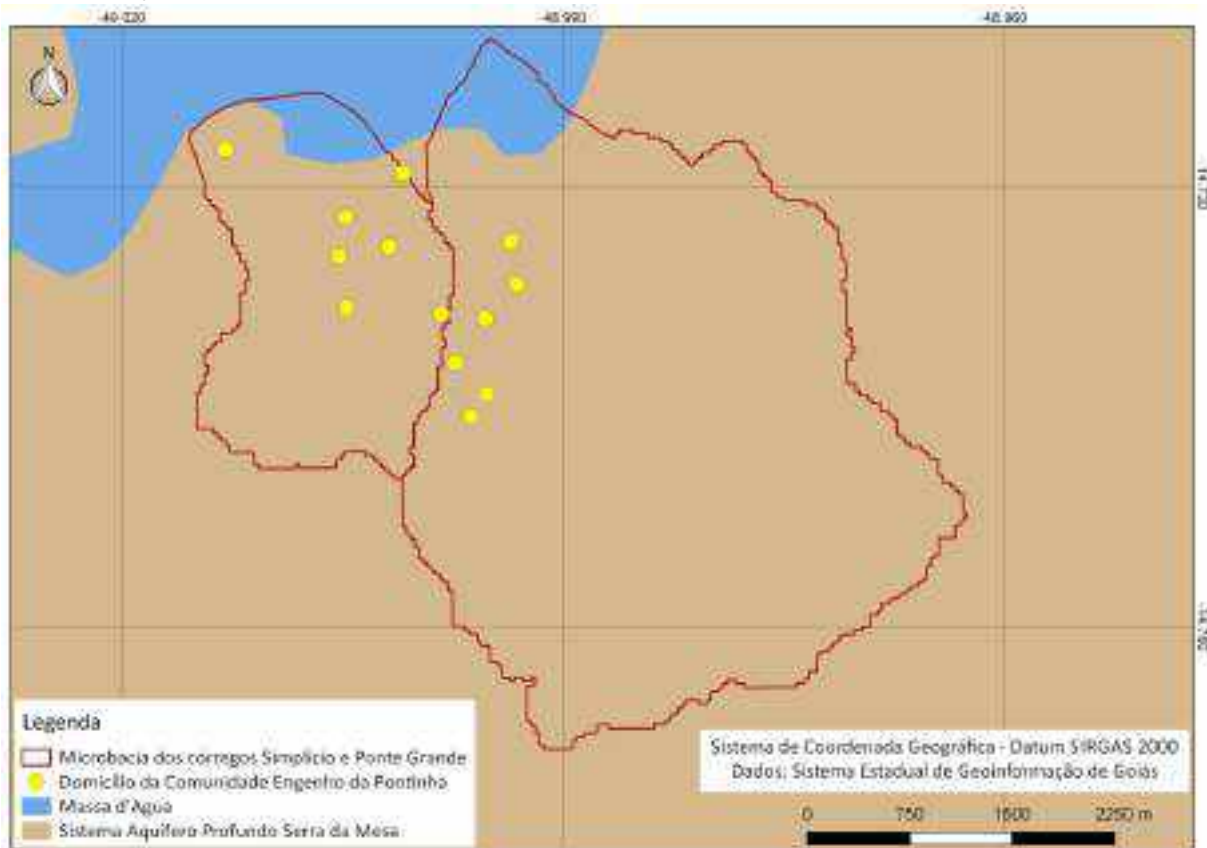


Fonte: elaborado pelos autores.

As microbacias da Comunidade Engenho da Pontinha têm como principais cursos d'água os córregos Ponte Grande e Simplício, que recebem a contribuição de diversos afluentes intermitentes. Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea, pode-se dizer que as microbacias do córrego Ponte Grande e córrego Simplício encontram-se sobre uma formação geológica de

domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esse domínio estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir dessa sobreposição, chegou-se ao Mapa 19.2, observando a presença do Sistema Aquífero Serra da Mesa em 95,59% (17,120 km²) da área da microbacia, desconsiderando nesse cálculo a massa de água encontrada.

Mapa 19.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade Engenho da Pontinha, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

19.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da microbacia em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, nas microbacias dos córregos Ponte Grande e Simplício não foram encontradas outorgas de uso da água superficial até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada

levando-se em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012), que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Santa Rita do Novo Destino, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 19.1 e 19.2.

Tabela 19.1 – Consumo *per capita* na Comunidade Engenho da Pontinha, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2019.

Nº domicílios ⁽¹⁾	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
13	2,3	29,9	145	0,050

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 19.2 – Demanda de água pecuária nas microbacias do córrego Ponte Grande e córrego Simplício, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Santa Rita do Novo Destino-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	1.079,926	0,001736	1,8749
Bubalino	0,281	0,001042	0,0003
Equino	17,796	0,000694	0,0124
Suíno	63,690	0,000405	0,0258
Caprino	2,435	0,000347	0,0008
Ovino	4,402	0,000347	0,0015
Galináceos	449,579	0,000003	0,0013
Total	1.618,110	0,0046	1,9170

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, as microbacias do córrego Ponte Grande e córrego Simplício têm uma demanda igual a 1,967 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 4,336 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (3,640 m³/dia), totalizam uma demanda de 7,975 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

19.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial das microbacias do córrego Ponte Grande e córrego Simplício foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do alto

médio Araguaia proposta por Costa (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 19.3, sendo que a vazão regionalizada total foi igual a 0,00158 L/s, para as microbacias. Assim, a vazão específica superficial é de 0,0000454 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (1,66 L/s.km²), é menor, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região.

Tabela 19.3 – Vazões regionalizadas nas do córrego Ponte Grande e córrego Simplício à jusante da Comunidade Engenho da Pontinha, Santa Rita do Novo Destino, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)
Córrego Ponte Grande	13,775	-14,723679	-49,006591	10,711	0,778
Córrego Simplício	4,134	-14,720081	-40,899494	2,314	0,560
Total	17,909			13,026	1,374

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($R_r: A \times I \times P$), permanentes ($R_p: A \times N_e / I_f \times b$) e exploráveis ($R_e: R_r + Z * R_p$), conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 19.4), identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 58,630 L/s, para as reservas permanentes, 651,446 L/s, para as reservas exploráveis, de 91,202 L/s, e a vazão de referência, conforme pode ser observado na Tabela 19.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 19.5, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 19.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Engenho da Pontinha, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Serra da Mesa	9	1,2	100

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 19.5 – Disponibilidade hídrica nas microbacias do córrego Ponte Grande e córrego Simplício da Comunidade Engenho da Pontinha, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2019.

Reserva renovável		Reserva permanente		Reserva explorável		Q _{ref}	Q _{esp} subterrânea
(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(L/s.km ²)
58,630	1,849.10 ⁶	651,446	2,054.10 ⁷	91,202	2,87.10 ⁶	91,202	5,330

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 5,330 L/s.km², conforme Tabela 19.5. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que, para as microbacias analisadas, a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 6,704 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 6,704 L/s.

19.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 6,513 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 19.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (91,200 L/s). Assim, subtraindo nessas microbacias as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 95,748 L/s, enquanto a disponibilidade hídrica específica total é igual a 5,346 L/s.km² (Tabela 19.6).

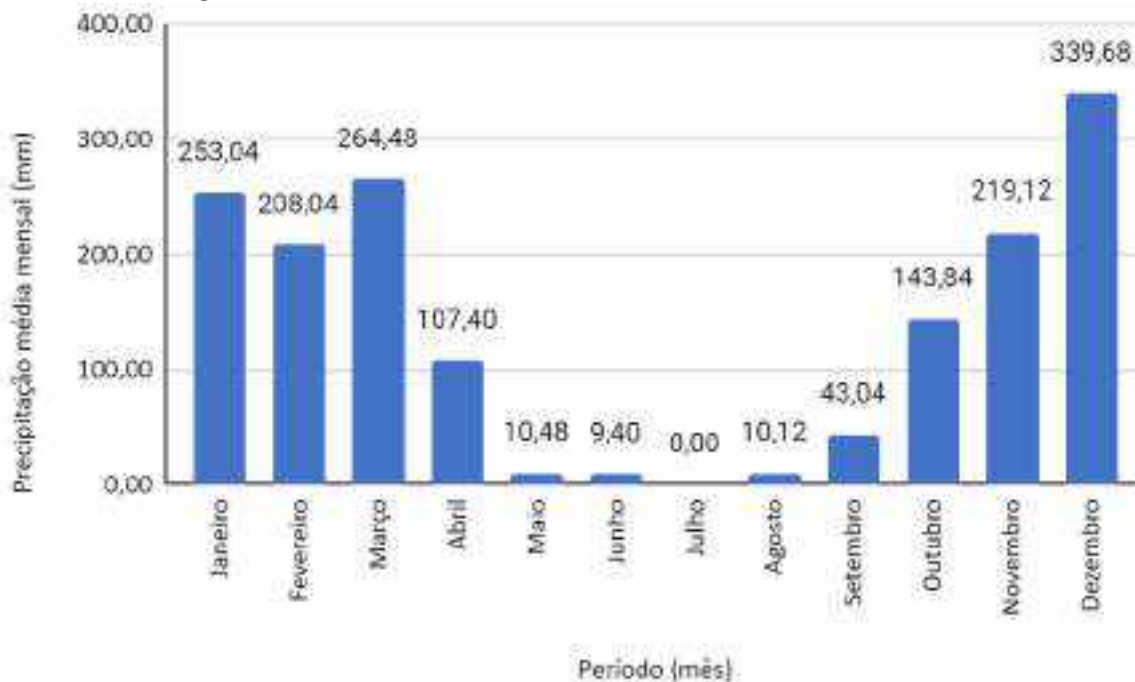
Tabela 19.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do córrego Ponte Grande e córrego Simpício da Comunidade Engenho da Pontinha, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2020.

Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} $0,5 \times Q_{ref}$ (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
13,026	6,513	91,202	1,967	95,748	17,909	5,346

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água de chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (2,3 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 19.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm) e 7 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.608,64 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2007 a 2011).

Gráfico 19.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2007 a 2011, na estação pluviométrica código 1449005.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dessas informações e, de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do Capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 24.150,000 litros e uma área de captação mínima de 17,662 m² para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

19.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis nas microbacias do córrego Ponte Grande e córrego Simplício, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h

por no máximo 16 horas, também independem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade Engenho da Pontinha foi de 7,975 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade Engenho da Pontinha, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

20

COMUNIDADE DE EXTREMA

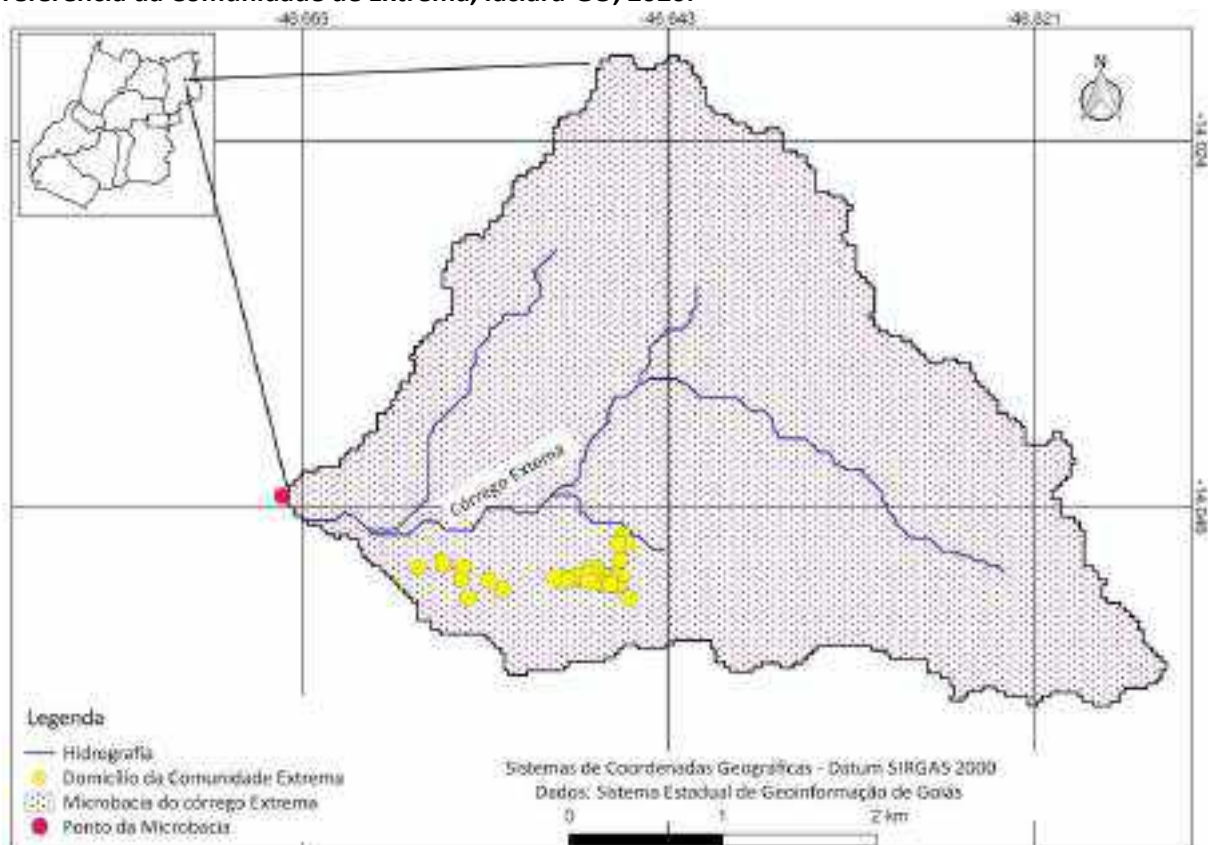


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

20.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade de Extrema, uma comunidade quilombola pertencente ao município de Iaciara – GO, a partir da delimitação da microbacia do córrego Extrema (GOIÁS, 2014) (Mapa 20.1), na qual os domicílios da comunidade estão inseridos. Essa microbacia está localizada no Nordeste Goiano, possuindo uma área de aproximadamente 13,41 km² e está inserida na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos Afluentes Goianos do rio Paranã, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 20.1 – Microbacia do córrego Extrema onde estão inseridos os domicílios e o exutório de referência da Comunidade de Extrema, Iaciara-GO, 2020.

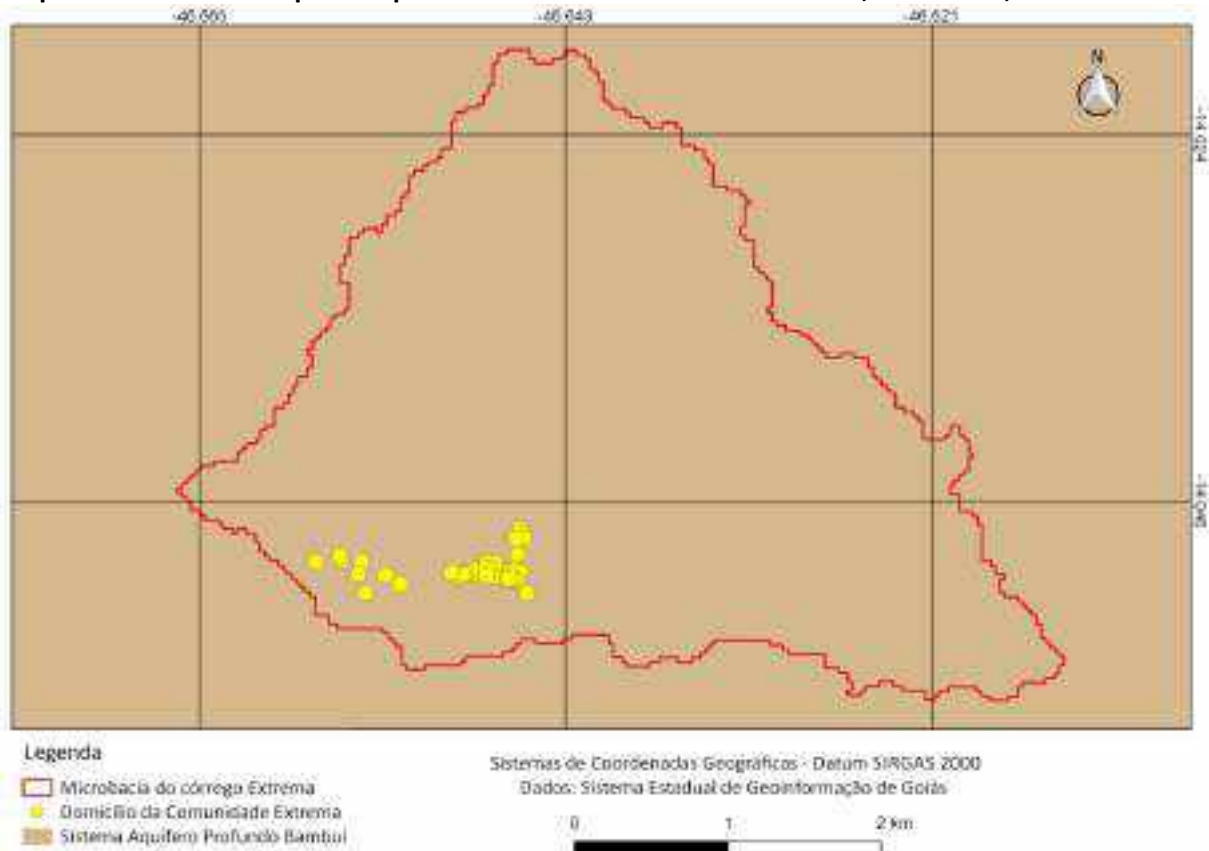


Fonte: elaborado pelos autores.

A Comunidade de Extrema não possui nenhum córrego que passe entre os domicílios, o que se verificou pelas imagens de satélite é que o curso d'água mais próximo à aglomeração de casas é o córrego Extrema, que fica aproximadamente 500 m ao norte e deságua no riacho das Areias, localizado a aproximadamente 1500 m ao oeste dos domicílios.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea pode-se dizer que na microbacia do córrego Extrema encontra-se sobre uma formação geológica de domínio fissuro-cárstico (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esses domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e a bacia hidrográfica em estudo. A partir dessa sobreposição, chegou-se ao Mapa 20.2, observando a presença do Sistema Aquífero Bambuí em 100% (13,41 km²) da área da bacia hidrográfica.

Mapa 20.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade de Extrema, Iaciara-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

20.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da microbacia em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, na microbacia do córrego Extrema não foram encontradas outorgas de uso da água superficial até o mês de janeiro de 2020, mas foi encontrada uma outorga de água subterrânea, conforme pode ser observado na Tabela 20.1.

Tabela 20.1 – Vazão subterrânea outorgada na microbacia do córrego Extrema, para outros fins na Comunidade de Extrema, Silvânia-GO, 2020.

Outorga	Taxa de bombeamento (h/dia)	Vazão (m ³ /h)	Disponibilidade Efetiva (m ³ /dia)	Disponibilidade Efetiva (L/s)
Outros	12	10,70	128,40	1,486

Fonte: GOIÁS (2020).

A vazão total de 1,486 L/s é outorgada a partir de um único poço profundo cuja localização ocorre próxima às casas da Comunidade de Extrema.

A estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012), que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Iaciara, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 20.2 e 20.3.

Tabela 20.2 – Consumo *per capita* na Comunidade de Extrema, Iaciara-GO, 2019.

Nº domicílios	Moradores por domicílio	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
42	3,66	153,72	145	0,258

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 20.3 – Demanda de água para pecuária na microbacia do córrego Extrema, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Iaciara-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	1.453,141	0,001736	2,5228
Bubalino	0,000	0,001042	0,0000
Equino	12,378	0,000694	0,0086
Suíno	19,286	0,000405	0,0078
Caprino	2,476	0,000347	0,0009
Ovino	7,427	0,000347	0,0026
Galináceos	247,569	0,000003	0,0007
Total	1.742,2767	0,0046	2,5434

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando o levantamento das outorgas de água, estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, a microbacia do córrego Extrema tem uma demanda igual a 4,287 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 22,289 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (1,777 m³/dia), totalizam uma

demanda de 24,066 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

20.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial da microbacia do córrego Extrema foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do rio Paranã proposta por Honório (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 20.4, sendo que a vazão regionalizada (Q_{reg}) foi igual a 477,191 L/s, para a microbacia do córrego Extrema. Assim, a vazão específica superficial é de 35,573 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (2,790 L/s.km²), (é maior ou menor?), afirmando que a metodologia traz uma menor segurança hídrica para a região. Por esse motivo, para uma estimativa da vazão de referência superficial mais segura, optou-se por utilizar como base a vazão específica do PERH. Dessa forma, a vazão de referência (Q_{ref}) estimada foi igual a 37,426 L/s.

Tabela 20.4 – Vazão regionalizada na microbacia do córrego Extrema à jusante da Comunidade de Extrema, Iaciara, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q_{reg} superficial (L/s)	Q_{esp} superficial (L/s.km ²)	Q_{ref} PERH (L/s)
Córrego Extrema	13,41	-15,79587	-51,94864	477,191	35,573	37,426

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($Rr: A \times I \times P$), permanentes ($Rp: A \times Ne / If \times b$) e exploráveis ($Re: Rr + Z * Rp$) conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 20.5) identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 51,045 L/s, para as reservas permanentes, 2.297,003 L/s, para as reservas exploráveis é de 165,895 L/s e a vazão de referência, conforme pode ser observado na Tabela 20.6. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 20.6, para facilitar a análise de disponibilidade total, adotou-se volume em L/s.

Tabela 20.5 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade de Extrema, Iaciara-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
BambuÍ	10	4,5	120

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Com a vazão de referência e a área da microbacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 12,221 L/s.km², conforme Tabela 20.6. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que, para a microbacia analisada, a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 15,011 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 15,011 L/s.

Tabela 20.6 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do córrego Extrema da Comunidade de Extrema, Iaciara-GO, 2019.

Reserva renovável		Reserva permanente		Reserva explotável		Q _{ref}	Q _{resp} subterrânea
(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(L/s.km ²)
51,045	1,610.10 ⁶	2.297,003	7,244.10 ⁷	165,895	5,231.10 ⁶	165,895	12,221

Fonte: elaborado pelos autores.

20.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 18,713 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 20.7, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (165,895 L/s). Assim, subtraindo nessa microbacia as demandas de outorga de água, de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 180,321 L/s, enquanto a disponibilidade hídrica específica total é igual a 13,442 L/s.km² (Tabela 20.7).

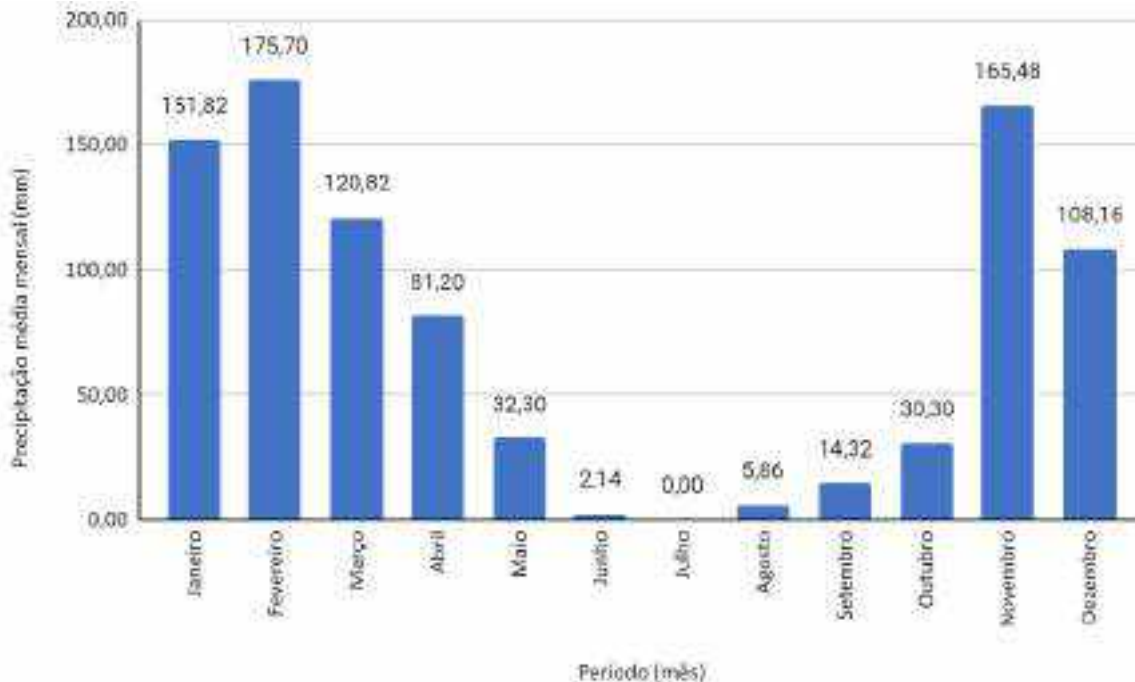
Tabela 20.7 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do córrego Extrema da Comunidade de Extrema, Iaciara-GO, 2020.

Superficial		Subterrânea		Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q _{ref} (L/s)	Q _{pr} 0,5 x Q _{ref} (L/s)	DH Q _{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)	
37,426	18,713	165,895	4,287	180,321	13,41	13,442	

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água de chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (3,66 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 20.1), observa-se que há 6 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm), 1 mês com acumulado entre 50 e 100 mm e 5 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 881,5 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2015 a 2019). A partir dessas informações e, de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 46.116,000 litros e uma área de captação mínima de 61,547 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de março a agosto. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

Gráfico 20.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2015 a 2019, na estação pluviométrica código 1346001.



Fonte: elaborado pelos autores.

20.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis na microbacia do córrego Extrema, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a

disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independentem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independentem de outorga. No entanto, a demanda identificada para a Comunidade de Extrema foi de 24,066 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade de Extrema, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

21

COMUNIDADE FAZENDA SANTO ANTÔNIO DA LAGUNA

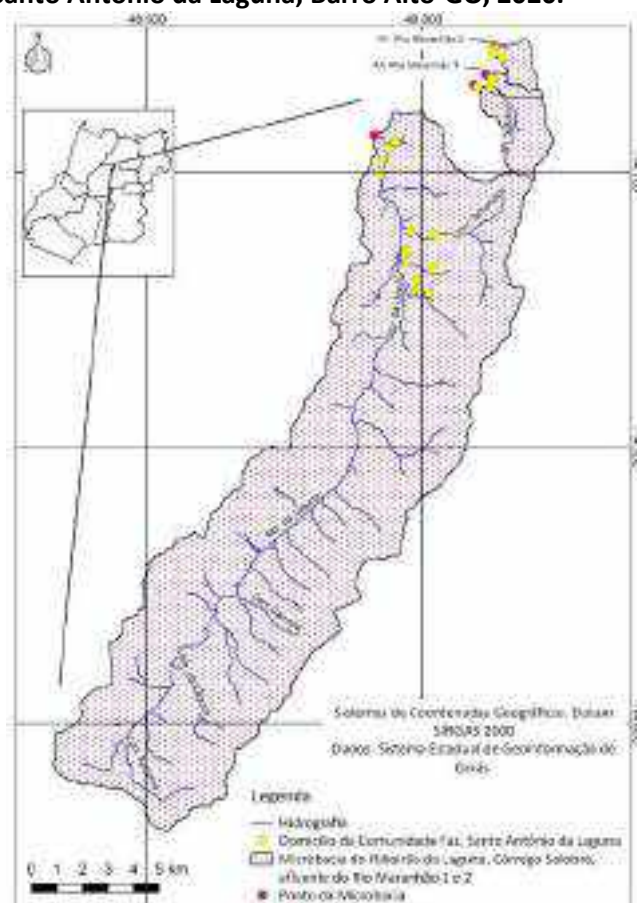


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

21.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade Fazenda Santo Antônio da Laguna, uma comunidade quilombola pertencente ao município de Barro Alto – GO, a partir da delimitação das microbacias do ribeirão da Laguna, córrego Salobro, afluente do rio Maranhão 1 e afluente do rio Maranhão 2 (GOIÁS, 2014) (Mapa 21.1), nas quais os domicílios da comunidade estão inseridos. Essas microbacias estão localizadas no Centro Goiano, possuindo uma área total de aproximadamente 195,561 km² e estão inseridas na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos do rio das Almas e dos Afluentes Goianos do rio Maranhão, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 21.1 – Microbacias do ribeirão da Laguna, córrego Salobro, afluente do rio Maranhão 1 e afluente do rio Maranhão 2 onde estão inseridos os domicílios e os pontos de referência da Comunidade Fazenda Santo Antônio da Laguna, Barro Alto-GO, 2020.

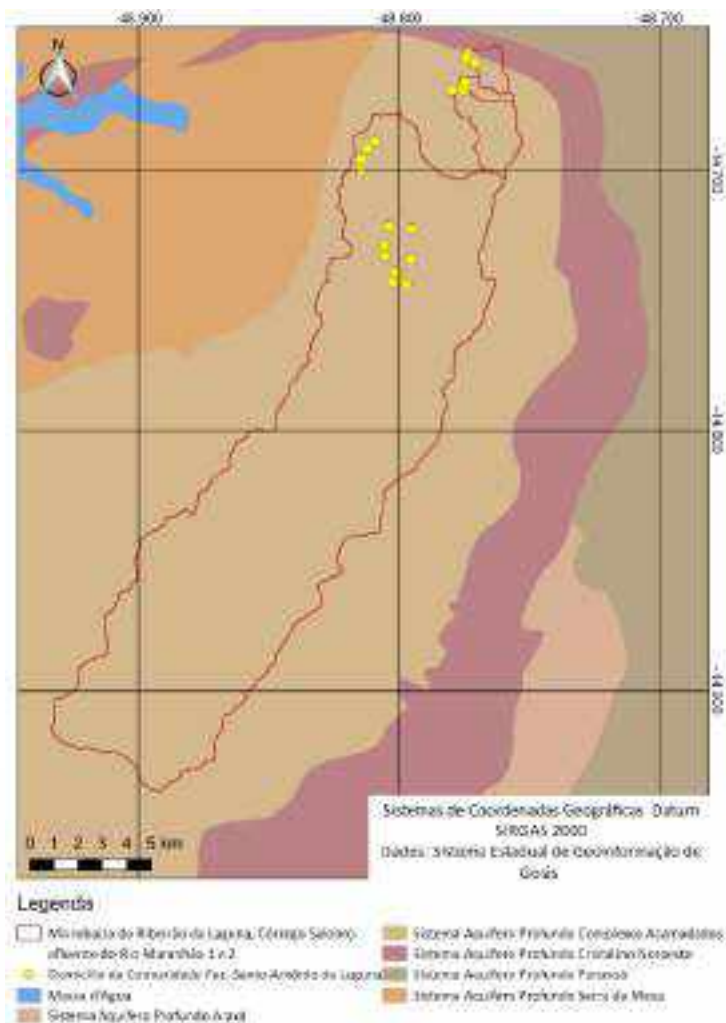


Fonte: elaborado pelos autores.

As microbacias da comunidade Fazenda Santo Antônio da Laguna estão em quatro localidades diferentes e possuem como principal curso d'água o ribeirão da Laguna, que recebe a contribuição dos córregos Raizama, Gairobal, Tamanduá entre outros.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea pode-se dizer que as microbacias do ribeirão da Laguna, córrego Salobro, afluentes do rio Maranhão 1 e 2 encontram-se sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esses domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir dessa sobreposição, chegou-se ao Mapa 21.2, observando a presença do Sistema Aquífero Cristalino Noroeste e Complexos Acamados em 0,3% (0,58 km²) e 99,7% (194,98 km²) da área da bacia hidrográfica, respectivamente.

Mapa 21.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Fazenda Santo Antônio da Laguna, Barro Alto-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

21.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante das microbacias em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, nas microbacias do ribeirão da Laguna, córrego Salobro, afluente do rio Maranhão 1 e afluente do rio Maranhão 2, não foram encontradas outorgas de uso da água subterrânea até o mês de janeiro de 2020, mas foram encontradas outorgas de água superficial, conforme pode ser observado Tabela 21.1.

Tabela 21.1 – Vazões outorgadas nas microbacias do ribeirão da Laguna, córrego Salobro, afluente do rio Maranhão 1 e afluente do rio Maranhão 2, para fins de irrigação à montante da Comunidade Fazenda Santo Antônio da Laguna, Barro Alto-GO, 2020.

Outorga	Vazão (L/s)
Ponto de Irrigação 1	11,94
Ponto de Irrigação 2	58,059
Ponto de Irrigação 3	63,889
Ponto de Irrigação 4	51,944
Total	185,832

Fonte: GOIÁS (2020).

A vazão total de 185,832 L/s é outorgada em uma propriedade rural situada à montante da Comunidade Fazenda Santo Antônio da Laguna, reduzindo a disponibilidade hídrica à jusante dessas captações. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando-se em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012), que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Barro Alto, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 21.2 e 21.3.

Considerando o levantamento das outorgas de água, a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, as microbacias do ribeirão da Laguna, córrego Salobro, afluente do rio Maranhão 1 e afluente do rio Maranhão 2 têm uma demanda igual a 198,885 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 7,178 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (19,608 m³/dia), totalizam uma demanda de 26,785 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

Tabela 21.2 – Consumo *per capita* na Comunidade Fazenda Santo Antônio da Laguna, Barro Alto-GO, 2019.

Nº domicílios ⁽¹⁾	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
18	2,75	49,5	145	0,083

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 21.3 – Demanda de água para pecuária nas microbacias do ribeirão da Laguna, córrego Salobro, afluente do rio Maranhão 1 e afluente do rio Maranhão 2, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Barro Alto-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	7.339,887	0,001736	12,7429
Bubalino	1,587	0,001042	0,0017
Equino	158,735	0,000694	0,1102
Suíno	238,102	0,000405	0,0965
Caprino	3,175	0,000347	0,0011
Ovino	32,541	0,000347	0,0113
Galináceos	2.142,917	0,000003	0,0062
Total	9.916,943	0,0046	12,9698

Fonte: elaborado pelos autores.

21.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial das microbacias do ribeirão da Laguna, córrego Salobro e afluente do rio Maranhão 1 e afluente do rio Maranhão 2, foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do alto Tocantins proposta por Costa (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 21.4 sendo que a vazão regionalizada total foi igual a 300,228 L/s, para as microbacias do ribeirão da Laguna, córrego Salobro, afluente do rio Maranhão 1 e afluente do rio Maranhão 2 a vazão específica superficial total é de 1,535 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (3,160 L/s.km²), é menor, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região.

Tabela 21.4 – Vazões regionalizadas nas microbacias do ribeirão da Laguna, córrego Salobro, afluente do rio Maranhão 1 e afluente do rio Maranhão 2 à jusante da Comunidade Fazenda Santo Antônio da Laguna, Barro Alto, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)
Ribeirão da Laguna	186,384	-14,686893	-48,817276	295,130	1,583
Córrego Salobro	5,918	-14,668390	-48,781262	3,654	0,617
Afluente rio Maranhão 1	1,073	-14,664827	-48,776980	0,416	0,387
Afluente rio Maranhão 2	2,186	-14,654495	-48,773884	1,028	0,470
Total	195,561	-	-	300,228	1,535

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($Rr: A \times I \times P$), permanentes ($Rp: A \times Ne / Ifi \times b$) e exploráveis ($Re: Rr + Z * Rp$) conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1) e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 21.5) identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 744,140 L/s, para as reservas permanentes, 6.213,122 L/s, para as reservas exploráveis, 1.054,796 L/s e a vazão de referência, conforme pode ser observado na Tabela 21.6. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m^3 /ano, também apresentada na Tabela 21.6, para facilitar a análise de disponibilidade total, adotou-se volume em L/s.

Tabela 21.5 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Fazenda Santo Antônio da Laguna, Barro Alto-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Cristalino Noroeste	10	1,5	110
Complexos Acamadados	10	1,0	100

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 21.6 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias do ribeirão da Laguna, córrego Salobro, afluente do rio Maranhão 1 e afluente do rio Maranhão 2 da Comunidade Fazenda Santo Antônio da Laguna, Barro Alto-GO, 2019.

Reserva renovável (L/s)	Reserva renovável (m^3 /ano)	Reserva permanente (L/s)	Reserva permanente (m^3 /ano)	Reserva explorável (L/s)	Reserva explorável (m^3 /ano)	Q_{ref} (L/s)	Q_{esp} subterrânea (L/s.km ²)
744,140	23,47.10 ⁶	6.213,122	1,960.10 ⁸	1.054,79	3,33.10 ⁷	1.054,79	5,394

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e as áreas das bacias, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 5,394 L/s.km², conforme Tabela 21.6. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que, para as microbacias analisadas, a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 6,929 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 6,929 L/s.

21.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 150,114 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 21.7, na qual também está apresentada a vazão de referência

subterrânea (1.054,796 L/s). Assim, subtraindo nessas microbacias as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 1.006,025 L/s, enquanto a disponibilidade hídrica específica total é igual a 5,144 L/s.km² (Tabela 21.7).

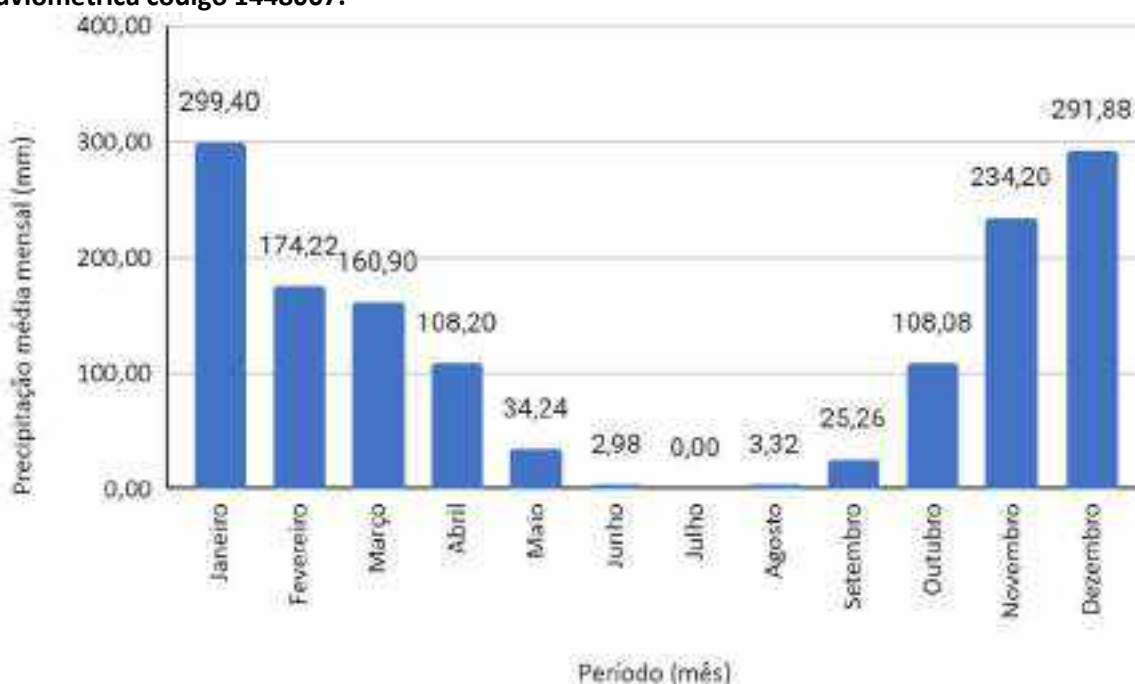
Tabela 21.7 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do ribeirão da Laguna, córrego Salobro, afluente do rio Maranhão 1 e afluente do rio Maranhão 2 da Comunidade Fazenda Santo Antônio da Laguna, Barro Alto-GO, 2020.

Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} $0,5 \times Q_{ref}$ (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
300,228	150,114	1.054,796	198,885	1.006,025	195,561	5,144

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água da chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (2,75 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 21.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm) e 7 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.442,68 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2008 a 2012).

Gráfico 21.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2008 a 2012, na estação pluviométrica código 1448007.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dessas informações e, de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do Capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 28.875,000 litros e uma área de captação mínima de 23,547 m² para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de maio a setembro. Destaca-se ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

21.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis nas microbacias do ribeirão da Laguna, córrego Salobro, afluente do rio Maranhão 1 e afluente do rio Maranhão 2, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerada somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade Fazenda Santo Antônio da Laguna foi de 26,785 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que objetivam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade Fazenda Santo Antônio da Laguna, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

22

COMUNIDADE FIO VELASCO



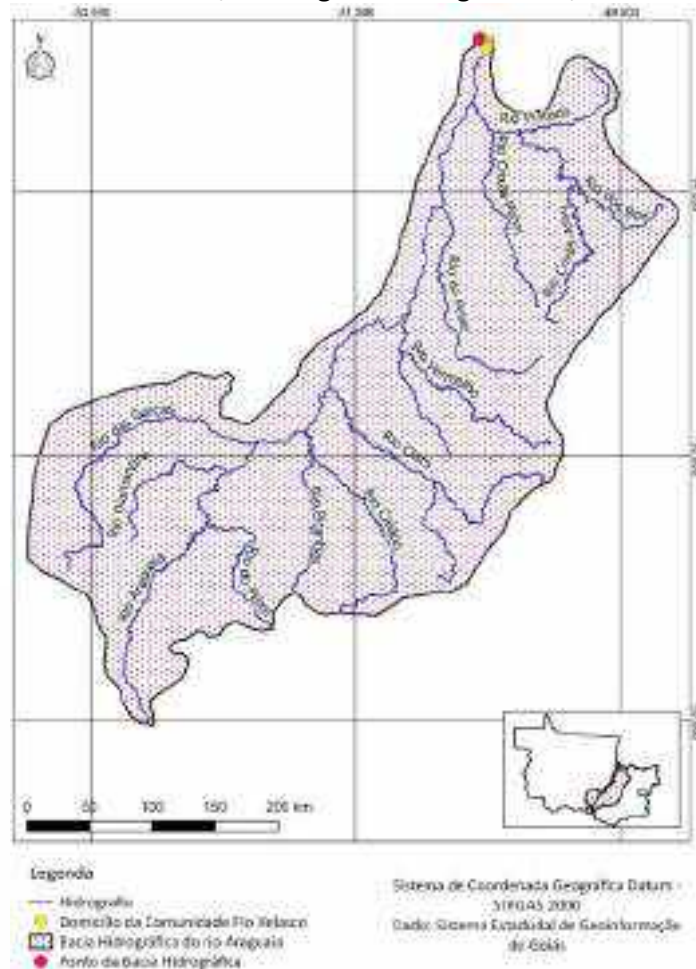
Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

22.1 Delimitação e caracterização da bacia hidrográfica

A avaliação da disponibilidade hídrica para a Comunidade Fio Velasco, uma comunidade ribeirinha pertencente ao município de São Miguel do Araguaia – GO, foi realizada a partir da delimitação da bacia hidrográfica do rio Araguaia (GOIÁS, 2014) (Mapa 22.1), na qual os domicílios da comunidade estão inseridos. A bacia hidrográfica tem sua foz no município de São Miguel do Araguaia – GO e está localizada em toda parte Oeste do Estado, possuindo uma área de aproximadamente 71.067,448 km² e está inserida na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos dos Afluentes Goianos do Médio Araguaia, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

A Comunidade Fio Velasco está situada às margens do rio Araguaia, possuindo uma bacia hidrográfica extensa, que recebe contribuição de inúmeros córregos e abrange, também, parte do território do estado do Mato Grosso.

Mapa 22.1 – Bacia hidrográfica do rio Araguaia onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Fio Velasco, São Miguel do Araguaia-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

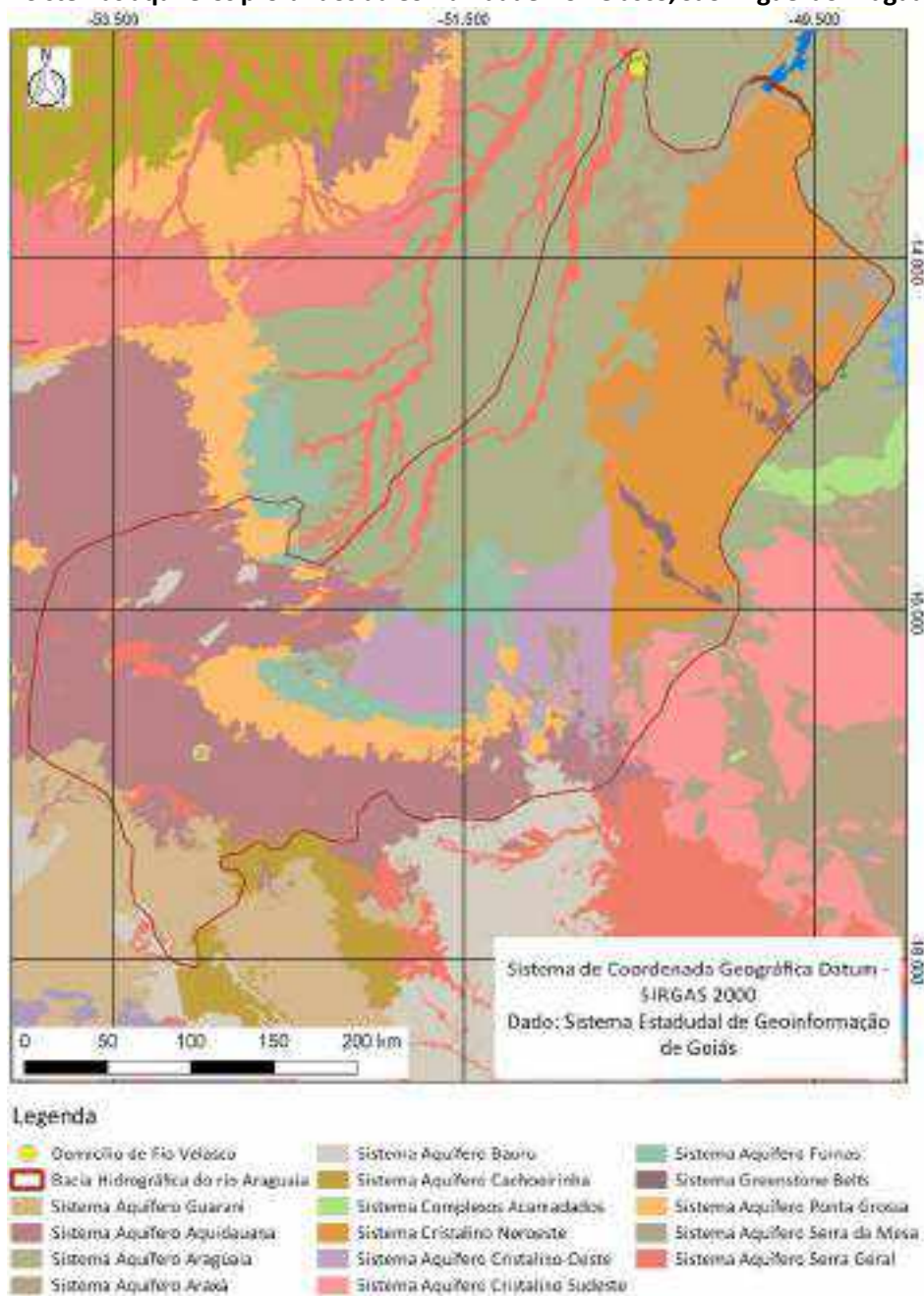
Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea, pode-se dizer que na bacia hidrográfica do rio Araguaia encontra-se sobre três formações geológicas, sendo uma de domínio fraturado, uma de domínio intergranular e outro de dupla porosidade (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esses domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e a bacia hidrográfica em estudo. Como parte da bacia hidrográfica se encontra no Mato Grosso e não foram identificados trabalhos semelhantes ao de Almeida *et al.* (2006) no estado, para a sobreposição dos sistemas aquíferos foi utilizado o *shape* do Mapa Hidrogeológico do Brasil ao Milésimo, disponibilizada pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM (BRASIL, 2007) e feitas as reagrupações dos aquíferos de acordo com a formação hidrogeológica, a fim de estabelecer relação e aplicação dos dados utilizados para as estimativas da disponibilidade subterrânea. A partir dessa sobreposição, chegou-se ao Mapa 22.2, observando a presença de 20 Sistemas Aquíferos Profundos, descritos na Tabela 22.1, juntamente com suas respectivas áreas.

Tabela 22.1 – Sistemas aquíferos profundos e suas áreas, pertencentes à Comunidade Fio Velasco, São Miguel do Araguaia-GO, 2020.

Sistema Aquífero Profundo	Área (km²)	Área (%)
Guarani	2301,1	1,87
Aquidauana	28181,063	22,90
Araguaia	22427,56	18,22
Araxá	2153,69	1,75
Bauru	1458,857	1,19
Cachoeirinha	405,589	0,33
Complexos Acamadados	44,45	0,04
Cristalino Noroeste	26072,5	21,19
Cristalino Oeste	10175,8	8,27
Cristalino Sudeste	1478,07	1,20
Furnas	5349,384	4,35
Greenstone Belts	1843,93	1,50
Ponta Grossa	7877,6	6,40
Serra da Mesa	5511,1	4,48
Serra Geral	1799,261	1,46
Depósito Aluvionar/Serra Geral	2103,046	1,71
Embasamento Fraturado/ Araguaia	337,964	0,27
Formação Botucatu/ Guarani	2007,85	1,63
Palermo/ Aquidauana	636,535	0,52
Passa Dois/Aquidauana	905,012	0,74

Fonte: elaborado pelos autores.

Mapa 22.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Fio Velasco, São Miguel do Araguaia-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

22.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da bacia hidrográfica em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, na bacia hidrográfica do rio Araguaia foram encontradas tanto outorgas de uso da água superficial, como outorgas de uso da água subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Devido a extensão territorial da bacia hidrográfica em estudo, (ela possui 440 outorgas de uso de água superficial e 356 de uso

de água subterrânea), optou-se por descrever as outorgas por tipo de uso e sua vazão total, conforme pode ser observado nas Tabelas 22.2 e 22.3.

Tabela 22.2 – Vazões superficiais outorgadas na bacia hidrográfica em estudo separadas por tipo de uso, à montante da Comunidade Fio Velasco, São Miguel do Araguaia, GO, 2020.

Outorga	Quantidade de outorga por uso	Vazão (L/s)
Abastecimento público	20	670,556
Aquicultura em tanque escavado	4	173,889
Criação animal	9	116,666
Indústria	1	40,000
Irrigação	325	32.879,734
Mineração-outros processos extrativos	1	8,056
Outras	80	7.206,108
Total	440	41.095,009

Fonte: GOIÁS (2020).

Tabela 22.3 – Vazões subterrâneas outorgadas na bacia hidrográfica em estudo para outros fins, à montante da Comunidade Fio Velasco, São Miguel do Araguaia, GO, 2020.

Outorga	Quantidade de outorga por uso	Disponibilidade efetiva (L/s)
Abastecimento Público	79	2451,455
Consumo Humano	15	14,416
Criação animal	5	15,013
Indústria	4	5,032
Mineração-Outros processos extrativos	2	1005,556
Outras	251	23.514,748
Total	356	27.006,221

Fonte: BRASIL (2020); GOIÁS (2020).

A vazão total de 68.101,230 L/s é outorgada em diversos locais situados à montante da Comunidade Fio Velasco, reduzindo a disponibilidade hídrica à jusante dessas captações. Destaca-se que não foi possível obter as outorgas superficiais dos municípios do Mato Grosso, dessa forma, as outorgas descritas situam-se somente no território goiano. No entanto, foi possível obter informações das outorgas subterrâneas a partir do levantamento realizado pelo banco de dados do SIAGAS, que é um sistema de informações de águas subterrâneas desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil-CPRM (BRASIL, 2020). Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando-se em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012) que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², considerando a média dos 85 municípios que a bacia hidrográfica abrange em Goiás e no Mato Grosso, além do município de São Miguel do Araguaia, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 22.4 e 22.5.

Tabela 22.4 – Consumo *per capita* na Comunidade Fio Velasco, São Miguel do Araguaia-GO, 2019.

Nº domicílios	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
11	3,28	36,08	145	0,061

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 22.5 – Demanda de água para pecuária na bacia hidrográfica, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), São Miguel do Araguaia-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	9.182.031,481	0,001736	15.940,006
Bubalino	8.815,312	0,001042	9,185
Equino	113.546,750	0,000694	78,801
Suíno	285.400,636	0,000405	115,587
Caprino	11.734,717	0,000347	4,071
Ovino	59.826,443	0,000347	20,759
Galináceos	13.827.689,222	0,000003	41,483
Total	23.489.044,561	0,0046	16.209,896

Fonte: elaborado pelos autores

Considerando as outorgas de uso de água superficial e subterrânea, a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, a bacia hidrográfica do rio Araguaia tem uma demanda igual a 84.311,186 L/s. Considerando a estimativa de consumo humano (somente da comunidade) e a estimativa de consumo para a pecuária, a bacia hidrográfica do rio Araguaia tem uma demanda igual a 16.209,957 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 5,232 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (23.318,414 m³/dia), totalizam uma demanda de 23.323,645 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

22.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial da bacia hidrográfica do rio Araguaia foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do alto médio Araguaia proposta por Costa (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 22.6, sendo que a vazão regionalizada total foi igual a 909.109,603 L/s, para a bacia hidrográfica do rio Araguaia. Assim, a vazão específica superficial é de 7,370 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (1,660 L/s.km²), é maior, afirmando que a metodologia traz uma menor segurança hídrica para a região. Assim, para uma estimativa da

vazão de referência superficial mais segura, optou-se por utilizar como base a vazão específica do PERH. Dessa forma, a vazão de referência (Q_{ref}) estimada foi igual a 204.760,258 L/s.

Tabela 22.6 – Vazão regionalizada na bacia hidrográfica do rio Araguaia à jusante da Comunidade Fio Velasco, São Miguel do Araguaia-GO, 2020.

Bacia hidrográfica	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q_{reg} superficial (L/s)	Q_{esp} superficial (L/s.km ²)	Q_{ref} PERH (L/s)
Rio Araguaia	909.109,603	-12,841880	-50,561210	484.555,465	7,370	204.760,258

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($Rr: A \times I \times P$), permanentes ($Rp: A \times Ne / Ifi \times b$) e exploráveis ($Re: Rr + Z * Rp$) conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 22.7), identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 513.516,53 L/s, para as reservas permanentes, 25.958.847,64 L/s, para as reservas exploráveis, 2.080.384,344 L/s e a vazão de referência, conforme pode ser observado na Tabela 22.8. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 22.8, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 22.7 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Fio Velasco, São Miguel do Araguaia-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (L) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b) (m)
Guarani	12	15,0	200
Aquidauana	12	6,0	200
Araguaia	12	9,0	30
Araxá	9	1,2	100
Bauru	12	10,0	40
Cachoeirinha	12	8,0	20
Complexos Acamadados	10	1,0	100
Cristalino Noroeste	10	1,5	110
Cristalino Oeste	8	1,5	120
Cristalino Sudeste	12	1,5	150
Furnas	12	10,0	100
Greenstone Belts	8	1,0	100
Ponta Grossa	12	6,0	200
Serra da Mesa	9	1,2	100
Serra Geral	12	3,5	300
Depósito Aluvionar/Serra Geral	12	3,5	300
Embasamento Fraturado/Araguaia	12	9,0	30
Formação Botucatu/Guarani	10	15,0	200
Palermo/ Aquidauana	12	6,0	200
Passa Dois/Aquidauana	12	6,0	200

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 22.8 – Disponibilidade hídrica subterrânea na bacia hidrográfica do rio Araguaia, Comunidade Fio Velasco, São Miguel do Araguaia-GO, 2019.

Reserva renovável		Reserva permanente		Reserva explorável		Q_{ref}	Q_{esp} subterrânea
(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(L/s.km ²)
513.516,53	1,62.10 ¹⁰	25.958.847,64	8,19.10 ¹¹	2.080.384,344	6,56.10 ¹⁰	2.080.384,344	16,904

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 16,904 L/s.km², conforme Tabela 22.8. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que, para a bacia hidrográfica analisada a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 18,564 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 18,564 L/s.

22.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 102.380,129 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 22.9, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (2.080.384,344 L/s). Assim, subtraindo nessa bacia hidrográfica as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 2.098.453,286 L/s, enquanto a disponibilidade hídrica específica é igual a 17,012 L/s.km² (Tabela 22.9).

Tabela 22.9 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na bacia hidrográfica do rio Araguaia da Comunidade Fio Velasco, São Miguel do Araguaia-GO, 2020.

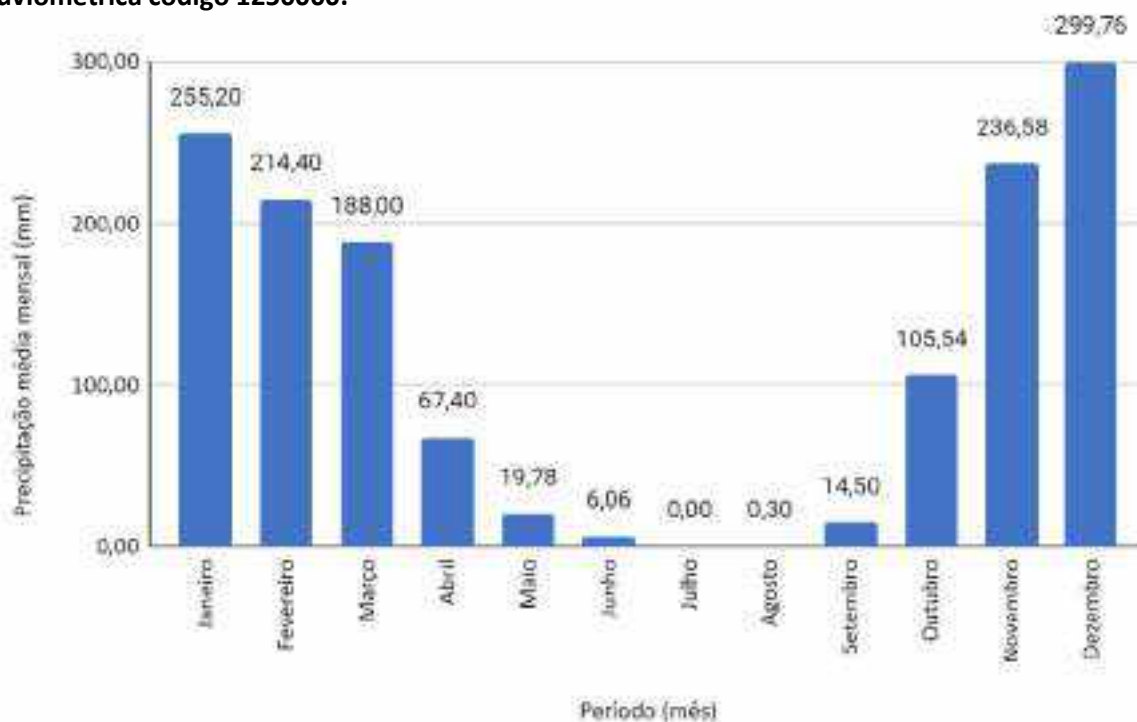
Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref}	DH	DH Q_{ref}	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$	Total	Área	Específica
(L/s)	0,5 x Q_{ref} (L/s)	(L/s)	(L/s)	(L/s)	(km ²)	(L/s.km ²)
204.760,258	102.380,129	2.080.384,344	84.311,186	2.098.453,286	123.349,553	17,012

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (3,28 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 22.1), observa-se que há 5 meses

muito secos (precipitação inferior a 50 mm), 1 mês entre 50 e 100 mm e 6 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.407,52 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2010 a 2014).

Gráfico 22.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2010 a 2014, na estação pluviométrica código 1250000.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dessas informações e, de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 34.440,000 litros e uma área de captação mínima de 28,787 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de maio a setembro. Destaca-se ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

22.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis na bacia hidrográfica do rio Araguaia, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade Fio Velasco foi de 23.323,645 m³/dia, sendo superior ao limite estabelecido pela legislação. Porém, ao observar somente o consumo para a comunidade não há necessidade de realizar um plano de outorga.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade Fio Velasco, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

23

ASSENTAMENTO FORMIGUINHA

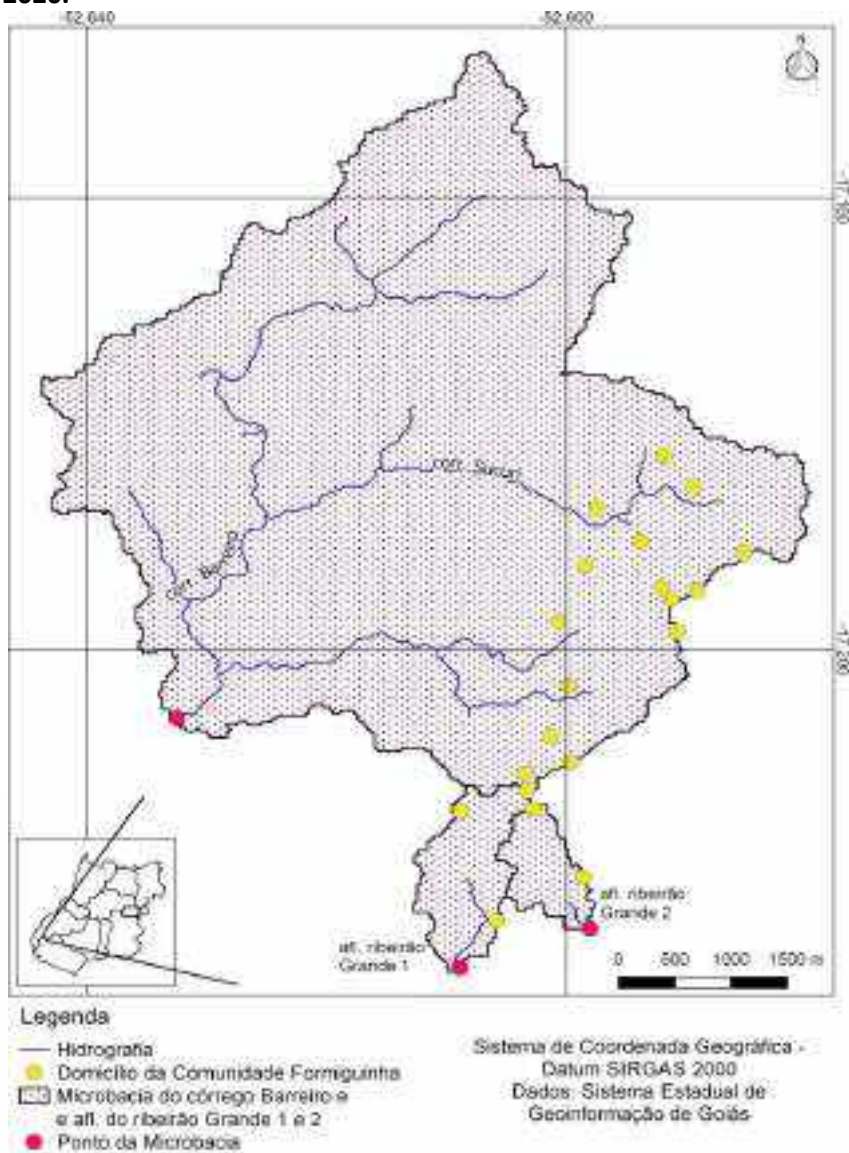


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

23.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade Formiguinha, um assentamento pertencente ao município de Mineiros – GO, a partir da delimitação das microbacias do córrego Barreiro e afluentes do ribeirão Grande 1 e 2 (GOIÁS, 2014) (Mapa 23.1), nas quais os domicílios da comunidade estão inseridos. Essas microbacias estão localizadas no Sudoeste Goiano, possuindo uma área de aproximadamente 28,777 km² e estão inseridas na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos dos Afluentes Goianos do Alto Araguaia, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 23.1 – Microbacias do córrego Barreiro e afluentes do ribeirão Grande 1 afluente do ribeirão Grande 2 onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Formiguinha, Mineiros-GO, 2020.

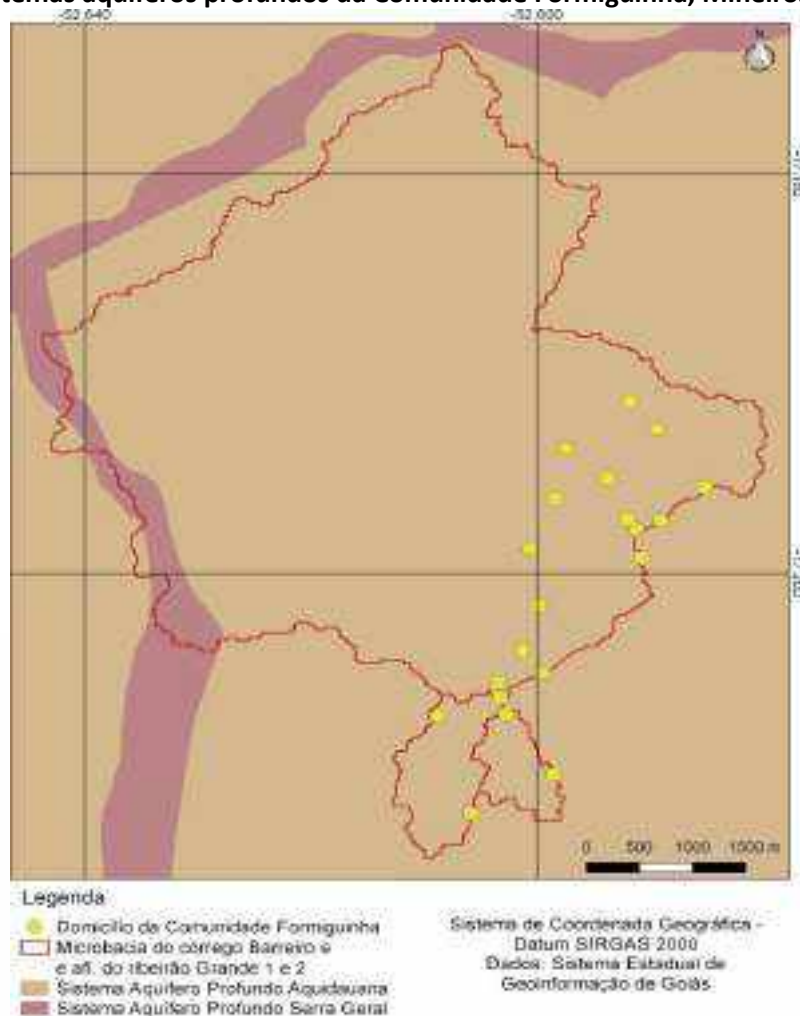


Fonte: elaborado pelos autores.

As microbacias da Comunidade Formiguinha têm como principal curso d'água o córrego Barreiro, que recebe contribuição dos córregos Serrote e Sucuri.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea, pode-se dizer que as microbacias do córrego Barreiro e afluentes do ribeirão Grande 1 e 2 encontram-se sobre uma formação geológica de domínio fraturado e outra de dupla porosidade (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esse domínio estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir dessa sobreposição, chegou-se ao Mapa 23.2, observando a presença do Sistema Aquífero Serra Geral e Sistema Aquífero Aquidauana em 3,16% (0,910 km²) e 96,84% (27,867 km²) da área da bacia hidrográfica, respectivamente.

Mapa 23.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Formiguinha, Mineiros-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

23.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da microbacia em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, nas microbacias do córrego Barreiro e afluentes do ribeirão Grande 1 e 2 não foram encontradas outorgas de uso da água superficial e subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando-se em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012), que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Santa Rita do Novo Destino, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 23.1 e 23.2.

Tabela 23.1 – Consumo *per capita* na Comunidade Formiguinha, Mineiros-GO, 2019.

Nº domicílios ⁽¹⁾	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
20	2,00	40,00	145	0,067

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 23.2 – Demanda de água pecuária nas microbacias do córrego Barreiro e afluentes do ribeirão Grande 1 afluente do ribeirão Grande 2 estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Mineiros-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	1.162,380	0,001736	2,0179
Bubalino	0,064	0,001042	0,0001
Equino	9,488	0,000694	0,0066
Suíno	16,810	0,000405	0,0068
Caprino	0,589	0,000347	0,0002
Ovino	10,602	0,000347	0,0037
Galináceos	8.054,837	0,000003	0,0242
Total	9.254,7688	0,0046	2,0594

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, as microbacias do córrego Barreiro e afluentes do ribeirão Grande 1 e 2 têm uma demanda igual a 2,126 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 5,800 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (3,586 m³/dia), totalizam uma

demanda de 9,386 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

23.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial das microbacias do córrego Barreira e afluentes do ribeirão Grande 1 e 2 foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do Alto Araguaia proposta por Honório (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 23.3, sendo que a vazão total regionalizada foi igual a 15,345 L/s, 0,229 L/s e 0,103 L/s para as microbacias córrego Barreira e dos afluentes do ribeirão Grande 1 e 2. Assim, a vazão específica superficial é de 0,545 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (3,690 L/s.km²), é menor, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região.

Tabela 23.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias do córrego Barreira e afluentes do ribeirão Grande 1 afluente do ribeirão Grande 2 à jusante da Comunidade Formiguinha, Mineiros, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)
Córrego Barreira	27,066	-17,206077	-52,632540	15,345	0,567
Afl. ribeirão Grande 1	1,107	-17,228176	-52,608867	0,229	0,206
Afl. ribeirão Grande 2	0,604	-17,224720	-52,597984	0,103	0,171
Total	17,909			13,026	1,374

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($Rr: A \times I \times P$), permanentes ($Rp: A \times Ne / If \times b$) e explotáveis ($Re: Rr + Z \times Rp$), conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 23.4) identificou-se que o volume total das reservas renováveis é 131,402 L/s, para as reservas permanentes, 10.906,868 L/s, para as reservas explotáveis, 691,895 L/s e a vazão de referência, conforme pode ser observado na Tabela 23.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 23.5, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 23.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Formiguinha, Mineiros-GO, 2019

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Serra Geral	12	3,5	300
Aquidauana	12	6,0	200

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 23.5 – Disponibilidade hídrica nas microbacias do córrego Barreiro e afluentes do ribeirão Grande 1 afluente do ribeirão Grande 2 da Comunidade Formiguinha, Mineiros-GO, 2019.

Reserva renovável (L/s)	Reserva renovável (m ³ /ano)	Reserva permanente (L/s)	Reserva permanente (m ³ /ano)	Reserva explotável (L/s)	Reserva explotável (m ³ /ano)	Q _{ref} (L/s)	Q _{esp} subterrânea (L/s.km ²)
131,402	4,14.10 ⁶	10.906,868	3,44.10 ⁸	691,895	2,182.10 ⁷	691,895	24,043

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 24,043 L/s.km², conforme Tabela 23.5. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que, para as microbacias analisadas, a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 24,588 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 24,588 L/s.

23.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 7,838 L/s, conforme pode ser observado Tabela 23.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (691,895 L/s). Assim, subtraindo nessas microbacias as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 697,606 L/s, enquanto a disponibilidade hídrica específica total é igual a 24,242 L/s.km² (Tabela 23.6).

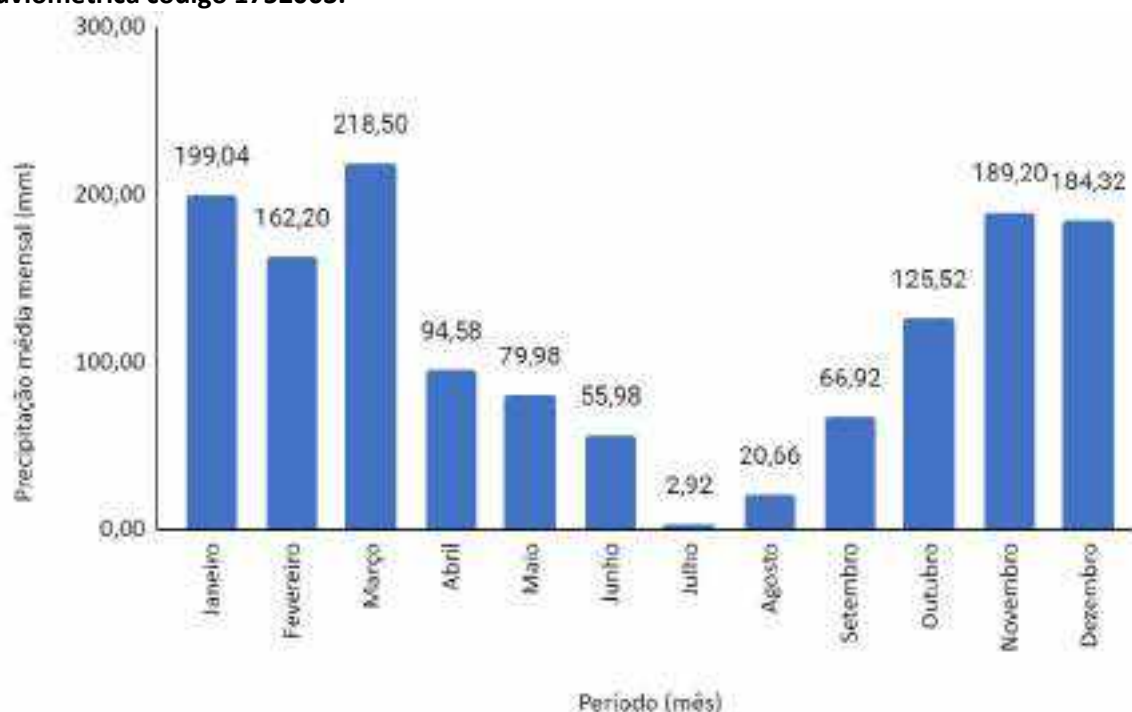
Tabela 23.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do córrego Ponte Grande e córrego Simplício da Comunidade Engenho da Pontinha, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2020.

Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q _{ref} (L/s)	Q _{pr} 0,5 x Q _{ref} (L/s)	DH Q _{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
15,676	7,838	691,895	2,127	697,606	28,777	24,242

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água de chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (2,00 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 23.1), observa-se que há 2 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm), 4 meses entre 50 e 100 mm e 6 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.399,82 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 1994-1998).

Gráfico 23.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 1994 a 1998, na estação pluviométrica código 1752003.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dessas informações e de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do Capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 8.400,000 litros e uma área de captação de 7,06 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de julho e agosto. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

23.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis nas microbacias do córrego Barreiro e afluentes do ribeirão Grande 1 e 2, tanto subterrânea como

superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade Formiguinha foi de 9,386 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade Formiguinha, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

24

ASSENTAMENTO FORTALEZA



Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.



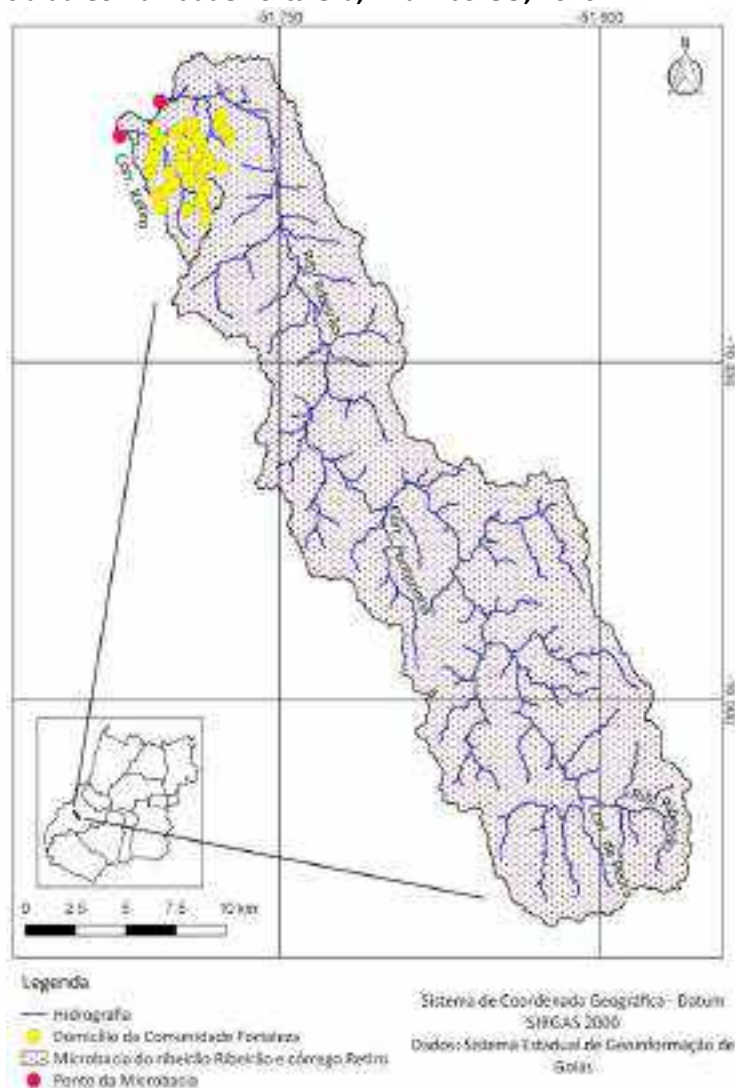
Saneamento e Saúde
Ambiental Rural

24.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade Fortaleza, um assentamento pertencente ao município de Piranhas – GO, a partir da delimitação das microbacias do ribeirão Ribeirão e córrego Retiro (GOIÁS, 2014) (Mapa 24.1), nas quais os domicílios da comunidade estão inseridos. Essas microbacias estão localizadas no Sudoeste Goiano, possuindo uma área de aproximadamente 413,543 km² e estão inseridas na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos dos Afluentes Goianos do Alto Araguaia, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

As microbacias da Comunidade Fortaleza têm como principais cursos d'água o ribeirão Ribeirão e córrego Retiro, o primeiro recebe contribuição de diversos córregos permanentes e intermitentes.

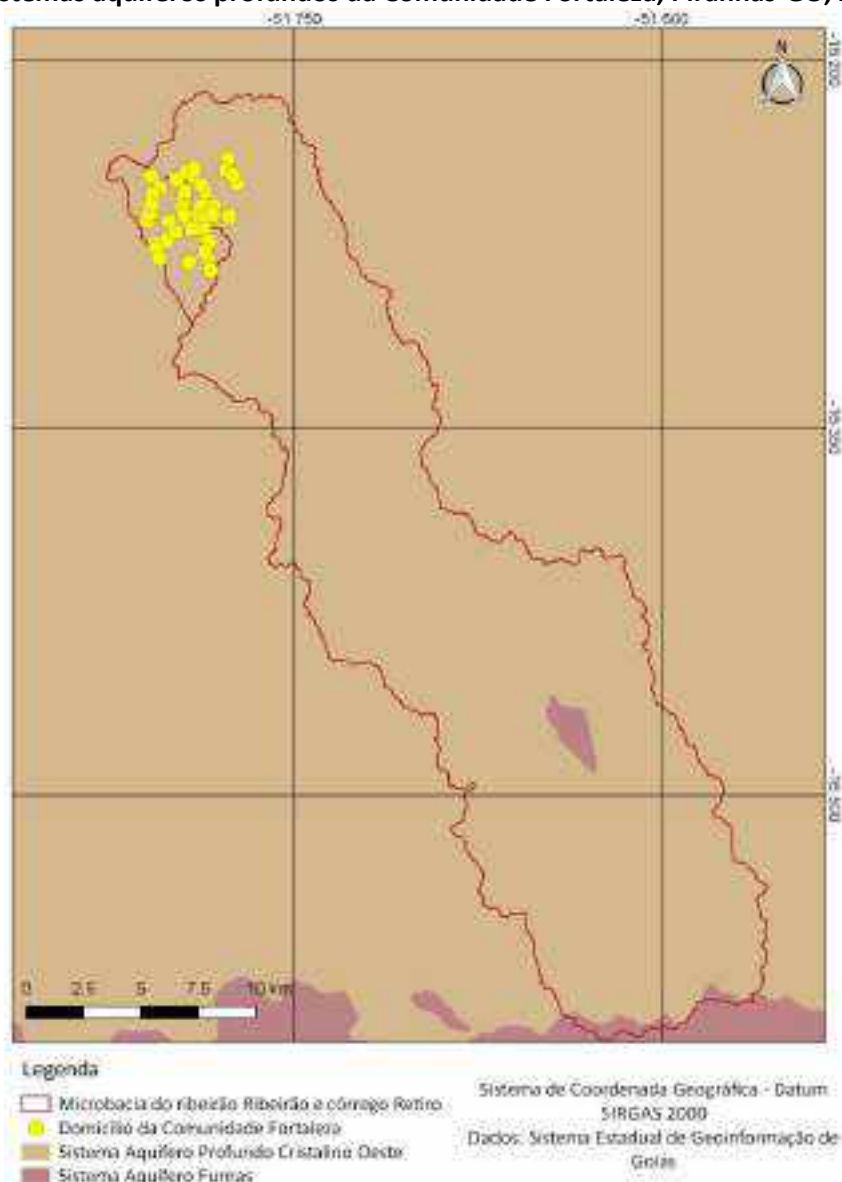
Mapa 24.1 – Microbacias do ribeirão Ribeirão e córrego Retiro onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Fortaleza, Piranhas-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea, pode-se dizer que que as microbacias do ribeirão Ribeirão e córrego Retiro se encontram sobre uma formação geológica de domínio fraturado e dupla porosidade (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esse domínio estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir dessa sobreposição, chegou-se ao Mapa 24.2, observando a presença do Sistema Aquífero Cristalino Oeste e Furnas em 98,28% (406,45 km²) e 1,72% (7,107 km²) da área das bacias hidrográficas, respectivamente.

Mapa 24.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Fortaleza, Piranhas-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

24.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da microbacia em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, nas microbacias do rio Ribeirão e córrego Retiro não foram outorgas de uso da água superficial, nem subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando-se em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012), que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Santa Rita do Novo Destino, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 24.1 e 24.2.

Tabela 24.1 – Consumo *per capita* na Comunidade Fortaleza, Piranhas-GO, 2019.

Nº domicílios ⁽¹⁾	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
39	2,5	97,50	145	0,164

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 24.2 – Demanda de água pecuária nas microbacias do ribeirão Ribeirão e córrego Retiro estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Piranhas-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	37.234,097	0,001736	64,6389
Bubalino	40,253	0,001042	0,0419
Equino	483,037	0,000694	0,3352
Suíno	945,947	0,000405	0,3831
Caprino	26,165	0,000347	0,0091
Ovino	191,202	0,000347	0,0663
Galináceos	1.811,389	0,000003	0,0054
Total	40.732,0899	0,0046	65,4795

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, as microbacias do ribeirão Ribeirão e córrego Retiro têm uma demanda igual a 65,643 L/s.

Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 14,138 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (72,675 m³/dia), totalizam uma demanda de 86,812

m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

24.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial das microbacias do ribeirão Ribeirão e córrego Retiro foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do rio Caiapó proposta por Honório (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 24.3, sendo que a vazão total regionalizada foi igual a 323,135 L/s, para as microbacias ribeirão Ribeirão e córrego Retiro. Assim, a vazão específica superficial é de 0,781 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (3,690 L/s.km²), é menor, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região.

Tabela 24.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias ribeirão Ribeirão e córrego Retiro à jusante da Comunidade Fortaleza, Piranhas, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)
Ribeirão Ribeirão	397,010	-16,234156	-51,805818	318,746	0,803
Córrego Retiro	16,530	-16,249540	-51,824689	4,389	0,266
Total	413,543	-	-	323,135	0,781

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($R_r: A \times I \times P$), permanentes ($R_p: A \times N_e / I_f \times b$) e explotáveis ($R_e: R_r + Z * R_p$), conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 24.4) identificou-se que o volume total das reservas renováveis é 131,402 L/s, para as reservas permanentes, 10.906,868 L/s, para as reservas explotáveis, 691,895 L/s e a vazão de referência, conforme pode ser observado na Tabela 24.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 24.5, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 24.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Fortaleza, Piranhas-GO, 2019

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Cristalino Oeste	8	1,5	120
Furnas	12	10,0	100

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 24.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias ribeirão Ribeirão e córrego Retiro da Comunidade Fortaleza, Piranhas-GO, 2019.

Reserva renovável		Reserva permanente		Reserva explorável		Q_{ref}	Q_{esp} subterrânea
(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(L/s.km ²)
1587,163	5,005.10 ⁷	25.452,588	8,026.10 ⁸	986,617	9,1373.10 ⁷	2972,473	7,188

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 7,188 L/s.km², conforme Tabela 24.5. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que, para as microbacias analisadas, a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 7,969L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 7,969 L/s.

24.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 161,567 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 24.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (2.972,473 L/s). Assim, subtraindo nessas microbacias as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 3.068,397 L/s, enquanto a disponibilidade hídrica específica total é igual a 7,420 L/s.km² (Tabela 24.6).

Tabela 24.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do ribeirão Ribeirão e córrego Retiro da Comunidade Fortaleza, Piranhas-GO, 2020.

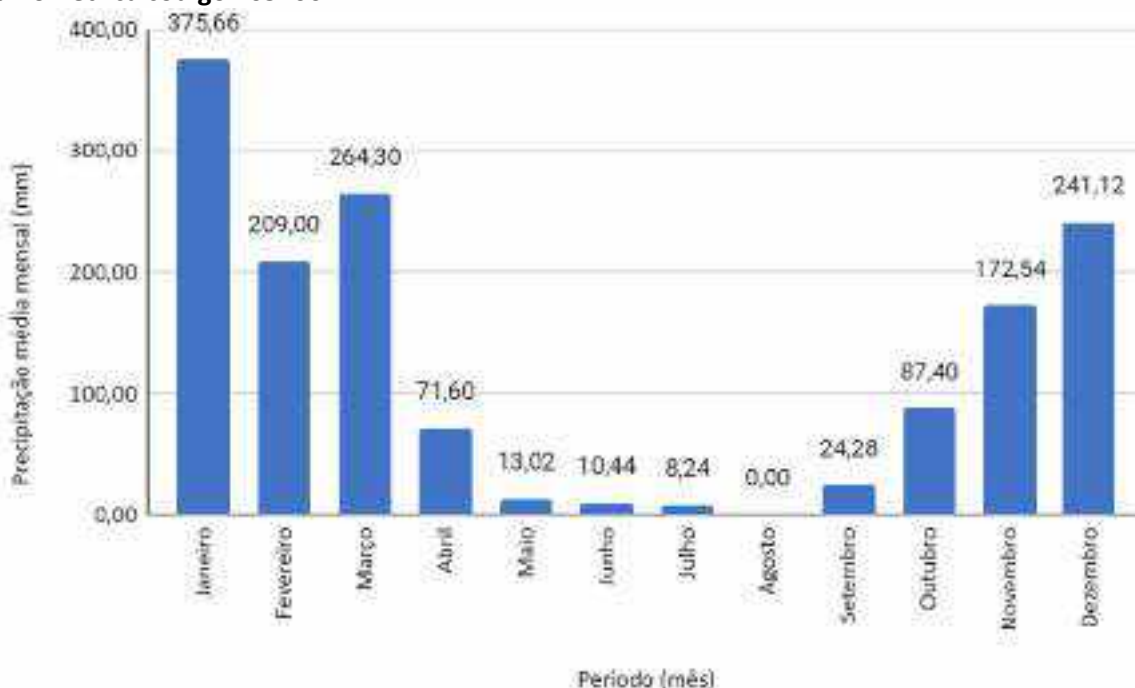
Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} 0,5 x Q_{ref} (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
323,135	161,567	2.972,473	65,643	3.068,397	413,543	7,420

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (2,5 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 24.1), observa-se que há 5 meses

muito secos (precipitação inferior a 50 mm), 2 meses entre 50 e 100 mm e 5 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.477,600 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2010-2014).

Gráfico 24.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2010 a 2014, na estação pluviométrica código 1651002.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dessas informações e, de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do Capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 26.250,000 litros e uma área de captação mínima de 20,900 m² para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de julho e agosto. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

24.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis nas microbacias ribeirão Ribeirão e córrego Retiro, tanto subterrânea quanto superficial. Verificase que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que

a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade Fortaleza foi de 86,812 m³/dia, sendo superior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade Fortaleza, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

25

COMUNIDADE DO FORTE

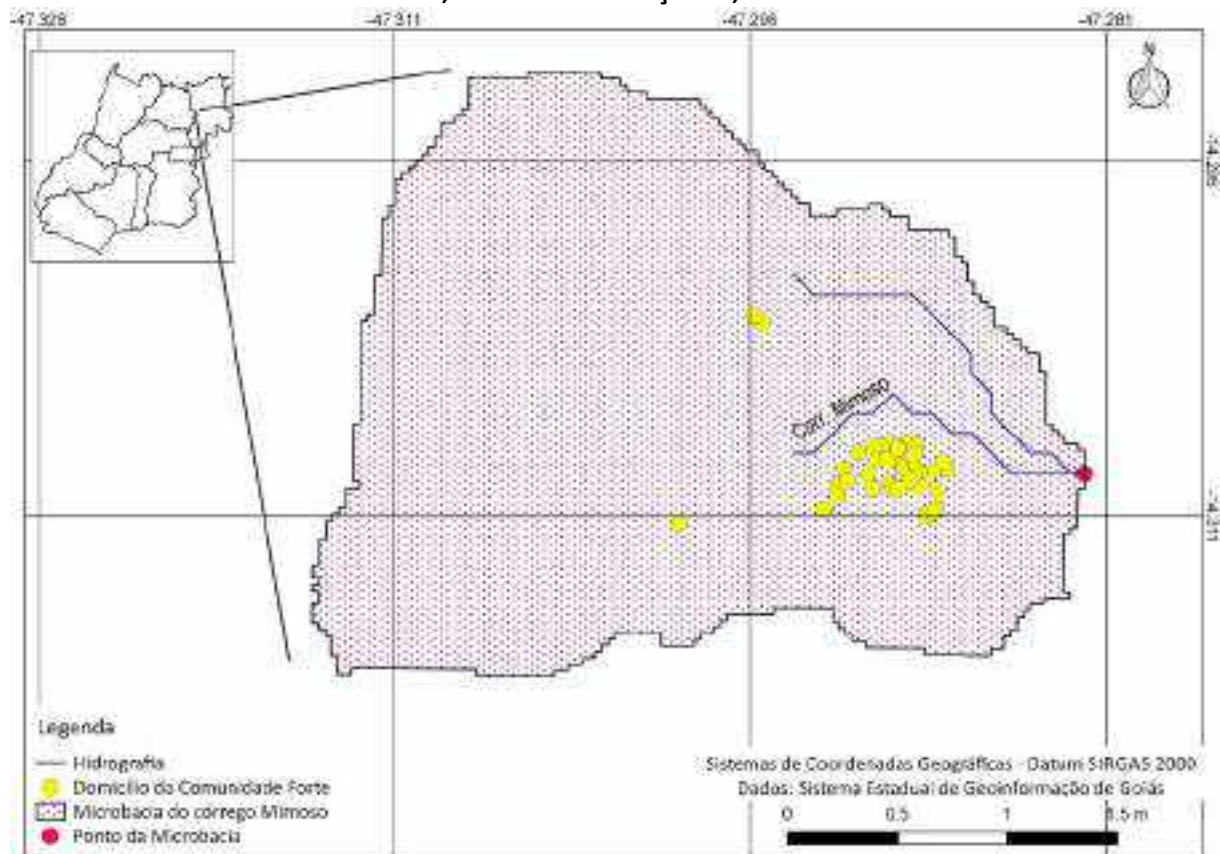


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

25.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade do Forte, uma comunidade quilombola pertencente ao município de São João D'Aliança – GO, a partir da delimitação da microbacia do córrego Mimoso (GOIÁS, 2014) (Mapa 25.1), na qual os domicílios da comunidade estão inseridos. Essa microbacia está localizada no Nordeste Goiano, possuindo uma área de aproximadamente 7,154 km² e está inserida na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos Afluentes Goianos do rio Paranã, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 25.1 – Microbacia do córrego Mimoso onde estão inseridos os domicílios e o ponto de referência da Comunidade do Forte, São João D'Aliança-GO, 2020.



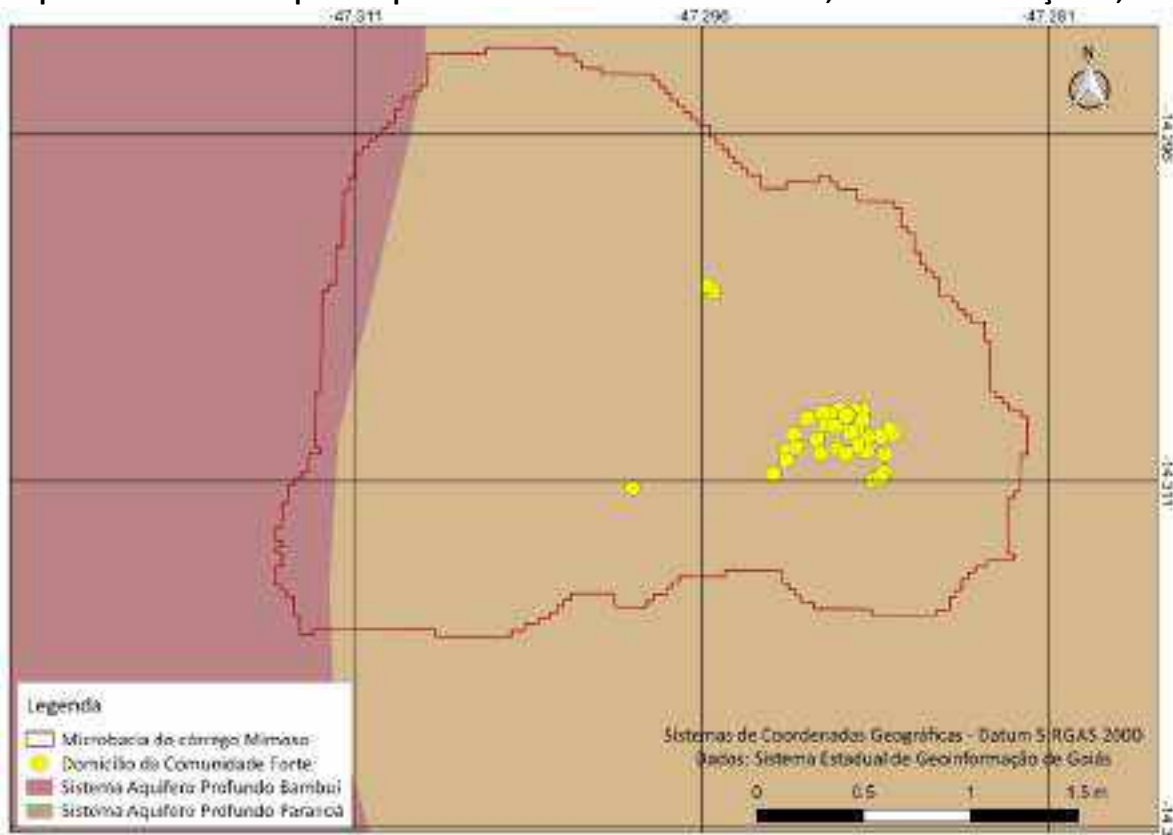
Fonte: elaborado pelos autores.

A microbacia da Comunidade do Forte tem como principal curso d'água o córrego Mimoso, que recebe contribuição de outros afluentes intermitentes.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea, pode-se dizer que a microbacia do córrego Mimoso encontra-se sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esses domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir

da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e a bacia hidrográfica em estudo. A partir dessa sobreposição, chegou-se ao Mapa 25.2, observando a presença do Sistema Aquífero Bambuí e do Sistema Aquífero Paranoá em 7% (0,49 km²) e 93% (6,67 km²) da área da bacia hidrográfica, respectivamente.

Mapa 25.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade do Forte, São João D’Aliança-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

25.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da microbacia em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, na microbacia do córrego Mimoso não foram encontradas outorgas de uso da água superficial até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando-se em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012) que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por

km², no município de São João D’Aliança, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 25.1 e 25.2.

Tabela 25.1 – Consumo *per capita* na Comunidade do Forte, São João D’Aliança-GO, 2019.

Nº domicílios	Moradores por domicílio	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
40	2,26	90,4	145	0,152

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 25.2 – Demanda de água para pecuária na microbacia do córrego Mimoso, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), São João D’Aliança-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	119,775	0,001736	0,2079
Bubalino	0,009	0,001042	0,0000
Equino	4,980	0,000694	0,0035
Suíno	4,210	0,000405	0,0017
Caprino	2,170	0,000347	0,0008
Ovino	0,832	0,000347	0,0003
Galináceos	852,188	0,000003	0,0025
Total	984,164	0,0046	0,2167

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, a microbacia do córrego Mimoso tem uma demanda igual a 0,368 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 13,108 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (0,750 m³/dia), totalizam uma demanda de 13,858 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

25.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial da microbacia do córrego Mimoso foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do rio Paranã proposta por Honório (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 25.3, sendo que a vazão regionalizada (Q_{reg}) foi igual a 316,106 L/s para a bacia do córrego Mimoso. Assim a vazão específica superficial é de 44,186 L/s.km², que, quando

comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (2,790 L/s.km²), (falta complemento), afirmando que a metodologia traz uma menor segurança hídrica para a região.

Tabela 25.3 – Vazão regionalizada na microbacia do córrego Mimoso à jusante da Comunidade do Forte, São João D’Aliança, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)
Córrego Mimoso	7,154	-14,309213	-47,281925	316,106	44,186

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($Rr: A \times I \times P$), permanentes ($Rp: A \times Ne / Ifi \times b$) e exploráveis ($Re: Rr + Z * Rp$) conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 25.4), identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 27,240 L/s, para as reservas permanentes, 1.180,869 L/s, para as reservas exploráveis, 86,266 L/s e a vazão de referência conforme pode ser observado na Tabela 25.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 25.5, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 25.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade do Forte, São João D’Aliança-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Bambuí	10	4,5	120
Paranoá	10	2,5	110

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 25.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do córrego Mimoso da Comunidade do Forte, São João D’Aliança-GO, 2019.

Reserva renovável (L/s)	Reserva ermanente (m ³ /ano)	Reserva explotável (L/s)	Reserva explotável (m ³ /ano)	Q _{ref} (L/s)	Q _{esp} subterrânea (L/s.km ²)
27,240	8,585.10 ⁵	1.180,869	3,723.10 ⁷	86,266	12,058

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da microbacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 12,058 L/s.km², conforme Tabela 25.5. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que, para a microbacia analisada a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 56,244 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 56,244 L/s.

25.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 158,053 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 25.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (86,266 L/s). Assim, subtraindo nessa microbacia as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 243,950 L/s, enquanto a disponibilidade hídrica específica total é igual a 34,100 L/s.km² (Tabela 25.6).

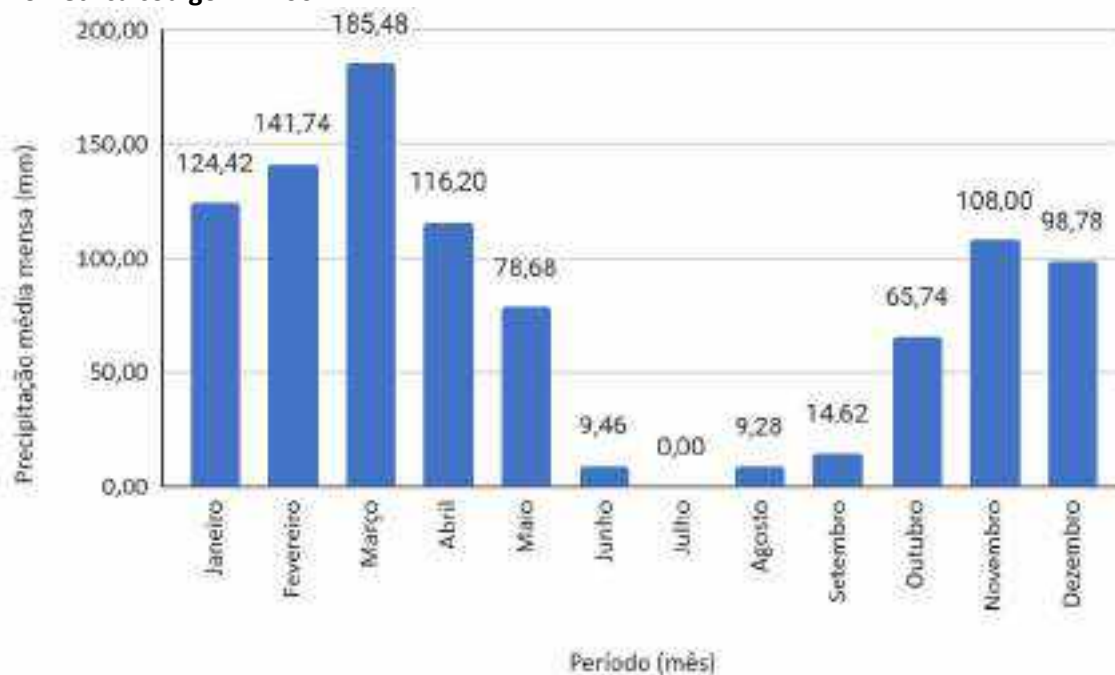
Tabela 25.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do córrego Mimoso da Comunidade do Forte, São João D’Aliança-GO, 2020.

Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} $0,5 \times Q_{ref}$ (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
316,106	158,053	86,266	0,368	243,950	7,154	34,100

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água da chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (2,26 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 25.1), observa-se que há 4 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm), 2 meses entre 50 e 100 mm e 6 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 952,400 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2014 a 2018). A partir dessas informações e, de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 18.984,000 litros e uma área de captação mínima de 23,450 m² para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de junho a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

Gráfico 25.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2014 a 2018, na estação pluviométrica código 144700.



Fonte: elaborado pelos autores.

25.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis na microbacia do córrego Mimoso, tanto subterrânea como superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica superficial é superior a disponibilidade hídrica subterrânea, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade do Forte foi de 13,858 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade do Forte, como a implantação de tecnologias

de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

26

COMUNIDADE ITACAIÚ

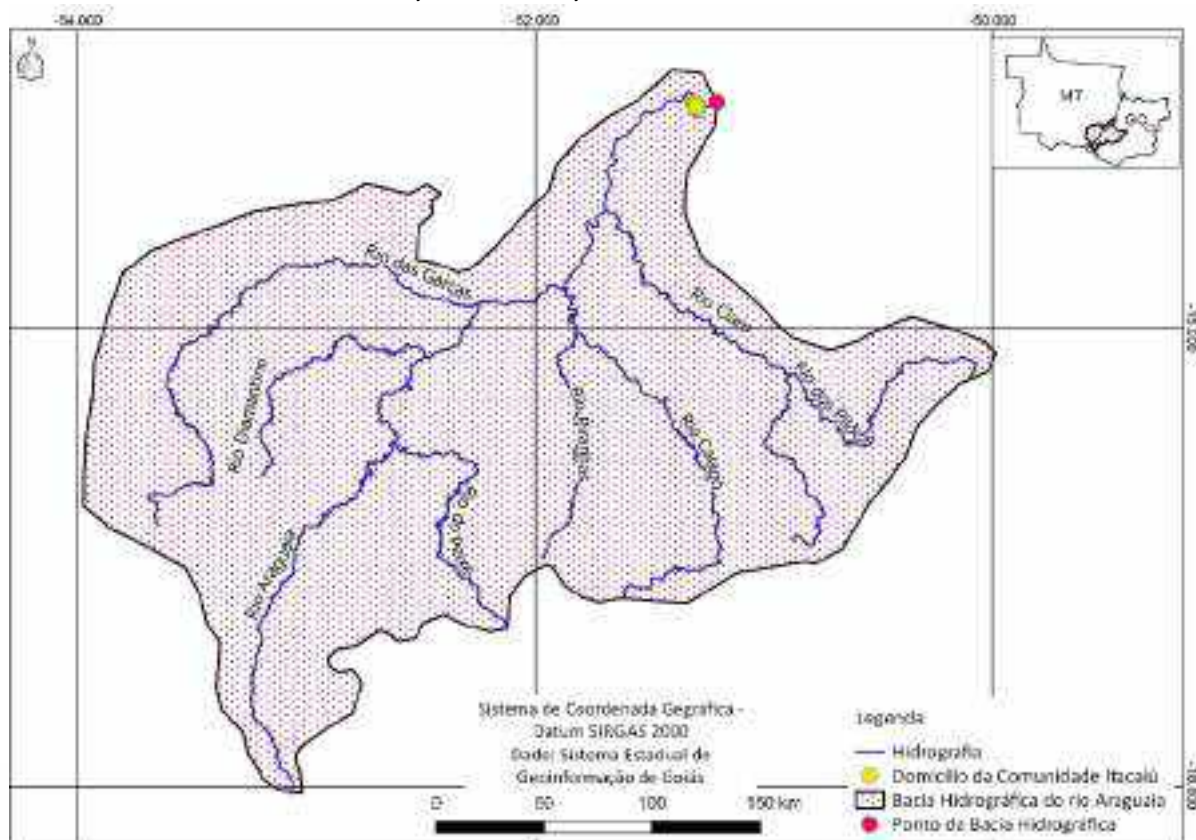


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

26.1 Delimitação e caracterização da bacia hidrográfica

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade Itacaiú, uma comunidade ribeirinha pertencente ao município de Britânia – GO, a partir da delimitação da bacia hidrográfica do rio Araguaia (GOIÁS, 2014) (Mapa 26.1), na qual os domicílios da comunidade estão inseridos. A bacia hidrográfica tem sua foz no município de Britânia – GO e está localizada em toda parte Oeste do Estado, possuindo uma área de aproximadamente 71.067,448 km² e está inserida na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos dos Afluentes Goianos do Alto Araguaia, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 26.1 – Bacia hidrográfica do rio Araguaia onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Itacaiú, Britânia-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

A Comunidade Itacaiú está situada às margens do rio Araguaia, possuindo uma bacia hidrográfica extensa que recebe contribuição de inúmeros córregos e abrange, também, parte do território do estado do Mato Grosso.

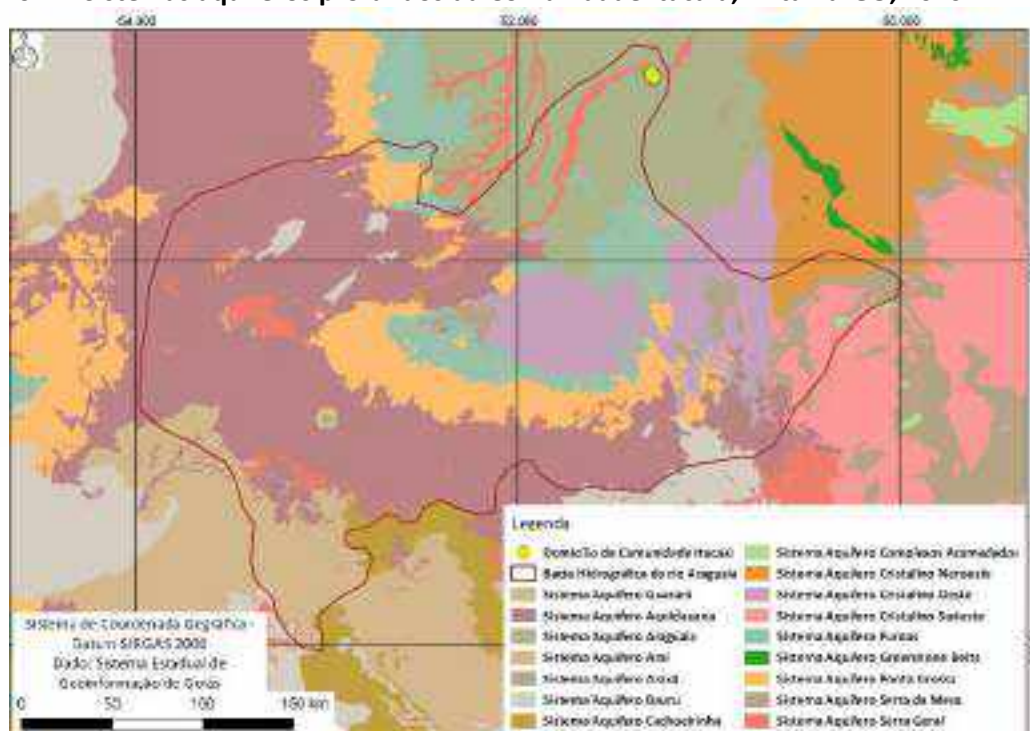
Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea pode-se dizer que na bacia hidrográfica do rio Araguaia encontra-se sobre três formações geológicas, sendo uma de domínio fraturado, uma de domínio intergranular e outro de dupla porosidade (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esses domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e a bacia hidrográfica em estudo. Como parte da bacia hidrográfica se encontra no Mato Grosso e não foram identificados trabalhos semelhantes ao de Almeida *et al.* (2006) no estado, para a sobreposição dos sistemas aquíferos foi utilizado o *shape* do Mapa Hidrogeológico do Brasil ao Milésimo, disponibilizada pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM (BRASIL, 2007) e feitas as reagrupações dos aquíferos de acordo com a formação hidrogeológica, a fim de estabelecer relação e aplicação dos dados utilizados para as estimativas da disponibilidade subterrânea. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 26.2, observando a presença de 19 Sistemas Aquíferos Profundos, descritos na Tabela 26.1, juntamente com suas respectivas áreas.

Tabela 26.1 – Sistemas aquíferos profundos e suas áreas, pertencentes à Comunidade Itacaiú, Britânia-GO, 2020.

Sistema Aquífero Profundo	Área (km²)	Área (%)
Guarani	2279,74	3,208
Aquidauana	28177,4	39,649
Araguaia	6574,72	9,251
Araxá	2036,83	2,886
Bauru	1458,857	2,053
Cachoeirinha	405,589	0,571
Complexos Acamadados	44,45	0,063
Cristalino Noroeste	800,819	1,127
Cristalino Oeste	8164,9	11,489
Cristalino Sudeste	1468,7	2,067
Furnas	5336,234	7,509
Ponta Grossa	7867,8	11,071
Serra da Mesa	141,407	0,199
Serra Geral	1798,471	2,531
Depósito Aluvionar/ Serra Geral	767,132	1,079
Embasamento Fraturado/ Araguaia	164,419	0,231
Formação Botucatu/ Guarani	2007,85	2,868
Palermo/Aquidauana	636,535	0,896
Passa Dois/Aquidauana	905,012	1,273

Fonte: elaborado pelos autores.

Mapa 26.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Itacaiú, Britânia-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

26.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da bacia hidrográfica em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, na bacia hidrográfica do rio Araguaia foram encontradas tanto outorgas de uso da água superficial, como outorgas de uso da água subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Devido à extensão territorial da bacia hidrográfica em estudo, que possui 208 outorgas de uso de água superficial e 204 de uso de água subterrânea, optou-se por descrever as outorgas por tipo de uso e sua vazão total, conforme pode ser observado nas Tabelas 26.2 e 26.3.

Tabela 26.2 – Vazões superficiais outorgadas na bacia hidrográfica em estudo separadas por tipo de uso, à montante da Comunidade Itacaiú, Britânia, GO, 2020.

Outorga	Quantidade de outorga por uso	Vazão (L/s)
Abastecimento público	11	319,723
Aquicultura em tanque escavado	1	3,611
Criação Animal	2	16,112
Irrigação	154	15.901,118
Mineração-outras processos extrativos	1	8,056
Outras	39	3.195,275
Total	208	19.443,895

Fonte: GOIÁS (2020).

Tabela 26.3 – Vazões subterrâneas outorgadas na bacia hidrográfica em estudo para outros fins, à montante da Comunidade Itacaiú, Britânia, GO, 2020.

Outorga	Quantidade de outorga por uso	Disponibilidade efetiva (L/s)
Abastecimento Público	17	2.285,990
Consumo Humano	11	12,481
Criação animal	5	15,013
Indústria	1	3,793
Outras	170	18.330,293
Total	204	20.647,572

Fonte: BRASIL (2020); GOIÁS (2020).

A vazão total de 40.091,467 L/s é outorgada em diversos locais situados à montante da Comunidade Itacaiú, reduzindo a disponibilidade hídrica à jusante destas captações. Destaca-se que não foi possível obter as outorgas superficiais dos municípios do Mato Grosso, dessa forma, as outorgas descritas situam-se somente no território goiano. No entanto, foi possível obter informações das outorgas subterrâneas a partir do levantamento realizado pelo banco de dados do SIAGAS, que é um sistema de informações de águas subterrâneas desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil-CPRM (BRASIL, 2020).

Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando-se em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012) que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², considerando a média dos 54 municípios que a bacia hidrográfica abrange em Goiás e no Mato Grosso, além do município de Britânia, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 26.4 e 26.5.

Considerando as outorgas de uso de água superficial e subterrânea, a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, a bacia hidrográfica do rio Araguaia tem uma demanda igual a 48.624,052 L/s. Considerando a estimativa de consumo humano (somente da comunidade) e a estimativa de consumo para a pecuária, a bacia hidrográfica do rio Araguaia tem uma demanda igual a 8.532,581 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 27,707 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (13.905,250 m³/dia), totalizam uma demanda de 13.932,956 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

Tabela 26.4 – Consumo *per capita* na Comunidade Itacaiú, Britânia-GO, 2019.

Nº domicílios	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
68	2,81	191,08	145	0,321

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 26.5 – Demanda de água para pecuária na bacia hidrográfica, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Britânia-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	4.822.190,738	0,001736	8371,32
Bubalino	4.104,108	0,001042	4,276
Equino	58.736,794	0,000694	40,763
Suíno	169.212,259	0,000405	68,531
Caprino	5.363,701	0,000347	1,861
Ovino	38.394,391	0,000347	13,323
Galináceos	10.728.517,599	0,000003	32,186
Total	15.826.519,590	0,0046	8.532,260

Fonte: elaborado pelos autores.

26.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial da bacia hidrográfica do rio Araguaia foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do alto Tocantins proposta por Costa (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 26.6, sendo que a vazão regionalizada total foi igual a 484.555,465 L/s para a bacia hidrográfica do rio Araguaia. Assim, a vazão específica superficial é de 6,818 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (3,690 L/s.km²), é maior, afirmando que a metodologia traz uma menor segurança hídrica para a região. Assim, para uma estimativa da vazão de referência superficial mais segura, optou-se por utilizar como base a vazão específica do PERH. Dessa forma, a vazão de referência (Q_{ref}) estimada foi igual a 262.238,883 L/s.

Tabela 26.6 – Vazão regionalizada na bacia hidrográfica do rio Araguaia à jusante da Comunidade Itacaiú, Britânia-GO, 2020.

Bacia hidrográfica	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q_{reg} superficial (L/s)	Q_{esp} superficial (L/s.km ²)	Q_{ref} PERH (L/s)
Rio Araguaia	71.067,448	-15,011248	-51,205345	484.555,465	6,818	262.238,883

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($R_r: A \times I \times P$), permanentes ($R_p: A \times N_e / I f_i \times b$) e exploráveis ($R_e: R_r + Z * R_p$) conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 26.7), identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 307.400,621 L/s, para as reservas permanentes, 22.436.325,531 L/s, para as reservas exploráveis, 1.675.249,593 L/s e a vazão de referência conforme pode ser observado na Tabela 26.8. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m^3 /ano, também apresentada na Tabela 26.8, para facilitar a análise de disponibilidade total, adotou-se volume em L/s.

Tabela 26.7 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Itacaiú, Britânia-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Guarani	12	15,0	200
Aquidauana	12	6,0	200
Araguaia	12	9,0	30
Araxá	9	1,2	100
Bauru	12	10,0	40
Cachoeirinha	12	8,0	20
Complexos Acamadados	10	1,0	100
Cristalino Noroeste	10	1,5	110
Cristalino Oeste	8	1,5	120
Cristalino Sudeste	12	1,5	150
Furnas	12	10,0	100
Ponta Grossa	12	6,0	200
Serra da Mesa	9	1,2	100
Serra Geral	12	3,5	300
Depósito Aluvionar/Serra Geral	12	3,5	300
Embasamento Fraturado/Araguaia	12	9,0	30
Formação Botucatu/Guarani	10	15,0	200
Palermo/Aquidauana	12	6,0	200
Passa Dois/Aquidauana	12	6,0	200

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 26.8 – Disponibilidade hídrica subterrânea na bacia hidrográfica do rio Araguaia, Comunidade Itacaiú, Britânia-GO, 2019.

Reserva renovável		Reserva permanente		Reserva explorável		Q_{ref}	Q_{esp} subterrânea
(L/s)	(m^3 /ano)	(L/s)	(m^3 /ano)	(L/s)	(m^3 /ano)	(L/s)	(L/s.km ²)
307.400,621	9,69.10 ⁹	22.436.325,531	7,08.10 ¹¹	1.675.249,593	5,28.10 ¹⁰	1.675.249,593	23,573

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 23,573 L/s.km², conform Tabela 26.8. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que, para a bacia hidrográfica analisada a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 27,263 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 27,263 L/s.

26.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1) sendo igual a 131.119,441 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 26.9, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (1.675.249,593L/s). Assim, subtraindo nessa bacia hidrográfica as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 1.757.744,983 L/s, enquanto a disponibilidade hídrica específica é igual a 24,733 L/s.km² (Tabela 26.9).

Tabela 26.9 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na bacia hidrográfica do rio Araguaia da Comunidade Itacaiú, Britânia-GO, 2020.

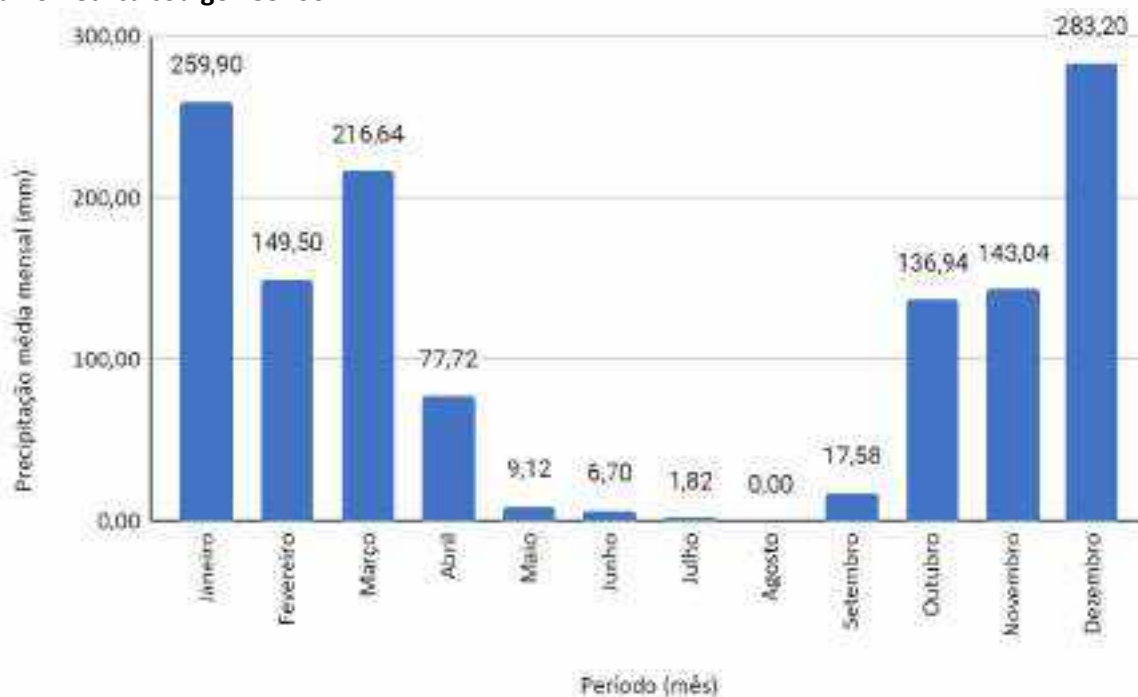
Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} $0,5 \times Q_{ref}$ (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
262.238,883	131.119,441	1.675.249,593	48.624,052	1.757.744,983	71.067,44794	24,733

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (2,81 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 26.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm), 1 mês entre 50 e 100 mm e 6 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.302,16 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2010 a 2014). A partir dessas informações e de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 29.505,000 litros e uma área de captação de 26,657 m² para o abastecimento do

domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

Gráfico 26.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2010 a 2014, na estação pluviométrica código 1551002.



Fonte: elaborado pelos autores.

26.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis na bacia hidrográfica do rio Araguaia, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade Itacaiú foi de 13.932,956 m³/dia, sendo superior ao limite estabelecido

pela legislação. Porém, ao observar somente o consumo para a comunidade não há necessidade de realizar um plano de outorga.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade Itacaiú, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

27

ASSENTAMENTO ITAJÁ II

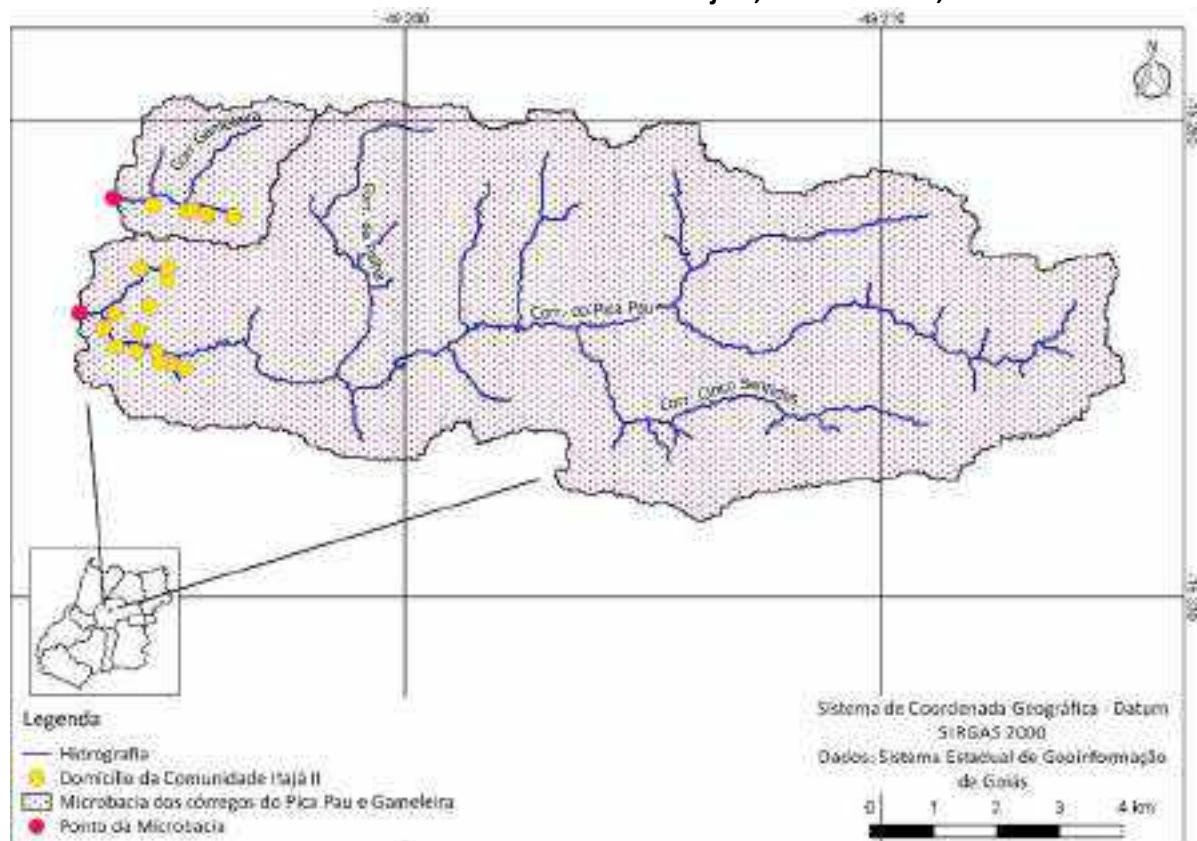


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

27.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade Itajá II, um assentamento pertencente ao município de Goianésia – GO, a partir da delimitação das microbacias dos córregos do Pica-Pau e Gameleira (GOIÁS, 2014) (Mapa 27.1), nas quais os domicílios da comunidade estão inseridos. Essas microbacias estão localizadas no Centro Goiano, possuindo uma área total de aproximadamente 79,007 km² e está inserida na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos Afluentes Goianos do rio das Almas os Afluentes Goianos do rio Maranhão, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 27.1 – Microbacias do córrego do Pica-Pau e córrego da Gameleira onde estão inseridos os domicílios e os exutórios de referência da Comunidade Itajá II, Goianésia-GO, 2020.

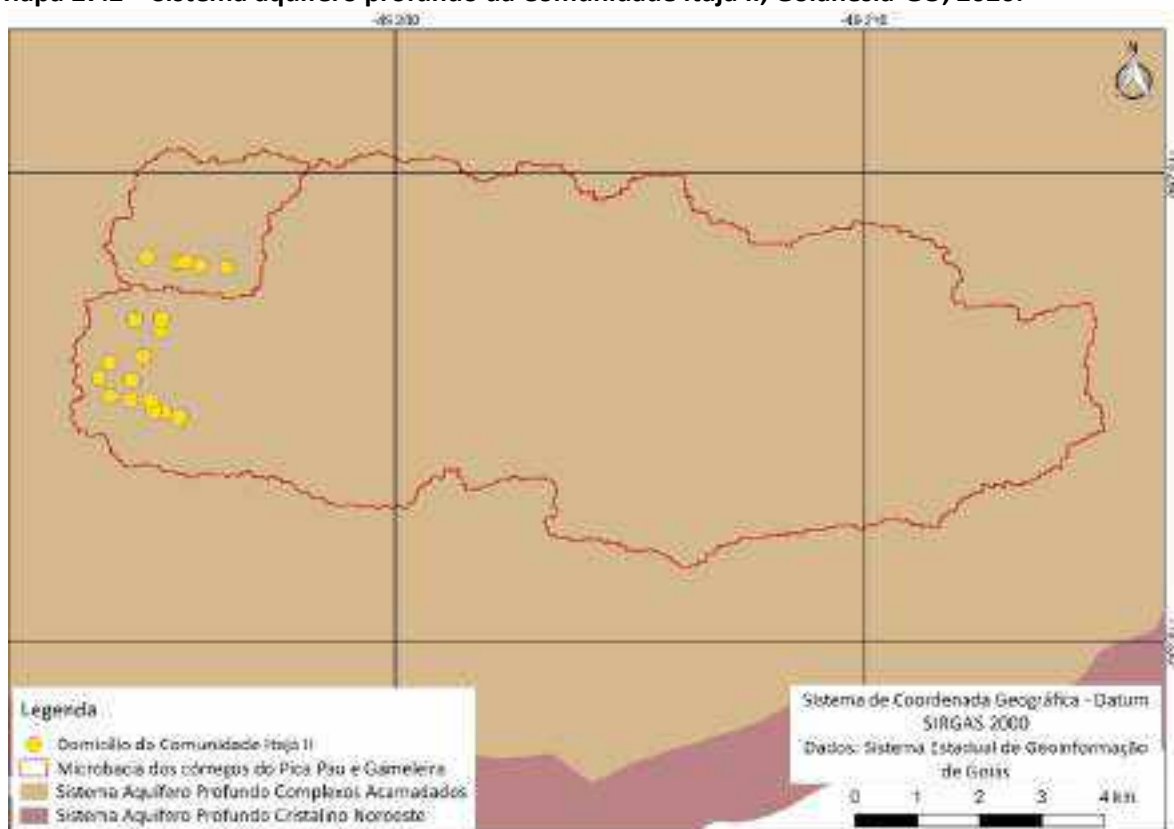


Fonte: elaborado pelos autores.

As microbacias da Comunidade Itajá II têm como principais cursos d'água os córregos do Pica-Pau e Gameleira, que recebem contribuições dos córregos da Palha e do Cinco Sentidos, entre outros. Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea, pode-se dizer que as microbacias do córrego do Pica-Pau e córrego da Gameleira encontram-se sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esse domínio estão os sistemas

aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 27.2, observando a presença do Sistema Aquífero Complexo Acamadados em 100% (79,007 km²) da área da bacia hidrográfica.

Mapa 27.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade Itajá II, Goianésia-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

27.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da microbacia em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, nas microbacias do córrego do Pica-Pau e córrego da Gameleira não foram encontradas outorgas de uso da água superficial, nem subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando-se em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012), que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para

consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Goianésia, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 27.1 e 27.2.

Tabela 27.1 – Consumo *per capita* na Comunidade Itajá II, Goianésia-GO, 2019.

Nº domicílios ⁽¹⁾	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
18	2,82	50,76	145	0,085

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 27.2 – Demanda de água pecuária nas microbacias do córrego do Pica-Pau e córrego da Gameleira, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Goianésia-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	6.872,128	0,001736	11,9300
Bubalino	32,686	0,001042	0,0341
Equino	108,271	0,000694	0,0751
Suíno	510,711	0,000405	0,2068
Caprino	20,939	0,000347	0,0073
Ovino	9,193	0,000347	0,0032
Galináceos	2.808,911	0,000003	0,0084
Total	10.362,838	0,0046	12,2649

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, as microbacias do córrego do Pica-Pau e córrego da Gameleira têm uma demanda igual a 12,264 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 7,360 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (28,937 m³/dia), totalizam uma demanda de 36,297 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

27.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial das microbacias do córrego do Pica-Pau e córrego da Gameleira foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do rio Caiapó proposta por Costa (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 27.3, sendo que a vazão total regionalizada foi igual a

93,611 L/s, para as microbacias do córrego do Pica-Pau e córrego da Gameleira. Assim, a vazão específica superficial é de 1,185 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (3,160 L/s.km²), é menor, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região.

Tabela 27.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias do córrego do Pica-Pau e córrego da Gameleira à jusante da Comunidade Itajá II, Goianésia-GO, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)
Córrego Pica-Pau	73,503	-15,288198	-49,327842	90,280	1,228
Córrego da Gameleira	5,504	-15,271311	-49,322964	3,332	0,605
Total	79,007	-	-	93,611	1,185

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($Rr: A \times I \times P$), permanentes ($Rp: A \times Ne / Ifi \times b$) e exploráveis ($Re: Rr + Z * Rp$), conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 27.4) identificou-se que o volume total das reservas renováveis é 300,635 L/s, para as reservas permanentes, 2.505,296 L/s, para as reservas exploráveis, 425,900 L/s e a vazão de referência, conforme pode ser observado na Tabela 27.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 27.5, para facilitar a análise de disponibilidade total, adotou-se volume em L/s.

Tabela 27.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Itajá II, Goianésia-GO, 2019

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Complexos Acamadados	9	3,0	150

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 27.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias do córrego do Pica-Pau e córrego da Gameleira da Comunidade Itajá II, Goianésia-GO, 2019.

Reserva renovável		Reserva permanente		Reserva explorável		Q _{ref}	Q _{esp} subterrânea
(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(L/s.km ²)
300,635	9,5.10 ⁶	2.505,296	7,9.10 ⁷	425,900	1,3.10 ⁷	425,900	5,391

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é 5,391 L/s.km², conforme Tabela 27.5. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-

se que, para as microbacias analisadas, a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 6,576 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 6,576 L/s.

27.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 46,806 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 27.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (425,900 L/s). Assim, subtraindo nessas microbacias as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 460,356 L/s, enquanto a disponibilidade hídrica específica total é igual a 5,827 L/s.km² (Tabela 27.6).

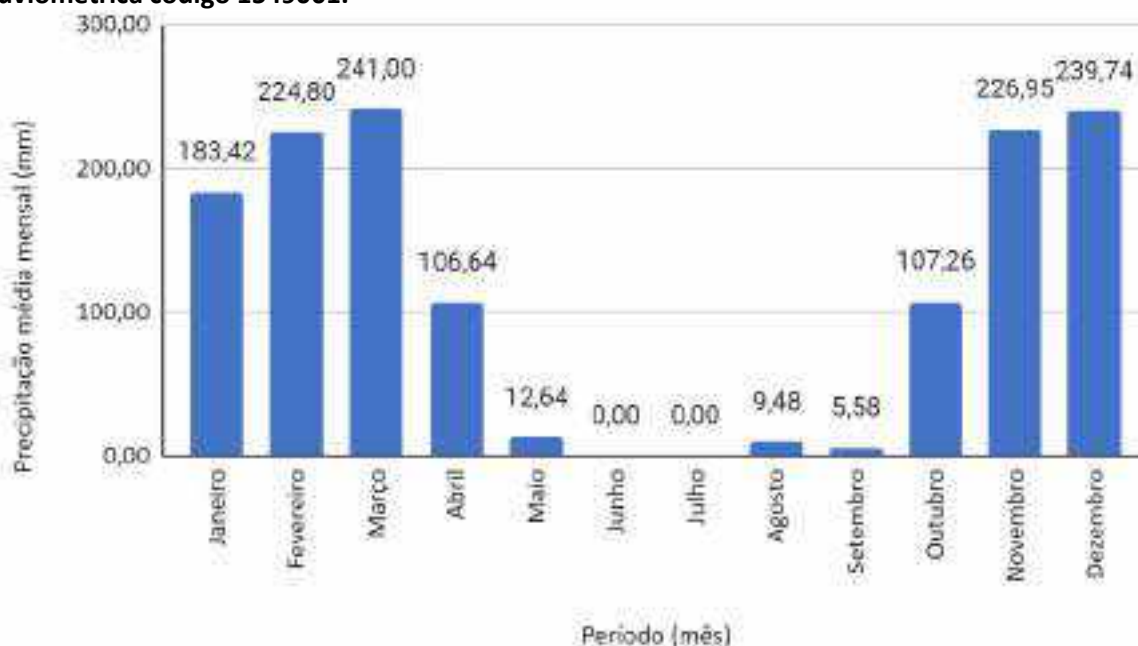
Tabela 27.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do córrego do Pica-Pau e córrego da Gameleira da Comunidade Itajá II, Goianésia-GO, 2020.

Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} $0,5 \times Q_{ref}$ (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
93,611	46,806	425,900	12,350	460,356	79,007	5,827

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água de chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (2,82 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 27.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm), e 7 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.312,12 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2015 a 2019). A partir dessas informações e, de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do Capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 29.610,000 litros e uma área de captação de 26,549 m² para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

Gráfico 27.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2015 a 2019, na estação pluviométrica código 1549001.



Fonte: elaborado pelos autores.

27.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis nas microbacias do córrego do Pica-Pau e córrego da Gameleira, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade Itajá II foi de 36,297 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade Itajá II, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias,

produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

28

ASSENTAMENTO JOÃO DE DEUS

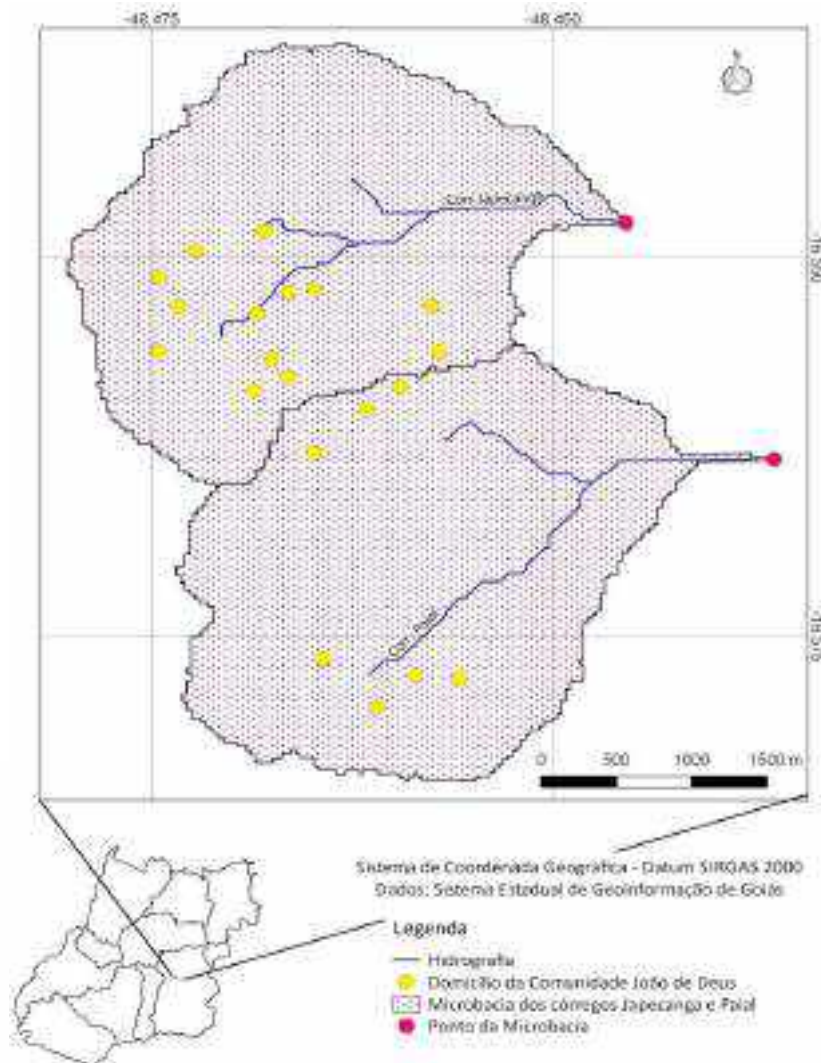


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

28.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade João de Deus, um assentamento pertencente ao município de Silvânia – GO, a partir da delimitação das microbacias do córrego Japecanga e do córrego Paial (GOIÁS, 2014) (Mapa 28.1), nas quais os domicílios da comunidade estão inseridos. Essas microbacias estão localizadas no Sudeste Goiano, a microbacia do córrego Japecanga possui 6,95 km² e a do córrego Paial possui 7,48 km² e estão inseridas na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos Corumbá, Veríssimo e Porção Goiana do São Marcos, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

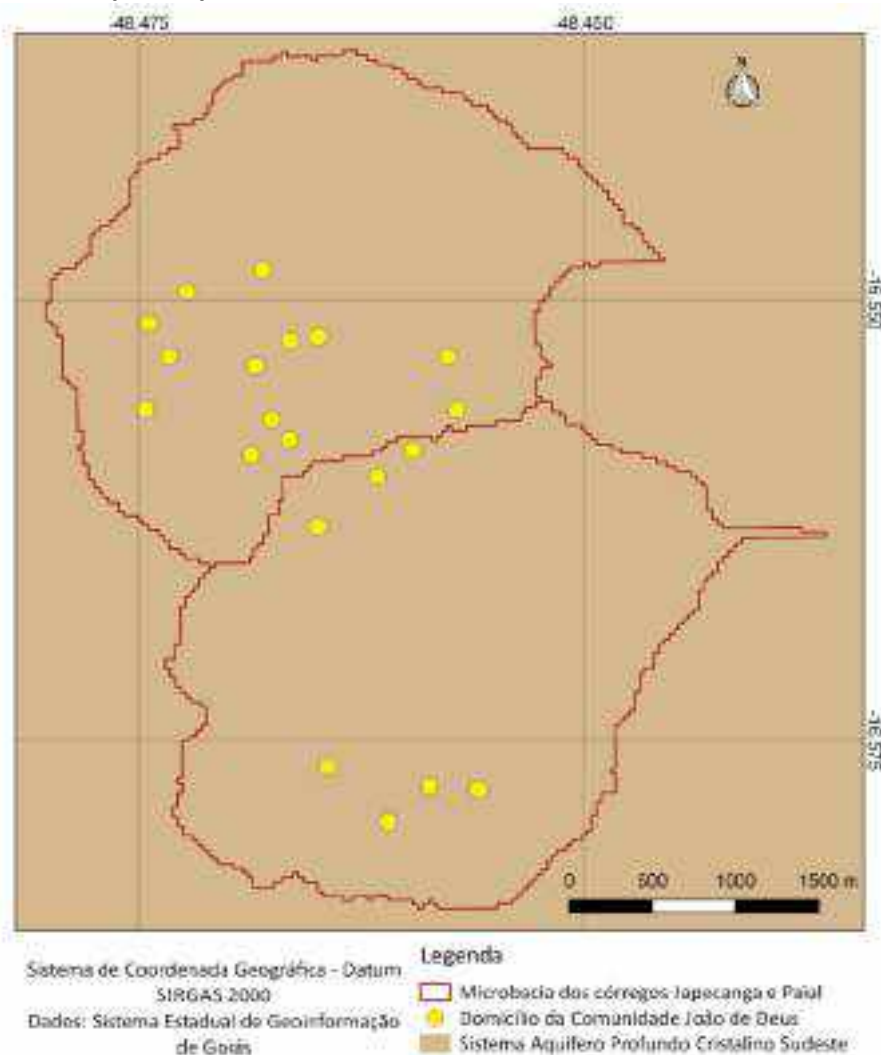
Mapa 28.1 – Microbacias dos córregos Japecanga e Paial onde estão inseridos os domicílios e o ponto de referência da Comunidade João de Deus, Silvânia-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

As microbacias da Comunidade João de Deus têm como principais cursos d'água os córregos Japecanga e Paial e ambos recebem contribuições de outros afluentes intermitentes. Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea, pode-se dizer que as microbacias nas microbacias dos córregos Japecanga e Paial encontram-se sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esse domínio estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir dessa sobreposição, chegou-se ao Mapa 28.2, observando a presença do Sistema Aquífero Cristalino Sudeste em 100% (14,43 km²) das áreas das bacias hidrográficas.

Mapa 28.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade João de Deus, Silvânia-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

28.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da microbacia em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, nas microbacias dos córregos Japecanga e Paial não foram encontradas outorgas de uso da água superficial até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando-se em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012), que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Silvânia, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 28.1 e 28.2.

Tabela 28.1 – Consumo *per capita* na Comunidade João de Deus, Silvânia-GO, 2019.

Nº domicílios ⁽¹⁾	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
20	2,9	58	145	0,097

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 28.2 – Demanda de água pecuária nas microbacias dos córregos Paial e Japecanga, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Silvânia-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	830,760	0,001736	1,4423
Bubalino	1,402	0,001042	0,0015
Equino	23,572	0,000694	0,0164
Suíno	79,636	0,000405	0,0323
Caprino	1,529	0,000347	0,0005
Ovino	10,512	0,000347	0,0036
Galináceos	764,503	0,000003	0,0022
Total	1.711,914	0,0046	1,4988

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, as microbacias dos córregos Japecanga e Paial tem uma demanda igual a 1,596 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 8,410 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (4,880 m³/dia), totalizam uma demanda de 13,290 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

28.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial das microbacias dos córregos Japecanga e Paial foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do rio Corumbá proposta por Honório (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 28.3, sendo que a vazão total regionalizada foi igual a 54,634 L/s, para as microbacias dos córregos Japecanga e Paial. Assim, a vazão específica superficial total é de 3,790 L/s.km², que, quando comparadas a apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (4,650 L/s.km²), é menor, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região.

Tabela 28.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias dos córregos Paial e Japecanga à jusante da Comunidade João de Deus, Silvânia, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)
córrego Japecanga	6,95	-16,54778	-48,44548	26,288	3,782
córrego Paial	7,48	-16,56377	-48,43626	28,346	3,790
Total	14,43	-	-	54,634	3,790

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($R_r: A \times I \times P$), permanentes ($R_p: A \times N_e / I_f \times b$) e exploráveis ($R_e: R_r + Z * R_p$), conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 28.4) identificou-se que o volume total das reservas renováveis é 83,299 L/s, para as reservas permanentes, 1.041,239 L/s, para as reservas exploráveis é de 135,361 L/s e a vazão de referência, conforme pode ser observado na Tabela 28.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 28.5, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 28.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade João de Deus, Silvânia-GO, 2019

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Cristalino Sudeste	12	1,5	150

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 28.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias dos córregos Paial e Japecanga da Comunidade João de Deus, Silvânia-GO, 2019.

Reserva renovável		Reserva permanente		Reserva explorável		Q_{ref}	Q_{esp} subterrânea
(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(L/s.km ²)
83,299	2,626.10 ⁶	1.041,23	3,283.10 ⁶	135,361	4,269.10 ⁶	135,361	9,275

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 9,275 L/s.km², conforme Tabela 28.5. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que, para as microbacias analisadas, a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 13,065 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 13,065 L/s.

28.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 27,317 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 28.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (135,361 L/s). Assim, subtraindo nessas microbacias as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 161,082 L/s, enquanto a disponibilidade hídrica específica total é igual a 11,163 L/s.km² (Tabela 28.6).

Tabela 28.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias dos córregos Paial e Japecanga da Comunidade João de Deus, Silvânia-GO, 2020.

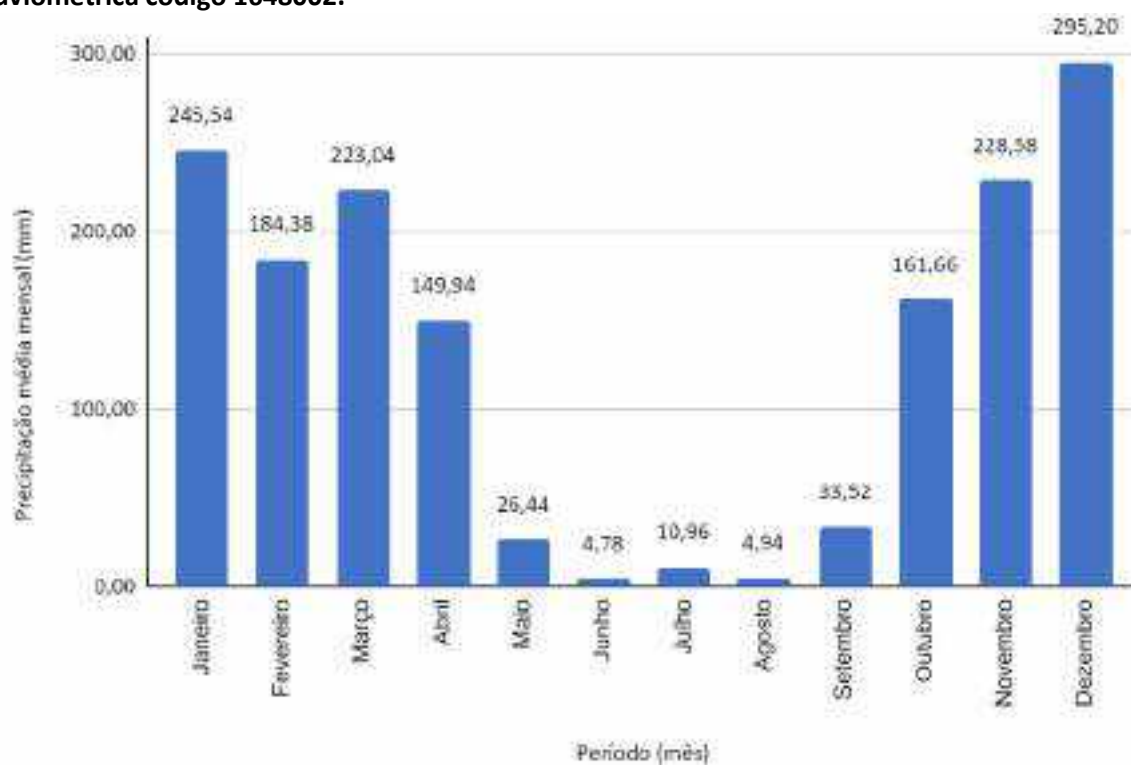
Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} $0,5 \times Q_{ref}$ (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
54,634	27,317	135,361	1,596	161,082	14,43	11,163

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (2,9 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 28.1), observa-se que há 5 meses

muito secos (precipitação inferior a 50 mm) e 7 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.566,84 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2008 a 2012). A partir dessas informações e de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do Capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 30.450,000 litros e uma área de captação de 22,864 m² para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

Gráfico 28.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2008 a 2012, na estação pluviométrica código 1648002.



Fonte: elaborado pelos autores.

28.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis nas microbacias dos córregos Japecanga e Paial, tanto subterrânea quanto superficial. Verificase que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de

comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independentem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independentem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade João de Deus foi de 13,290 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade João de Deus, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

29

COMUNIDADE DE JOSÉ DE COLETO

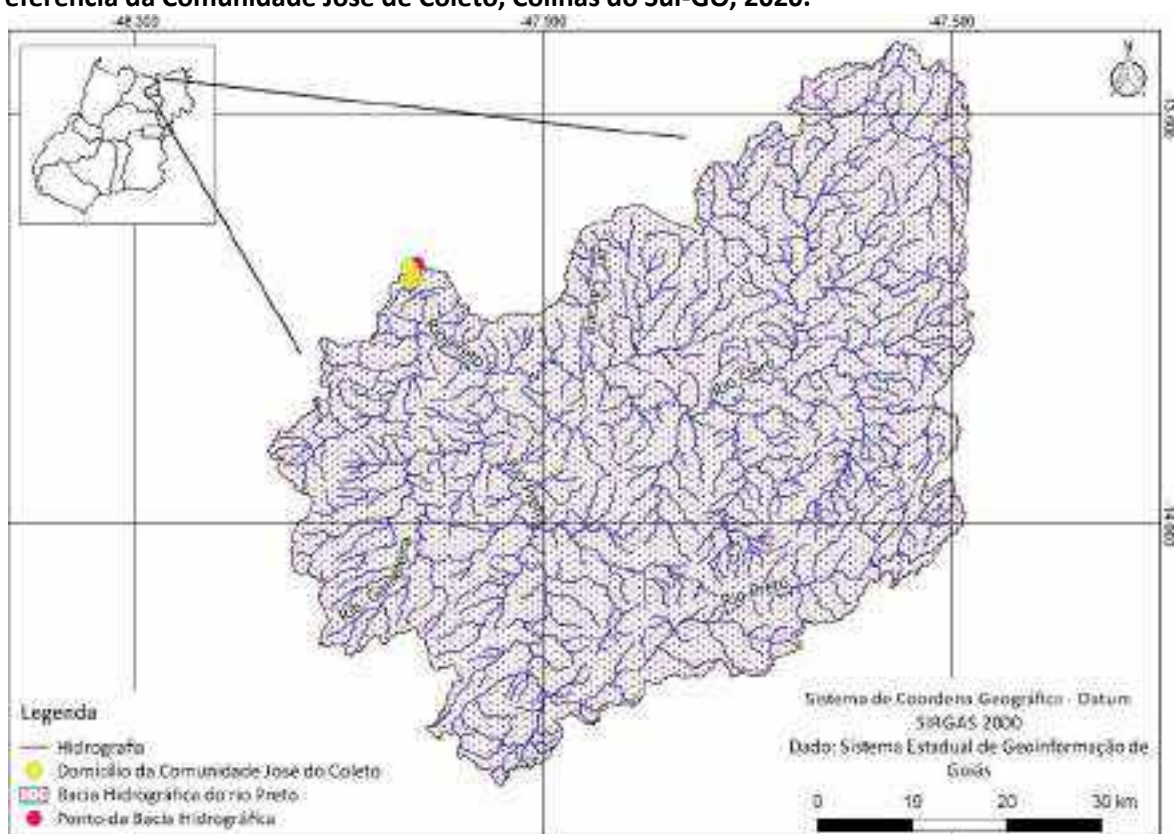


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

29.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade José do Coletto, uma comunidade quilombola pertencente ao município de Colinas do Sul – GO, a partir da delimitação da bacia hidrográfica do rio Preto (GOIÁS, 2014) (Mapa 29.1), na qual os domicílios da comunidade estão inseridos. A bacia hidrográfica está localizada no Nordeste Goiano, possuindo uma área de aproximadamente 3.455,754 km² e está inserida na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos dos Afluentes Goianos do Médio Tocantins, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 29.1 – Bacia hidrográfica do rio Preto onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade José de Coletto, Colinas do Sul-GO, 2020.



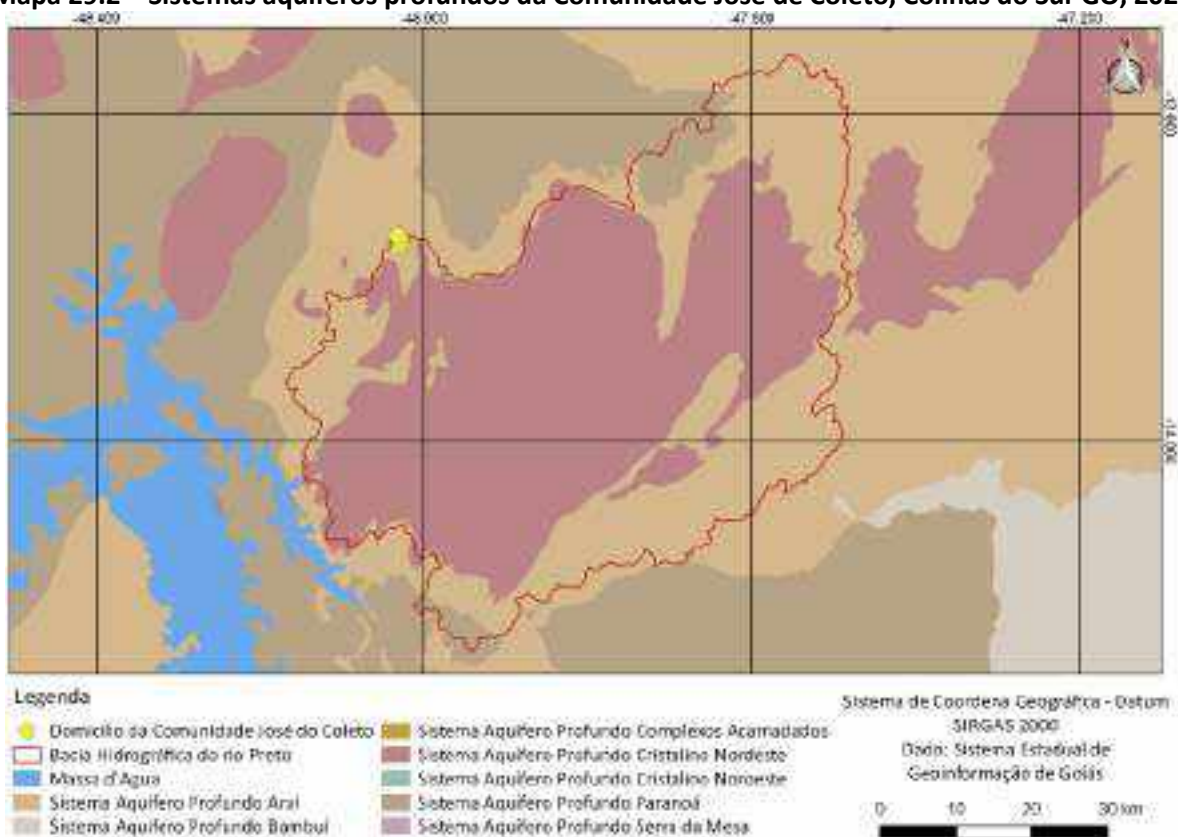
Fonte: elaborado pelos autores.

A bacia hidrográfica da Comunidade José de Coletto está situada às margens do rio Preto, que possui uma bacia hidrográfica extensa e recebe a contribuição de diversos córregos.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea, pode-se dizer que a bacia hidrográfica do rio Preto se encontra sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esses domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da

composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir dessa sobreposição, chegou-se ao Mapa 29.2 observando a presença do Sistema Aquífero Cristalino Nordeste e Sistema Aquífero Paranoá e Sistema Aquífero Araí em 62,143% (2.147,527 km²), 3,375% (116,627 km²) e 34,482% (1.191,6 km²) da área da bacia hidrográficas, respectivamente.

Mapa 29.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade José de Coletto, Colinas do Sul-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

29.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante bacia hidrográfica em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, na bacia hidrográfica do rio Preto não foram encontradas outorgas de uso da água superficial, porém foram encontradas outorgas de uso da água subterrânea até o mês de janeiro de 2020, conforme pode ser observado na Tabela 29.1.

Tabela 29.1 – Vazões subterrâneas outorgadas na bacia hidrográfica em estudo para outros fins, à montante da Comunidade José de Coletto, Colinas do Sul-GO, 2020.

Outorga	Taxa de bombeamento (h/dia)	Vazão (m ³ /h)	Disponibilidade Efetiva (m ³ /dia)	Disponibilidade Efetiva (L/s)
Abastecimento	16	5,000	80,000	0,694
Abastecimento	10	2,410	24,100	0,926
Abastecimento	10	2,540	25,400	0,279
Total	-	-	-	1,499

Fonte: elaborado pelos autores.

A vazão total de 1,499 L/s é outorgada em três locais situados à montante da Comunidade José de Coletto, reduzindo a disponibilidade hídrica subterrânea. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando-se em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012), que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Colinas do Sul, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 29.2 e 29.3.

Tabela 29.2 – Consumo *per capita* na Comunidade José de Coletto, Colinas do Sul-GO, 2019.

Nº domicílios ⁽¹⁾	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
11	2,88	31,68	145	0,053

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 29.3 – Demanda de água pecuária na bacia hidrográfica do rio Preto, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Colinas do Sul-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	67.779,717	0,001736	117,6656
Bubalino	141,629	0,001042	0,1476
Equino	1.820,948	0,000694	1,2637
Suíno	2.023,275	0,000405	0,8194
Caprino	182,095	0,000347	0,0632
Ovino	708,146	0,000347	0,2457
Galináceos	30.349,127	0,000003	0,0910
Total	103.004,937	0,0046	120,2963

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, a bacia hidrográfica do rio Preto tem uma demanda igual a 121,848 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 4,594 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo

a bovina) (219,426 m³/dia), totalizam uma demanda de 224,020 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

29.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial da bacia hidrográfica do rio Preto, foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do alto Tocantins proposta por Costa (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 29.4, sendo que a vazão total regionalizada foi igual a 12.143,632 L/s para a bacia hidrográfica do rio Preto. Assim, a vazão específica superficial é de 3,514 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (2,380 L/s.km²), é maior, afirmando que a metodologia traz uma menor segurança hídrica para a região. Assim, para uma estimativa da vazão de referência superficial mais segura, optou-se por utilizar como base a vazão específica do PERH. Desta forma, a vazão de referência total (Q_{ref}) estimada foi igual a 8.224,695 L/s.

Tabela 29.4 – Vazão regionalizada na bacia hidrográfica do rio Preto à jusante da Comunidade José de Coletto, Colinas do Sul-GO, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)	Q _{ref} PERH (L/s)
Rio Preto	3.455,754	-13,747283	-48,024322	12.143,632	3,514	8.224,695

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($R_r: A \times I \times P$), permanentes ($R_p: A \times N_e / I_f \times b$) e exploráveis ($R_e: R_r + Z * R_p$), conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 29.5) identificou-se que o volume total das reservas renováveis é 12.696,32 L/s, para as reservas permanentes, 267.806,71 L/s, para as reservas exploráveis, 26.086,660 L/s e a vazão de referência, conforme pode ser observado na Tabela 29.6. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 29.6, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 29.5 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade José de Coletto, Colinas do Sul-GO, 2019

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Cristalino Nordeste	10	1,3	100
Paranoá	10	2,5	100
Araí	9	3,0	150

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 29.6 – Disponibilidade hídrica subterrânea na bacia hidrográfica do rio Preto, Comunidade José de Coletto, Colinas do Sul-GO, 2019.

Reserva renovável		Reserva permanente		Reserva explorável		Q_{ref}	Q_{esp} subterrânea
(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(L/s.km ²)
12.696,32	4,0.10 ¹¹	267.806,71	8,4.10 ¹²	26.086,660	8,2.10 ¹¹	26.086,660	7,549

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 7,549 L/s.km², conforme Tabela 29.6. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que, para as microbacias analisadas, a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 9,929 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 9,929 L/s.

29.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 4.112,347 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 29.7, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (26.086,660 L/s). Assim, subtraindo nessas microbacias as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 30.077,159 L/s, enquanto a disponibilidade hídrica específica total é igual a 8,704 L/s.km² (Tabela 29.7).

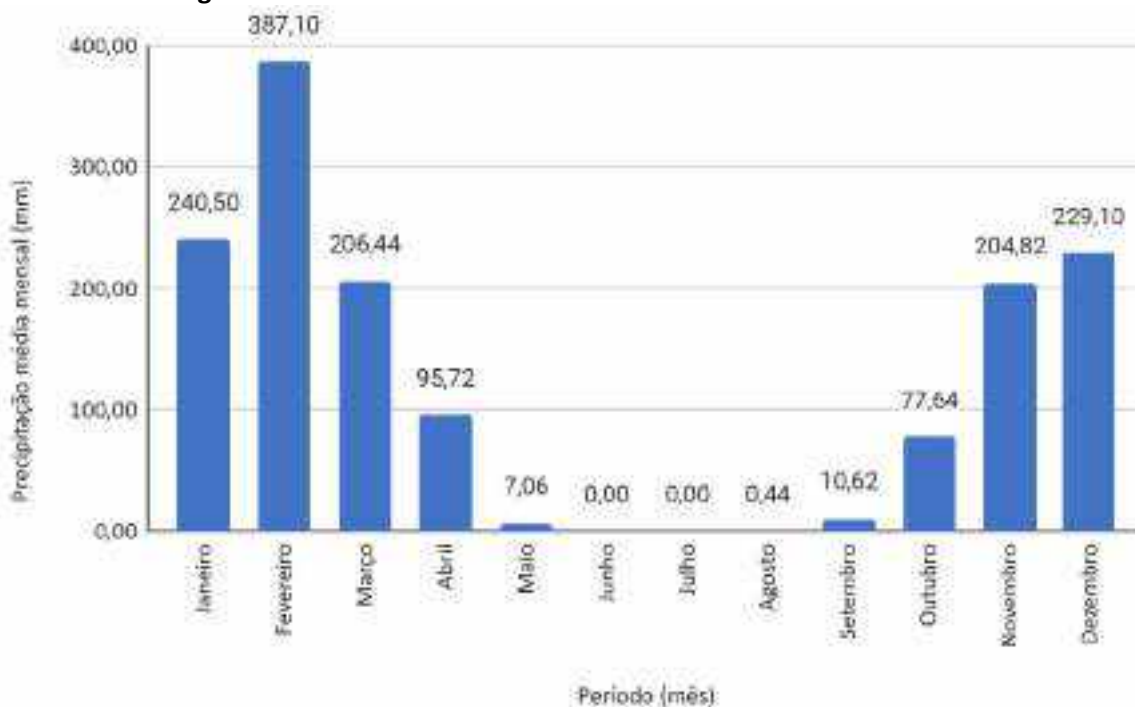
Tabela 29.7 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na bacia hidrográfica do rio Preto da Comunidade José de Coletto, Colinas do Sul-GO, 2020.

Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} $0,5 \times Q_{ref}$ (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
8.224,695	4.112,347	26.086,660	121,848	30.077,159	3.455,754	8,704

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água de chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (2,88 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 29.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm), 2 meses entre 50 e 100 mm e 5 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.459,44 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2004 a 2008).

Gráfico 29.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2004 a 2008, na estação pluviométrica código 1447004.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dessas informações e, de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do Capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 30.240,000 litros e uma área de captação de 24,377 m² para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de

maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

29.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis na bacia hidrográfica do rio Preto, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade de José de Coletto foi de 224,020 m³/dia, sendo superior ao limite estabelecido pela legislação. Porém, ao observar somente o consumo para a comunidade não há necessidade de realizar um plano de outorga.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade José de Coletto, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

30

ASSENTAMENTO JULIÃO RIBEIRO

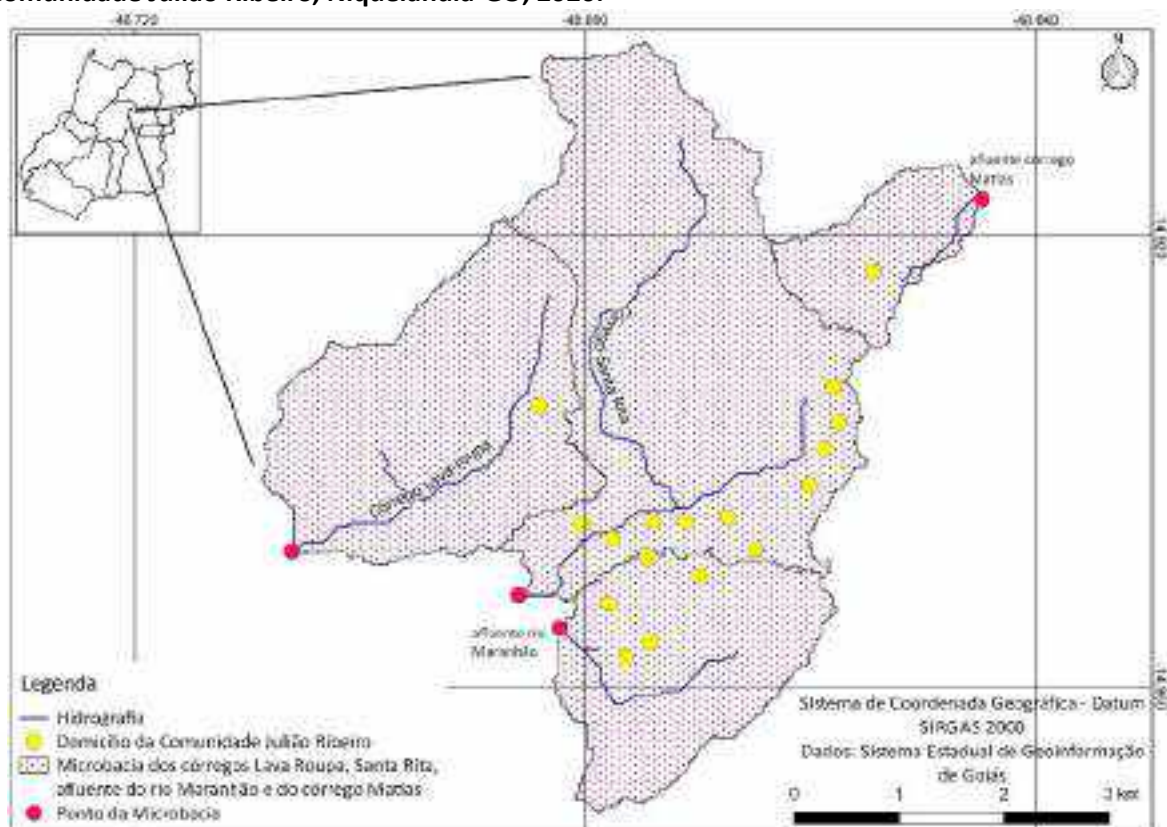


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

30.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade Julião Ribeiro, um assentamento pertencente ao município de Niquelândia – GO, a partir da delimitação das microbacias do córrego Lava Roupa, córrego Santa Rita, afluente do rio Maranhão e afluente do córrego Matias (GOIÁS, 2014) (Mapa 30.1), nas quais os domicílios da comunidade estão inseridos. Essas microbacias estão localizadas no Norte Goiano, possuindo uma área total de aproximadamente 24,451 km² e estão inseridas na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos do Rio das Almas e dos Afluentes Goianos do rio Maranhão, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 30.1 – Microbacias do córrego Lava Roupa, córrego Santa Rita, afluente do rio Maranhão e afluente do córrego Matias onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Julião Ribeiro, Niquelândia-GO, 2020.

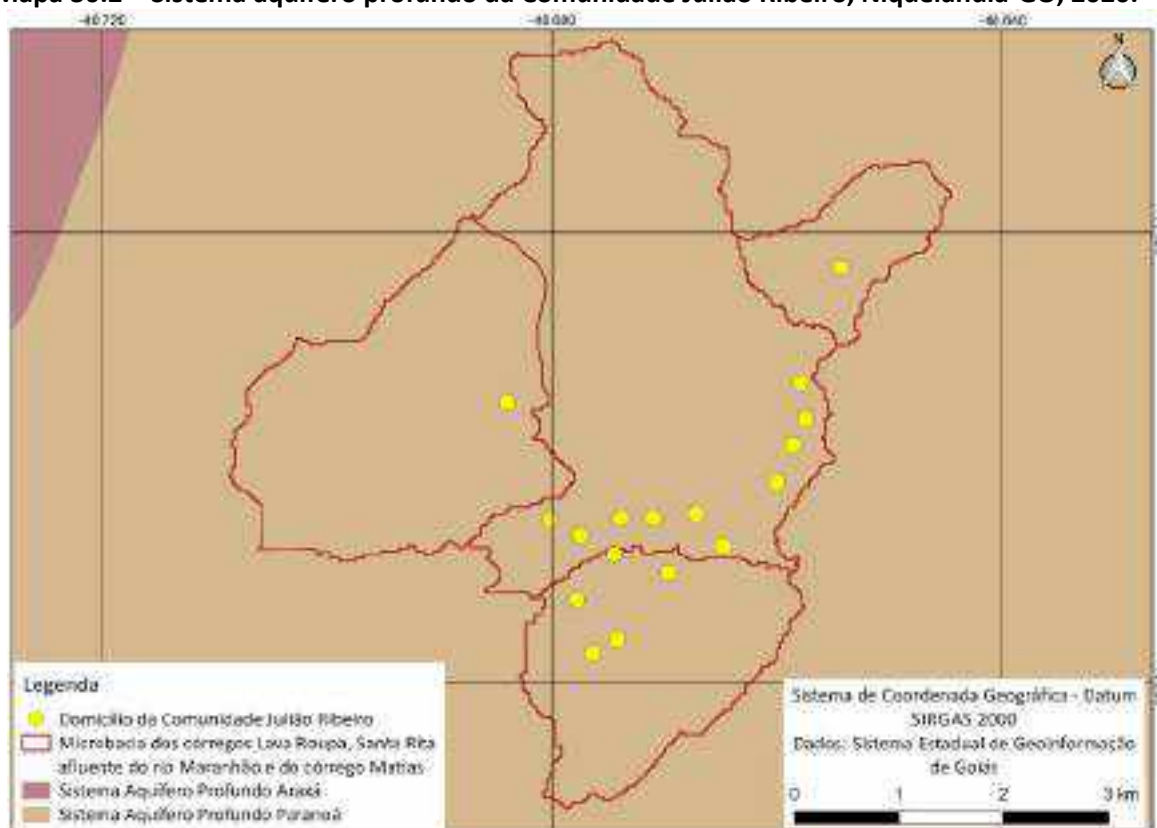


Fonte: elaborado pelos autores.

As microbacias da Comunidade Julião Ribeiro têm como principais cursos d'água os córregos Lava Roupa, Santa Rita e afluentes do rio Maranhão e do córrego Matias, e todos eles recebem contribuições de outros afluentes intermitentes.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea, pode-se dizer que as microbacias do córrego Lava Roupa, córrego Santa Rita, afluente do rio Maranhão e afluente do córrego Matias encontram-se sobre uma formação geológica de domínio fissuro-cárstico (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esses domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir dessa sobreposição, chegou-se ao Mapa 30.2, observando a presença do Sistema Aquífero Paranoá em 100% (24,451 km²) da área da bacia hidrográfica.

Mapa 30.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade Julião Ribeiro, Niquelândia-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

30.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante das microbacias em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, nas microbacias do córrego Lava Roupa, córrego Santa Rita, afluente do rio Maranhão e afluente do córrego Matias não foram

encontradas outorgas de uso da água superficial, nem subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando-se em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012), que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Niquelândia, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 30.1 e 30.2.

Tabela 30.1 – Consumo *per capita* na Comunidade Julião Ribeiro, Niquelândia-GO, 2019.

Nº domicílios ⁽¹⁾	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
17	2,60	44,6	145	0,074

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 30.2 – Demanda de água pecuária nas microbacias do córrego Lava Roupas, córrego Santa Rita, afluente do rio Maranhão e afluente do córrego Matias, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Niquelândia-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	628,477	0,001736	1,0910
Bubalino	0,447	0,001042	0,0005
Equino	14,905	0,000694	0,0103
Suíno	21,860	0,000405	0,0089
Caprino	1,118	0,000347	0,0004
Ovino	2,981	0,000347	0,0010
Galináceos	198,728	0,000003	0,0006
Total	868,5160	0,0046	1,1127

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, as microbacias do córrego Lava Roupas, córrego Santa Rita, afluente do rio Maranhão e afluente do córrego Matias têm uma demanda igual a 1,187 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 6,409 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (1,873 m³/dia), totalizam uma demanda de 8,282 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

30.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial das microbacias do córrego Lava Roupá, córrego Santa Rita, afluente do rio Maranhão e afluente do córrego Matias foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do alto Tocantins proposta por Costa (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 30.3, sendo que a vazão total regionalizada foi igual a 16,094 L/s para as microbacias do córrego Lava Roupá, córrego Santa Rita, afluente do rio Maranhão e afluente do córrego Matias. Assim, a vazão específica superficial é de 0,658 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (3,160 L/s.km²), é menor, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região.

Tabela 30.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias do córrego Lava Roupá, córrego Santa Rita, afluente do rio Maranhão e afluente do córrego Matias à jusante da Comunidade Julião Ribeiro, Niquelândia, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)
córrego Lava roupa	6,963	-14,948044	-48,706029	4,494	0,645
córrego Santa Rita	11,223	-14,951907	-48,685915	8,252	0,735
afl. rio Maranhão	4,409	-14,954851	-48,682259	2,512	0,570
afl. córrego Matias	1,856	-14,916793	-48,644759	0,835	0,450
Total	24,451	-	-	16,094	0,658

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($R_r: A \times I \times P$), permanentes ($R_p: A \times N_e / I_f \times b$) e explotáveis ($R_e: R_r + Z * R_p$), conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 30.4) identificou-se que o volume total das reservas renováveis é 93,040 L/s, para as reservas permanentes, 1.938,340 L/s, para as reservas explotáveis, 189,957 L/s e a vazão de referência, conforme pode ser observado na Tabela 30.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 30.5, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 30.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Julião Ribeiro, Niquelândia-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Paranoá	10	2,5	100

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 7,769 L/s.km², conforme Tabela 30.5. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que, para as microbacias analisadas, a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 8,427 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 8,427 L/s.

Tabela 30.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias do córrego Lava Roupá, córrego Santa Rita, afluente do rio Maranhão e afluente do córrego Matias da Comunidade Julião Ribeiro, Niquelândia-GO, 2019.

Reserva renovável		Reserva permanente		Reserva explorável		Q _{ref}	Q _{esp} subterrânea
(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(L/s.km ²)
93,040	2,93.10 ⁶	1.939,340	6,11.10 ⁷	189,957	5,9.10 ⁶	189,957	7,769

Fonte: elaborado pelos autores.

30.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 8,047 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 30.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (189,957 L/s). Assim, subtraindo nessas microbacias as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 196,817 L/s, enquanto a disponibilidade hídrica específica total é igual a 8,049 L/s.km² (Tabela 30.6).

Tabela 30.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do córrego Lava Roupá, córrego Santa Rita, afluente do rio Maranhão e afluente do córrego Matias da Comunidade Julião Ribeiro, Niquelândia-GO, 2020.

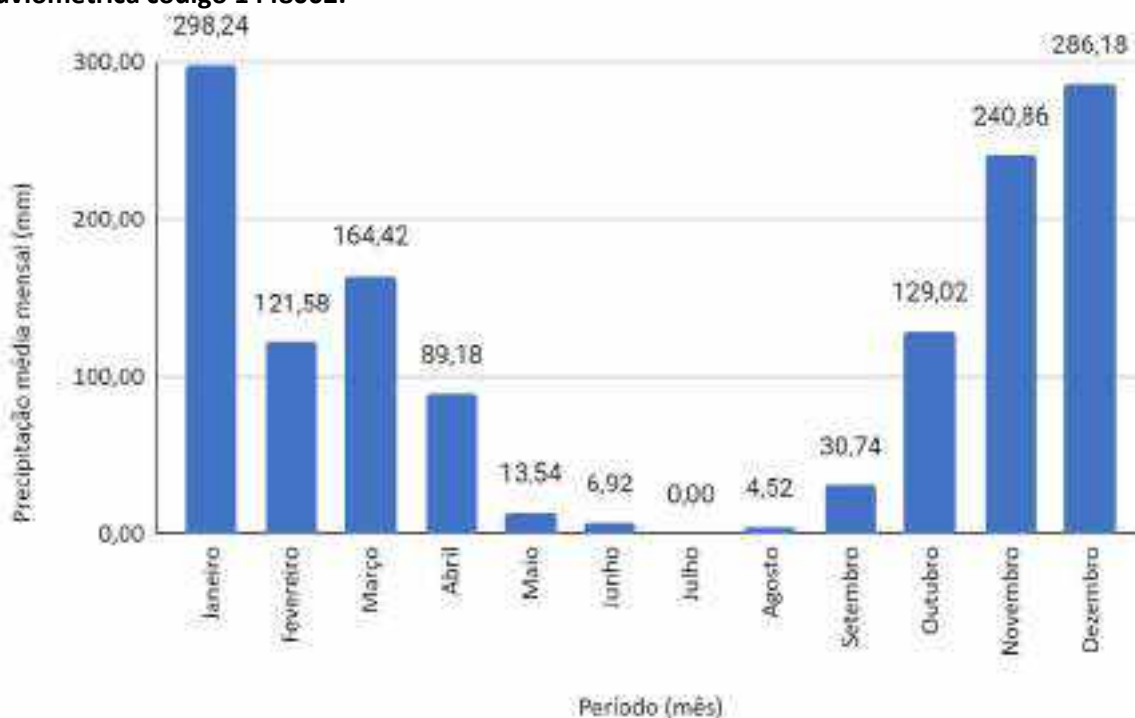
Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q _{ref} (L/s)	Q _{pr} 0,5 x Q _{ref} (L/s)	DH Q _{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Qdm$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
16,094	8,047	189,957	1,187	196,817	24,451	8,049

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (2,60 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 30.1), observa-se que há 5 meses

muito secos (precipitação inferior a 50 mm), 1 mês entre 50 e 100 mm e 6 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.385,200 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2008 a 2012).

Gráfico 30.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2008 a 2012, na estação pluviométrica código 1448002.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dessas informações e, de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do Capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 27.300,000 litros e uma área de captação mínima de 23,186 m² para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

30.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis nas microbacias do córrego Lava Roupa, córrego Santa Rita, afluente do rio Maranhão e afluente do córrego Matias, tanto subterrânea como superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga, caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir este limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade de Julião Ribeiro foi de 8,282 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade Julião Ribeiro, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

31

ASSENTAMENTO LAGEADO

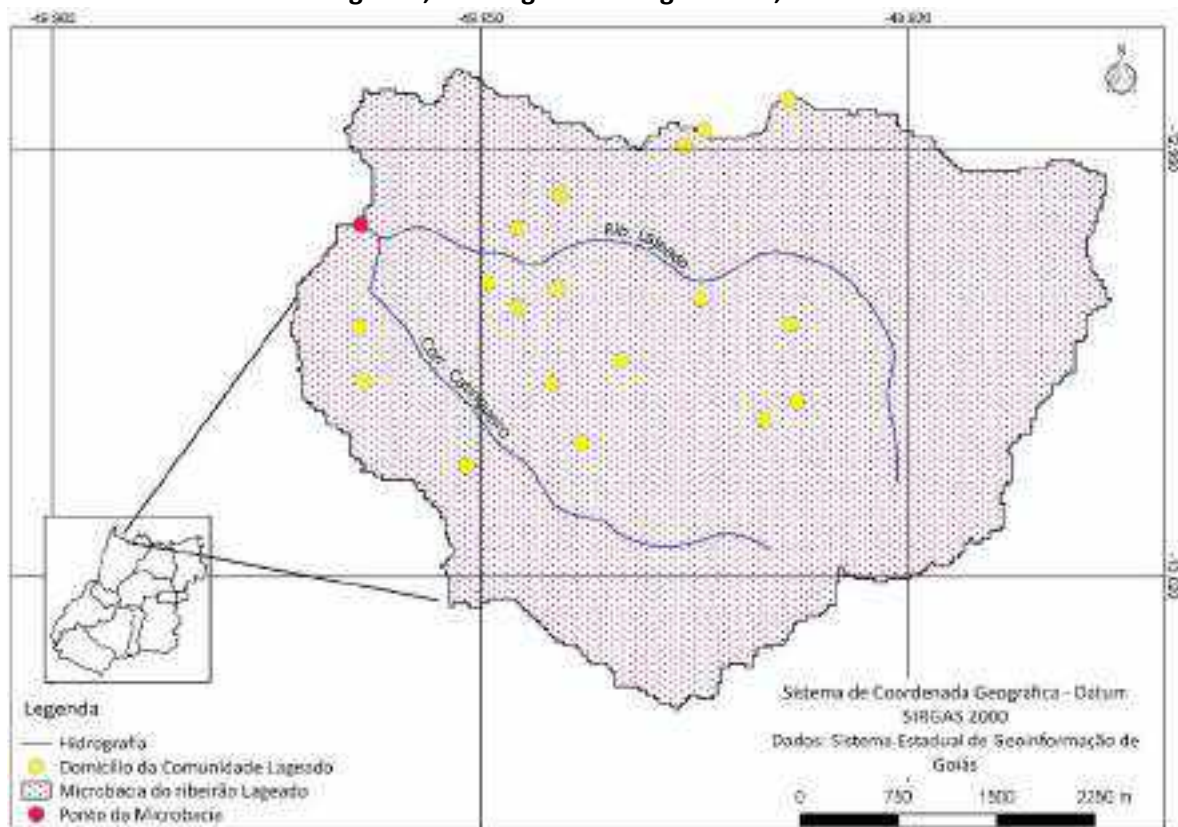


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

31.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade Lajeado, um assentamento pertencente ao município de São Miguel do Araguaia – GO, a partir da delimitação da microbacia do ribeirão Lajeado (GOIÁS, 2014) (Mapa 31.1), na qual os domicílios da comunidade estão inseridos. Essa microbacia está localizada no Norte Goiano, possuindo uma área de aproximadamente 20,324 km² e está inserida na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos dos Afluentes Goianos do Médio Araguaia, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 31.1 – Microbacia do ribeirão Lajeado onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Lajeado, São Miguel do Araguaia-GO, 2020.



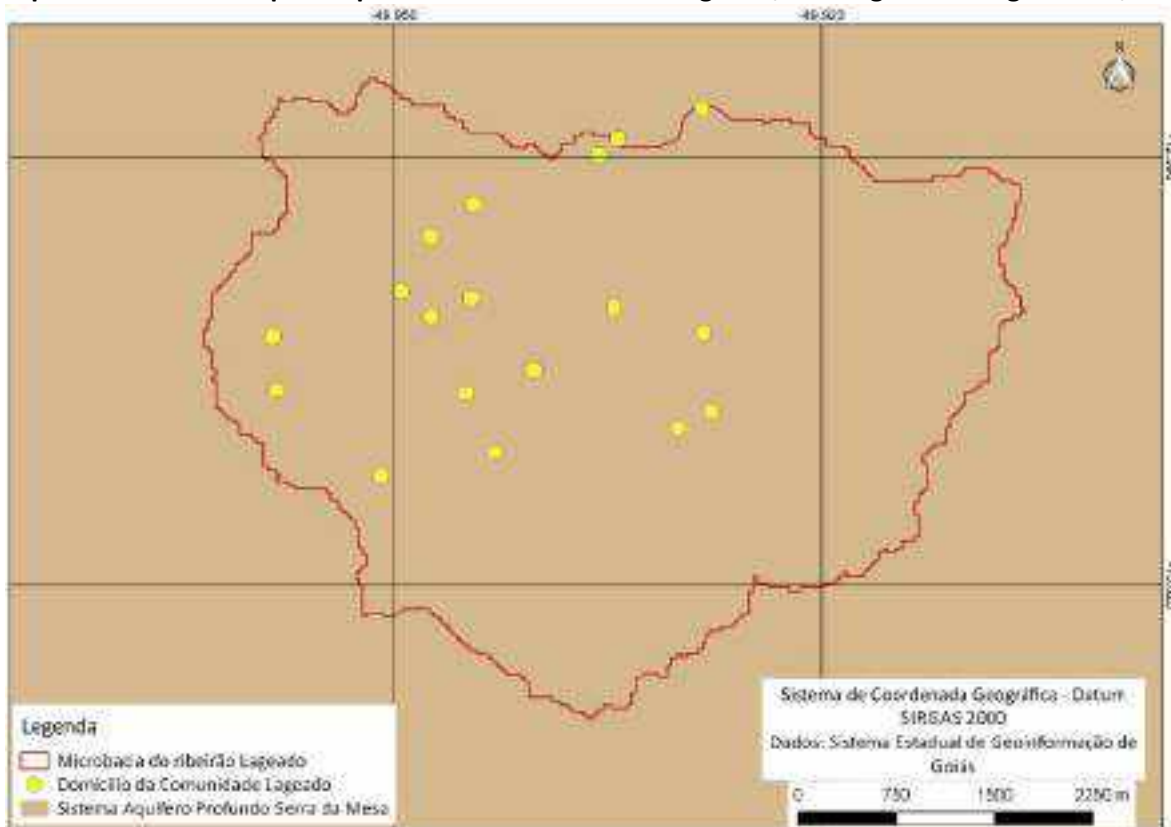
Fonte: elaborado pelos autores.

A microbacia da Comunidade Julião Ribeiro tem como principal curso d'água o ribeirão Lajeado, que recebe a contribuição do córrego Catingueiro.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea, pode-se dizer que a microbacia do ribeirão Lajeado se encontra sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esses domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da

composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir desta sobreposição chegou-se ao Mapa 31.2, observando a presença do Sistema Aquífero Serra da Mesa em 100% (20,324 km²) da área da bacia hidrográfica.

Mapa 31.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade Lajeado, São Miguel do Araguaia-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

31.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante das microbacias em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, na microbacia do ribeirão Lajeado não foram encontradas outorgas de uso da água superficial e subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando-se em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012), que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por

km², no município de Niquelândia, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 31.1 e 31.2.

Tabela 31.1 – Consumo *per capita* na Comunidade Lajeado, São Miguel do Araguaia-GO, 2019.

Nº domicílios ⁽¹⁾	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
18	2,93	52,740	145	0,089

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 31.2 – Demanda de água pecuária na microbacia do ribeirão Lajeado estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), São Miguel do Araguaia-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	1.913,671	0,001736	3,3221
Bubalino	1,393	0,001042	0,0015
Equino	14,671	0,000694	0,0102
Suíno	17,684	0,000405	0,0072
Caprino	1,006	0,000347	0,0003
Ovino	4,363	0,000347	0,0015
Galináceos	128,375	0,000003	0,0004
Total	2.081,1624	0,0046	3,3432

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, a microbacia do ribeirão Lajeado tem uma demanda igual a 3,432 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 7,647 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (1,818 m³/dia), totalizam uma demanda de 9,465 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

31.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial da microbacia do ribeirão Lajeado, foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do Alto Médio Araguaia proposta por Costa (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 31.3, sendo que a vazão total regionalizada foi igual a 0,000357 L/s próxima a zero, para a microbacia do ribeirão Lajeado. Assim, a vazão específica superficial é de 0,00018 L/s.km², que,

quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (1,660 L/s.km²), é menor, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região.

Tabela 31.3 – Vazão regionalizada na microbacia do ribeirão Lageado à jusante da Comunidade Lageado, São Miguel do Araguaia, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)
ribeirão Lageado	20,324	-12,995470	-49,959886	0,000357	0,00018

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($Rr: A \times I \times P$), permanentes ($Rp: A \times Ne / Ifi \times b$) e exploráveis ($Re: Rr + Z * Rp$), conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 31.4) identificou-se que o volume total das reservas renováveis é 69,603 L/s, para as reservas permanentes, 773,364 L/s, para as reservas exploráveis, 108,271 L/s e a vazão de referência, conforme pode ser observado na Tabela 31.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 31.5, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 31.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Lageado, São Miguel do Araguaia, 2019

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Serra da Mesa	9	1,2	100

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 31.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do ribeirão Lageado da Comunidade Lageado, São Miguel do Araguaia-GO, 2019.

Reserva renovável		Reserva permanente		Reserva explorável		Q _{ref}	Q _{esp} subterrânea
(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(L/s.km ²)
69,603	2,19.10 ⁶	773,364	2,4.10 ⁸	108,271	3,4.10 ⁶	108,271	5,327

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 5,327 L/s.km², conforme Tabela 31.5. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que, para a microbacia analisada a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 5,327 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 5,327 L/s.

31.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 0,000357 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 31.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (108,271 L/s). Assim, subtraindo nessas microbacias as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 104,839 L/s, enquanto a disponibilidade hídrica específica total é igual a 5,158 L/s.km² (Tabela 31.6).

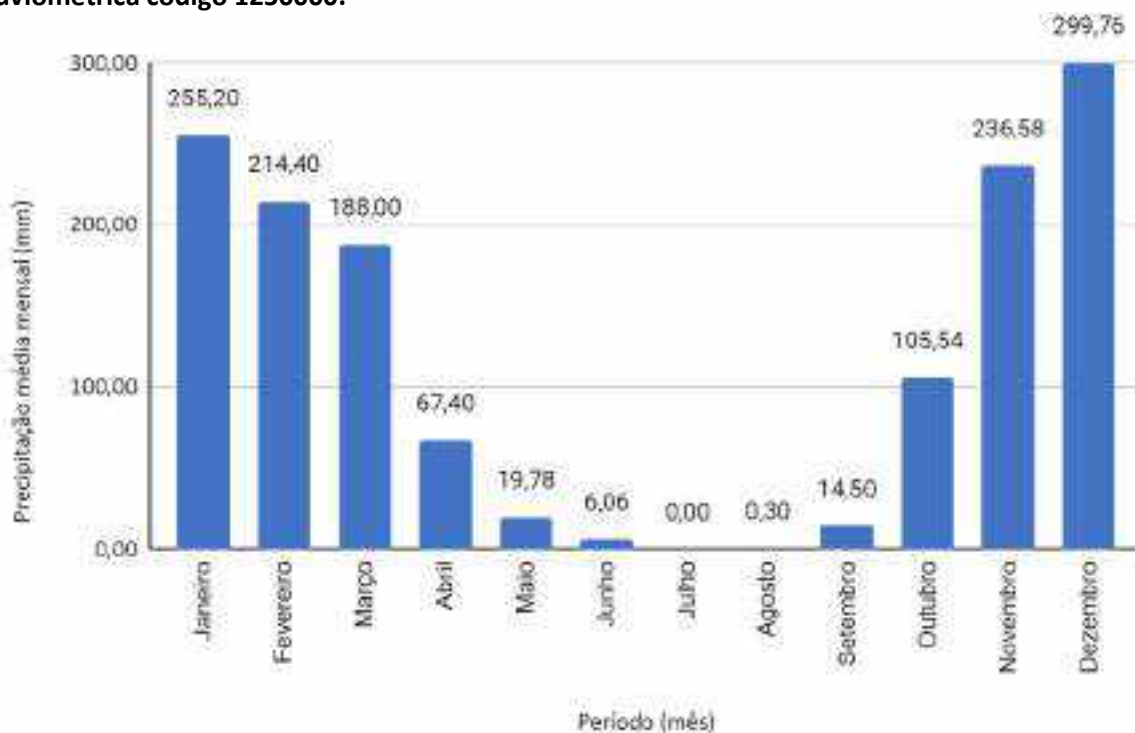
Tabela 31.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do ribeirão Lageado da Comunidade Lageado, São Miguel do Araguaia-GO, 2020.

Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} $0,5 \times Q_{ref}$ (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
0,000357	0,000179	108,271	3,432	104,839	20,324	5,158

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (2,93 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 31.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm), 1 mês entre 50 e 100 mm e 6 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.407,52 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2010-2014). A partir dessas informações e, de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do Capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 30.765,000 litros e uma área de captação de 27,715 m² para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

Gráfico 31.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2010 a 2014, na estação pluviométrica código 1250000.



Fonte: elaborado pelos autores.

31.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis na microbacia do ribeirão Lajeado, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, sendo mais segura em termos de disponibilidade, uma vez que para as águas superficiais a vazão regionalizada (Q_{reg}) foi muito baixa (0,000357 L/s), indicando que no período de estiagem o manancial diminui significativamente a vazão ou seca, podendo comprometer o abastecimento de água na comunidade.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. Contudo, a demanda

identificada para a Comunidade Lageado foi de 9,465 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade Lageado, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

32

ASSENTAMENTO LAGOA SANTA

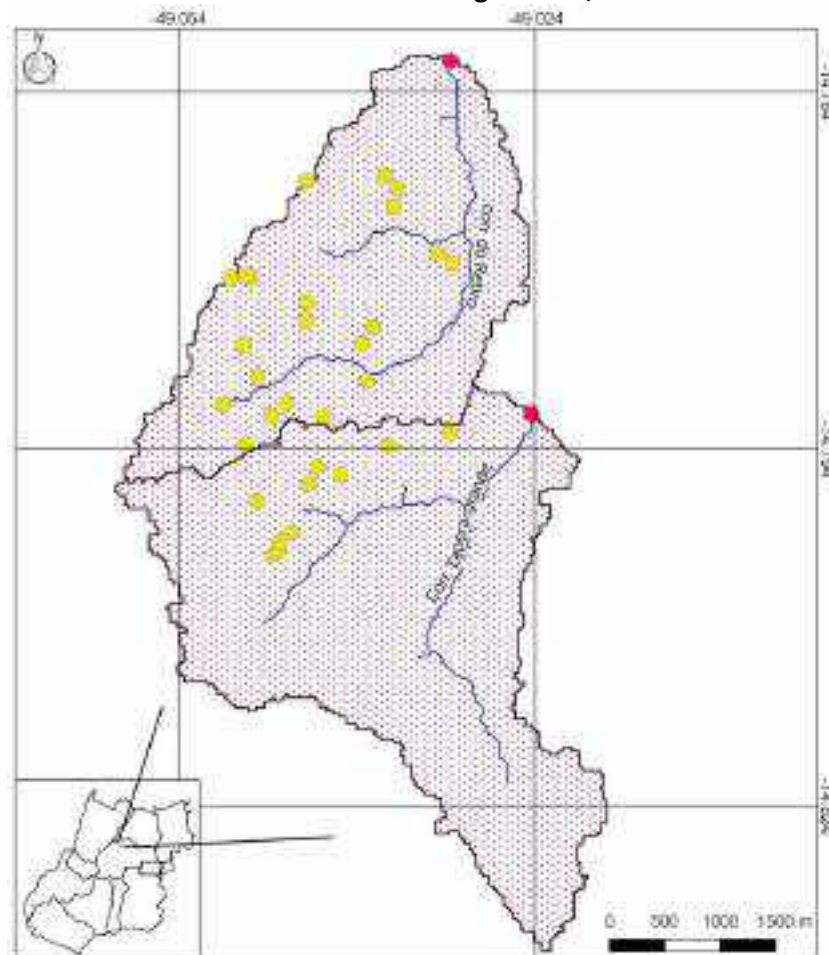


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

32.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade Lagoa Santa, um assentamento pertencente ao município de Santa Rita do Novo Destino – GO, a partir da delimitação das microbacias do córrego Tapera-grande e córrego do Retiro (GOIÁS, 2014) (Mapa 32.1), nas quais os domicílios da comunidade estão inseridos. Essas microbacias estão localizadas no Centro Goiano, possuindo uma área total de aproximadamente 18,846 km² e estão inseridas na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos do rio das Almas e dos Afluentes Goianos do rio Maranhão, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 32.1 – Microbacias do córrego Tapera-grande e córrego do Retiro, onde estão inseridos os domicílios e os exutórios de referência da Comunidade Lagoa Santa, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2020.



Legenda

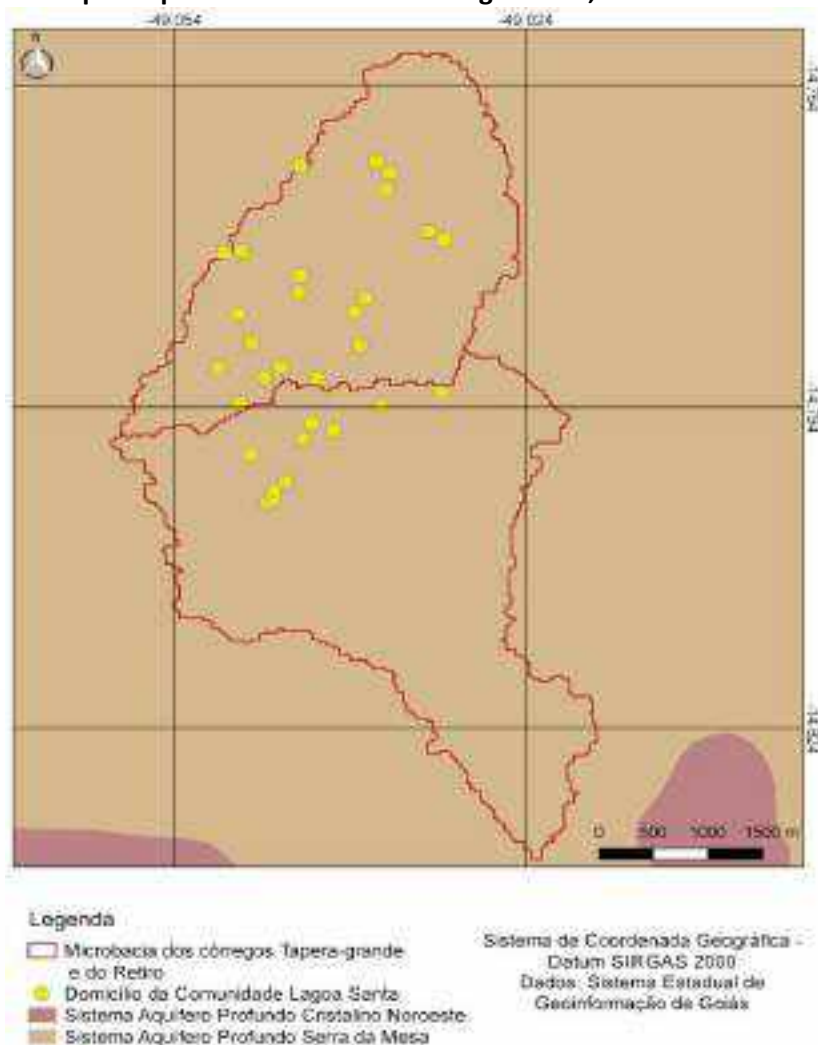
- Hidrografia
- Domicílio da Comunidade Lagoa Santa
- Microbacia dos córregos Tapera-grande e do Retiro
- Ponto da Microbacia

Sistema de Coordenada Geográfica -
Datum SIRGAS 2000
Dados: Sistema Estadual de
Geoinformação de Goiás

Fonte: elaborado pelos autores.

As microbacias da Comunidade Lagoa Santa têm como principais cursos d'água os córregos Tapera-grande e do Retiro e ambos recebem contribuições de outros afluentes intermitentes. Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea, pode-se dizer que as microbacias do córrego Tapera-grande e córrego do Retiro encontram-se sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esses domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir desta sobreposição chegou-se ao Mapa 32.2, observando a presença do Sistema Aquífero Serra da Mesa em 100% (18,846 km²) das áreas das bacias hidrográficas.

Mapa 32.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade Lagoa Santa, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

32.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante das microbacias em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, nas microbacias dos córregos Tapera-grande e do Retiro não foram encontradas outorgas de uso da água superficial, nem subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando-se em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012), que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Santa Rita do Novo Destino, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 32.1 e 32.2.

Tabela 32.1 – Consumo *per capita* na Comunidade Lagoa Santa, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2019.

Nº domicílios ⁽¹⁾	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
31	2,63	81,56	145	0,137

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 32.2 – Demanda de água pecuária nas microbacias do córrego Tapera-grande e córrego do Retiro, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Santa Rita do Novo Destino-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	1.136,429	0,001736	1,9728
Bubalino	0,296	0,001042	0,0003
Equino	18,727	0,000694	0,0130
Suíno	67,023	0,000405	0,0271
Caprino	2,563	0,000347	0,0009
Ovino	4,632	0,000347	0,0016
Galináceos	473,102	0,000003	0,0014
Total	1.702,771	0,0046	2,0171

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, as microbacias do córrego Tapera-grande e córrego do Retiro têm uma demanda igual a 2,154 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 11,822 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo o Pecuária bovino) (3,818 m³/dia), totalizam uma

demanda de 15,640 m³/dia. A Pecuária bovino foi excluída, tendo em vista que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

32.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial das microbacias dos córregos Tapera-grande e do Retiro foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica rio alto Tocantins proposta por Costa (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 32.3, sendo que a vazão total regionalizada foi igual a 10,484 L/s, para as bacias dos córregos Tapera-grande e do Retiro. Assim a vazão específica superficial é de 0,556 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (3,160 L/s.km²), é menor, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região.

Tabela 32.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias do córrego Tapera-grande e córrego do Retiro à jusante da Comunidade Lagoa Santa, Santa Rita do Novo Destino, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)
Córrego Tapera-grande	11,044	-14,791090	-49,024325	6,383	0,578
Córrego do Retiro	7,802	-14,761410	-49,031142	4,101	0,526
Total	18,846			10,484	0,556

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($Rr: A \times I \times P$), permanentes ($Rp: A \times Ne / Ifi \times b$) e exploráveis ($Re: Rr + Z * Rp$), conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 32.4) identificou-se que o volume total das reservas renováveis é 64,541 L/s, para as reservas permanentes, 717,123 L/s, para as reservas exploráveis, 100,397 L/s e a vazão de referência, conforme pode ser observado na Tabela 32.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 32.5, para facilitar a análise de disponibilidade total, adotou-se volume em L/s.

Tabela 32.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Lagoa Santa, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2019

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Serra da Mesa	9	1,2	100

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 32.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias dos córregos Tapera-grande e do Retiro da Comunidade Lagoa Santa, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2019.

Reserva renovável		Reserva permanente		Reserva explotável		Q_{ref}	Q_{esp} subterrânea
(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(L/s.km ²)
64,541	2,035.10 ⁶	717,123	2,262.10 ⁷	100,397	3,166.10 ⁶	100,397	5,327

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 5,327 L/s.km², conforme Tabela 32.5. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que, para a microbacia analisada a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 5,883 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 5,883 L/s.

32.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 5,242 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 32.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (100,397 L/s). Assim, subtraindo nessas microbacias as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 103,485 L/s, enquanto a disponibilidade hídrica específica total é igual a 5,491 L/s.km² (Tabela 32.6).

Tabela 32.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias dos córregos Tapera-grande e do Retiro da Comunidade Lagoa Santa, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2020.

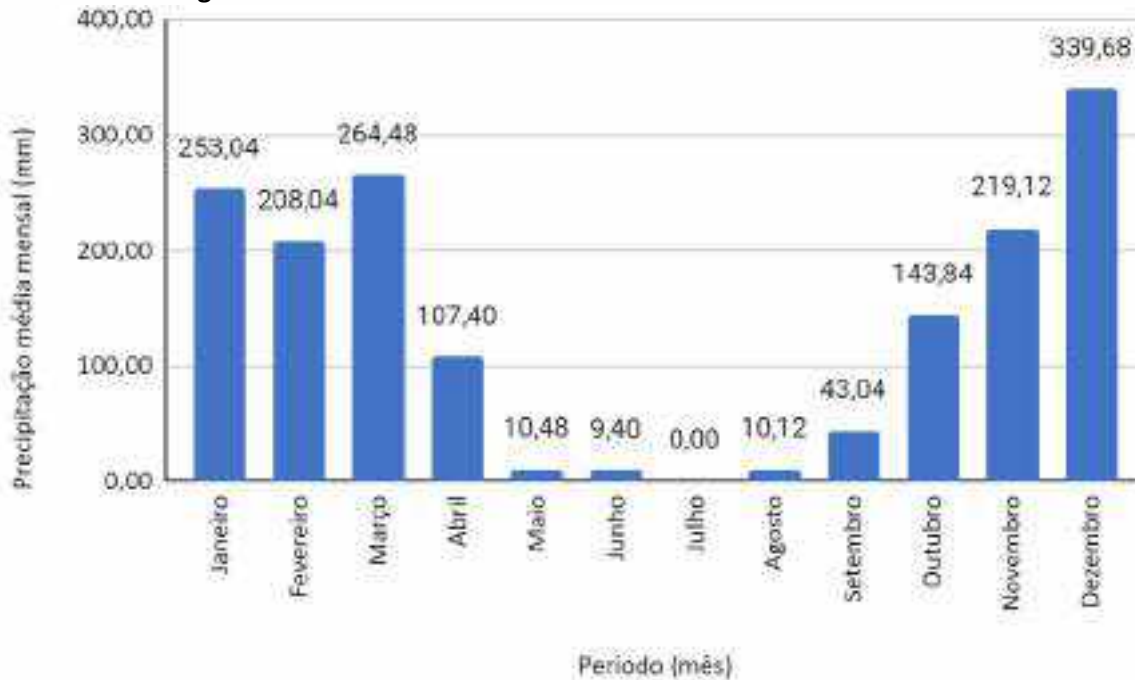
Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} 0,5 x Q_{ref} (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
10,484	5,242	100,397	2,154	103,485	18,846	5,491

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (2,63 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 32.1), observa-se que há 5 meses

muito secos (precipitação inferior a 50 mm) e 7 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.608,64 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2007 a 2011).

Gráfico 32.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2007 a 2011, na estação pluviométrica código 1449005.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dessas informações e de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do Capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 27.615,000 litros e uma área de captação mínima de 20,196 m² para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

32.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis nas microbacias do córrego Tapera-grande e córrego do Retiro, tanto subterrânea como superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma

vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir este limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade Lagoa Santa foi de 15,483 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade Lagoa Santa, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

33

ASSENTAMENTO LAGOA SECA

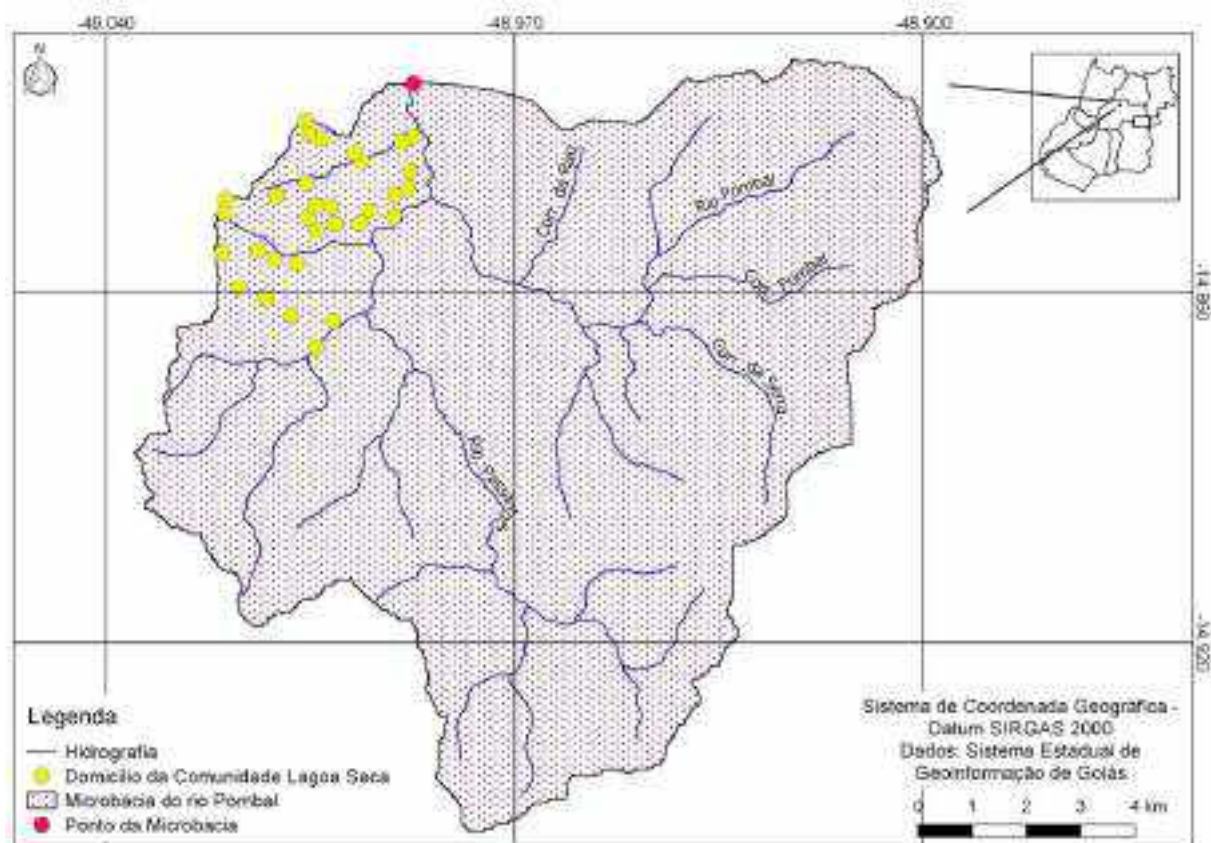


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

33.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade Lagoa Seca, um assentamento pertencente ao município de Santa Rita do Novo Destino – GO, a partir da delimitação da microbacia do rio Pombal (GOIÁS, 2014) (Mapa 33.1), na qual os domicílios da comunidade estão inseridos. Essa microbacia está localizada no Centro Goiano, possuindo uma área total de aproximadamente 133,136 km² e está inserida na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos do rio das Almas e dos Afluentes Goianos do rio Maranhão, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 33.1 – Microbacia do rio Pombal, onde estão inseridos os domicílios e o exutório de referência da Comunidade Lagoa Seca, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2020.

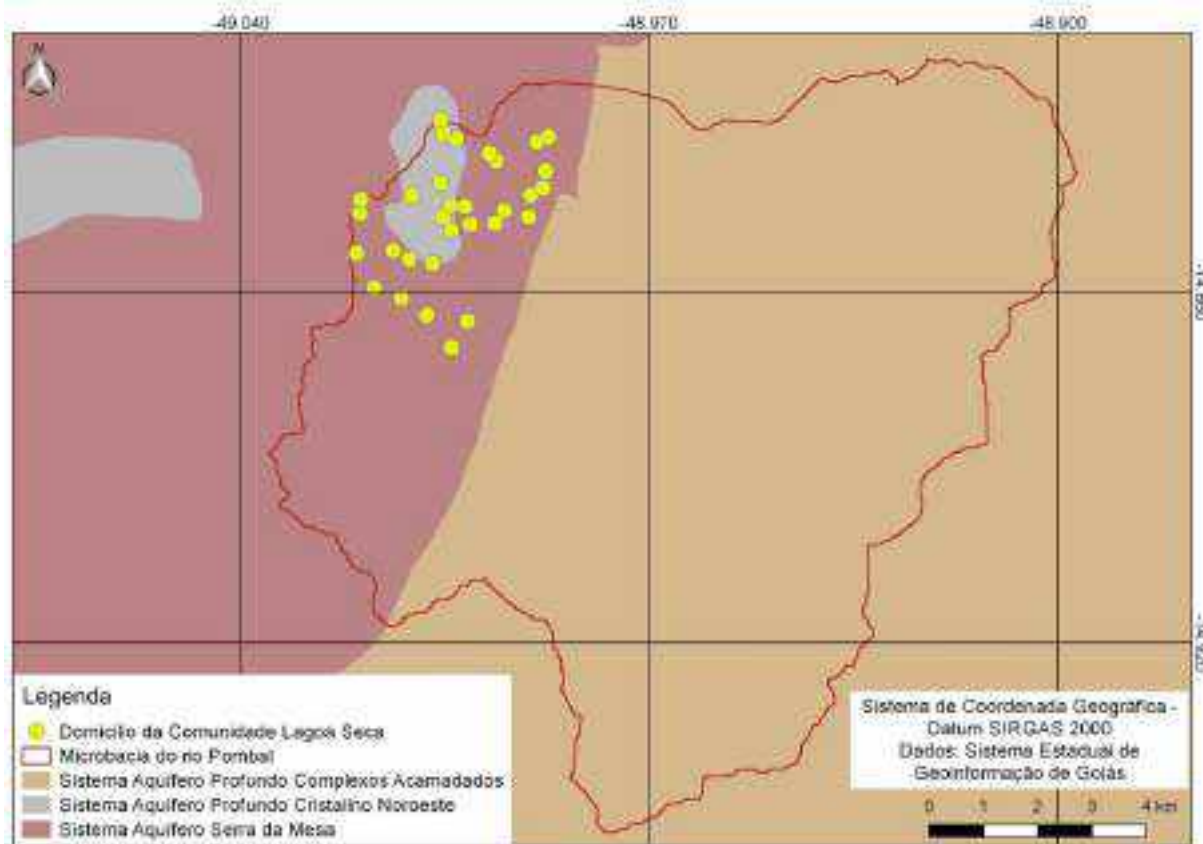


Fonte: elaborado pelos autores.

O principal curso d'água da Comunidade Lagoa Seca é o rio Pombal, que recebe contribuições do córrego da Serra, do córrego da Raiz, do rio Passa-Três, dentre outros afluentes intermitentes. Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea, pode-se dizer que a microbacia do rio Pombal se encontra sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esses domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição

geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 33.2, observando a presença do Sistema Aquífero Serra da Mesa, Complexos Acamadados e Cristalino Noroeste em 108,814 km² (78,727%), 2,636 (1,980%) e 25,686 km² (19,293%) da área da bacia hidrográfica, respectivamente.

Mapa 33.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Lagoa Seca, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

33.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da microbacia em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, na microbacia do rio Pombal não foi encontrada outorgas de uso da água superficial, nem subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando-se em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012), que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando

o número de animais por km², no município de Santa Rita do Novo Destino, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 33.1 e 33.2.

Tabela 33.1 – Consumo *per capita* na Comunidade Lagoa Seca, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2019.

Nº domicílios	Moradores por domicílio	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
31	3,15	97,65	145	0,164

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 33.2 – Demanda de água para pecuária na microbacia do rio Pombal, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Santa Rita do Novo Destino-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	8.028,211	0,001736	13,9370
Bubalino	2,089	0,001042	0,0022
Equino	132,295	0,000694	0,0918
Suíno	473,476	0,000405	0,1918
Caprino	18,104	0,000347	0,0063
Ovino	32,726	0,000347	0,0114
Galináceos	3.342,187	0,000003	0,0100
Total	12.029,086	0,0046	14,2504

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, a microbacia do rio Pombal têm uma demanda igual a 14,414 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 14,169 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (27,077 m³/dia), totalizam uma demanda de 41,246 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

33.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial da microbacia do rio Pombal foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do rio alto Tocantins proposta por Costa (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 33.3, sendo que a vazão regionalizada (Q_{reg}) foi igual a 151,827 L/s, para a bacia do rio

Pombal. Assim a vazão específica superficial é de 1,140 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (3,160 L/s.km²), é menor, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região.

Tabela 33.3 – Vazão regionalizada na microbacia do rio Pombal à jusante da Comunidade Lagoa Seca, Santa Rita do Novo Destino, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)
Rio Pombal	133,136	-14,824329	-48,987336	151,827	1,140

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($Rr: A \times I \times P$), permanentes ($Rp: A \times Ne/Ifi \times b$) e exploráveis ($Re: Rr + Z * Rp$) conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 33.4), identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 550,603 L/s, para as reservas permanentes, 4767,856 L/s, para as reservas exploráveis, 743,996 L/s e a vazão de referência, conforme pode ser observado na Tabela 33.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 33.5, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 33.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Lagoa Seca, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Serra da Mesa	9	1,2	100
Complexos Acamadados	10	1,0	100
Cristalino Noroeste	10	1,5	110

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 33.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do rio Pombal da Comunidade Lagoa Seca, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2019.

Reserva renovável		Reserva permanente		Reserva explorável		Q _{ref}	Q _{esp} subterrânea
(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(L/s.km ²)
550,603	1,59.10 ⁷	4.767,86	1,50.10 ⁸	743,996	2,35.10 ⁷	743,996	5,588

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da microbacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 5,588 L/s.km², conforme Tabela 33.5. Ao associar os resultados da vazão de referência,

verifica-se que, para a microbacia analisada a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 6,728 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 6,728 L/s.

33.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1) sendo igual a 75,914 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 33.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (743,996 L/s). Assim, subtraindo nessa microbacia as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 805,496 L/s, enquanto a disponibilidade hídrica específica total é igual a 6,050 L/s.km² (Tabela 33.6).

Tabela 33.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do rio Pombal da Comunidade Lagoa Seca, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2020.

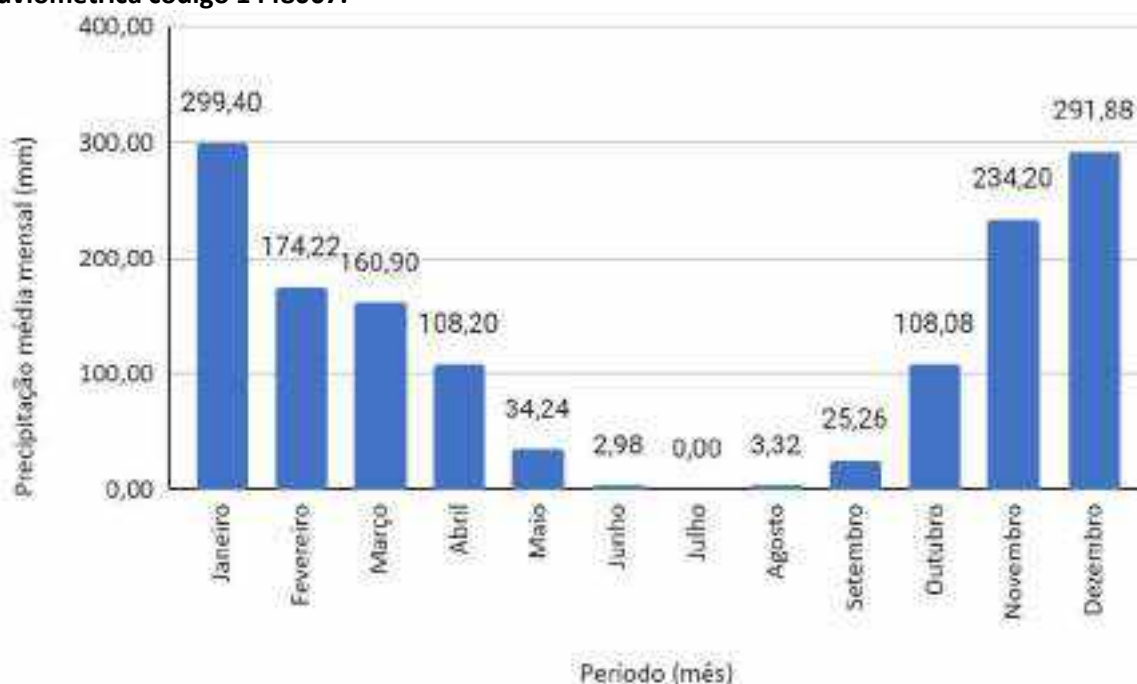
Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} $0,5 \times Q_{ref}$ (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
151,827	75,914	743,996	14,414	805,496	133,136	6,050

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (3,15 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 33.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm) e 7 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.442,68 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2008 a 2012).

A partir dessas informações e de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 33.075,000 litros e uma área de captação mínima de 26,972 m² para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de maio a setembro. Destaca-se ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

Gráfico 33.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2008 a 2012, na estação pluviométrica código 1448007.



Fonte: elaborado pelos autores.

33.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis nas microbacias do rio Pombal, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. No entanto, a demanda identificada para a Comunidade Lagoa Seca foi de 41,246 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade Lagoa Seca, como a implantação de

tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

34

COMUNIDADE LANDI

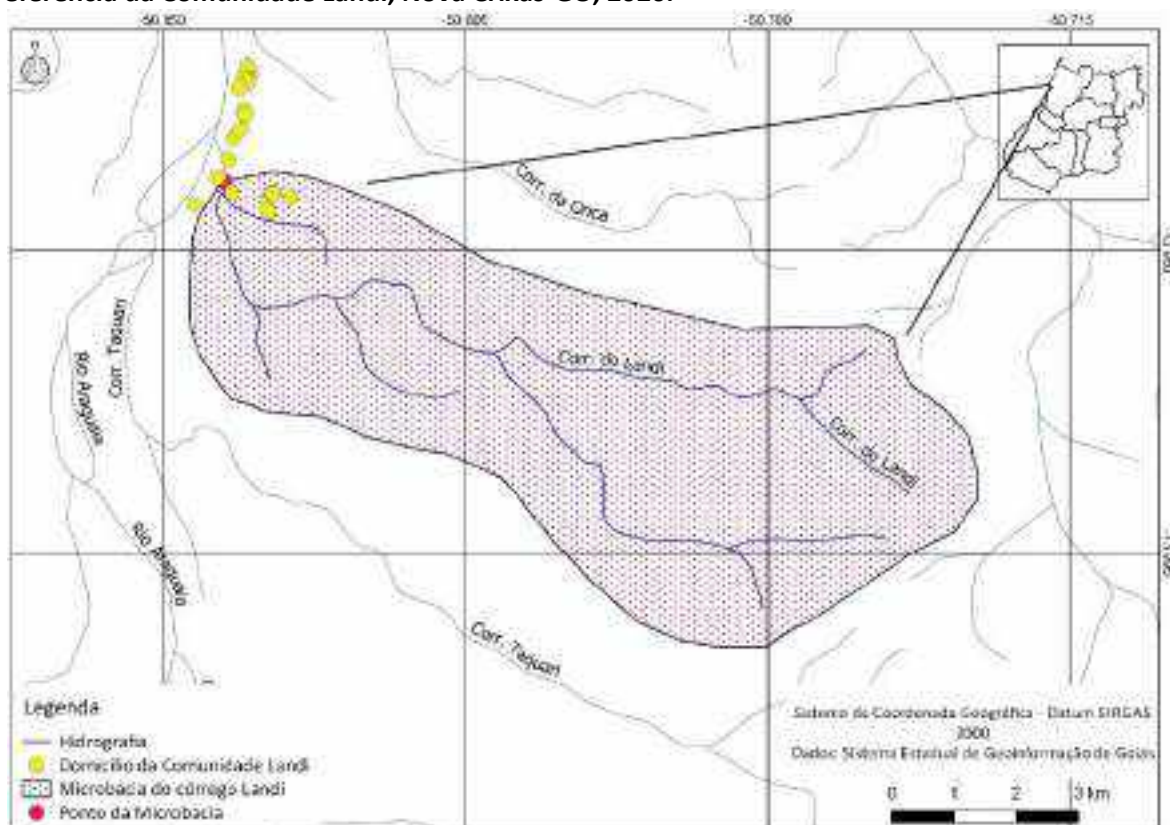


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

34.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade Landi, uma comunidade ribeirinha pertencente ao município de Nova Crixás – GO, a partir da delimitação da microbacia do córrego do Landi (GOIÁS, 2014) (Mapa 34.1), na qual os domicílios da comunidade estão inseridos. Essa microbacia está localizada no Norte Goiano, possuindo uma área de aproximadamente 51,260 km² e está inserida na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos dos Afluentes Goianos do Médio Araguaia, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 34.1 – Microbacia do córrego do Landi onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Landi, Nova Crixás-GO, 2020.

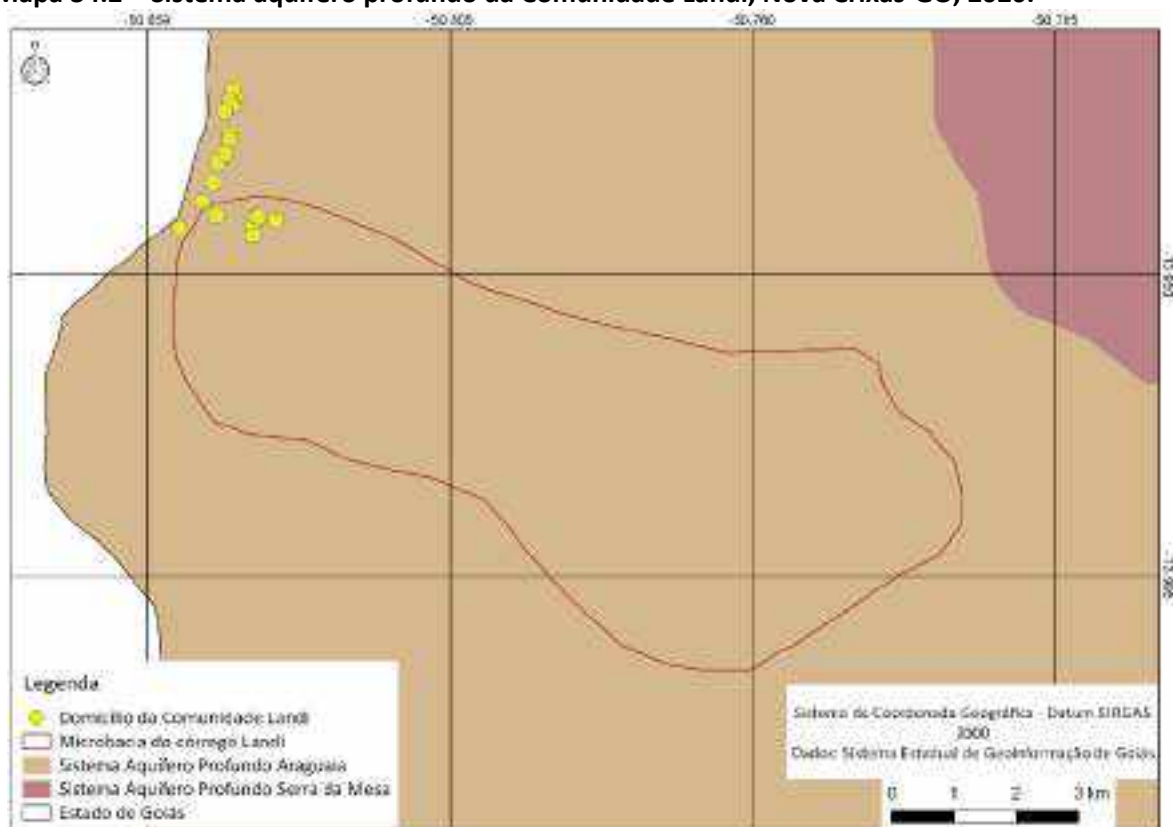


Fonte: elaborado pelos autores.

A Comunidade Landi está situada na microbacia cujo principal curso d'água é o córrego Landi. Contudo, os domicílios estão localizados próximos Rio Araguaia, que, devido a sua extensão, está inserido em uma bacia hidrográfica substancialmente maior à utilizada na análise, dessa forma, para fins do cálculo da disponibilidade hídrica foi considerada a microbacia delimitada conforme Mapa 34.1.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea, pode-se dizer que a microbacia do córrego do Landi encontra-se sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esses domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 34.2, observando a presença do Sistema Aquífero Araguaia em 100% (51,260 km²) da área da bacia hidrográfica.

Mapa 34.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade Landi, Nova Crixás-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

34.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante das microbacias em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, na microbacia do córrego do Landi não foram encontradas outorgas de uso da água subterrânea, porém foram encontradas outorgas de uso da água superficial até o mês de janeiro de 2020, conforme pode ser observado na Tabela 34.1.

Tabela 34.1 – Vazão superficial outorgada na microbacia do córrego do Landi, para fins de abastecimento à montante da Comunidade Landi, Nova Crixás-GO, 2020.

Outorga	Vazão (L/s)
Abastecimento	2,500

Fonte: GOIÁS (2020).

Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando-se em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012), que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Nova Crixás, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 34.2 e 34.3.

Tabela 34.2 – Consumo *per capita* na Comunidade Landi, Nova Crixás-GO, 2019.

Nº domicílios ⁽¹⁾	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
15	2,81	53,390	145	0,127

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 34.3 – Demanda de água pecuária na microbacia do córrego do Landi estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Nova Crixás-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	5.354,978	0,001736	9,2962
Bubalino	2,654	0,001042	0,0028
Equino	49,140	0,000694	0,0341
Suíno	28,782	0,000405	0,0117
Caprino	2,808	0,000347	0,0010
Ovino	8,424	0,000347	0,0029
Galináceos	182,520	0,000003	0,0005
Total	5.629,3055	0,0046	9,3492

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano, outorga e a estimativa de consumo para a pecuária, a microbacia do córrego do Landi têm uma demanda igual a 11,976 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 11,822 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (3,661 m³/dia), totalizam uma demanda de 15,483 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

34.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial das microbacias do córrego do Landi, foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica Alto Médio Araguaia proposta por Costa (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 34.4, sendo que a vazão total regionalizada foi igual a 0,00356 L/s, próxima a zero, para a microbacia do córrego do Landi. Assim, a vazão específica superficial é de 0,00007 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (1,660 L/s.km²), é menor, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região.

Tabela 34.4 – Vazão regionalizada na microbacia do córrego do Landi à jusante da Comunidade Landi, Nova Crixás, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)
Córrego do Landi	51,260	-13,939879	-50,840702	0,00356	0,00007

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($R_r: A \times I \times P$), permanentes ($R_p: A \times N_e / I_f \times b$) e exploráveis ($R_e: R_r + Z * R_p$), conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 34.5) identificou-se que o volume total das reservas renováveis é 234,064 L/s, para as reservas permanentes, 4.388,699 L/s, para as reservas exploráveis, 453,499 L/s e a vazão de referência, conforme pode ser observado na Tabela 34.6. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 34.6, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 34.5 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Landi, Nova Crixás-GO, 2019

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Araguaia	9	1,2	30

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 8,847 L/s.km², conforme Tabela 34.6. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que, para a microbacia analisada a vazão específica total (superficial

mais subterrânea) é de 8,847 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 8,847 L/s.

Tabela 34.6 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do córrego do Landi da Comunidade Landi, Nova Crixás-GO, 2019.

Reserva renovável (L/s)	Reserva renovável (m ³ /ano)	Reserva permanente (L/s)	Reserva permanente (m ³ /ano)	Reserva explotável (L/s)	Reserva explotável (m ³ /ano)	Q _{ref} (L/s)	Q _{esp} subterrânea (L/s.km ²)
234,064	7,4.10 ⁶	4.388,699	1,4.10 ⁸	453,499	9,9.106	453,499	8,847

Fonte: elaborado pelos autores.

34.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 0,002 L/s, conforme pode ser observado Tabela 34.7, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (453,499 L/s). Assim, subtraindo nessas microbacias as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade, outorga e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 441,562 L/s, enquanto a disponibilidade hídrica específica total é igual a 8,614 L/s.km² (Tabela 34.7).

Tabela 34.7 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do córrego do Landi da Comunidade Landi, Nova Crixás-GO, 2020.

Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q _{ref} (L/s)	Q _{pr} 0,5 x Q _{ref} (L/s)	DH Q _{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
0,00356	0,002	453,499	11,939	441,562	51,260	8,614

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água de chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (2,81 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 34.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm), 1 mês entre 50 e 100 mm e 6 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.695,5 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2004-2008).

Gráfico 34.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2004 a 2008, na estação pluviométrica código 1350000.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dessas informações e de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do Capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 29.504,759 litros e uma área de captação mínima de 20,473 m² para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

34.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis na microbacia do córrego do Landi, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, sendo mais segura em termos de disponibilidade, uma vez que as águas superficiais a vazão regionalizada (Q_{reg}) foi muito baixa (0,00356 L/s), indicando que no período de estiagem o manancial diminui significativamente a vazão ou seca, podendo comprometer o abastecimento de água na comunidade.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite

em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade Landi foi de 12,318 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade Landi, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

35

ASSENTAMENTO LIMOEIRO

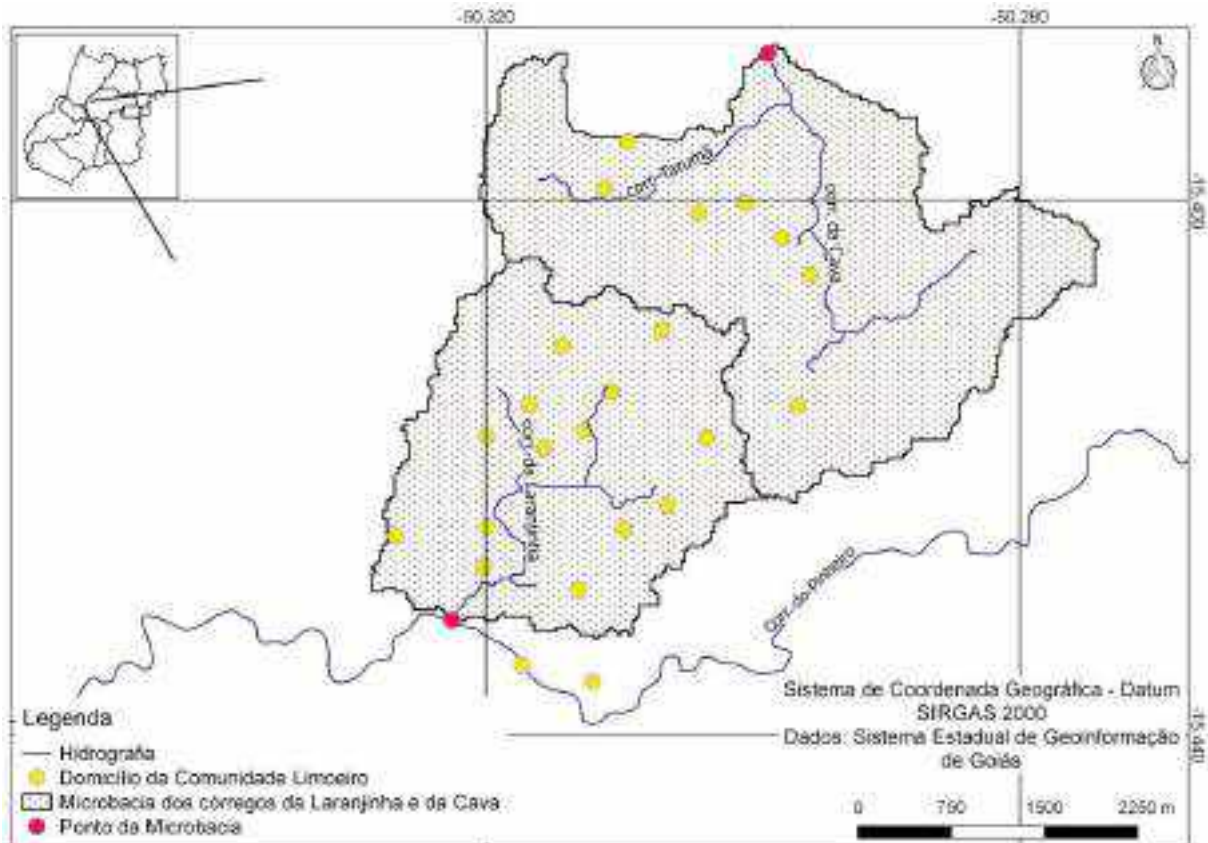


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

35.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade Limoeiro, um assentamento pertencente ao município de Faina – GO, a partir da delimitação das microbacias do córrego do Pinheiro e córrego da Cava (GOIÁS, 2014) (Mapa 35.1), nas quais os domicílios da comunidade estão inseridos. Essas microbacias estão localizadas no Noroeste Goiano, possuindo uma área total de aproximadamente 16,116 km² e estão inseridas na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos dos Afluentes Goianos do Médio Araguaia, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 35.1 – Microbacias do córrego do Pinheiro e córrego da Cava onde estão inseridos os domicílios e os exutórios de referência da Comunidade Limoeiro, Faina-GO, 2020.

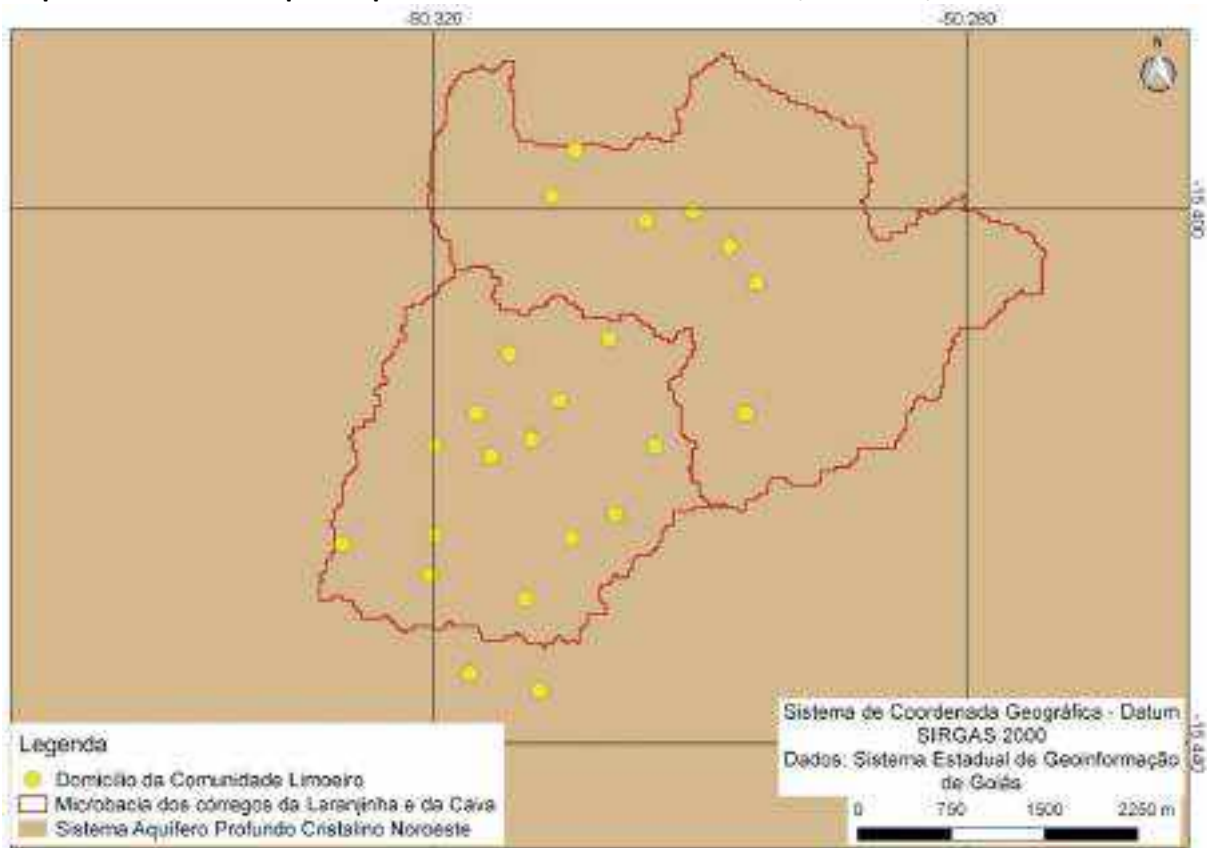


Fonte: elaborado pelos autores.

A Comunidade Limoeiro possui domicílios que estão localizados próximos ao curso principal, porém dois deles estão muito próximos ao córrego do Pinheiro e inseridos em uma bacia hidrográfica maior às utilizadas na análise, dessa forma, para fins do cálculo da disponibilidade hídrica, foram consideradas as microbacias delimitadas conforme Mapa 35.1.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea, pode-se dizer que as microbacias dos córregos do Pinheiro e da Cava encontram-se sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esses domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 35.2, observando a presença do Sistema Aquífero Cristalino Noroeste em 16,116 km² (100%) da área da bacia hidrográfica.

Mapa 35.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade Limoeiro, Faina-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

35.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante das microbacias em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, nas microbacias dos córregos do Pinheiro e da Cava não foram encontradas outorgas de uso da água superficial, nem subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo

humano foi realizada levando-se em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012), que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Faina, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 35.1 e 35.2.

Tabela 35.1 – Consumo *per capita* na Comunidade Limoeiro, Faina-GO, 2019.

Nº domicílios ⁽¹⁾	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
23	3,29	75,67	145	0,127

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 35.2 – Demanda de água pecuária nas microbacias do córrego do Pinheiro e córrego da Cava, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Faina-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	2.209,591	0,001736	3,8358
Bubalino	3,559	0,001042	0,0037
Equino	30,961	0,000694	0,0215
Suíno	30,570	0,000405	0,0124
Caprino	2,313	0,000347	0,0008
Ovino	0,000	0,000347	0,0000
Galináceos	491,143	0,000003	0,0015
Total	2.768,1359	0,0046	3,8757

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, as microbacias do córrego do Pinheiro e córrego da Cava têm uma demanda igual a 4,003 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 10,972 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (3,443 m³/dia), totalizam uma demanda de 14,415 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

35.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial das microbacias do córrego do Pinheiro e córrego da Cava foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica Alto Médio Araguaia

proposta por Costa (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 35.3, sendo que a vazão regionalizada total foi igual a 0,000076 L/s para as microbacias dos córregos do Pinheiro e da Cava. Assim, a vazão específica superficial é de 0,000009 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (1,66 L/s.km²), é menor, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região.

Tabela 35.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias do córrego do Pinheiro e córrego da Cava à jusante da Comunidade Limoeiro, Faina-GO, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)
Córrego Pinheiro	6,671	-15,431457	-50,322553	0,000022	0,0000034
Córrego da Cava	9,445	-15,389033	-50,298890	0,000053	0,0000056
Total	16,116	-	-	0,000076	0,000009

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($R_r: A \times I \times P$), permanentes ($R_p: A \times N_e / I_f \times b$) e exploráveis ($R_e: R_r + Z * R_p$), conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 35.4) identificou-se que o volume total das reservas renováveis é 61,324 L/s, para as reservas permanentes, 843,208 L/s, para as reservas exploráveis, 103,485 L/s e a vazão de referência, conforme pode ser observado na Tabela 35.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 35.5, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 35.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Limoeiro, Faina-GO, 2019

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Cristalino Noroeste	10	1,5	110

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 35.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias do córrego do Pinheiro e córrego da Cava da Comunidade Limoeiro, Faina-GO, 2019.

Reserva renovável (L/s)	Reserva renovável (m ³ /ano)	Reserva permanente (L/s)	Reserva permanente (m ³ /ano)	Reserva explorável (L/s)	Reserva explorável (m ³ /ano)	Q _{ref} (L/s)	Q _{esp} subterrânea (L/s.km ²)
61,324	1,93.10 ⁶	843,208	2,66.10 ⁷	103,485	3,26.10 ⁶	103,485	6,421

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 6,421 L/s.km², conforme Tabela 35.5. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que, para a microbacia analisada a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 6,421 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 6,421 L/s.

35.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 0,000076 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 35.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (103,485 L/s). Assim, subtraindo nessas microbacias as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 99,482 L/s, enquanto a disponibilidade hídrica específica total é igual a 6,173 L/s.km² (Tabela 35.6).

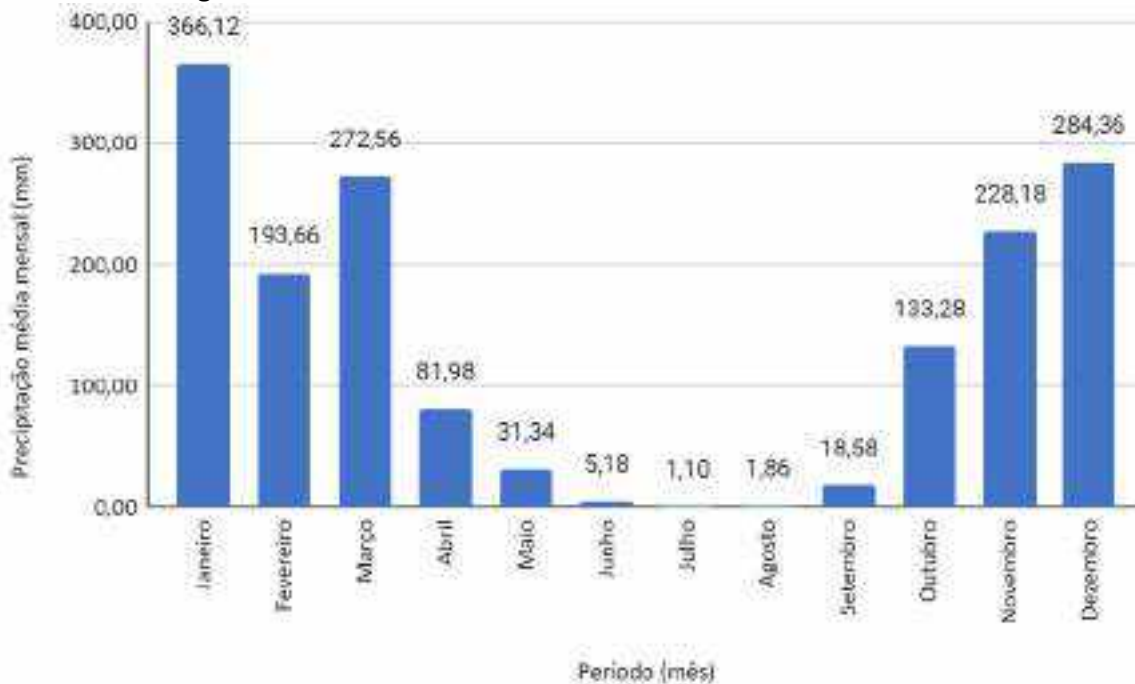
Tabela 35.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do córrego do Pinheiro e córrego da Cava da Comunidade Limoeiro, Faina-GO, 2020.

Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} $0,5 \times Q_{ref}$ (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
0,000076	0,00004	103,485	4,003	99,482	16,116	6,173

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água de chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (3,29 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 35.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm), um mês com a precipitação entre 50 e 100 mm e 6 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.618,2 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2011 a 2015).

Gráfico 35.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2011 a 2015, na estação pluviométrica código 1550001.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dessas informações e, de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do Capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 34.545,000 litros e uma área de captação mínima de 25,115 m² para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

35.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis nas microbacias dos córregos do Pinheiro e da Cava, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até

1000 L/h por no máximo 16 horas, também independentem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade de Limoeiro foi de 14,415 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade Limoeiro, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

36

ASSENTAMENTO MADRE CRISTINA

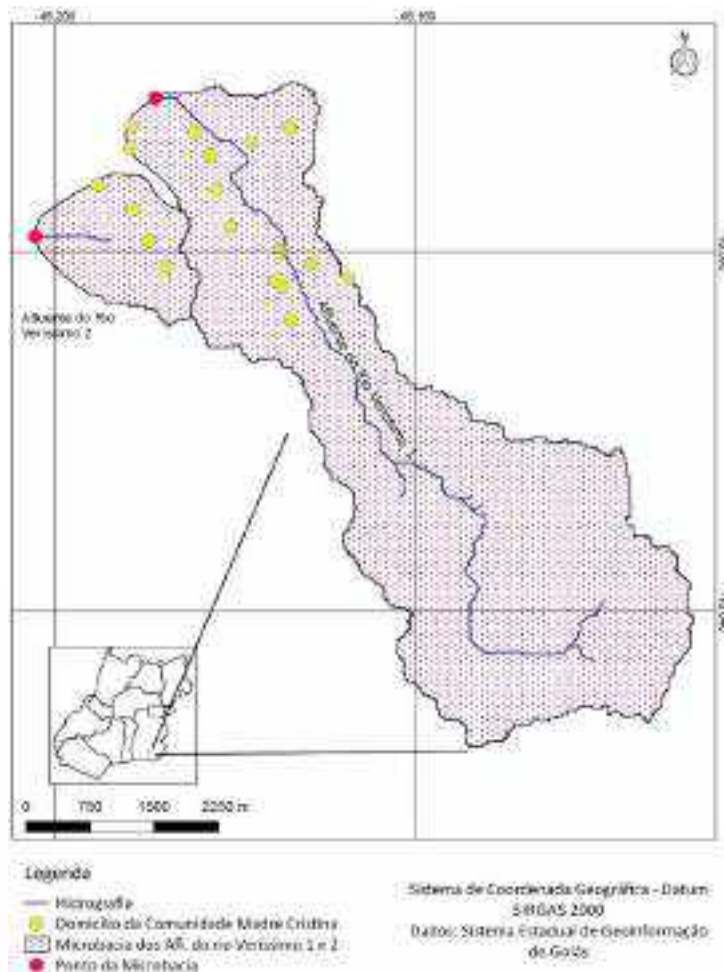


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

36.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade Madre Cristina, um assentamento pertencente ao município de Goiandira – GO, a partir da delimitação das microbacias do afluente do rio Veríssimo 1 e afluente do rio Veríssimo 2 (GOIÁS, 2014) (Mapa 36.1), nas quais os domicílios da comunidade estão inseridos. Essas microbacias estão localizadas no Sul Goiano, possuindo uma área total de aproximadamente 21,671 km² e estão inseridas na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos do Corumbá, Veríssimo e Porção Goiana do São Marcos, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a). A Comunidade Madre Cristina possui domicílios que estão localizados próximos ao rio Veríssimo e inseridos em uma bacia hidrográfica maior às utilizadas na análise, dessa forma, para fins do cálculo da disponibilidade hídrica foram consideradas as microbacias delimitadas conforme o Mapa 36.1.

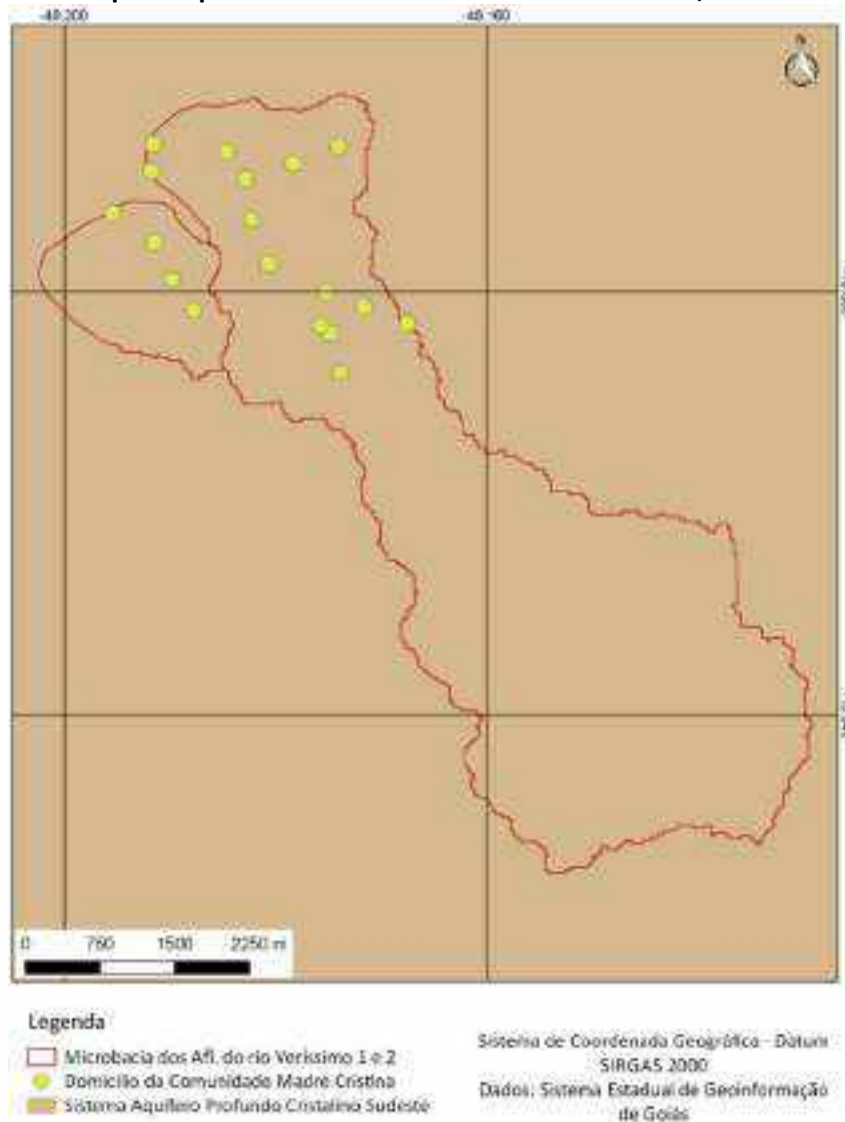
Mapa 36.1 – Microbacias do afluente do rio Veríssimo 1 e afluente do rio Veríssimo 2 onde estão inseridos os domicílios e os exutórios de referência da Comunidade Madre Cristina, Goiandira-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea, pode-se dizer que as microbacias do afluente do rio Veríssimo 1 e afluente do rio Veríssimo 2 encontram-se sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esse domínio estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e a bacia hidrográfica em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 36.2, observando a presença do Sistema Aquífero Cristalino Sudestem 100% (21,671 km²) da bacia hidrográfica.

Mapa 36.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade Madre Cristina, Goiandira-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

36.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da microbacia em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, nas microbacias do afluente do rio Veríssimo 1 e afluente do rio Veríssimo 2 não foram encontradas outorgas de uso da água superficial e subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando-se em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012), que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Goiandira, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 36.1 e 36.2.

Tabela 36.1 – Consumo *per capita* na Comunidade Madre Cristina, Goiandira-GO, 2019.

Nº domicílios	Moradores por domicílio	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
18	2,31	41,580	145	0,070

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 36.2 – Demanda de água para pecuária nas microbacias do afluente do rio Veríssimo 1 e afluente do rio Veríssimo 2 estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Goiandira-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	2.009,770	0,001736	3,4890
Bubalino	0,812	0,001042	0,0008
Equino	73,434	0,000694	0,0510
Suíno	53,723	0,000405	0,0218
Caprino	0,000	0,000347	0,0000
Ovino	2,474	0,000347	0,0009
Galináceos	274,411	0,000003	0,0008
Total	2.414,6225	0,0046	3,5642

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, as microbacias do afluente do rio Veríssimo 1 e afluente do rio Veríssimo 2 têm uma demanda igual a 3,634 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 6,029 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (6,501 m³/dia), totalizam uma

demanda de 12,531 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

36.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial das microbacias do afluente do rio Veríssimo 1 e afluente do rio Veríssimo 2 foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do São Marcos proposta por Honório (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 36.3, sendo que a vazão total regionalizada foi igual a 51,825 L/s, para as microbacias do afluente do rio Veríssimo 1 e afluente do rio Veríssimo 2. Assim, a vazão específica superficial total é de 2,391 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (4,650 L/s.km²), é menor, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região.

Tabela 36.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias do afluente do rio Veríssimo 1 e afluente do rio Veríssimo 2 à jusante da Comunidade Madre Cristina, Goiandira, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)
Afluente do rio Veríssimo 1	19,36	-17,983005	-48,188922	46,944	2,245
Afluente do rio Veríssimo 2	2,311	-17,998368	-48,202268	4,881	2,112
Total	21,67	-	-	51,825	2,391

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($R_r: A \times I \times P$), permanentes ($R_p: A \times N_e / I \times b$) e exploráveis ($R_e: R_r + Z * R_p$) conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 36.4), identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 123,693 L/s, para as reservas permanentes, 1.546,162 L/s, para as reservas exploráveis, 201,001 L/s e a vazão de referência, conforme pode ser observado na Tabela 36.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 36.5, para facilitar a análise de disponibilidade total, adotou-se volume em L/s.

Tabela 36.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Madre Cristina, Goiandira-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Cristalino Sudeste	12	1,5	150

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 36.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias do afluente do rio Veríssimo 1 e afluente do rio Veríssimo 2 da Comunidade Madre Cristina, Goiandira-GO, 2019.

Reserva renovável		Reserva ermanente		Reserva explotável		Q_{ref}	Q_{esp} subterrânea
(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(L/s.km ²)
123,693	3,9.10 ⁶	1.546,162	4,8.10 ⁷	201,001	6,3.10 ⁶	201,001	9,275

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 9,275 L/s.km², conforme Tabela 36.5. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que, para a microbacia analisada a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 11,666 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 11,666 L/s.

36.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 25,913 L/s, conforme pode ser observado Tabela 36.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (201,001 L/s). Assim, subtraindo nessas microbacias as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 223,280 L/s, enquanto a disponibilidade hídrica específica total é igual a 10,303 L/s.km² (Tabela 36.6).

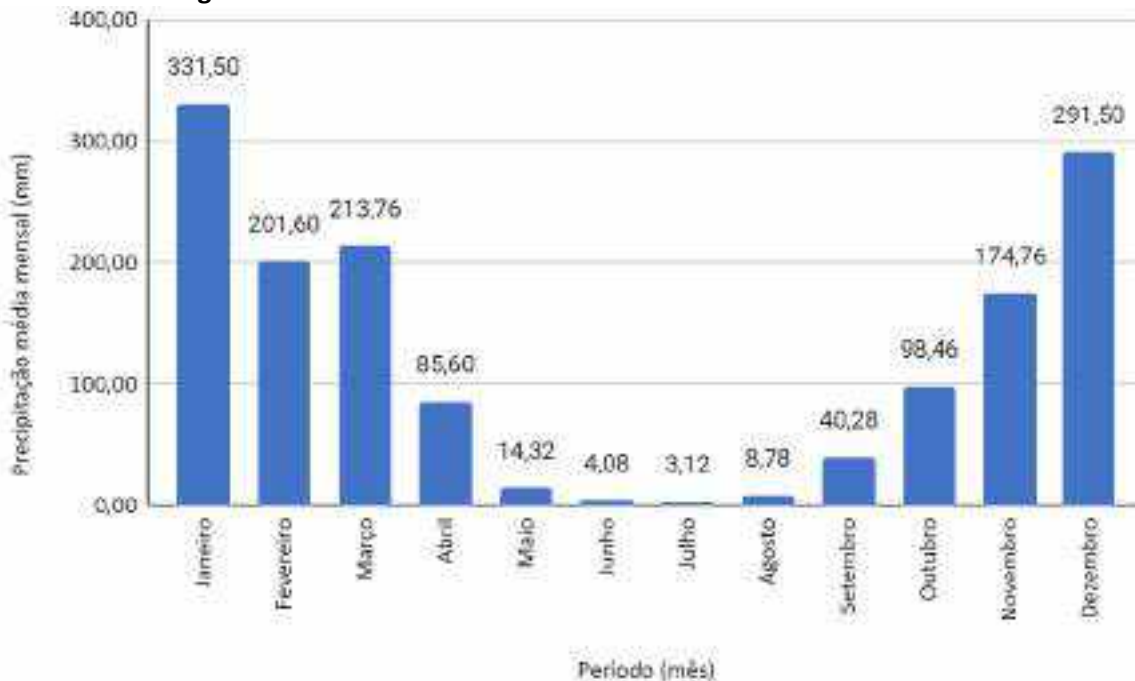
Tabela 36.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do afluente do rio Veríssimo 1 e afluente do rio Veríssimo 2 da Comunidade Madre Cristina, Goiandira-GO, 2020.

Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref}	Q_{pr}	DH Q_{ref}	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$	Total	Área	Específica
(L/s)	0,5 x Q_{ref} (L/s)	(L/s)	(L/s)	(L/s)	(km ²)	(L/s.km ²)
51,8258	25,913	201,001	3,634	223,280	21,671	10,303

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água de chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (2,31 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 36.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm), 2 meses entre 50 e 100 mm e 5 meses com acumulados acima dos 100 mm, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.467,76 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2005-2009).

Gráfico 36.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2005 a 2009, na estação pluviométrica código 1748001.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dessas informações e, de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 24.255,000 litros e uma área de captação mínima de 19,441 m² para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de maio a setembro. Destaca-se ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

36.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis nas microbacias do afluente do rio Veríssimo 1 e afluente do rio Veríssimo 2, tanto subterrânea

quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga, caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir este limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. No entanto, a demanda identificada para a Comunidade Madre Cristina foi de 12,531 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que objetivam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade Madre Cristina, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

37

COMUNIDADE DE MESQUITA

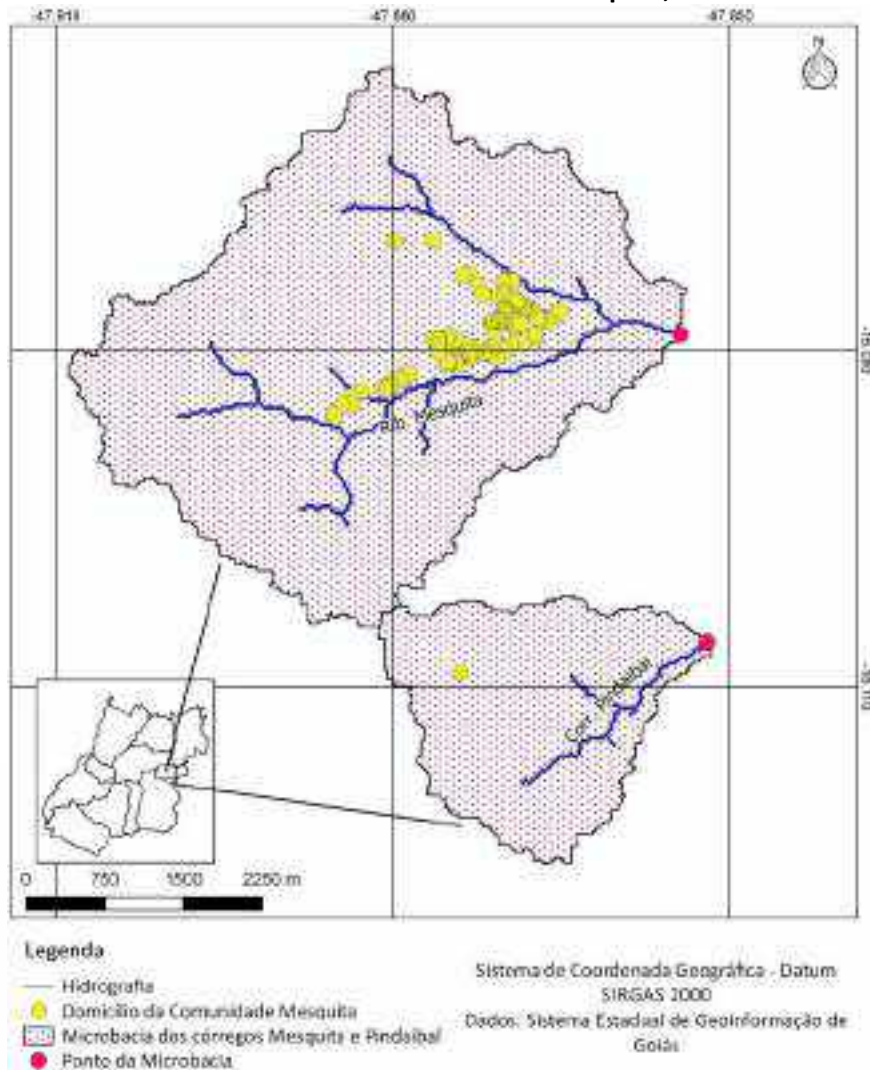


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

37.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade de Mesquita, uma comunidade quilombola pertencente ao município de Cidade Ocidental – GO, a partir da delimitação das microbacias do ribeirão Mesquita e córrego Pindaibal (GOIÁS, 2014) (Mapa 37.1), nas quais os domicílios da comunidade estão inseridos. Essas microbacias estão localizadas no entorno do Distrito Federal, possuindo uma área de aproximadamente 22,891 km² e estão inseridas na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos do Corumbá, Veríssimo e Porção Goiana do São Marcos, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 37.1 – Microbacias do Ribeirão Mesquita e córrego Pindaibal onde estão inseridos os domicílios e os exutórios de referência da Comunidade de Mesquita, Cidade Ocidental-GO, 2020.

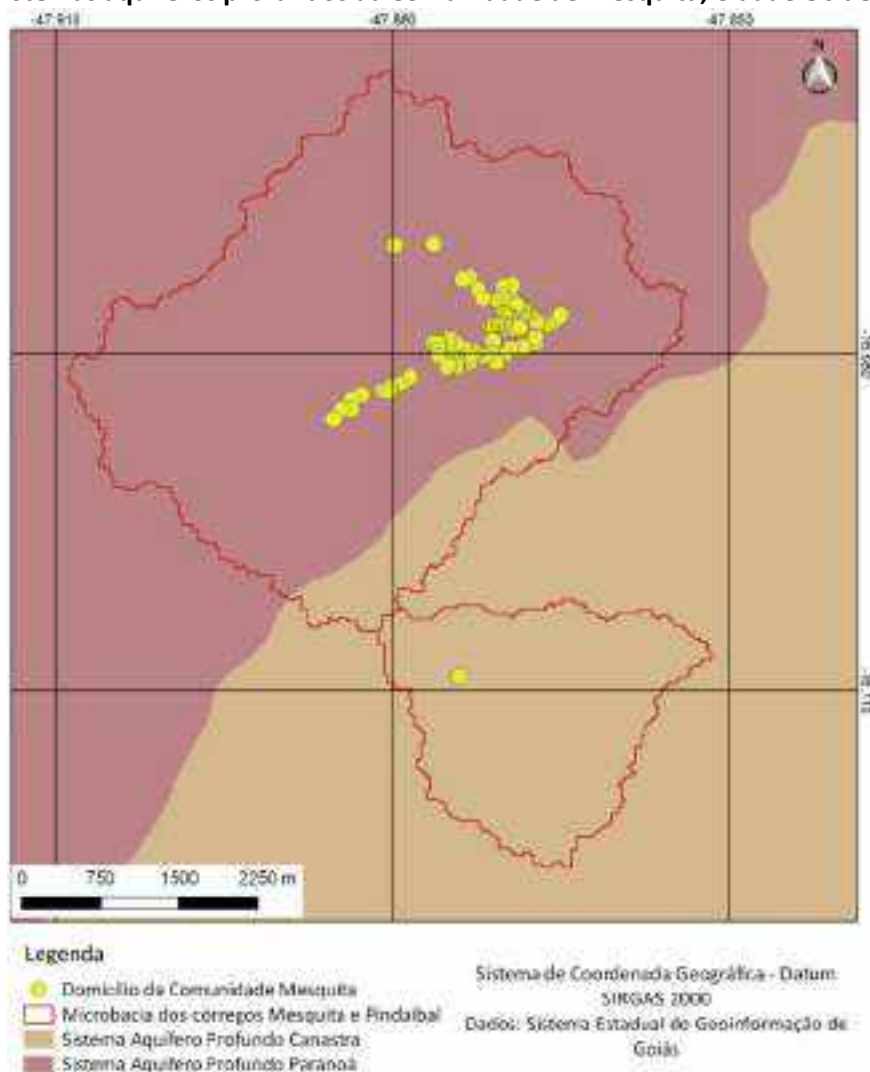


Fonte: elaborado pelos autores.

As microbacias da Comunidade Mesquita têm como principais cursos d'água os córregos Mesquita e Pindaibal, que recebem a contribuição de outros córregos.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea, pode-se dizer que as microbacias do ribeirão Mesquita e córrego Pindaibal se encontram sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esse domínio estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e a bacia hidrográfica em estudo. A partir dessa sobreposição, chegou-se ao Mapa 37.2, observando a presença do Sistema Aquífero Paranoá e Sistema Aquífero Canastra em 70,64% (16,171 km²) e 29,36% (6,720 km²) da área das bacias hidrográficas da comunidade, respectivamente.

Mapa 37.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade de Mesquita, Cidade Ocidental-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

37.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante das microbacias em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, nas microbacias do ribeirão Mesquita e córrego Pindaibal não foram encontradas outorgas de uso da água superficial e subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando-se em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012), que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Cidade Ocidental, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 37.1 e 37.2.

Tabela 37.1 – Consumo *per capita* na Comunidade de Mesquita, Cidade Ocidental-GO, 2019.

Nº domicílios	Moradores por domicílio	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
109	3,16	344,44	145	0,578

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 37.2 – Demanda de água para pecuária nas microbacias do ribeirão Mesquita e córrego Pindaibal estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Cidade Ocidental-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	1.121,015	0,001736	1,9461
Bubalino	5,504	0,001042	0,0057
Equino	40,224	0,000694	0,0279
Suíno	37,473	0,000405	0,0152
Caprino	6,382	0,000347	0,0022
Ovino	36,243	0,000347	0,0126
Galináceos	321,093	0,000003	0,0010
Total	1.567,9345	0,0046	2,0107

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, a microbacia do ribeirão Mesquita e córrego Pindaibal têm uma demanda igual a 2,589 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 49,944 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (5,580 m³/dia), totalizam uma demanda de 55,524

m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

37.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial das microbacias do ribeirão Mesquita e córrego Pindaibal foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do Corumbá proposta por Honório (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 37.3, sendo que a vazão total regionalizada foi igual a 88,052 L/s, para as microbacias do ribeirão Mesquita e córrego Pindaibal. Assim, a vazão específica superficial é de 3,847 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (4,650 L/s.km²), é menor, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região.

Tabela 37.3 – Vazão regionalizada nas microbacias do Ribeirão Mesquita e córrego Pindaibal à jusante da Comunidade de Mesquita, Cidade Ocidental, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)
Ribeirão Mesquita	17,689	-16,078661	-47,854341	68,521	3,8736
Córrego Pindaibal	5,202	-16,106038	-47,851932	19,532	3,7546
Total	22,891	-	-	88,052	3,847

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($Rr: A \times I \times P$), permanentes ($Rp: A \times Ne / Ifi \times b$) e explotáveis ($Re: Rr + Z * Rp$) conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 37.4), identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 90,301 L/s, para as reservas permanentes, 1.558,964 L/s, para as reservas explotáveis, 168,249 L/s e a vazão de referência, conforme pode ser observado na Tabela 37.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 37.5, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 37.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade de Mesquita, Cidade Ocidental-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Paranoá	10	2,5	100
Canastra	9	1,3	100

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 37.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias do ribeirão Mesquita e córrego Pindaibal da Comunidade de Mesquita, Cidade Ocidental-GO, 2019.

Reserva renovável		Reserva permanente		Reserva explotável		Q_{ref}	Q_{esp} subterrânea
(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(L/s.km ²)
90,301	2,8.10 ⁶	1.558,964	4,9.10 ⁷	168,249	5,3.10 ⁶	168,249	7,350

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 7,350 L/s.km², conforme Tabela 37.5. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que, para as microbacias analisadas, a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 11,197 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 11,197 L/s.

37.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 44,026 L/s, conforme pode ser observado Tabela 37.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (168,249 L/s). Assim, subtraindo nessas microbacias as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 209,686 L/s, enquanto a disponibilidade hídrica específica total é igual a 9,160 L/s.km² (Tabela 37.6).

Tabela 37.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do ribeirão Mesquita e córrego Pindaibal da Comunidade de Mesquita, Cidade Ocidental-GO, 2020.

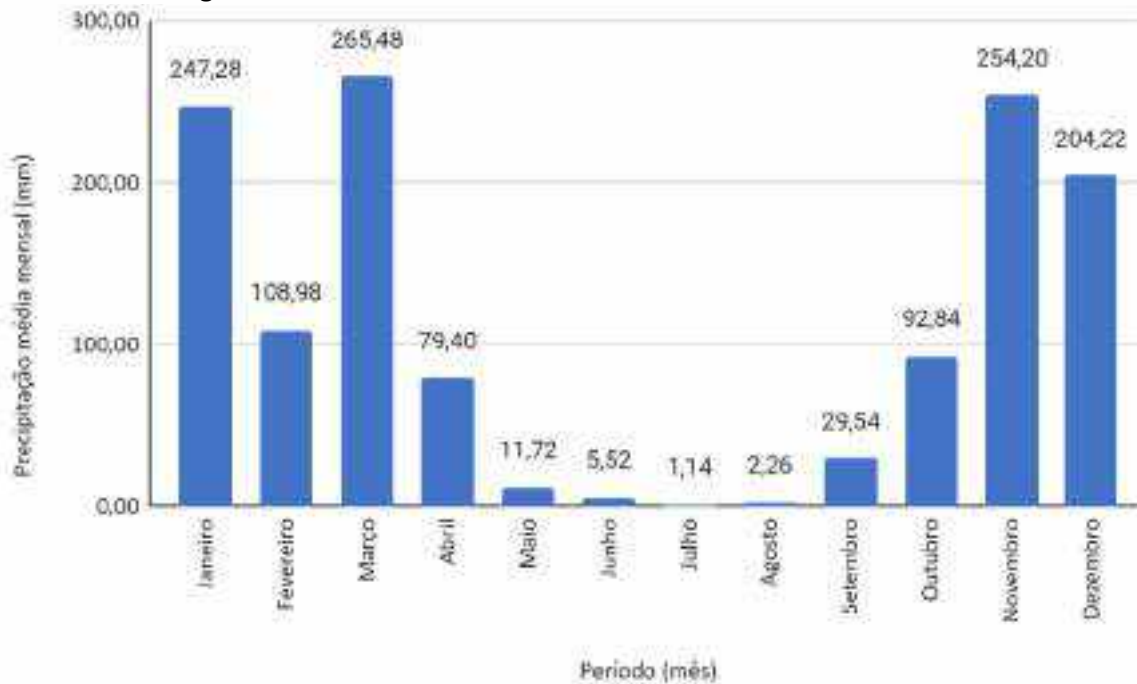
Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref}	Q_{pr}	DH Q_{ref}	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$	Total	Área	Específica
(L/s)	0,5 x Q_{ref} (L/s)	(L/s)	(L/s)	(L/s)	(km ²)	(L/s.km ²)
88,052	44,026	168,29	2,589	209,686	22,891	9,160

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (3,16 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 37.1), observa-se que há 5 meses

muito secos (precipitação inferior a 50 mm), 2 meses entre 50 e 100 mm e 5 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.302,58 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2012-2016).

Gráfico 37.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2012 a 2016, na estação pluviométrica código 1647011.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dessas informações e, de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 33.180,241 litros e uma área de captação mínima de 29,981 m² para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

37.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis nas microbacias do ribeirão Mesquita e córrego Pindaibal, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez

que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. No entanto, a demanda identificada para a Comunidade de Mesquita foi de 55,524 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que objetivam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade de Mesquita, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

38

COMUNIDADE DE MIMOSO (QUEIXO DANTAS)

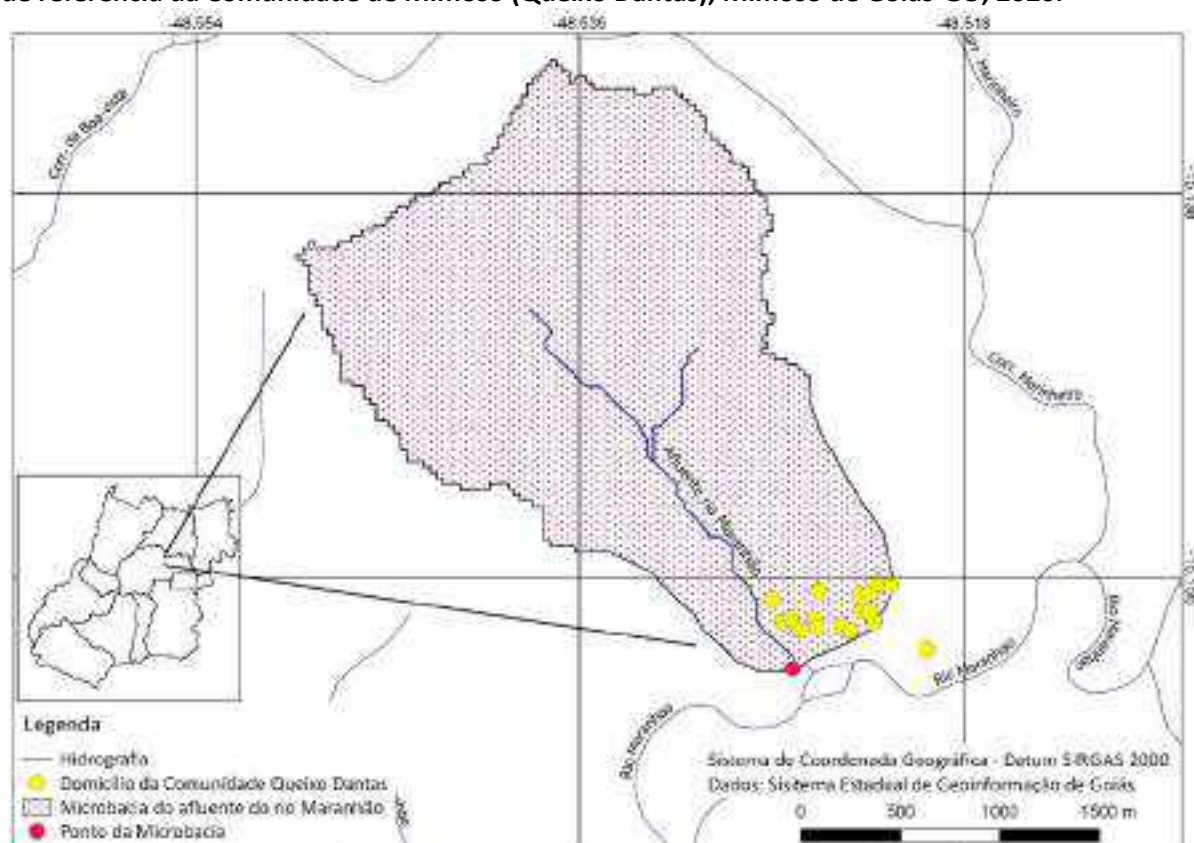


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

38.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade de Mimoso (Queixo Dantas), uma comunidade quilombola pertencente ao município de Mimoso de Goiás – GO, a partir da delimitação da microbacia do afluente do rio Maranhão (GOIÁS, 2014) (Mapa 38.1), na qual os domicílios da comunidade estão inseridos. Essa microbacia está localizada no entorno do Distrito Federal, possuindo uma área de aproximadamente 5,069 km² e está inserida na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos Rio das Almas e Afluentes Goianos do rio Maranhão, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a). A microbacia da comunidade tem como principal curso d'água o afluente do rio Maranhão e recebe a contribuição de outros córregos. Os domicílios estão localizados próximos ao afluente e ao rio Maranhão, porém um deles está cerca de 160 m do rio Maranhão e inserido em uma bacia hidrográfica substancialmente maior à utilizada na análise, dessa forma, para fins do cálculo da disponibilidade hídrica, foi considerada a microbacia delimitada conforme Mapa 38.1.

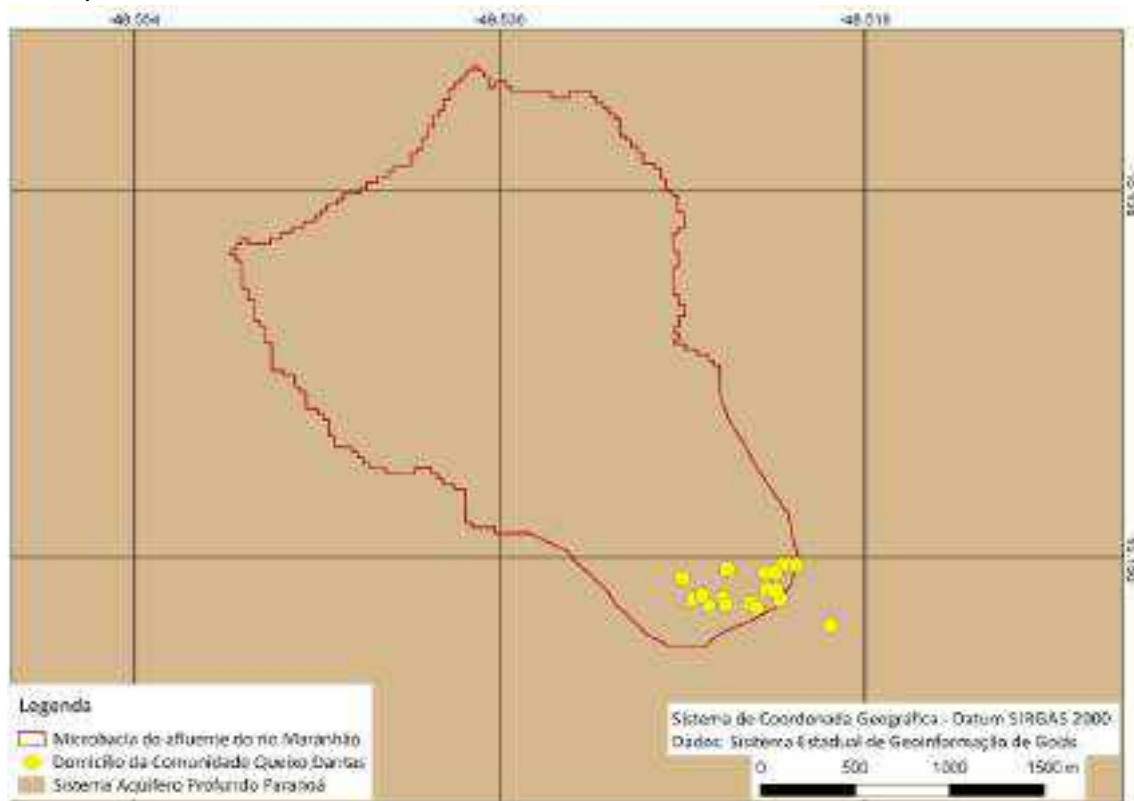
Mapa 38.1 – Microbacia do afluente do rio Maranhão onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade de Mimoso (Queixo Dantas), Mimoso de Goiás-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea, pode-se dizer que a microbacia do afluente do rio Maranhão se encontra sobre uma formação geológica de domínio fissuro-cárstico (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esses domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 38.2, observando a presença do Sistema Aquífero Paranoá em 100% (5,069 km²) da área da bacia hidrográfica.

Mapa 38.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade de Mimoso (Queixo Dantas), Mimoso de Goiás-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

38.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da microbacia em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, na microbacia do afluente do rio Maranhão não foram encontradas outorgas de uso da água superficial e subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada

levando-se em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012), que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Mimoso de Goiás, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 38.1 e 38.2.

Tabela 38.1 – Consumo *per capita* na Comunidade de Mimoso (Queixo Dantas), Mimoso de Goiás-GO, 2019.

Nº domicílios ⁽¹⁾	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
17	4,5	76,5	145	0,128

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 38.2 – Demanda de água para pecuária na microbacia do afluente do rio Maranhão estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Mimoso de Goiás-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	179,535	0,001736	0,3117
Bubalino	0,073	0,001042	0,0001
Equino	5,435	0,000694	0,0038
Suíno	7,865	0,000405	0,0032
Caprino	0,731	0,000347	0,0003
Ovino	9,678	0,000347	0,0034
Galináceos	46,059	0,000003	0,0001
Total	249,3766	0,0046	0,3225

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, a microbacia do afluente do rio Maranhão têm uma demanda igual a 0,451 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 11,093 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (0,932 m³/dia), totalizam uma demanda de 12,024 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

38.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial da microbacia do afluente do rio Maranhão, foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do Alto Tocantins proposta por Costa

(2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 38.3 sendo que a vazão regionalizada total foi igual a 3,000 L/s, para a microbacia do afluente do rio Maranhão. Assim, a vazão específica superficial é de 0,592 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (3,160 L/s.km²), é menor, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região.

Tabela 38.3 – Vazão regionalizada na microbacia do afluente do rio Maranhão à jusante da Comunidade de Mimoso (Queixo Dantas), Mimoso de Goiás, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)
Afluente do rio Maranhão	5,069	-15,160267	-48,526001	3,000	0,592

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($R_r: A \times I \times P$), permanentes ($R_p: A \times N_e / I_f \times b$) e exploráveis ($R_e: R_r + Z * R_p$), conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 38.4) identificou-se que o volume total das reservas renováveis é 19,288 L/s, para as reservas permanentes, 401,842 L/s, para as reservas exploráveis, 39,381 L/s e a vazão de referência conforme pode ser observado na Tabela 38.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 38.5, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 7,769 L/s.km², conforme Tabela 38.5. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que, para a microbacia analisada a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é 8,361 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 8,361 L/s.

Tabela 38.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade de Mimoso (Queixo Dantas), Mimoso de Goiás-GO, 2019

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Paranoá	10	2,5	100

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 38.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do afluente do rio Maranhão da Comunidade de Mimoso (Queixo Dantas), Mimoso de Goiás-GO, 2019.

Reserva renovável (L/s)	Reserva renovável (m ³ /ano)	Reserva permanente (L/s)	Reserva permanente (m ³ /ano)	Reserva explorável (L/s)	Reserva explorável (m ³ /ano)	Q _{ref} (L/s)	Q _{esp} subterrânea (L/s.km ²)
19,288	6,08.10 ⁵	401,842	1,27.10 ⁷	39,381	1,44.10 ⁶	39,381	7,769

Fonte: elaborado pelos autores.

38.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 1,500 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 38.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (39,381 L/s). Assim, subtraindo nessa microbacia as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 40,430 L/s, enquanto a disponibilidade hídrica específica total é igual a 7,976 L/s.km² (Tabela 38.6).

Tabela 38.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do afluente do rio Maranhão da Comunidade de Mimoso (Queixo Dantas), Mimoso de Goiás-GO, 2020.

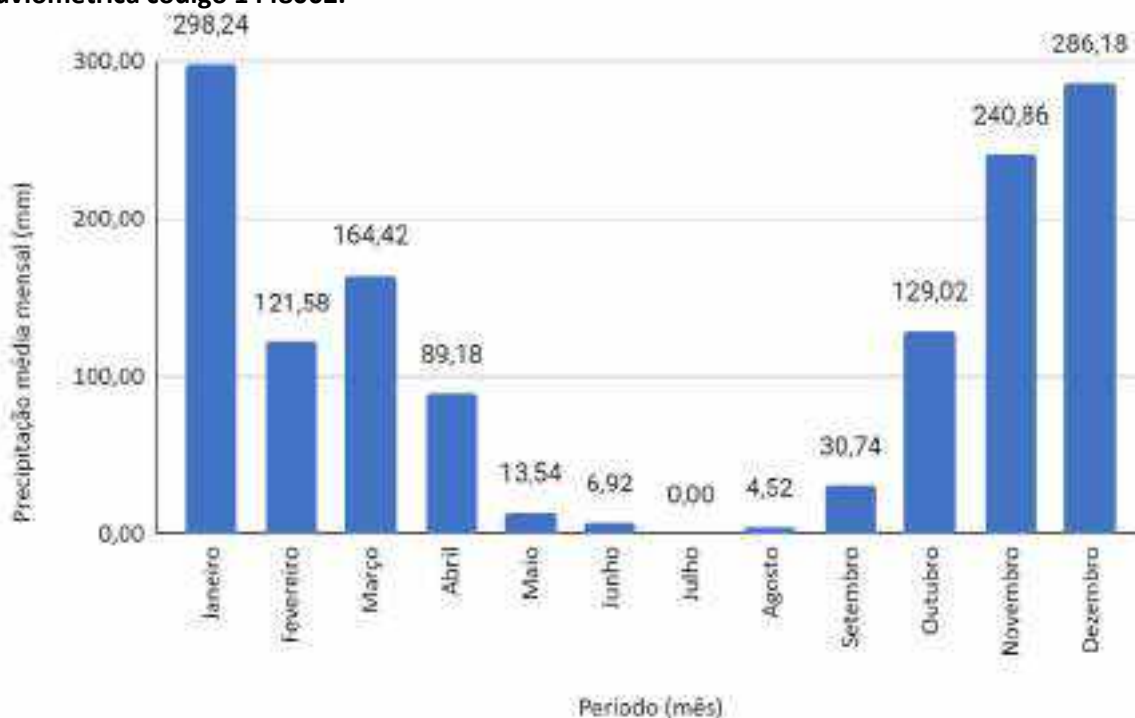
Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} $0,5 \times Q_{ref}$ (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
3,000	1,500	39,381	0,451	40,430	5,069	7,976

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água de chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (4,5 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 38.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm), 1 mês entre 50 e 100 mm e 6 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.385,2 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2008-2012).

A partir dessas informações e, de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do Capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 47.250,000 litros e uma área de captação mínima de 40,130 m² para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

Gráfico 38.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2008 a 2012, na estação pluviométrica código 1448002.



Fonte: elaborado pelos autores.

38.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis na microbacia do afluente do rio Maranhão, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

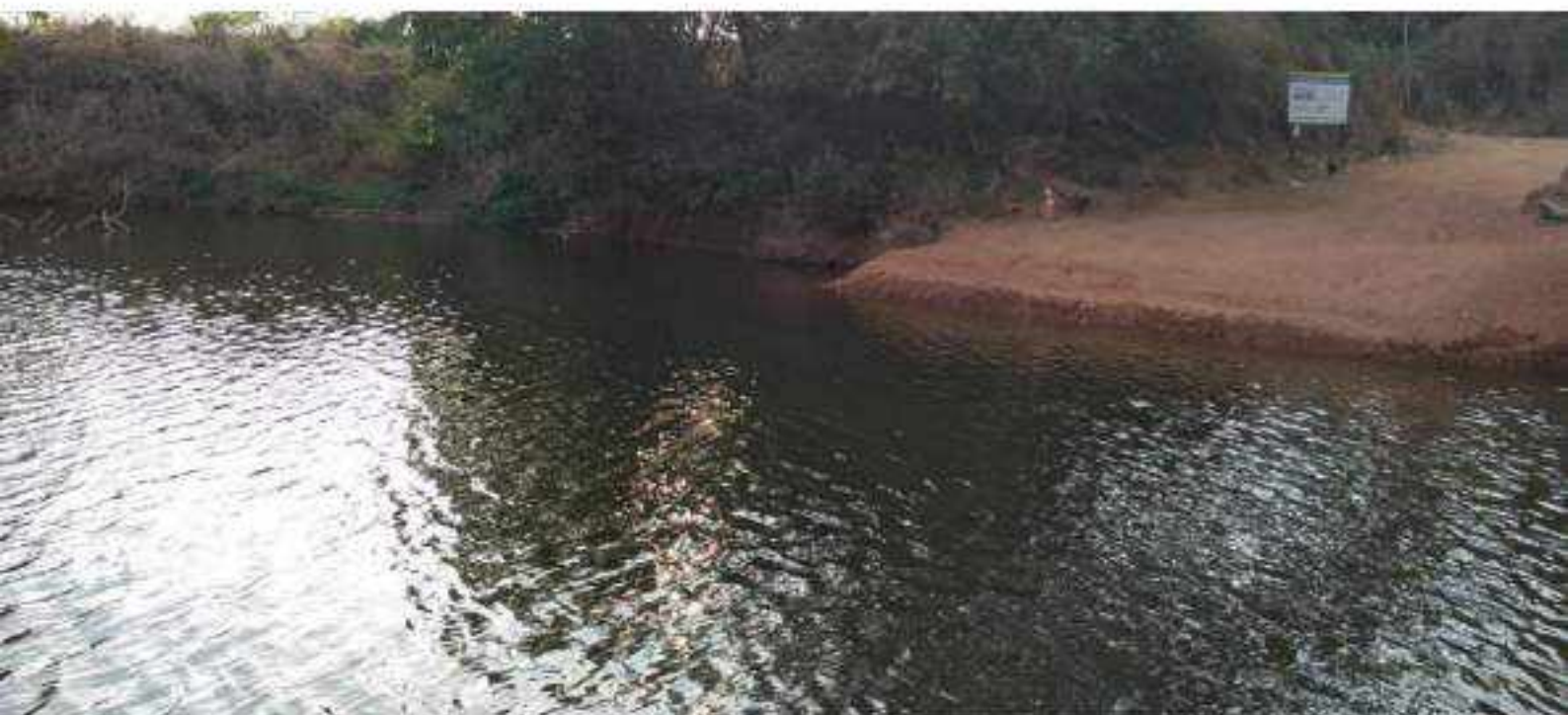
Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir este limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade de Mimoso (Queixo Dantas) foi de 12,024 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de

vida das pessoas residentes na Comunidade de Mimoso (Queixo Dantas), como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

39

ASSENTAMENTO MONTE MORIÁ

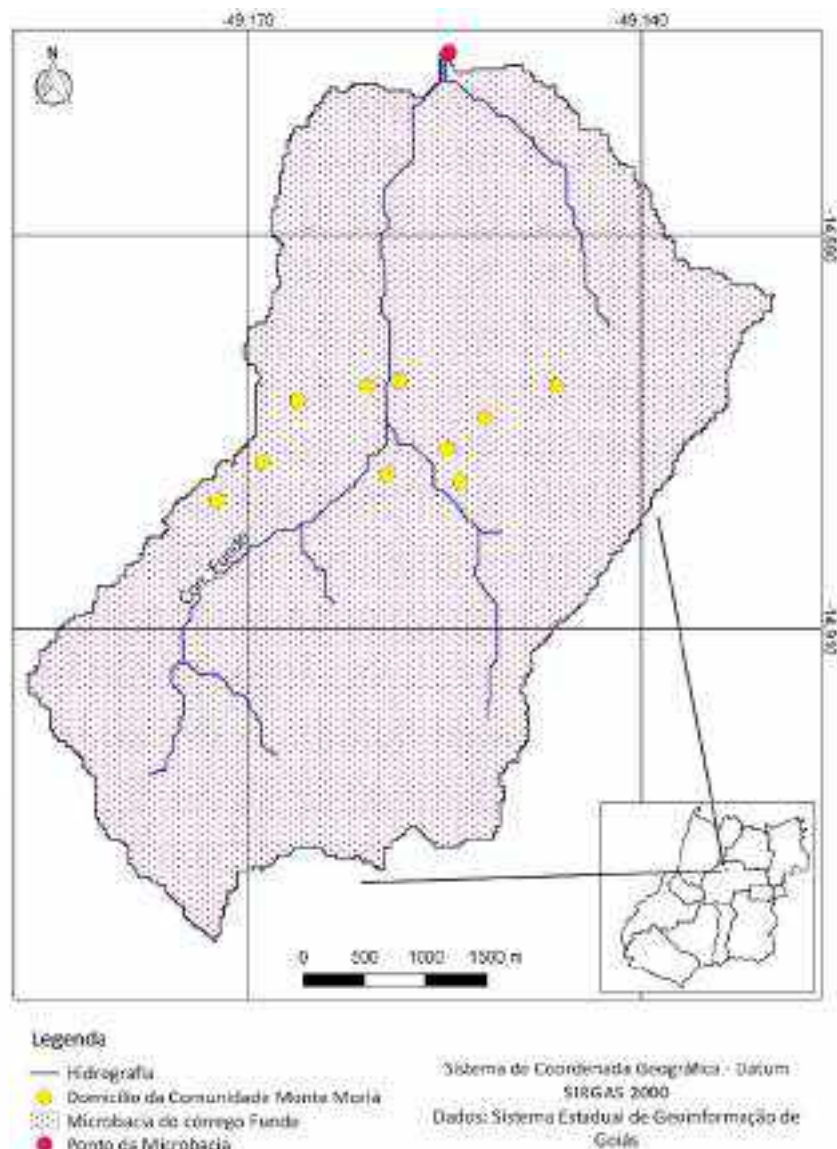


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

39.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade Monte Moriá, um assentamento pertencente ao município de São Luiz do Norte – GO, a partir da delimitação da microbacia do córrego Fundo (GOIÁS, 2014) (Mapa 39.1), na qual os domicílios da comunidade estão inseridos. Essa microbacia está localizada no Centro Goiano, possuindo uma área total de aproximadamente 23,52 km² e está inserida na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos do rio das Almas e dos Afluentes Goianos do rio Maranhão, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 39.1 – Microbacia do córrego Fundo, onde estão inseridos os domicílios e o ponto de referência da Comunidade Monte Moriá, São Luiz do Norte-GO, 2020.

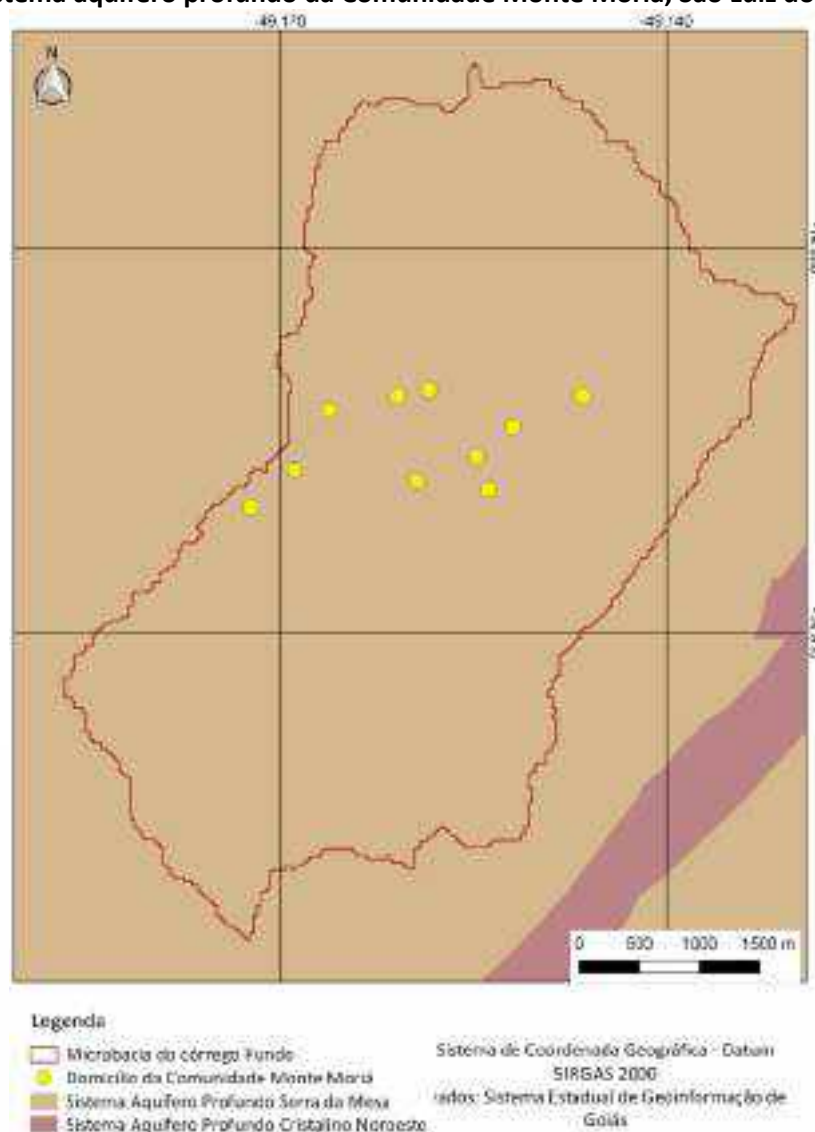


Fonte: elaborado pelos autores.

A microbacia da Comunidade Monte Moriá tem como principal curso d'água o córrego Fundo, que recebe contribuição de outros afluentes intermitentes.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea, pode-se dizer que a microbacia do córrego Fundo se encontra sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esses domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e a bacia hidrográfica em estudo. A partir dessa sobreposição, chegou-se ao Mapa 39.2, observando a presença do Sistema Aquífero Serra da Mesa em 100% (23,52 km²) da área da bacia hidrográfica.

Mapa 39.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade Monte Moriá, São Luiz do Norte-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

39.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da microbacia em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, na microbacia do córrego Fundo não foram encontradas outorgas de uso da água superficial e subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando-se em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012), que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de São Luiz do Norte, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 39.1 e 39.2.

Tabela 39.1 – Consumo *per capita* na Comunidade Monte Morιά, São Luiz do Norte-GO, 2019.

Nº domicílios	Moradores por domicílio	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
10	3,4	34	145	0,057

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 39.2 – Demanda de água para pecuária na microbacia do córrego Fundo, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), São Luiz do Norte-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	1.243,946	0,001736	2,1596
Bubalino	0,281	0,001042	0,0003
Equino	30,095	0,000694	0,0209
Suíno	40,127	0,000405	0,0163
Caprino	4,013	0,000347	0,0014
Ovino	8,025	0,000347	0,0028
Galináceos	401,273	0,000003	0,0012
Total	1.727,761	0,0046	2,2025

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, a microbacia do córrego Fundo tem uma demanda igual a 2,259 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 4,930 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (3,697 m³/dia), totalizam uma demanda de 8,627 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

39.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial da microbacia do córrego Fundo foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do Alto Tocantins proposta por Costa (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 39.3 sendo que a vazão regionalizada (Q_{reg}) foi igual a 21,161 L/s para a microbacia do córrego Fundo. Assim, a vazão específica superficial total é de 0,900 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (3,160 L/s.km²), falta algo (é maior ou menor?), afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região.

Tabela 39.3 – Vazão regionalizada na microbacia do córrego Fundo à jusante da Comunidade Monte Moriá, São Luiz do Norte, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q_{reg} superficial (L/s)	Q_{esp} superficial (L/s.km ²)
Córrego Fundo	23,517	-14,866049	-49,154695	21,162	0,900

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($Rr: A \times I \times P$), permanentes ($Rp: A \times Ne / Ifi \times b$) e explotáveis ($Re: Rr + Z * Rp$) conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 39.4) identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 80,538 L/s, para as reservas permanentes, 894,863 L/s, para as reservas explotáveis, 125,281 L/s e a vazão de referência, conforme pode ser observado na Tabela 39.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 39.5, para facilitar a análise de disponibilidade total, adotou-se volume em L/s.

Tabela 39.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Monte Moriá, São Luiz do Norte-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Serra da Mesa	9	1,2	100

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 5,327 L/s.km², conforme Tabela 39.5. Ao associar os resultados da vazão de

referência, verifica-se que, para a microbacia analisada, a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 6,227 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 6,227 L/s.

Tabela 39.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do córrego Fundo da Comunidade Monte Moriá, São Luiz do Norte-GO, 2019.

Reserva renovável		Reserva permanente		Reserva explorável		Q_{ref}	Q_{esp} subterrânea
(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(L/s.km ²)
80,538	2,539.10 ⁶	894,863	2,822.10 ⁷	125,281	3,950.10 ⁷	125,281	5,327

Fonte: elaborado pelos autores.

39.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 10,581 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 39.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (125,281 L/s). Assim, subtraindo nessa microbacia as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 133,602 L/s, enquanto a disponibilidade hídrica específica total é igual a 5,681 L/s.km² (Tabela 39.6).

Tabela 39.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do córrego Fundo da Comunidade Monte Moriá, São Luiz do Norte-GO, 2020.

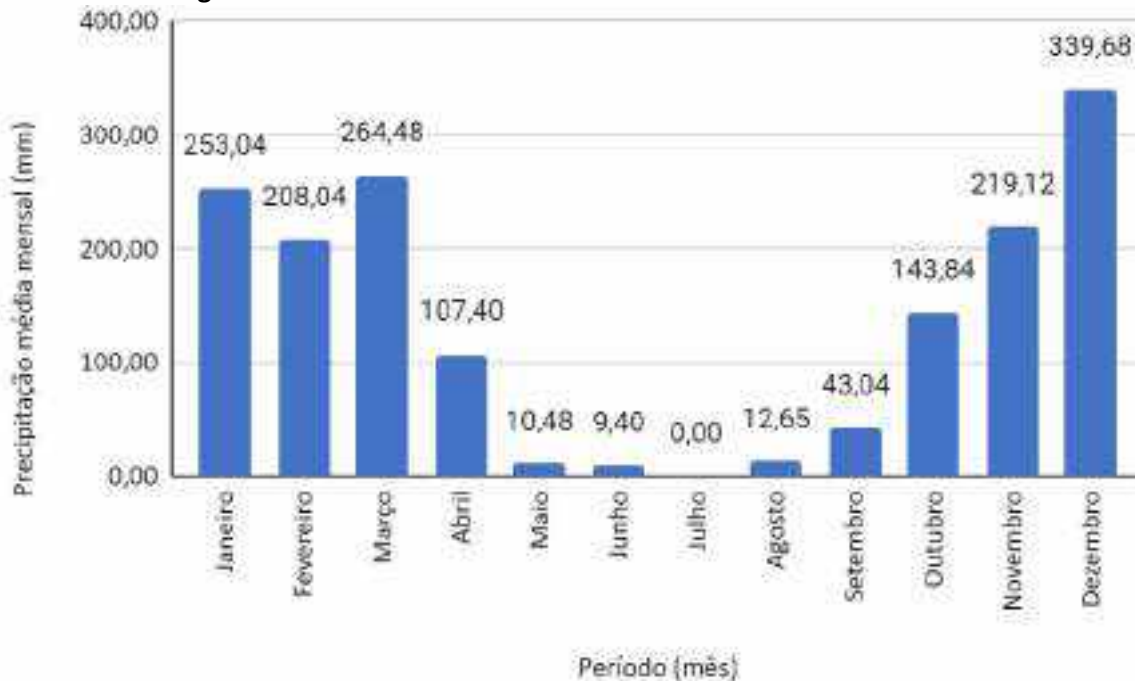
Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} 0,5 x Q_{ref} (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
21,162	10,581	125,281	2,259	133,602	23,520	5,681

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água de chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (3,4 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 39.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm) e 7 meses com acumulados acima dos

100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.608,64 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2007 a 2011).

Gráfico 39.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2007 a 2011, na estação pluviométrica código 1449005.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dessas informações e, de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 35.700,000 litros e uma área de captação mínima de 26,109 m² para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

39.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis na microbacia do córrego Fundo, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de

comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independentem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independentem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade Monte Moria foi de 8,627 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade Monte Moria, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

40

COMUNIDADE OLHOS D'ÁGUA



Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

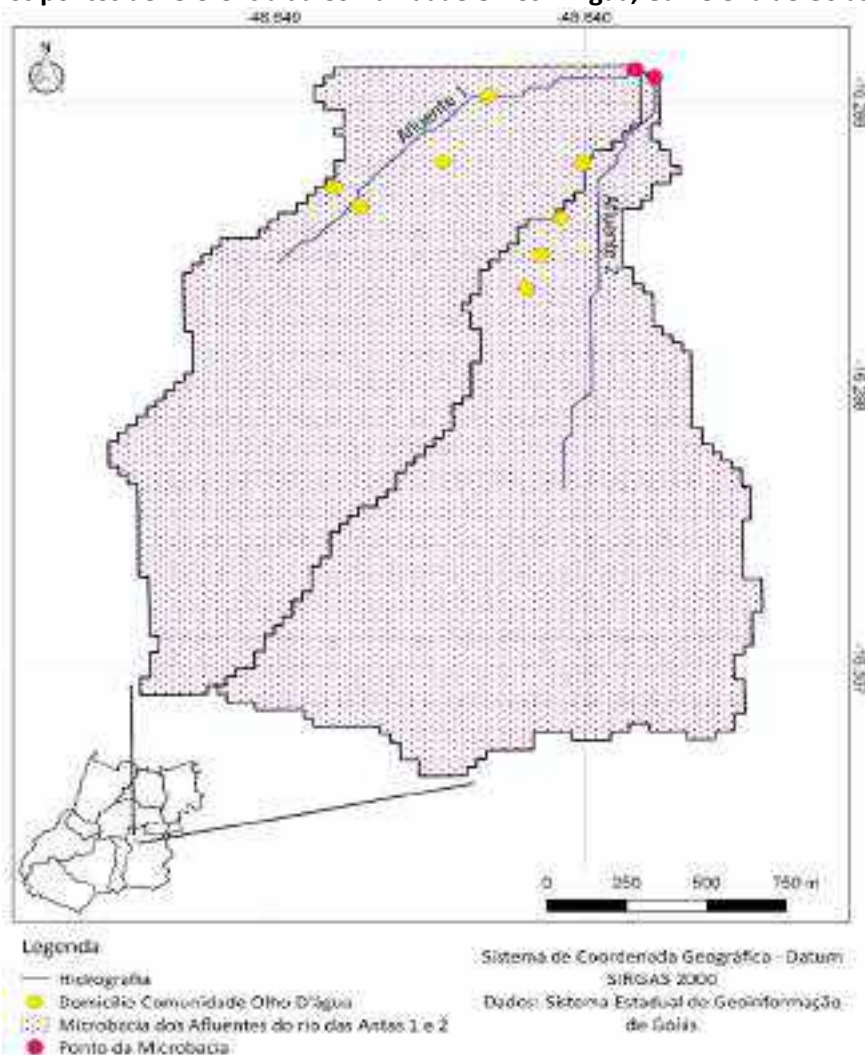


Saneamento e Saúde
Ambiental Rural

40.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade Olhos D'Água, uma comunidade ribeirinha pertencente ao município de Gameleira de Goiás – GO, a partir da delimitação das microbacias do afluente do rio das Antas 1 e afluente do rio das Antas 2 (GOIÁS, 2014) (Mapa 40.1), nas quais os domicílios da comunidade estão inseridos. Essas microbacias estão localizadas no Sudeste Goiano, possuindo uma área total de aproximadamente 3,675 km² e estão inseridas na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos do rio Corumbá, Veríssimo e Porção Goiana do rio São Marcos, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 40.1 – Microbacias do afluente do rio das Antas 1 e afluente do rio das Antas 2, onde estão inseridos os domicílios e os pontos de referência da Comunidade Olhos D'Água, Gameleira de Goiás-GO, 2020.

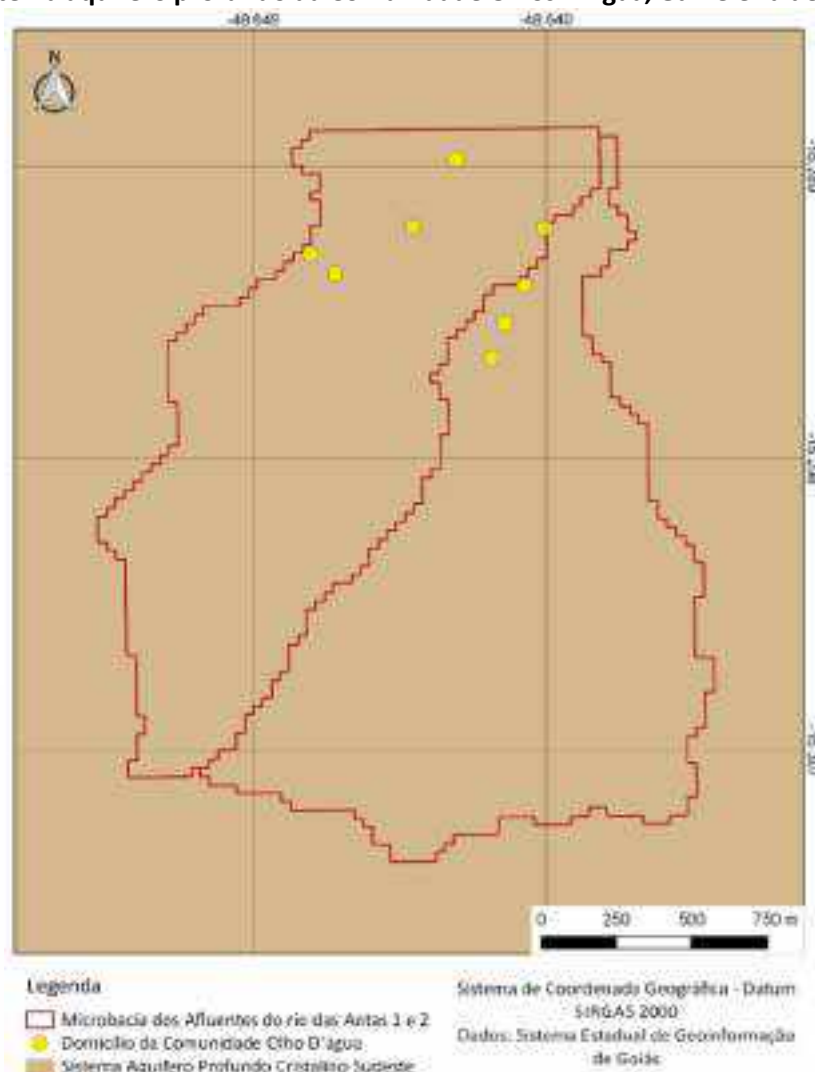


Fonte: elaborado pelos autores.

As microbacias da Comunidade Olhos D'Água estão em duas localidades diferentes e possui como principal curso d'água o rio das Antas.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea pode-se dizer que as microbacias do afluente do rio das Antas 1 e afluente do rio das Antas 2 encontram-se sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esses domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 40.2, observando a presença do Sistema Aquífero Cristalino Sudestem 100% (3,675 km²) das áreas das bacias hidrográficas.

Mapa 40.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade Olhos D'Água, Gameleira de Goiás-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

40.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da microbacia em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, nas microbacias do afluente do rio das Antas 1 e afluente do rio das Antas 2 não foram encontradas outorgas de uso da água superficial e subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando-se em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012) que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Gameleira de Goiás, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 40.1 e 40.2.

Tabela 40.1 – Consumo *per capita* na Comunidade Olhos D'Água, Gameleira de Goiás-GO, 2019.

Nº domicílios	Moradores por domicílio	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
8	3,00	24,00	145	0,040

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 40.2 – Demanda de água para pecuária nas microbacias do Afluente do rio das Antas 1 e 2, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Gameleira de Goiás-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	195,073	0,001736	0,3387
Bubalino	0,025	0,001042	0,0000
Equino	4,630	0,000694	0,0032
Suíno	22,841	0,000405	0,0093
Caprino	0,772	0,000347	0,0003
Ovino	4,136	0,000347	0,0014
Galináceos	481,509	0,000003	0,0014
Total	708,985	0,0046	0,3543

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, as microbacias do afluente do rio das Antas 1 e afluente do rio das Antas 2 têm uma demanda igual a 0,394 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 3,480 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (1,347 m³/dia), totalizam uma

demanda de 4,827 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

40.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial das microbacias do afluente do rio das Antas 1 e afluente do rio das Antas 2 foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do rio Corumbá proposta por Honório (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 40.3, sendo que a vazão regionalizada total foi igual a 13,438 L/s, para as bacias do afluente do rio das Antas 1 e afluente do rio das Antas 2. Assim, a vazão específica superficial é de 3,666 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (4,650 L/s.km²), é maior, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região.

Tabela 40.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias do afluente do rio das Antas 1 e afluente do rio das Antas 2 à jusante da Comunidade Olhos D'Água, Gameleira de Goiás, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)
Afluente do rio das Antas 1	1,713	-16,287940	-48,637996	6,252	3,650
Afluente do rio das Antas 2	1,962	-16,288205	-48,637432	7,186	3,662
Total	3,675	-	-	13,438	3,666

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($Rr: A \times I \times P$), permanentes ($Rp: A \times Ne / If \times b$) e exploráveis ($Re: Rr + Z * Rp$) conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 40.4), identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 20,976 L/s, para as reservas permanentes 262,200 L/s, para as reservas exploráveis, de 34,086 L/s e a vazão de referência conforme pode ser observado na Tabela 40.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 40.5, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 40.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Olhos D'Água, Gameleira de Goiás-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Cristalino Sudeste	12	1,5	150

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 40.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do afluente do rio das Antas 1 e afluente do rio das Antas 2 da Comunidade Olhos D'Água, Gameleira de Goiás-GO, 2019.

Reserva renovável		Reserva permanente		Reserva explorável		Q_{ref}	Q_{esp} subterrânea
(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(L/s.km ²)
20,976	6,620.10 ⁵	262,200	8,270.10 ⁷	34,086	1,070.10 ⁶	34,086	9,275

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 9,275 L/s.km², conforme Tabela 40.5. Ao associar os resultados da vazão de referência verifica-se que, para as microbacias analisadas, a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 12,941 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 12,941 L/s.

40.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 6,719 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 40.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (34,086 L/s). Assim, subtraindo nessas microbacias as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 40,410 L/s, enquanto a disponibilidade hídrica específica total é igual a 10,996 L/s.km² (Tabela 40.6).

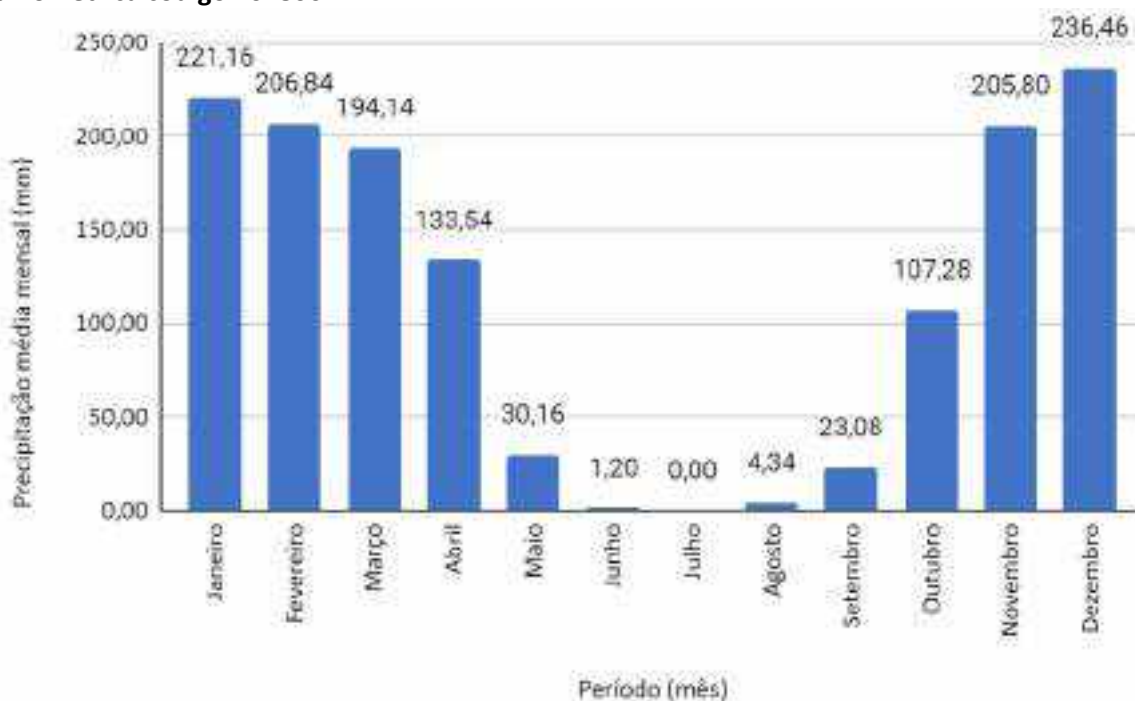
Tabela 40.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do afluente do rio das Antas 1 e afluente do rio das Antas 2 da Comunidade Olhos D'Água, Gameleira de Goiás-GO, 2020.

Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} 0,5 x Q_{ref} (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
13,438	6,719	34,086	0,395	40,410	3,675	10,996

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água de chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (3,00 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 40.1) (falta uma continuação para o ASSIM), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm) e 7 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.364,00 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2008 a 2012).

Gráfico 40.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2008 a 2012, na estação pluviométrica código 1648001.



Fonte: elaborado pelos autores

A partir dessas informações e, de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 30.051,724 litros, e uma área de captação mínima de 25,920 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

40.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis nas microbacias do afluente do rio das Antas 1 e do afluente do rio das Antas 2 da comunidade,

tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade Olhos D'Água foi de 4,827 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade Olhos D'Água, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

41

COMUNIDADE DE PELOTAS

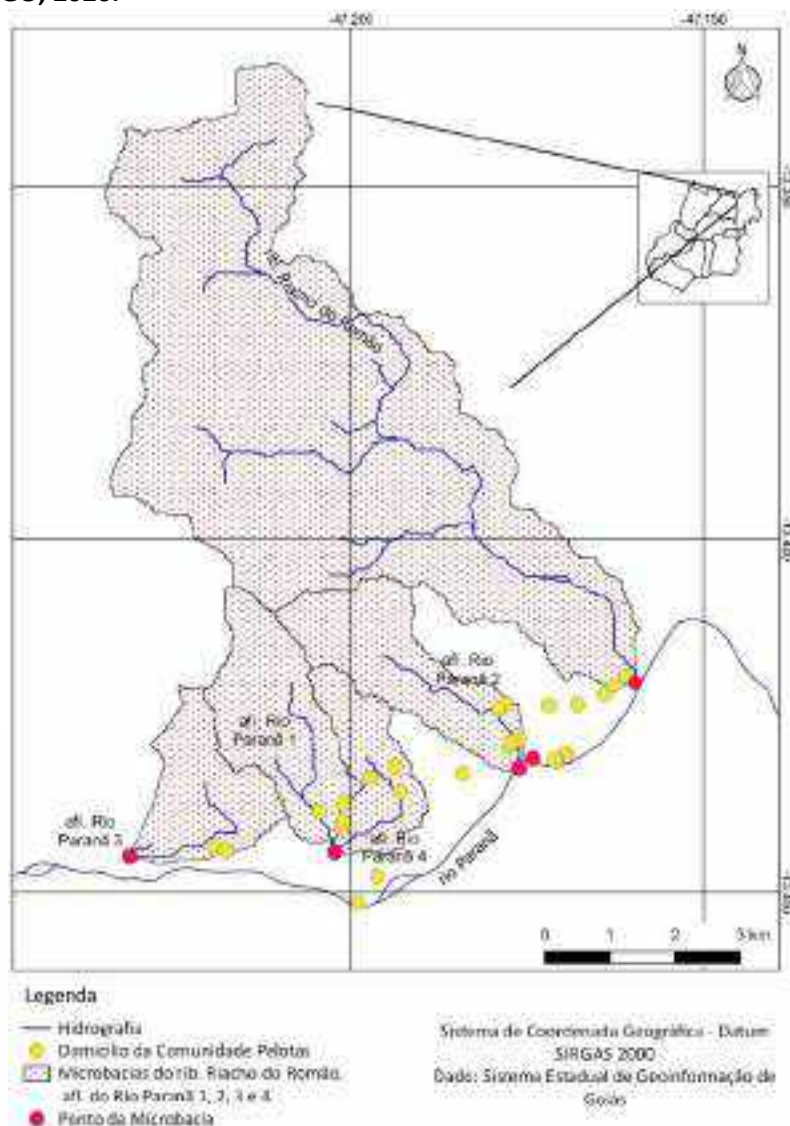


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

41.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade de Pelotas, uma comunidade quilombola pertencente ao município de Monte Alegre de Goiás – GO, a partir da delimitação das microbacias do ribeirão Riacho do Romão, afluentes 1, 2, 3, 4 do rio Paranã (GOIÁS, 2014) (Mapa 40.1), nas quais os domicílios da comunidade estão inseridos. Essas microbacias estão localizadas no Noroeste Goiano, possuindo uma área total de aproximadamente 50,820 km² e estão inseridas na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos Afluentes Goianos do rio Paranã, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 41.1 – Microbacias do ribeirão Riacho do Romão, afluentes 1, 2, 3, 4 do rio Paranã onde estão inseridos os domicílios e os exutórios de estimativa de vazão da Comunidade de Pelotas, Monte Alegre de Goiás-GO, 2020.

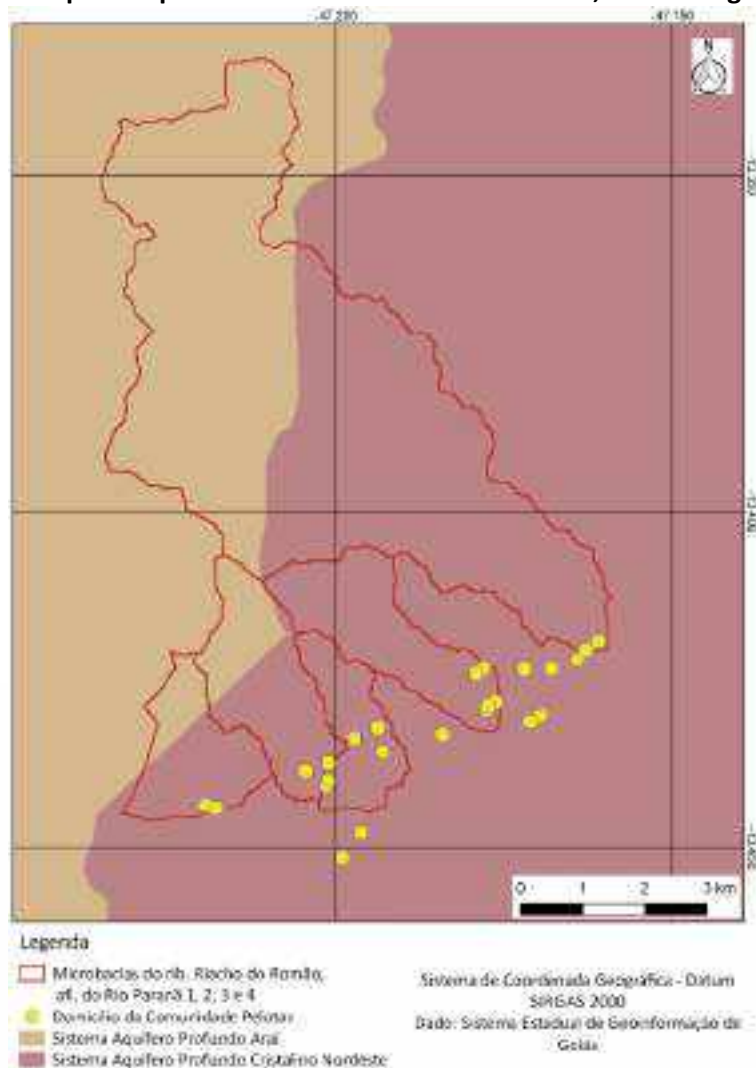


Fonte: elaborado pelos autores.

As microbacias da Comunidade de Pelotas estão em cinco localidades diferentes e possui como recurso hídrico principal os afluentes do rio Paranã.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea pode-se dizer que as microbacias do ribeirão Riacho do Romão, afluentes 1, 2, 3, 4 do rio Paranã encontram-se sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esses domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 41.2, observando a presença do Sistema Aquífero Araí e do Sistema Aquífero Cristalino Nordeste, que estão presentes em 41,033% (20,853 km²) 58,967% (29,967 km²) da área da bacia hidrográfica, respectivamente.

Mapa 41.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade de Pelotas, Monte Alegre de Goiás-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

41.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante das microbacias em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, nas microbacias do ribeirão Riacho do Romão, afluentes 1, 2, 3, 4 do rio Paranã não foram encontradas outorgas de uso da água superficial e subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012) que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Monte Alegre de Goiás, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 41.1 e 41.2.

Tabela 41.1 – Consumo *per capita* na Comunidade de Pelotas, Monte Alegre de Goiás-GO, 2019.

Nº domicílios ⁽¹⁾	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
27	3,65	99,55	145	0,165

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 41.2 – Demanda de água pecuária nas microbacias do ribeirão Riacho do Romão, afluentes 1, 2, 3, 4 do rio Paranã estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Monte Alegre de Goiás-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	321,033	0,001736	0,5573
Bubalino	24,240	0,001042	0,0253
Equino	286,949	0,000694	0,1991
Suíno	263,720	0,000405	0,1068
Caprino	33,666	0,000347	0,0117
Ovino	89,777	0,000347	0,0312
Galináceos	3.675,241	0,000003	0,0110
Total	4.694,6261	0,0046	0,9424

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, as microbacias do ribeirão Riacho do Romão, afluentes 1, 2, 3, 4 do rio Paranã têm uma demanda igual a 1,108 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 14,290 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (32,317 m³/dia),

totalizam uma demanda de 46,607 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

41.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial das microbacias do ribeirão Riacho do Romão, afluentes 1, 2, 3, 4 do rio Paranã foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do rio Paranã proposta por Honório (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 41.3, sendo que a vazão regionalizada total foi igual a 1.750,487 L/s, para as microbacias do ribeirão Riacho do Romão, afluentes 1, 2, 3, 4 do rio Paranã. Assim, a vazão específica superficial é de 34,444 L/s.km², a qual quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (2,790 L/s.km²) é maior, afirmando que a metodologia traz uma menor segurança hídrica para a região. Assim, para uma estimativa da vazão de referência superficial mais segura, optou-se por utilizar como base a vazão específica do PERH. Desta forma, a vazão de referência total (Q_{ref}) estimada foi igual a 141,788 L/s.

Tabela 41.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias do ribeirão Riacho do Romão, afluentes 1, 2, 3, 4 do rio Paranã à jusante da Comunidade de Pelotas, Monte Alegre de Goiás-GO, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q_{reg} superficial (L/s)	Q_{esp} superficial (L/s.km ²)	Q_{ref} PERH (L/s)
Ribeirão Riacho do Romão	34,820	-13,420307	-47,159729	891,390	25,600	97,147
Afluente do Paranã 1	4,958	-13,431026	-47,174231	248,591	50,144	13,831
Afluente do Paranã 2	4,712	-13,432364	-47,176183	240,471	51,029	13,148
Afluente do Paranã 3	3,521	-13,444894	-47,231412	198,664	56,427	9,823
Afluente do Paranã 4	2,810	-13,444337	-47,202329	171,370	60,992	7,839
Total	50,82	-	-	1.750,487	34,444	141,788

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($R_r: A \times I \times P$), permanentes ($R_p: A \times N_e / I_f \times b$) e exploráveis ($R_e: R_r + Z \times R_p$), conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 41.4) identificou-se que o volume total das reservas renováveis é 185,445 L/s, para as reservas permanentes 4.210,927 L/s, para as reservas exploráveis, de

395,991 L/s e a vazão de referência conforme pode ser observado na Tabela 41.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 41.5, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 7,792 L/s.km², conforme Tabela 41.5. Ao associar os resultados da vazão de referência verifica-se que, para a microbacia analisada, a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 10,582 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 10,582 L/s.

Tabela 41.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade de Pelotas, Monte Alegre de Goiás-GO, 2019

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (L) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Araí	9	3,0	150
Cristalino	10	1,3	100

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 41.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias dos afluentes 1, 2, 3, 4 e 5 do Paranã da Comunidade de Pelotas, Monte Alegre de Goiás-GO, 2019.

Reserva renovável		Reserva permanente		Reserva explorável		Q _{ref}	Q _{esp} subterrânea
(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(L/s.km ²)
185,445	5,85.10 ⁶	4.210,927	1,33.10 ⁸	395,991	1,25.10 ⁷	395,991	7,792

Fonte: elaborado pelos autores.

41.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 70,894 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 41.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (395,991 L/s). Assim, subtraindo nessas microbacias as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 465,777 L/s. Já a disponibilidade hídrica específica total é igual a 9,165 L/s.km² (Tabela 41.6).

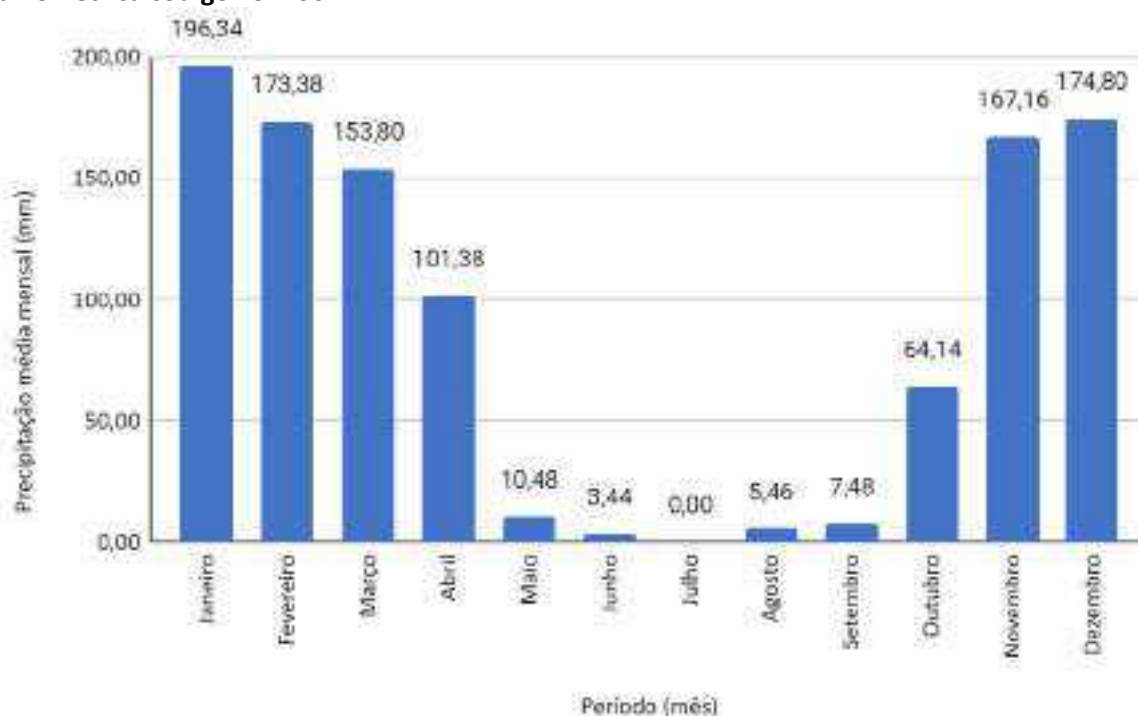
Tabela 41.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias dos afluentes 1, 2, 3, 4 e 5 do rio Paranã da Comunidade de Pelotas, Monte Alegre de Goiás-GO, 2020.

Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} $0,5 \times Q_{ref}$ (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
141,788	70,894	395,991	1,108	465,777	50,82	9,165

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (3,65 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 41.1) (Falta uma continuação para o ASSIM), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm), 1 mês entre 50 e 100 mm e 6 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.057,86 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2014-2018).

Gráfico 41.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2014 a 2018, na estação pluviométrica código 1347001.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir destas informações e de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do Capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 34.545,000 litros, e uma área de captação mínima de 38,418 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem que ocorre

de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

41.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis nas microbacias do ribeirão Riacho do Romão, afluentes 1, 2, 3, 4 do rio Paranã, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica superficial é superior a disponibilidade hídrica subterrânea, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade de Pelotas foi de 46,607 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, este resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade de Pelotas, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

42

ASSENTAMENTO PIRACANJUBA

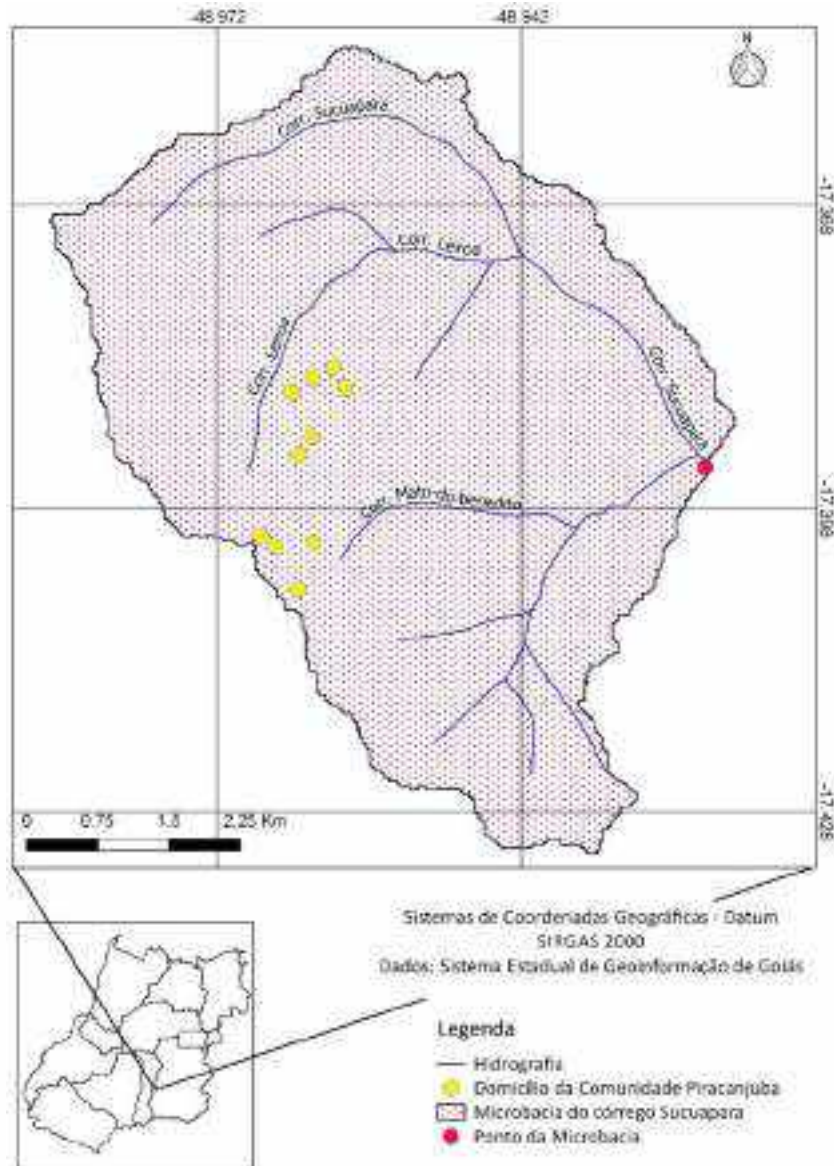


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

42.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade Piracanjuba, um assentamento pertencente ao município de Piracanjuba – GO, a partir da delimitação da microbacia do córrego Sucupara (GOIÁS, 2014) (Mapa 42.1), na qual os domicílios da comunidade estão inseridos. Essa microbacia está localizada no Sul Goiano, possuindo uma área total de aproximadamente 36,52 km² e está inserida na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos Corumbá, Veríssimo e Porção Goiana do São Marcos, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

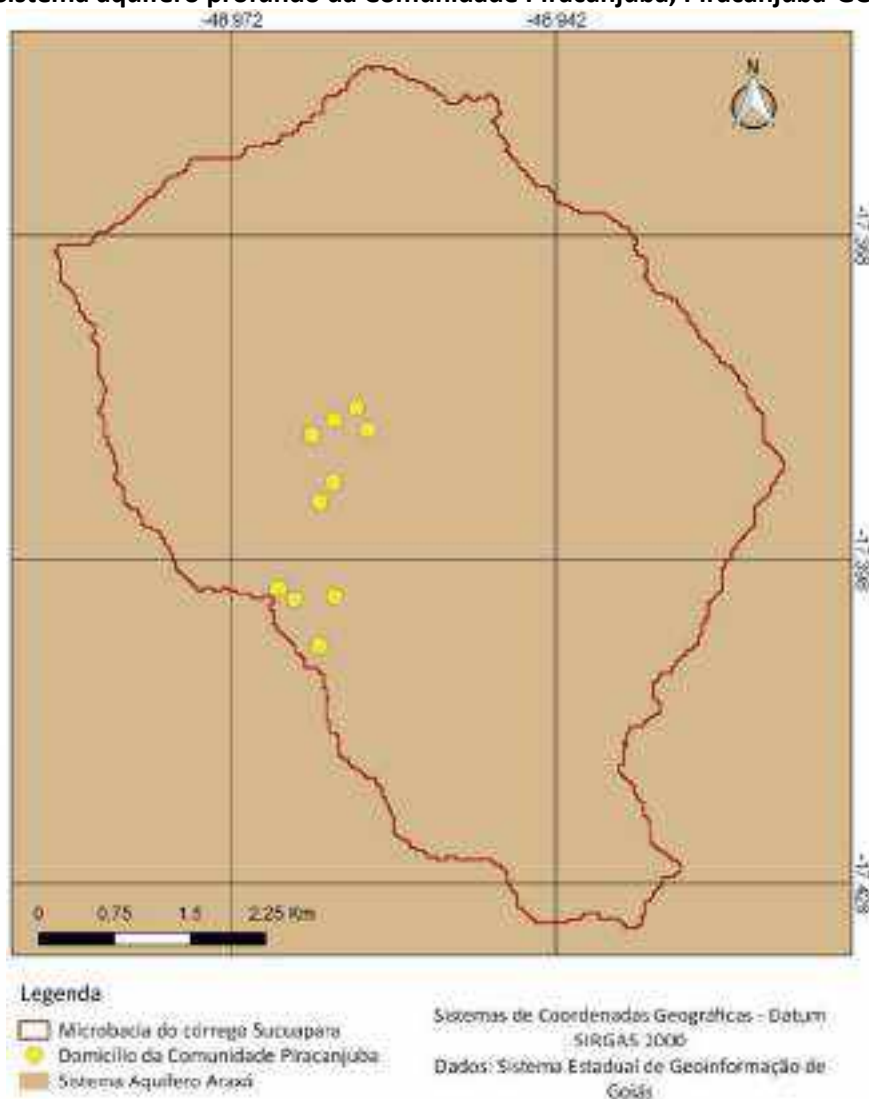
Mapa 42.1 – Microbacia do córrego Sucupara onde estão inseridos os domicílios e o ponto de referência da Comunidade Piracanjuba, Piracanjuba-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

A microbacia da Comunidade Piracanjuba possui como principal curso d'água o córrego Sucuapara, que recebe contribuição do córrego Leiroa e córrego Mato-do-Benedito. Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea pode-se dizer que a microbacia do córrego Sucuapara encontra-se sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esses domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 42.2, observando a presença do Sistema Aquífero Araxáem 100% (36,52 km²) da área da bacia hidrográfica.

Mapa 42.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade Piracanjuba, Piracanjuba-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

42.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante das microbacias em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, na microbacia do córrego Sucuapara não foram encontradas outorgas de uso da água superficial e subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012) que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Piracanjuba, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 42.1 e 42.2.

Tabela 42.1 – Consumo *per capita* na Comunidade Piracanjuba, Piracanjuba-GO, 2019.

Nº domicílios ⁽¹⁾	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
10	2,44	24,4	145	0,0409

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 42.2 – Demanda de água pecuária na microbacia do córrego Sucuapara, estimados com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Piracanjuba-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	3.422,916	0,001736	5,9426
Bubalino	4,753	0,001042	0,0050
Equino	49,350	0,000694	0,0343
Suíno	182,215	0,000405	0,0738
Caprino	2,885	0,000347	0,0010
Ovino	19,588	0,000347	0,0068
Galináceos	2.809,154	0,000003	0,0081
Total	177,739	0,0046	6,0716

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, a microbacia do córrego Sucuapara tem uma demanda igual a 6,112 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 3,538 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (11,143 m³/dia), totalizam uma demanda de 14,681 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

42.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial da microbacia do córrego Sucuapara, foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica rio Corumbá proposta por Costa (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 42.3 sendo que a vazão regionalizada total foi igual 299,965 L/s para a bacia do córrego Sucuapara. Assim, a vazão específica superficial é de 8,214 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (4,650 L/s.km²), é maior, afirmando que a metodologia traz uma menor segurança hídrica para a região. Assim, para uma estimativa da vazão de referência superficial mais segura, optou-se por utilizar como base a vazão específica do PERH. Dessa forma, a vazão de referência (Qref) estimada foi igual a 169,813 L/s.

Tabela 42.3 – Vazão regionalizada na microbacia do córrego Sucuapara à jusante da Comunidade Piracanjuba, Piracanjuba-GO, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)	Q _{ref} PERH (L/s)
Córrego Sucuapara	36,52	-17,393054	-48,923504	299,965	8,214	169,813

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($R_r: A \times I \times P$), permanentes ($R_p: A \times N_e / I f_i \times b$) e explotáveis ($R_e: R_r + Z * R_p$), conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 42.4) identificou-se que o volume total das reservas renováveis é 156,336 L/s, para as reservas permanentes 1.389,650 L/s, para as reservas explotáveis de 225,818 L/s e a vazão de referência conforme pode ser observado na Tabela 42.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 42.5, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 42.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Piracanjuba, Piracanjuba-GO, 2019

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Araxá	9	1,2	100

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 6,183 L/s.km², conforme Tabela 42.5. Ao associar os resultados da vazão de referência verifica-se que para a microbacia analisada a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 10,833 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão igual a 10,833 L/s.

Tabela 42.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do córrego Sucuapara da Comunidade Piracanjuba, Piracanjuba-GO, 2019.

Reserva renovável		Reserva permanente		Reserva explotável		Q _{ref}	Q _{esp subterrânea}
(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(L/s.km ²)
156,336	4,930.10 ⁶	1.389,650	4,382.10 ⁷	225,818	7,121.10 ⁶	225,818	6,183

Fonte: elaborado pelos autores.

42.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 84,907 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 42.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (225,818 L/s). Assim, subtraindo nessa microbacia as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 304,612 L/s. Já a disponibilidade hídrica específica total é igual a 8,341 L/s.km² (Tabela 42.6).

Tabela 42.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do córrego Sucuapara da Comunidade Piracanjuba, Piracanjuba-GO, 2020.

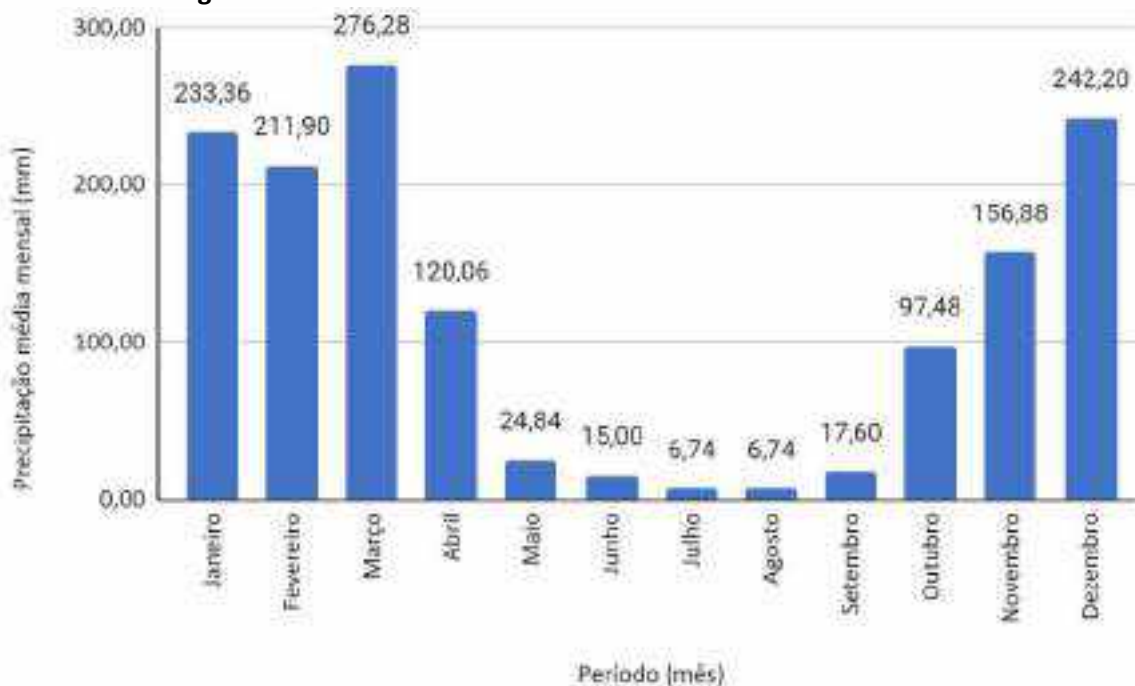
Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q _{ref}	Q _{pr}	DH Q _{ref}	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$	Total	Área	Específica
(L/s)	0,5 x Q _{ref} (L/s)	(L/s)	(L/s)	(L/s)	(km ²)	(L/s.km ²)
169,813	84,907	225,818	6,112	304,612	36,52	8,341

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água de chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (2,44 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 42.1), observa-se que

há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm), 1 mês acumulado entre 50 e 100 mm e 6 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.402,34 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2011 a 2015).

Gráfico 42.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2011 a 2015, na estação pluviométrica código 1748000.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dessas informações e de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do Capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 25.620,000 litros, e uma área de captação mínima de 21,494 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

42.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis na microbacia córrego Sucupara, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma

vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade Piracanjuba foi de 14,681 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade Piracanjuba, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

43

COMUNIDADE DE PORTO LEUCÁDIO

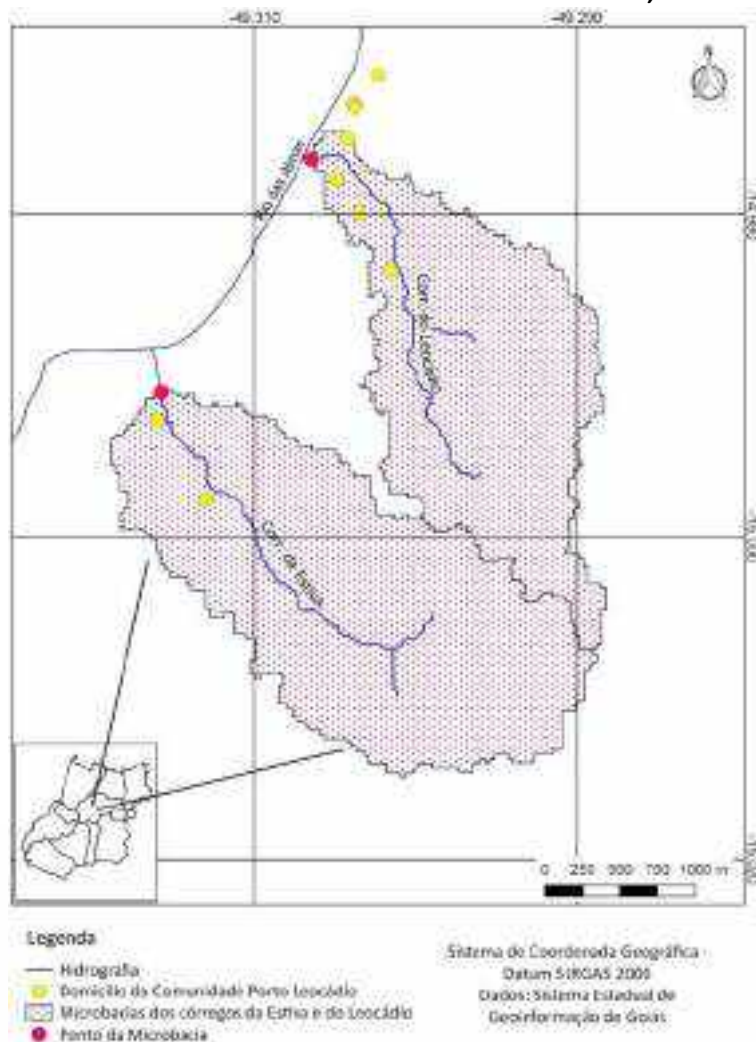


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

43.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade de Porto Leucádio, uma comunidade quilombola pertencente ao município de São Luiz do Norte – GO, a partir da delimitação das microbacias do córrego da Estiva e do córrego Leocádio (GOIÁS, 2014) (Mapa 43.1), nas quais os domicílios da comunidade estão inseridos. Essas microbacias estão localizadas no Centro Goiano, possuindo uma área total de aproximadamente 7,928 km² e estão inseridas na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos do rio das Almas e Afluentes Goianos do rio Maranhão, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 43.1 – Microbacia do córrego da Estiva e do córrego do Leocádio onde estão inseridos os domicílios e os exutórios de referência da Comunidade de Porto Leucádio, São Luiz do Norte-GO, 2020.

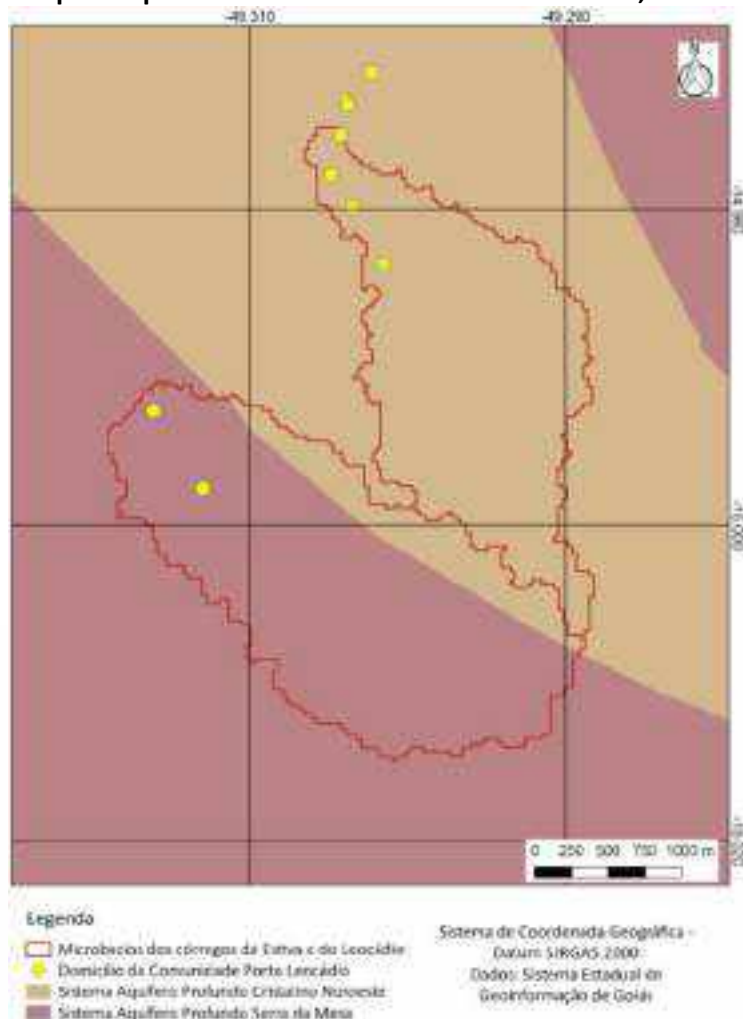


Fonte: elaborado pelos autores.

A Comunidade de Porto Leocádio está situada nas microbacias, nos quais principais cursos d'água são os córregos da Estiva e córrego do Leocádio. Contudo, alguns domicílios estão

localizados próximos ao rio das Almas, que devido a sua extensão está inserido em uma bacia hidrográfica substancialmente maior às utilizadas na análise. Dessa forma, para fins do cálculo da disponibilidade hídrica, foram consideradas as microbacias delimitadas conforme Mapa 43.1. Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea pode-se dizer que as microbacias do córrego da Estiva e córrego do Leocádio encontram-se sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esses domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 43.2, observando a presença do Sistema Aquífero Serra da Mesa e Sistema Aquífero Cristalino Noroeste em 48,49% (3,844 km²) e 51,51% (4,084 km²) da área das bacias hidrográficas da comunidade, respectivamente.

Mapa 43.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade de Porto Leucádio, São Luiz do Norte-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

43.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante das microbacias em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, nas microbacias do córrego da Estiva e córrego do Leocádio não foram encontradas outorgas de uso da água superficial, nem subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012) que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de São Luiz do Norte, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 43.1 e 43.2.

Tabela 43.1 – Consumo *per capita* na Comunidade de Porto Leucádio, São Luiz do Norte-GO, 2019.

Nº domicílios	Moradores por domicílio	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
10	4,0	40	145	0,067

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 43.2 – Demanda de água para pecuária nas microbacias do córrego da Estiva e córrego do Leocádio, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), São Luiz do Norte-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	419,356	0,001736	0,7280
Bubalino	0,095	0,001042	0,0001
Equino	10,146	0,000694	0,0070
Suíno	13,528	0,000405	0,0055
Caprino	1,353	0,000347	0,0005
Ovino	2,706	0,000347	0,0009
Galináceos	135,276	0,000003	0,0004
Total	582,4590	0,0046	0,7424

Fonte: elaborado pelos autores

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, as microbacias do córrego da Estiva e córrego do Leocádio têm uma demanda igual a 0,810 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 5,800 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (1,247 m³/dia), totalizam uma

demanda de 7,047 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

43.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial das microbacias do córrego da Estiva e córrego do Leocádio foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do alto Tocantins proposta por Costa (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 43.3, sendo que a vazão regionalizada total foi igual a 4,404 L/s, para as microbacias do córrego da Estiva e córrego do Leocádio. Assim, a vazão específica superficial é de 0,555 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (3,160 L/s.km²), é menor, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região.

Tabela 43.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias do córrego da Estiva e córrego do Leocádio à jusante da Comunidade de Porto Leucádio, São Luiz do Norte-GO, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)
Córrego da Estiva	4,542	-14,991055	-49,315794	2,609	0,574
Córrego do Leucádio	3,386	-14,976613	-49,306456	1,795	0,530
Total	7,928	-	-	4,404	0,555

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($Rr: A \times I \times P$), permanentes ($Rp: A \times Ne / If \times b$) e explotáveis ($Re: Rr + Z * Rp$) conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 43.4), identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 28,705 L/s, para as reservas permanentes 359,951 L/s, para as reservas explotáveis, de 46,702 L/s e a vazão de referência conforme pode ser observado na Tabela 43.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 43.5, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 43.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade de Porto Leucádio, São Luiz do Norte-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Cristalino Noroeste	10	1,5	110
Serra da Mesa	9	1,2	100

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 43.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias do córrego da Estiva e córrego do Leocádio da Comunidade de Porto Leucádio, São Luiz do Norte-GO, 2019.

Reserva renovável		Reserva permanente		Reserva explotável		Q_{ref}	Q_{esp} subterrânea
(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(L/s.km ²)
28,705	9,0.10 ⁵	359,951	1,1.10 ⁷	46,702	1,4.10 ⁶	46,702	5,891

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 5,891 L/s.km², conforme Tabela 43.5. Ao associar os resultados da vazão de referência verifica-se que, para as microbacias analisadas, a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 6,446 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 6,446 L/s.

43.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 2,202 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 43.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (46,702 L/s). Assim, subtraindo nessas microbacias as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 48,095 L/s. Já a disponibilidade hídrica específica total é igual a 6,066 L/s.km² (Tabela 43.6).

Tabela 43.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do córrego da Estiva e córrego do Leocádio da Comunidade de Porto Leucádio, São Luiz do Norte-GO, 2020.

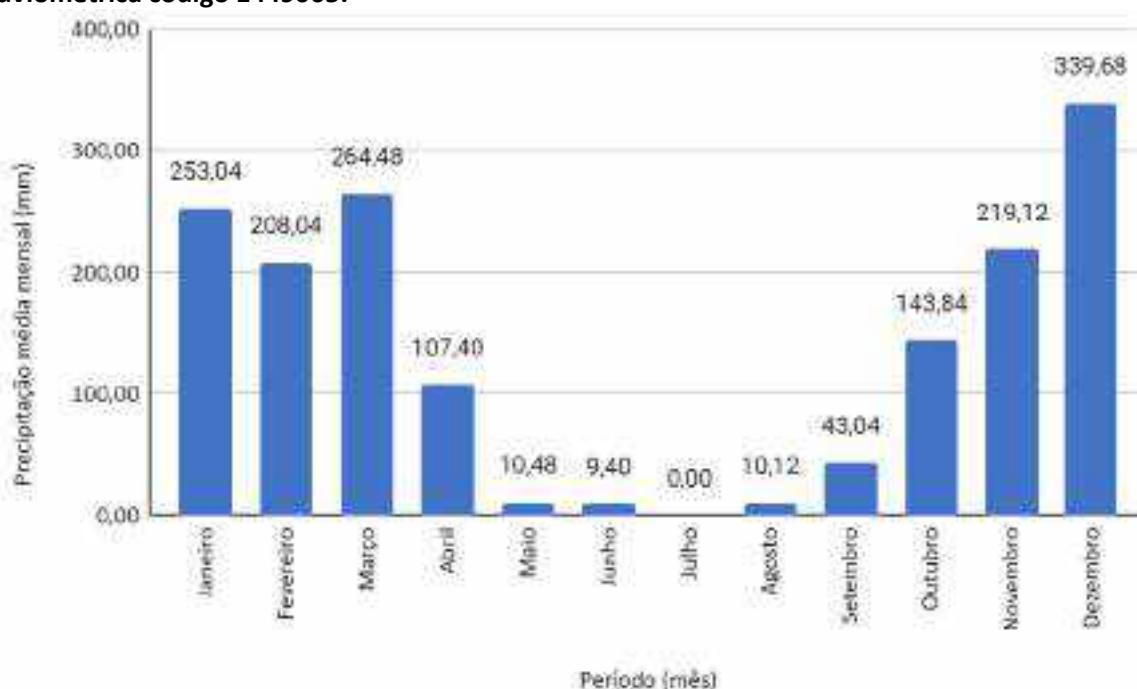
Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} 0,5 x Q_{ref} (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
4,404	2,202	46,702	0,810	48,095	7,928	6,066

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da

água chuva como uma medida alternativa/auxiliar de carácter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (4,0 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 43.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm) e 7 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.608,64 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2007 a 2011).

Gráfico 43.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2007 a 2011, na estação pluviométrica código 1449005.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dessas informações e de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 29.610,000 litros, e uma área de captação mínima de 21,655 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

43.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis nas microbacias do córrego da Estiva e córrego do Leocádio, tanto subterrânea quanto

superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade de Porto Leucádio foi de 7,047 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade de Porto Leucádio, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

44

ASSENTAMENTO POUSO ALEGRE

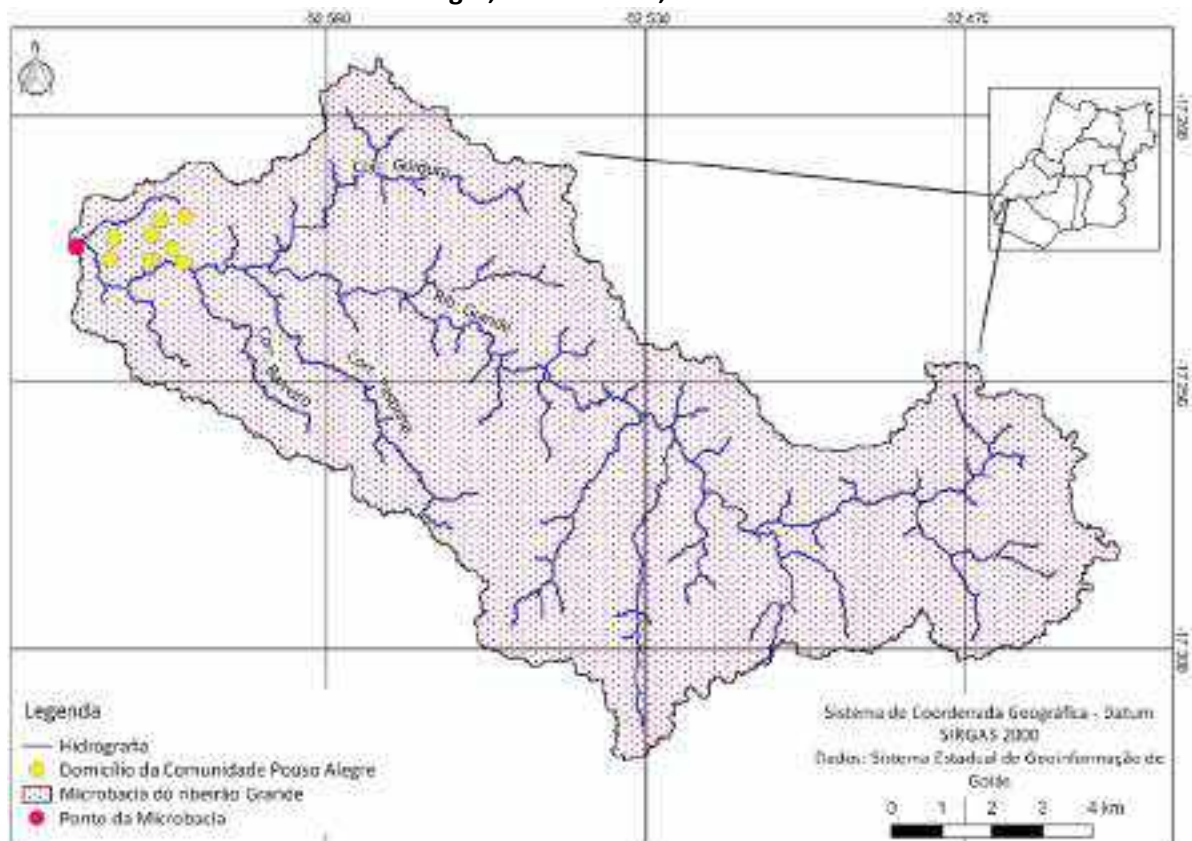


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

44.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade Pouso Alegre, um assentamento pertencente ao município de Mineiros – GO, a partir da delimitação da microbacia do ribeirão Grande (GOIÁS, 2014) (Mapa 44.1), na qual os domicílios da comunidade estão inseridos. Essa microbacia está localizada no sudoeste goiano, possuindo uma área de aproximadamente 128,401 km² e está inserida na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos dos Afluentes Goianos do Alto Araguaia, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 44.1 – Microbacia do ribeirão Grande onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Pouso Alegre, Mineiros-GO, 2020.



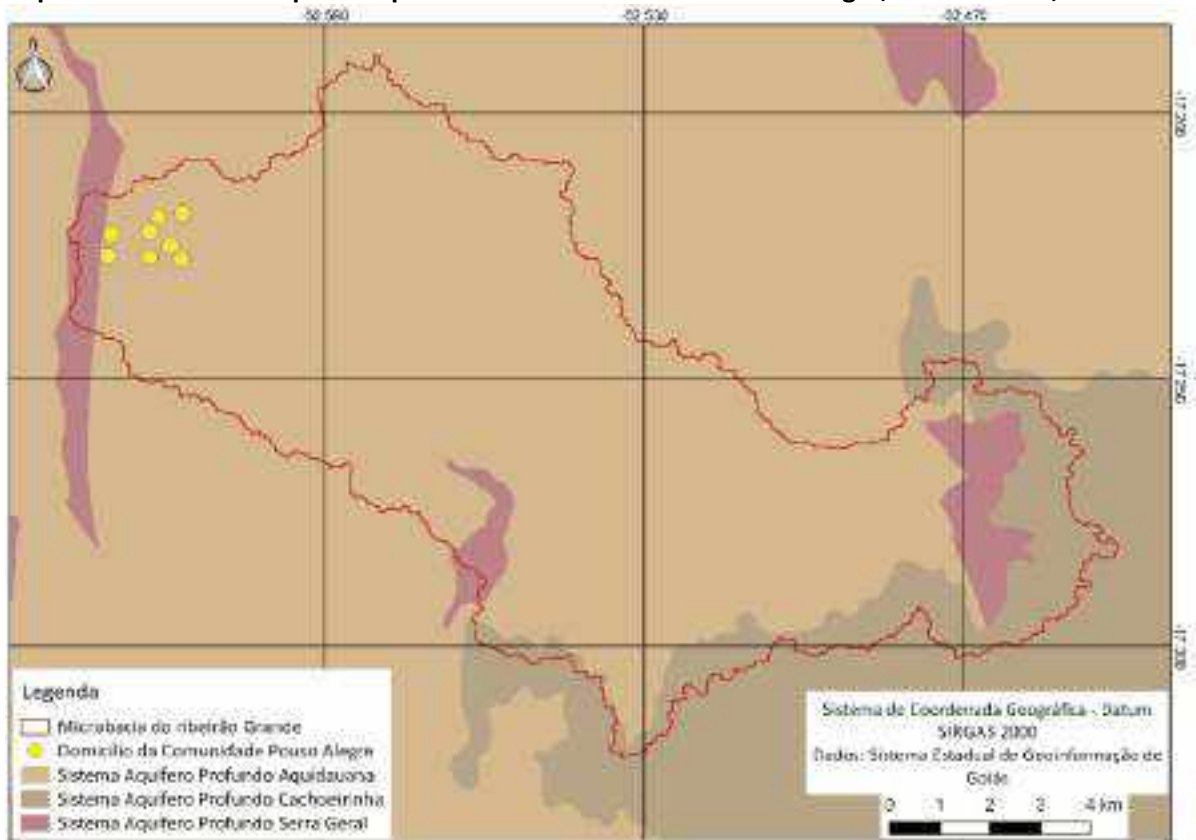
Fonte: elaborado pelos autores.

A microbacia da comunidade tem como principal curso d'água o ribeirão Grande, que recebe a contribuição do córrego Barreiro, córrego Pastinha, córrego Gordura e de diversos córregos intermitentes.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea, pode-se dizer que a microbacia do ribeirão Grande se encontra sobre uma formação geológica de domínio fraturado e outra de

dupla porosidade (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esses domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 44.2, observando a presença do Sistema Aquífero Serra Geral, Sistema Aquífero Aquidauana e Sistema Aquífero Cachoeirinha em 6,15% (7,892 km²), 82,54% (105,984 km²) e 11,31% (14,525 km²) da área da bacia hidrográfica, respectivamente.

Mapa 44.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Pouso Alegre, Mineiros-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

44.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da microbacia em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, na microbacia do ribeirão Grande não foram encontradas outorgas de uso da água superficial e subterrânea até o mês de janeiro de 2020.

Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012) que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Mineiros, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 44.1 e 44.2.

Tabela 44.1 – Consumo *per capita* na Comunidade Pouso Alegre, Mineiros-GO, 2019.

Nº domicílios ⁽¹⁾	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
8	2,37	18,960	145	0,032

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 44.2 – Demanda de água pecuária na microbacia do ribeirão Grande estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Mineiros-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	5.186,459	0,001736	9,0037
Bubalino	0,284	0,001042	0,0003
Equino	42,333	0,000694	0,0294
Suíno	75,005	0,000405	0,0304
Caprino	2,628	0,000347	0,0009
Ovino	47,305	0,000347	0,0164
Galináceos	35.940,130	0,000003	0,1078
Total	41.294,1436	0,0046	9,1889

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, a microbacia do ribeirão Grande tem uma demanda igual a 9,221 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 2,749 m³/dia, e, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (16,001 m³/dia), totalizam uma demanda de 18,750 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

44.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial da microbacia do ribeirão Grande foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a

equação de regionalização para a bacia hidrográfica Alto Araguaia proposta por Honório (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 44.3, sendo que a vazão regionalizada total foi igual a 119,041 L/s, para a microbacia do ribeirão Grande. Assim, a vazão específica superficial é de 0,927L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (3,690 L/s.km²), é menor, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região.

Tabela 44.3 – Vazão regionalizada na microbacia do ribeirão Grande à jusante da Comunidade Pouso Alegre, Mineiros-GO, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)
Ribeirão Grande	128,401	-17,224404	-52,637212	119,041	0,927

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($Rr: A \times I \times P$), permanentes ($Rp: A \times Ne / Ifi \times b$) e explotáveis ($Re: Rr + Z * Rp$), conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 44.4) identificou-se que o volume total das reservas renováveis é 732,882 L/s, para as reservas permanentes 43.693,366 L/s, para as reservas explotáveis, 3.085,781 L/s e a vazão de referência conforme pode ser observado na Tabela 44.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 44.5, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 44.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Pouso Alegre, Mineiros-GO, 2019

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Serra Geral	12	3,5	300
Aquidauana	12	6,0	200
Cachoeirinha	129	8,0	20

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 44.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do ribeirão Grande da Comunidade Pouso Alegre, Mineiros-GO, 2019.

Reserva renovável (L/s)	Reserva renovável (m ³ /ano)	Reserva permanente (L/s)	Reserva permanente (m ³ /ano)	Reserva explotável (L/s)	Reserva explotável (m ³ /ano)	Q _{ref} (L/s)	Q _{esp} subterrânea (L/s.km ²)
732,882	2,3.10 ⁷	43.693,366	1,4.10 ⁹	3.085,781	9,7.10 ⁷	3.085,781	24,032

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 24,032 L/s.km², conforme Tabela 44.5. Ao associar os resultados da vazão de referência verifica-se que para a microbacia analisada a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 24,959 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 24,959 L/s.

44.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 119,041 L/s, conforme pode ser observado Tabela 44.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (3.085,781 L/s). Assim, subtraindo nessas microbacias as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 3.136,080 L/s. Já a disponibilidade hídrica específica total é igual a 24,424 L/s.km² (Tabela 44.6).

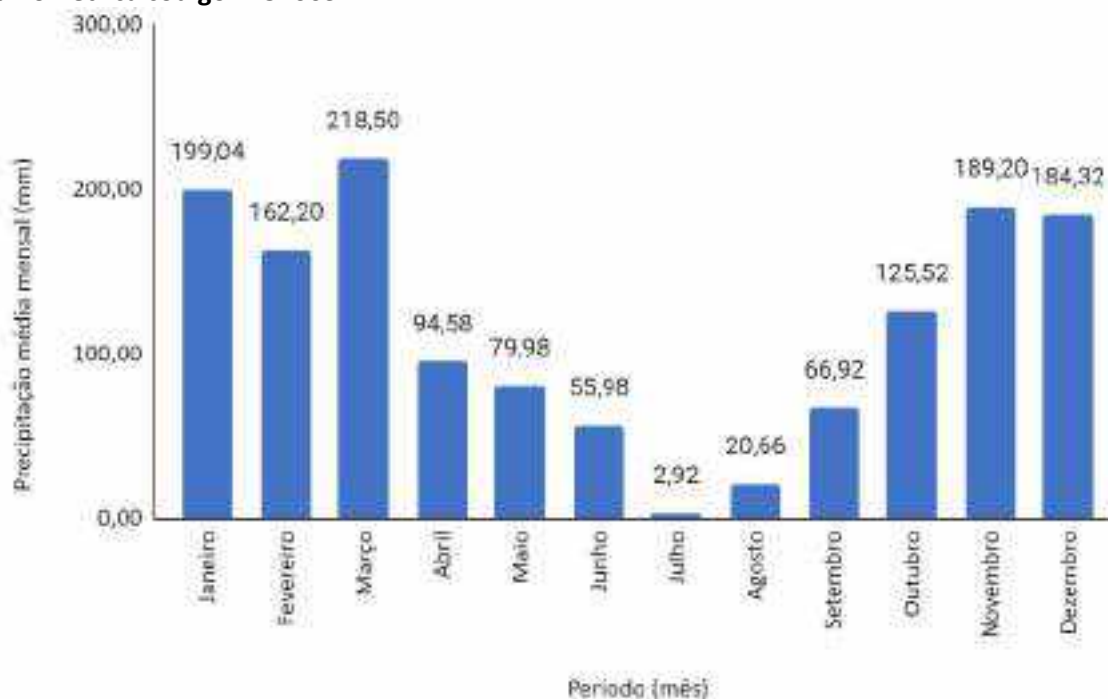
Tabela 44.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do ribeirão Grande da Comunidade Pouso Alegre, Mineiros-GO, 2020.

Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} $0,5 \times Q_{ref}$ (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
119,041	59,520	3.085,781	9,221	3.136,080	128,401	24,424

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água da chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (2,37 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 44.1), observa-se que há 2 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm), 4 meses entre 50 e 100 mm e 6 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.399,82 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 1994-1998). A partir destas informações e de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do Capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 9.954,000 litros, e uma área de captação de 8,366 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem que ocorre de julho e agosto. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

Gráfico 44.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 1994 a 1998, na estação pluviométrica código 1752003.



Fonte: elaborado pelos autores.

44.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis na microbacia do ribeirão Grande, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade Pouso Alegre foi de 18,750 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade Pouso Alegre, como a implantação de

tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

45

COMUNIDADE DE POVOADO LEVANTADO

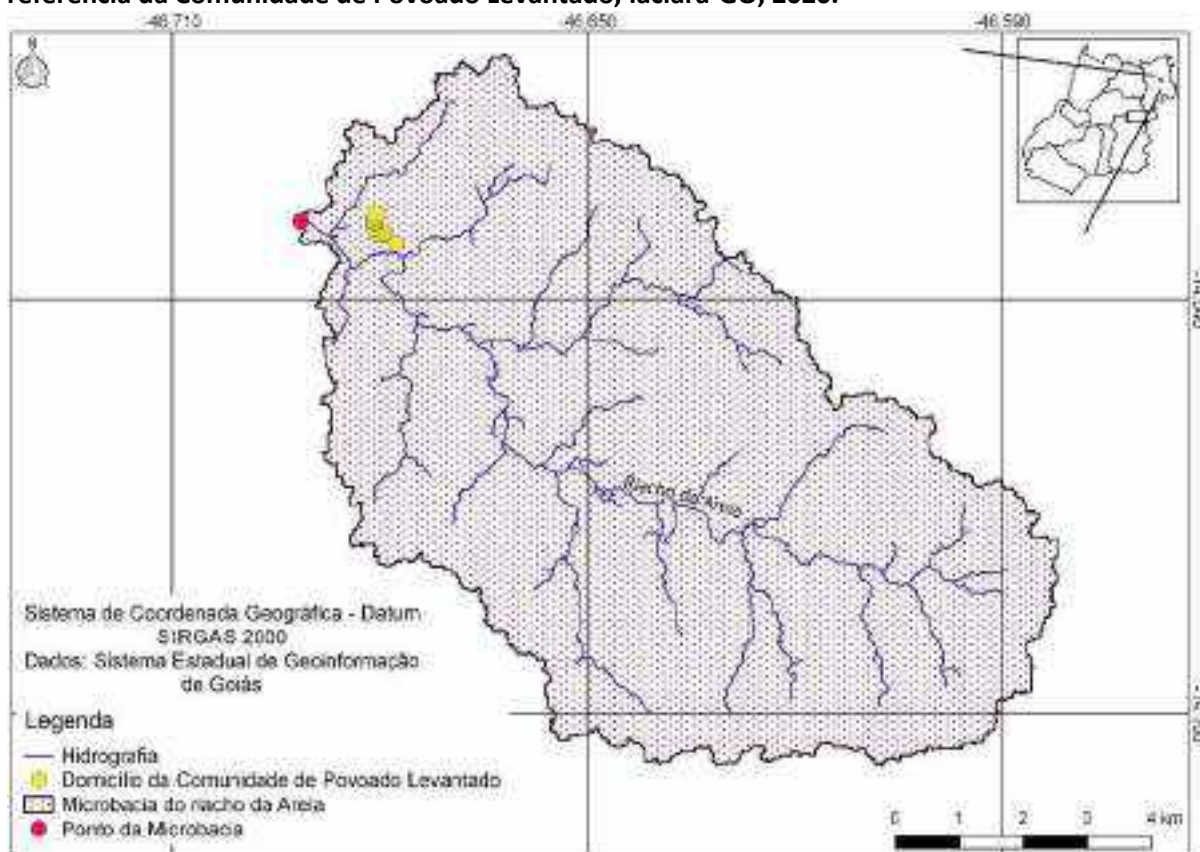


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

45.1 Delimitação e Caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade de Povoado Levantado, uma comunidade quilombola pertencente ao município de Iaciara – GO, a partir da delimitação da microbacia do riacho da Areia (GOIÁS, 2014) (Mapa 45.1), na qual os domicílios da comunidade estão inseridos. Essa microbacia está localizada no Centro Goiano, possuindo uma área total de aproximadamente 79,882 km² e está inserida na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos do rio Paranã, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 45.1 – Microbacia do riacho da Areia, onde estão inseridos os domicílios e o exutório de referência da Comunidade de Povoado Levantado, Iaciara-GO, 2020.



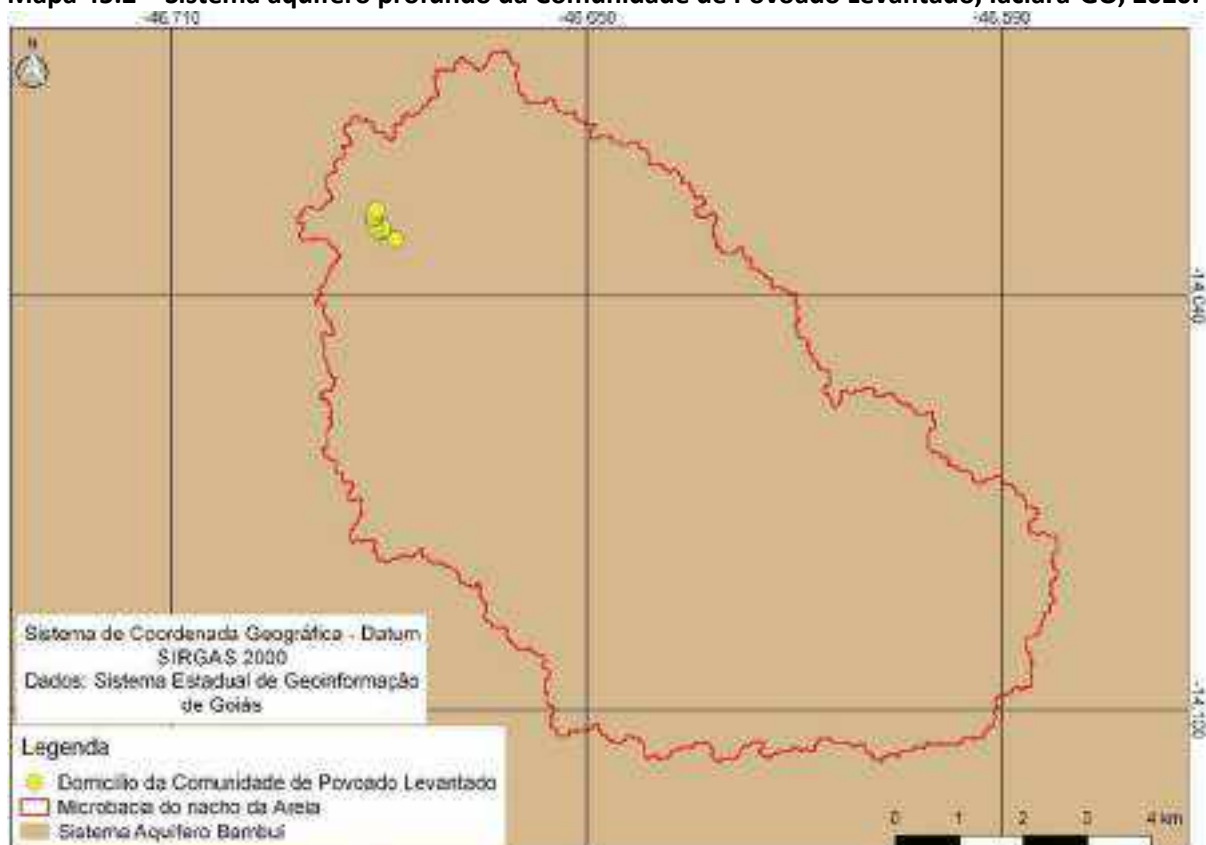
Fonte: elaborado pelos autores.

Os principais cursos d'água da Comunidade de Povoado Levantado é o riacho da Areia e o córrego do Messias, ambos recebem contribuições de outros afluentes intermitentes.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea pode-se dizer que a microbacia do riacho da Areia se encontra sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esses domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da

composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e a bacia hidrográfica em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 45.2, observando a presença do Sistema Aquífero Bambuí em 100% (79,882 km²) da área da bacia hidrográfica.

Mapa 45.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade de Povoado Levantado, Iaciara-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

45.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da microbacia em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, na microbacia do riacho da Areia não foram encontradas outorgas de uso da água superficial, porém foram encontradas outorgas de uso da água subterrânea até o mês de janeiro de 2020, conforme pode ser observado na Tabela 45.1.

Tabela 45.1 – Vazões subterrâneas outorgadas na bacia hidrográfica em estudo para abastecimento, à montante da Comunidade de Povoado Levantado, Iaciara-GO, 2020.

Outorga	Taxa de bombeamento (h/dia)	Vazão (m³/h)	Disponibilidade Efetiva (m³/dia)	Disponibilidade Efetiva (L/s)
Abastecimento	12	2,960	35,520	0,411
Abastecimento Público	12	5,270	63,240	0,732
Abastecimento	12	10,690	128,280	1,485
Total	-	-	-	2,628

Fonte: elaborado pelos autores.

A vazão total de 2,628 L/s é outorgada em três locais situados à montante da Comunidade de Povoado Levantado, reduzindo a disponibilidade hídrica subterrânea. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012), que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Iaciara, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 45.2 e 45.3.

Tabela 45.2 – Consumo *per capita* na Comunidade de Povoado Levantado, Iaciara-GO, 2019.

Nº domicílios	Moradores por domicílio	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia)⁽²⁾	Consumo total (L/s)
15	3,84	57	145	0,097

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 45.3 – Demanda de água para pecuária na microbacia do riacho da Areia, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Iaciara-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	8.656,210	0,001736	15,0281
Bubalino	0,000	0,001042	0,0000
Equino	73,737	0,000694	0,0512
Suíno	0,000	0,000405	0,0000
Caprino	14,747	0,000347	0,0051
Ovino	44,242	0,000347	0,0154
Galináceos	1.474,745	0,000003	0,0043
Total	10.263,6818	0,0046	15,1041

Fonte: Elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano, as outorgas e a estimativa de consumo para a pecuária, a microbacia do riacho da Areia tem uma demanda igual a 17,829 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita*

da população da comunidade é de 8,352 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (6,563 m³/dia), totalizam uma demanda de 14,915 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

45.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial da microbacia do riacho da Areia, foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do rio Paranã proposta por Honório (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 45.4, sendo que a vazão regionalizada (Q_{reg}) foi igual a 1.535,721 L/s para a microbacia do riacho da Areia. Assim, a vazão específica superficial é de 19,225 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (2,79 L/s.km²) é maior, afirmando que a metodologia traz uma menor segurança hídrica para a região. Assim, para uma estimativa da vazão de referência superficial mais segura, optou-se por utilizar como base a vazão específica do PERH. Dessa forma, a vazão de referência (Q_{ref}) estimada foi igual a 222,871 L/s.

Tabela 45.4 – Vazão regionalizada na microbacia do riacho da Areia à jusante da Comunidade De Povoado Levantado, Iaciara, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q_{reg} superficial (L/s)	Q_{esp} superficial (L/s.km ²)	Q_{ref} PERH (L/s)
Riacho da Areia	79,882	-14,739705	-48,900036	1.535,721	19,225	222,871

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($Rr: A x I x P$), permanentes ($Rp: A x Ne/Ifi x b$) e exploráveis ($Re: Rr + Z * Rp$) conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1) e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 45.5) identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 303,965L/s, para as reservas permanentes 13.678,425 L/s, para as reservas exploráveis, de 987,886 L/s e a vazão de referência conforme pode ser observado na Tabela 45.6. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 45.6, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 45.5 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade de Povoado Levantado, Iaciara-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
BambuÍ	10	4,5	120

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 45.6 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do riacho da Areia da Comunidade de Povoado Levantado, Iaciara-GO, 2019.

Reserva renovável		Reserva permanente		Reserva explotável		Q_{ref}	Q_{esp} subterrânea
(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(L/s.km ²)
303,965	9,59.10 ⁶	13.678,425	4,31.10 ⁸	987,886	3,12.10 ⁷	987,886	12,367

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 12,367 L/s.km², conforme Tabela 45.6. Ao associar os resultados da vazão de referência verifica-se que para a microbacia analisada a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 15,157 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 15,157 L/s.

45.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.4.1 do Capítulo 1), sendo igual a 111,435 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 45.7, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (987,886 L/s). Assim, subtraindo nessa microbacia as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.4.3 do Capítulo 1) e é igual a 1.081,493 L/s. Já a disponibilidade hídrica específica total é igual a 13,539 L/s.km² (Tabela 45.7).

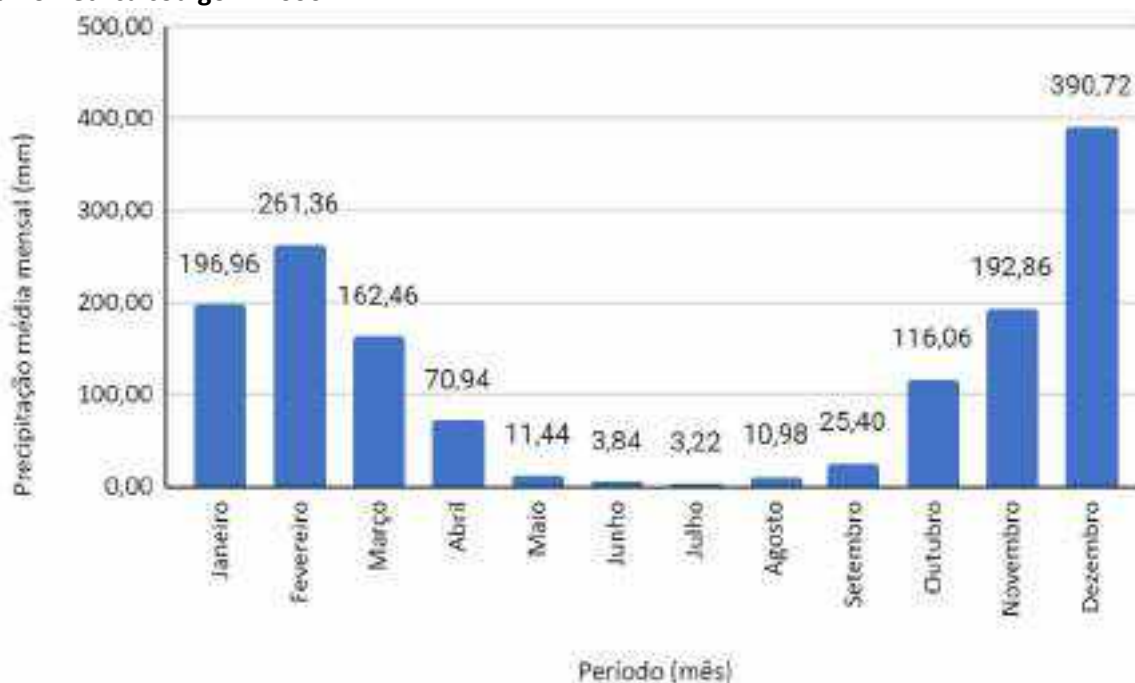
Tabela 45.7 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do riacho da Areiada Comunidade de Povoado Levantado, Iaciara-GO, 2020.

Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} $0,5 \times Q_{ref}$ (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
222,871	111,435	987,886	17,829	1.081,493	79,882	13,539

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (3,84 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 45.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm), 1 mês entre 50 e 100 mm e 6 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.446,24 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 1988 a 1992).

Gráfico 45.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 1988 a 1992, na estação pluviométrica código 1446002.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dessas informações e de acordo com a metodologia (Item 1.4.4), seria necessária uma cisterna com um volume de 40.320,000 litros, e uma área de captação de 32,799 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem que ocorre de maio a setembro. Destaca-se ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

45.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis na microbacia do córrego riacho da Areia, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que

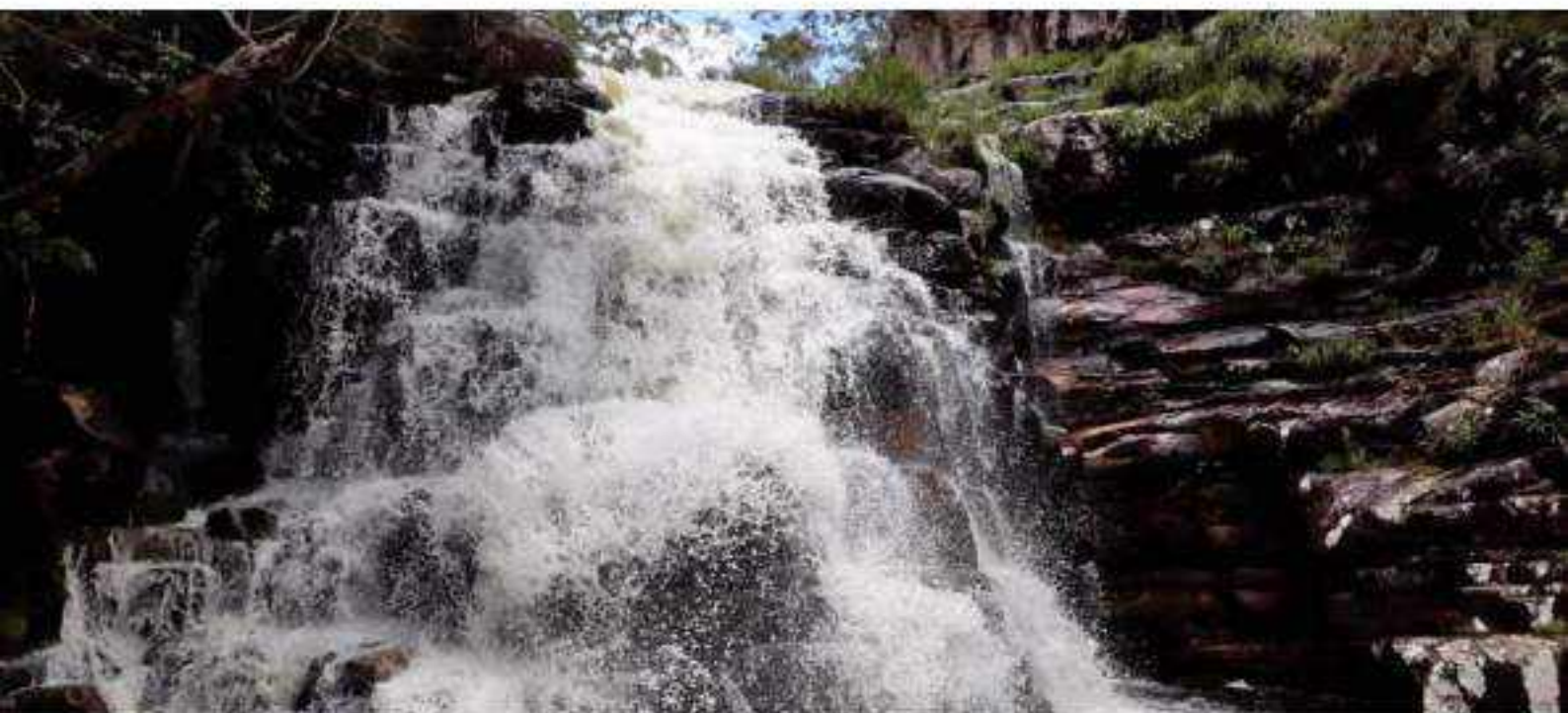
a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independentem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independentem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade de Povoado Levantado foi de 14,915 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade de Povoado Levantado, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

46

COMUNIDADE POVOADO MOINHO

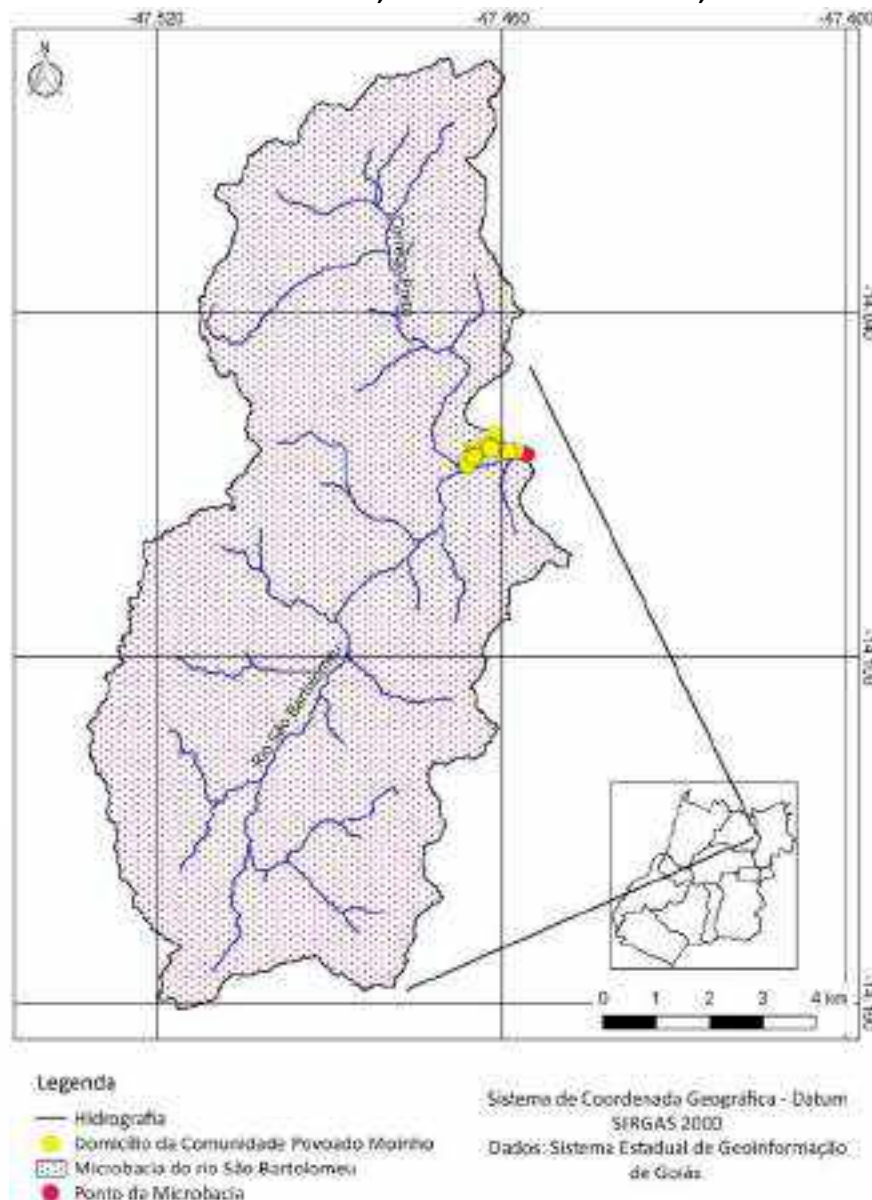


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

46.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade Povoadado Moinho, uma comunidade quilombola pertencente ao município de Alto Paraíso de Goiás – GO, a partir da delimitação da microbacia do rio São Bartolomeu (GOIÁS, 2014) (Mapa 46.1), na qual os domicílios da comunidade estão inseridos. Essa microbacia está localizada na região nordeste do estado, possuindo uma área de aproximadamente 97,973 km² e está inserida na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos dos Afluentes Goianos do Rio Paranã, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 46.1 – Microbacia do rio São Bartolomeu onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Povoadado Moinho, Alto Paraíso de Goiás-GO, 2020.

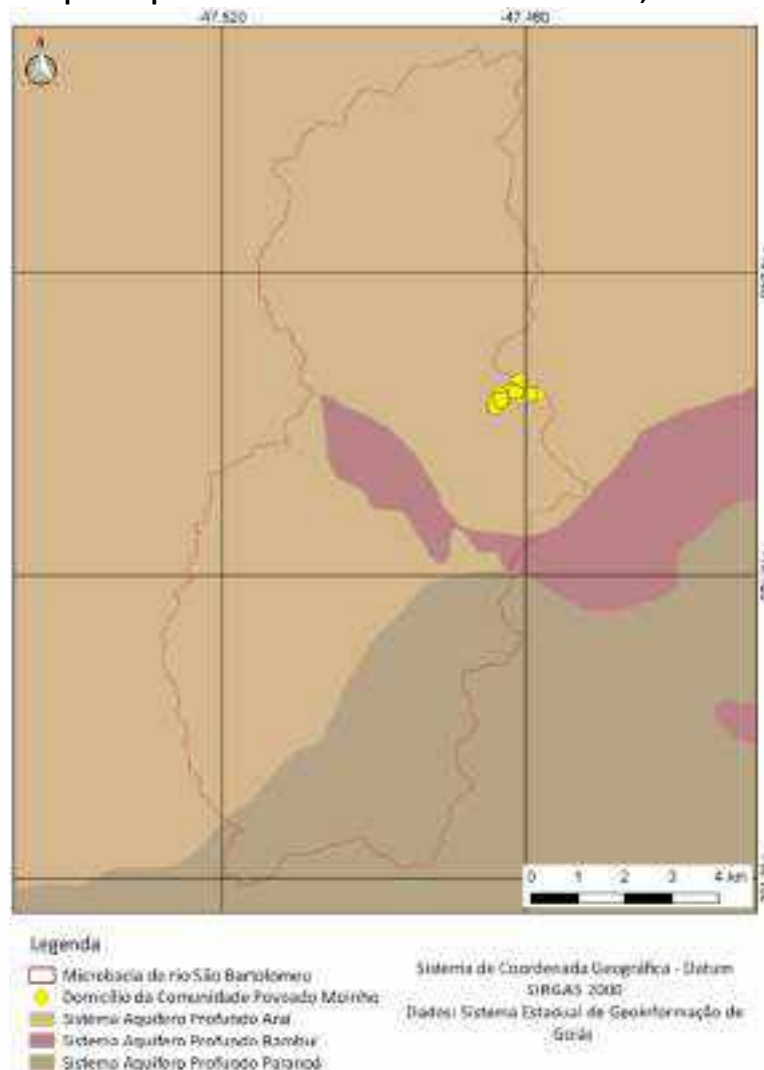


Fonte: elaborado pelos autores.

A microbacia da comunidade tem como principal curso d'água o rio São Bartolomeu, que recebe a contribuição do córrego Preto e de diversos córregos intermitentes.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea pode-se dizer que a microbacia do rio São Bartolomeu se encontra sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esses domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 46.2, observando a presença do Sistema Aquífero Bambuí, Sistema Aquífero Paranoá e Sistema Aquífero Araí em 5,27% (5,167 km²), 20,94% (20,518 km²) e 73,78% (72,288 km²) da área da bacia hidrográfica, respectivamente.

Mapa 46.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Povoadado Moinho, Alto Paraíso de Goiás-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

46.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da microbacia em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, na microbacia do rio São Bartolomeu foram encontradas tanto outorgas de uso da água superficial, quanto outorgas de uso da água subterrânea até o mês de janeiro de 2020, conforme pode ser observado nas Tabelas 46.1 e 46.2. Ainda que os dados tenham sido fornecidos pelo órgão estadual gestor de recursos hídricos, uma das outorgas de uso de água subterrânea não foi considerada nas estimativas de demanda, pois apresentou um valor duvidoso podendo trazer prejuízos a análise da disponibilidade hídrica.

Tabela 46.1 – Vazão superficial outorgada na microbacia do rio São Bartolomeu para fins de irrigação, à montante da Comunidade Povoado Moinho, Alto Paraíso de Goiás-GO, 2020.

Outorga	Vazão (L/s)
Ponto de Irrigação 1	3,333

Fonte: GOIÁS (2020).

Tabela 46.2 – Vazões subterrâneas outorgadas na microbacia do rio São Bartolomeu, para diversos fins na Comunidade Povoado Moinho, Alto Paraíso de Goiás-GO, 2020.

Outorga	Taxa de bombeamento (h/dia)	Vazão (m³/h)	Disponibilidade Efetiva (m³/dia)	Disponibilidade Efetiva (L/s)
Consumo humano	10,000	10,000	100,000	1,157
Abastecimento residencial	12,000	5,250	63,000	0,729
Abastecimento doméstico	8,000	2,700	21,600	0,250
Abastecimento industrial	10,000	6,300	63,000	0,729
Consumo humano	10,000	3,900	39,000	0,451
Consumo humano	12,000	5,000	60,000	0,694
Consumo humano	12,000	8,000	96,000	1,111
Total	-	-	-	5,123

Fonte: GOIÁS (2020).

A vazão total de 8,456 L/s é outorgada em diversos locais situados à montante da Comunidade Povoado Moinho, reduzindo a disponibilidade hídrica à jusante destas captações. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012), que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Alto Paraíso de Goiás, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 46.3 e 46.4.

Tabela 46.3 – Consumo *per capita* na Comunidade Povoado Moinho, Alto Paraíso de Goiás-GO, 2019.

Nº domicílios ⁽¹⁾	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
46	3,61	166,06	145	0,279

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 46.4 – Demanda de água para pecuária na microbacia do rio São Bartolomeu estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Alto Paraíso de Goiás-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	1.135,162	0,001736	1,9706
Bubalino	0,000	0,001042	0,0000
Equino	59,111	0,000694	0,0410
Suíno	10,727	0,000405	0,0043
Caprino	0,000	0,000347	0,0000
Ovino	6,497	0,000347	0,0023
Galináceos	598,478	0,000003	0,0018
Total	1.809,9747	0,0046	2,0201

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, a microbacia do rio São Bartolomeu tem uma demanda igual a 10,755 L/s. Considerando apenas a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, a microbacia do rio São Bartolomeu têm uma demanda igual a 2,299 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 24,079 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (4,270 m³/dia), totalizam uma demanda de 28,348 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

46.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial da microbacia do rio São Bartolomeu, foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica rio Paranã proposta por Honório (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 46.5 sendo que a vazão regionalizada total foi igual a 1.755,464 L/s, para a microbacia do rio São Bartolomeu. Assim, a vazão específica superficial é de 17,918 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (2,790 L/s.km²), é maior,

afirmando que a metodologia traz uma menor segurança hídrica para a região. Assim, para uma estimativa da vazão de referência superficial mais segura, optou-se por utilizar como base a vazão específica do PERH. Dessa forma, a vazão de referência (Q_{ref}) estimada foi igual a 273,345 L/s.

Tabela 46.5 – Vazão regionalizada na microbacia do rio São Bartolomeu à jusante da Comunidade Povoado Moinho, Alto Paraíso de Goiás, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q_{reg} superficial (L/s)	Q_{esp} superficial (L/s.km ²)	Q_{ref} PERH (L/s)
Rio São Bartolomeu	97,973	-14,064716	-47,455711	1.755,464	17,918	273,345

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($R_r: A \times I \times P$), permanentes ($R_p: A \times N_e / I_f \times b$) e exploráveis ($R_e: R_r + Z * R_p$), conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 46.6) identificou-se que o volume total das reservas renováveis é 345,298 L/s, para as reservas permanentes 12.826,283 L/s, para as reservas exploráveis, de 986,617 L/s e a vazão de referência conforme pode ser observado na Tabela 46.7. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 46.7, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 46.6 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Povoado Moinho, Alto Paraíso de Goiás-GO, 2019

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Bambuí	10	4,5	120
Paranoá	10	2,5	100
Araí	9	3,0	150

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 46.7 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias do rio São Bartolomeu da Comunidade Povoado Moinho, Alto Paraíso de Goiás-GO, 2019.

Reserva renovável (L/s)	Reserva renovável (m ³ /ano)	Reserva permanente (L/s)	Reserva permanente (m ³ /ano)	Reserva explorável (L/s)	Reserva explorável (m ³ /ano)	Q_{ref} (L/s)	Q_{esp} subterrânea (L/s.km ²)
345,298	1,08.107	12.826,283	4,04.108	986,617	3,11.107	986,617	10,070

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 10,070 L/s.km², conforme Tabela 46.7. Ao associar os resultados da vazão de referência verifica-se que para a microbacia analisada a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 12,860 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 12,860 L/s.

46.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 136,672 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 46.8, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (986,617 L/s). Assim, subtraindo nessas microbacias as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade, outorgas e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 1.112,534 L/s. Já a disponibilidade hídrica específica total é igual a 11,356 L/s.km² (Tabela 46.8).

Tabela 46.8 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do rio São Bartolomeu da Comunidade, Alto Paraíso de Goiás-GO, 2020.

Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} $0,5 \times Q_{ref}$ (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
273,345	136,672	986,617	10,755	1.112,534	97,973	11,356

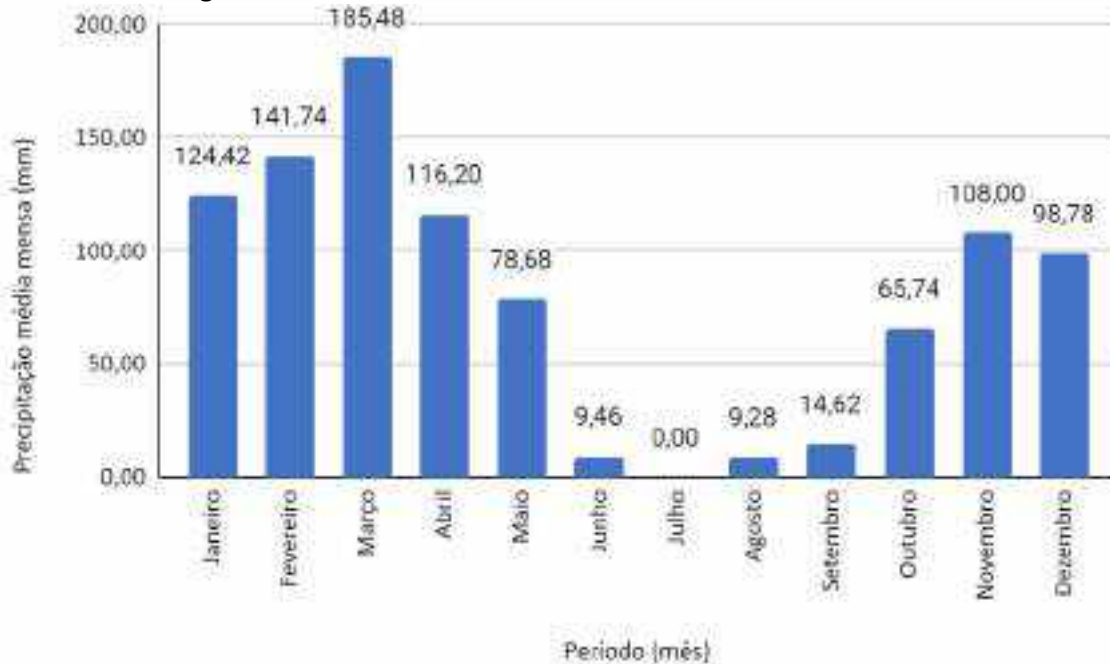
Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água da chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (3,61 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 46.1), observa-se que há 4 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm), 2 meses entre 50 e 100 mm e 6 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 952,400 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2014-2018).

A partir destas informações e de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do Capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 30.324,000 litros, e uma área de captação mínima

de 37,458 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem que ocorre de junho a outubro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

Gráfico 46.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2014 a 2018, na estação pluviométrica código 1447000.



Fonte: elaborado pelos autores.

46.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis na microbacia do rio São Bartolomeu, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independentem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independentem de outorga. Contudo, a demanda

identificada para a Comunidade Povoador Moinho foi de 28,348 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade Povoador Moinho, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

47

COMUNIDADE POVOADO VERÍSSIMO



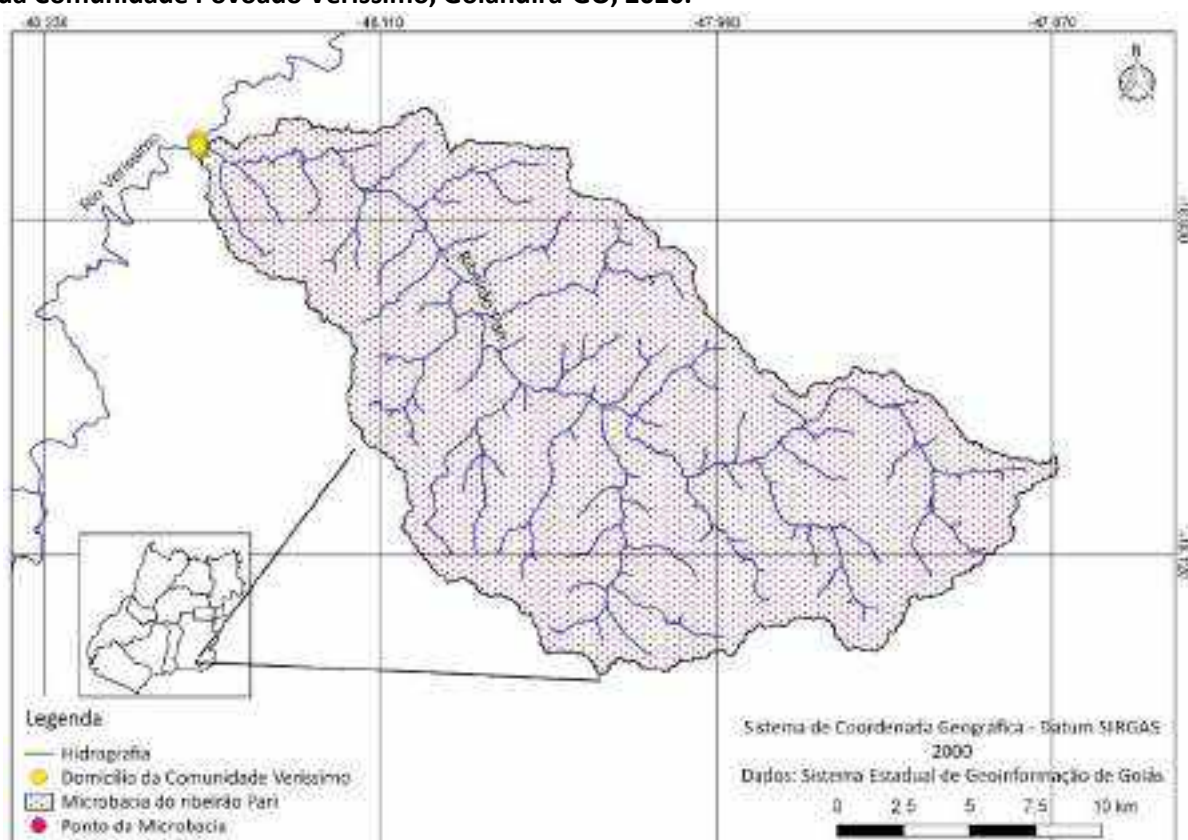
Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

47.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade Povoado Veríssimo, uma comunidade ribeirinha pertencente ao município de Goiandira – GO, a partir da delimitação da microbacia do ribeirão Pari (GOIÁS, 2014) (Mapa 47.1), na qual os domicílios da comunidade estão inseridos. Essa microbacia está localizada no Sul Goiano, possuindo uma área total de aproximadamente 365,725 km² e está inserida na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos do Corumbá, Veríssimo e Porção Goiana do São Marcos, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

A Comunidade Povoado Veríssimo está situada na microbacia cujo principal curso d'água é o Ribeirão Pari. Contudo, alguns domicílios estão localizados próximos ao rio Veríssimo, que devido a sua extensão está inserido em uma bacia hidrográfica substancialmente maior à utilizada na análise, desta forma para fins do cálculo da disponibilidade hídrica foi considerada a microbacia delimitada conforme Mapa 47.1.

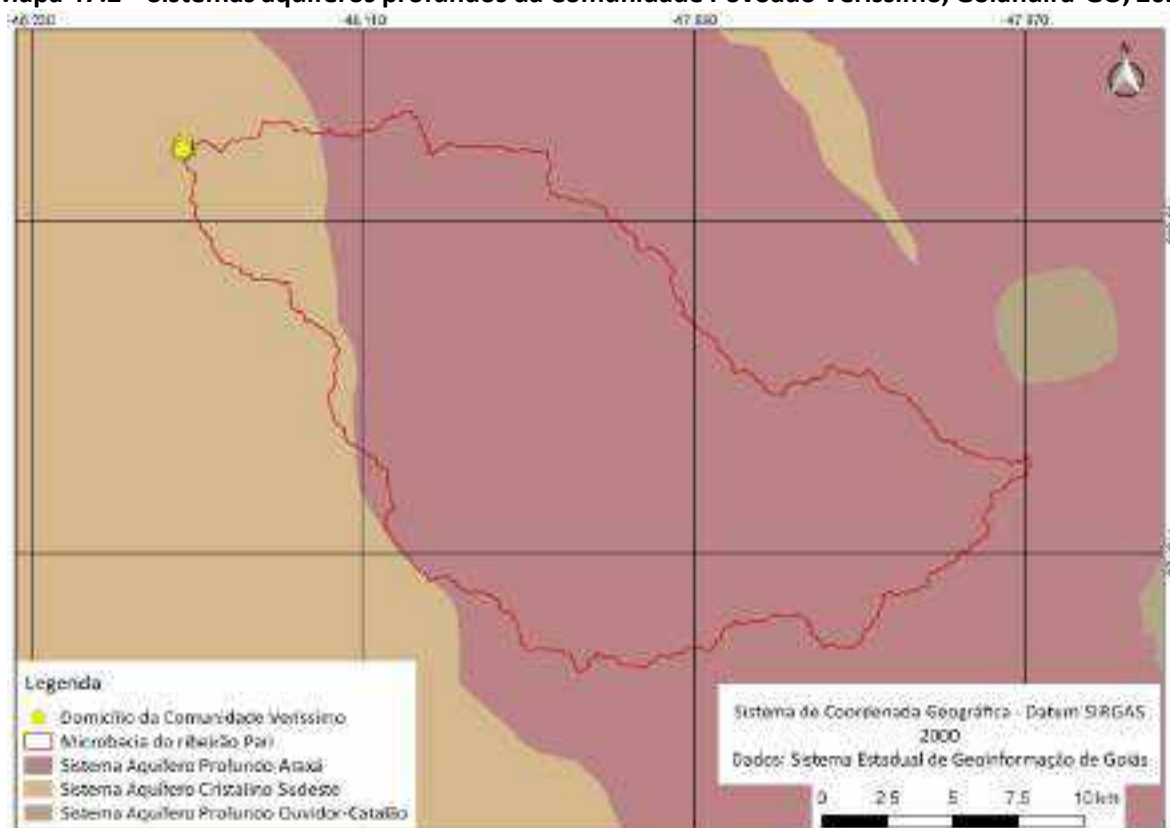
Mapa 47.1 – Microbacia do ribeirão Pari onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Povoado Veríssimo, Goiandira-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea pode-se dizer que a microbacia do Ribeirão Pari encontra-se sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esses domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 47.2, observando a presença do Sistema Aquífero Cristalino Sudeste e o Sistema Aquífero Araxá em 9,43% (34,501 km²) e 90,57% (331,224 km²) da bacia hidrográfica, respectivamente.

Mapa 47.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Povoado Veríssimo, Goiandira-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

47.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da microbacia em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, na microbacia do Ribeirão Pari foram

encontradas tanto outorgas de uso da água superficial, quanto outorgas de uso da água subterrânea até o mês de janeiro de 2020, conforme pode ser observado nas Tabelas 47.1 e 47.2.

Tabela 47.1 – Vazão superficial outorgada na microbacia do ribeirão Pari para fins de irrigação, à montante da Comunidade Povoado Veríssimo, Goiandira-GO, 2020.

Outorga	Vazão (L/s)
Ponto de Irrigação 1	7,500
Ponto de Irrigação 2	18,056
Total	25,556

Fonte: GOIÁS (2020).

Tabela 47.2 – Vazões subterrâneas outorgadas na microbacia do ribeirão Pari, para diversos fins na Comunidade Povoado Veríssimo, Goiandira-GO, 2020.

Outorga	Taxa de bombeamento (h/dia)	Vazão (m ³ /h)	Disponibilidade Efetiva (m ³ /dia)	Disponibilidade Efetiva (L/s)
Consumo humano	12,000	34,430	413,160	4,782
Abastecimento geral do empreendimento	12,000	2,200	26,400	0,306
Abastecimento doméstico, irrigação e industrial	8,000	5,000	40,000	0,463
Abastecimento público	16,000	34,430	550,880	6,376
Abastecimento geral do empreendimento	12,000	2,500	30,000	0,347
Abastecimento doméstico	12,000	5,000	60,000	0,694
Abastecimento geral da empresa	12,000	10,000	120,000	1,389
Mineração	6,000	7,920	47,520	0,550
Total	-	-	-	15,782

Fonte: GOIÁS (2020).

A vazão total de 15,782 L/s é outorgada em diversos locais situados à montante da Comunidade Povoado Veríssimo, reduzindo a disponibilidade hídrica à jusante dessas captações. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando-se em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012) que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Goiandira, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 47.3 e 47.4.

Tabela 47.3 – Consumo *per capita* na Comunidade Povoado Veríssimo, Goiandira-GO, 2019.

Nº domicílios ⁽¹⁾	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
27	2,47	66,690	145	0,112

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 47.4 – Demanda de água para pecuária na microbacia do ribeirão Pari estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Goiandira-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	33.917,358	0,001736	58,8805
Bubalino	13,697	0,001042	0,0143
Equino	1.239,288	0,000694	0,8601
Suíno	906,637	0,000405	0,3672
Caprino	0,000	0,000347	0,0000
Ovino	41,744	0,000347	0,0145
Galináceos	4.631,024	0,000003	0,0139
Total	40.749,7488	0,0046	60,1504

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, a microbacia do ribeirão Pari têm uma demanda igual a 101,600 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 9,670 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (109,720 m³/dia), totalizam uma demanda de 119,390 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

47.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial da microbacia do ribeirão Pari, foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do São Marcos proposta por Honório (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 47.5 sendo que a vazão regionalizada total foi igual a 1.073,4695 L/s, para a microbacia do afluente do ribeirão Pari. Assim, a vazão específica superficial total é de 2,935 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (4,650 L/s.km²), é menor, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região.

Tabela 47.5 – Vazão regionalizada na microbacia do ribeirão Pari à jusante da Comunidade Povoado Veríssimo, Goiandira-GO, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)
Ribeirão Pari	365,725	-17,971982	-48,176076	1.073,4695	2,935

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($R_r: A \times I \times P$), permanentes ($R_p: A \times N_e / I f_i \times b$) e exploráveis ($R_e: R_r + Z * R_p$), conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 47.6) identificou-se que o volume total das reservas renováveis é 1.614,834 L/s, para as reservas permanentes 15.065,197 L/s, para as reservas exploráveis, 2.368,094 L/s e a vazão de referência conforme pode ser observado na Tabela 47.7. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 47.7, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 47.6 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Povoado Veríssimo, Goiandira-GO, 2019

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Cristalino Sudeste	12	1,5	150
Araxá	9	1,2	100

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 47.7 – Disponibilidade hídrica subterrânea microbacia do ribeirão Pari da Comunidade Povoado Veríssimo, Goiandira-GO, 2019.

Reserva renovável (L/s)	Reserva renovável (m ³ /ano)	Reserva permanente (L/s)	Reserva permanente (m ³ /ano)	Reserva explorável (L/s)	Reserva explorável (m ³ /ano)	Q _{ref} (L/s)	Q _{esp subterrânea} (L/s.km ²)
1.614,834	5,09.10 ⁷	15.065,197	4,7.10 ⁸	2.368,094	7,4.10 ⁷	2368,094	6,475

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 6,475 L/s.km², conforme Tabela 47.7. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que, para a microbacia analisada, a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 9,410 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 9,410 L/s.

47.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 536,735 L/s, conforme pode ser observado Tabela 47.8, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (2.368,094 L/s). Assim, subtraindo nessas microbacias as

demandas de consumo *per capita* da população da comunidade, outorgas e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 2803,229 L/s. Já a disponibilidade hídrica específica total é igual a 7,665 L/s.km² (Tabela 47.8).

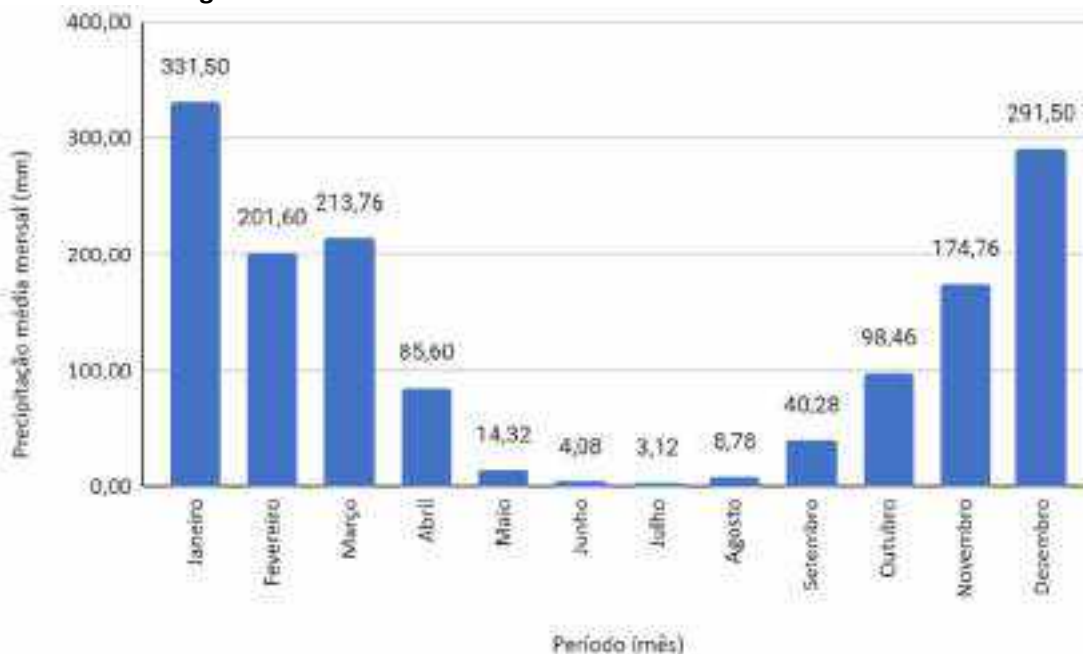
Tabela 47.8 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do rio São Bartolomeu da Comunidade, Alto Paraíso de Goiás-GO, 2020.

Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} $0,5 \times Q_{ref}$ (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
1.073,4695	536,735	2.368,094	101,600	2.803,229	365,725	7,665

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água da chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (2,47 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 47.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm), 2 meses entre 50 e 100 mm e 5 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.467,76 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2005-2009).

Gráfico 47.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2005 a 2009, na estação pluviométrica código 1748001.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dessas informações e de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do Capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 25.935,000 litros, e uma área de captação mínima de 20,788 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem que ocorre de junho a outubro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

47.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis na microbacia do Ribeirão Pari, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram numa situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade Povoado Veríssimo foi de 119,390 m³/dia, sendo superior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade Povoado Veríssimo, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

48

COMUNIDADE DO QUILOMBO DO MAGALHÃES

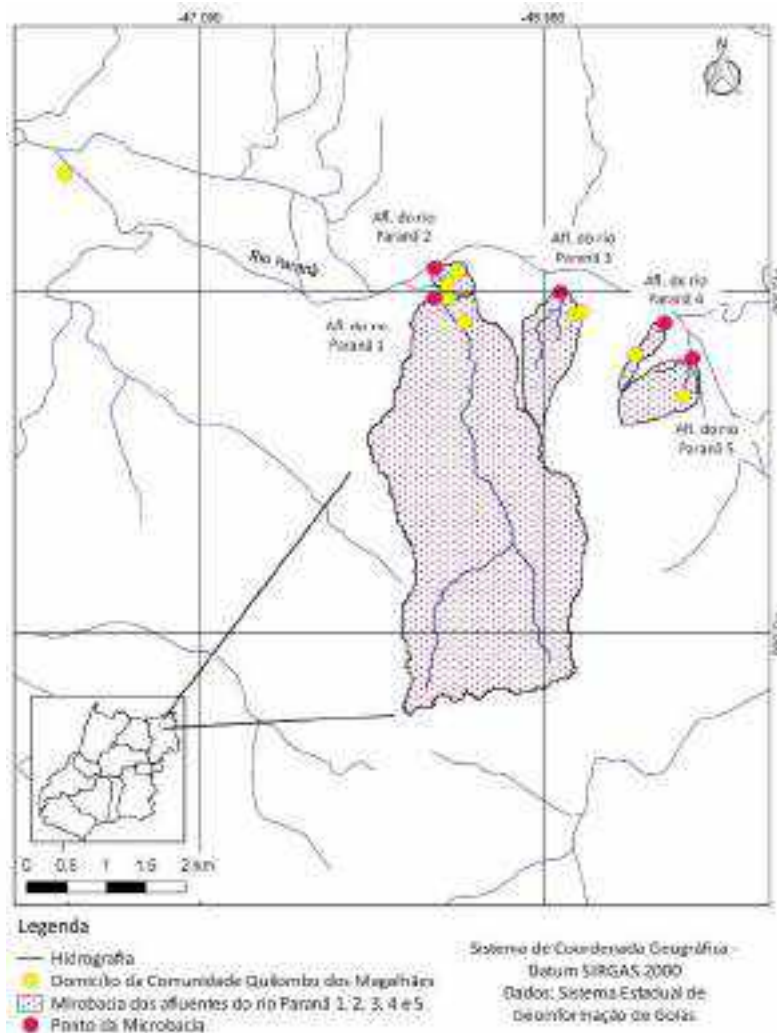


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

48.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade do Quilombo do Magalhães, uma comunidade quilombola pertencente ao município de Nova Roma – GO, a partir da delimitação das microbacias dos afluentes do rio Paranã 1, 2, 3, 4 e 5 (GOIÁS, 2014) (Mapa 48.1), nas quais os domicílios da comunidade estão inseridos. Essas microbacias estão localizadas no nordeste goiano, possuindo uma área total de aproximadamente 11,465 km² e estão inseridas na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos Afluentes Goianos do rio Paranã, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 48.1 – Microbacias dos afluentes do rio Paranã 1, 2, 3, 4 e 5 onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade do Quilombo do Magalhães, Nova Roma-GO, 2020.



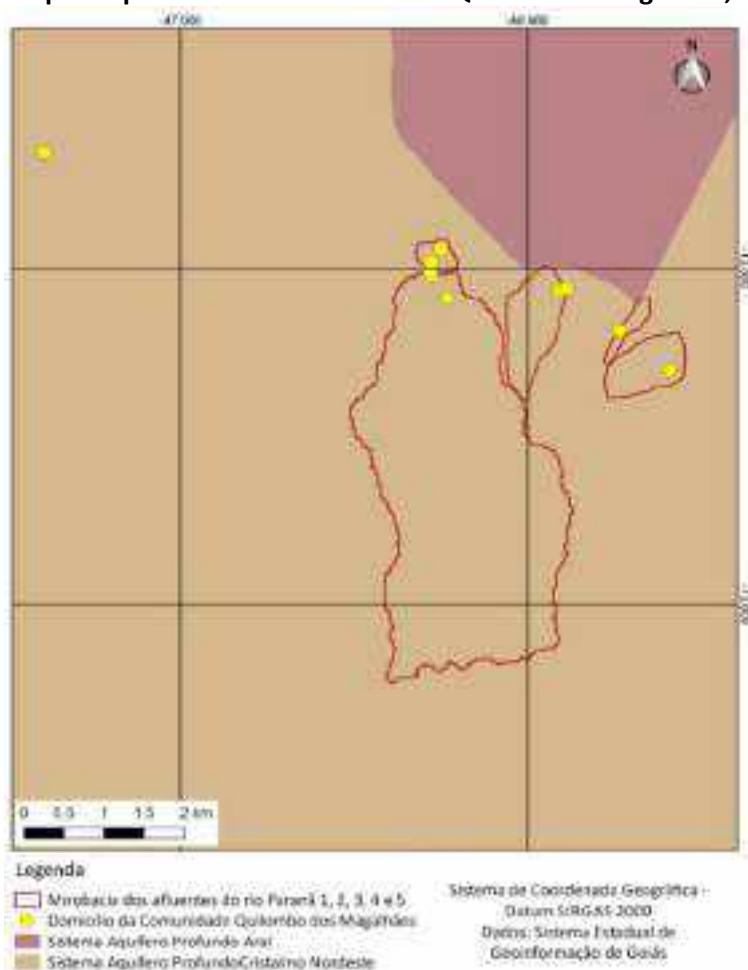
Fonte: elaborado pelos autores.

As microbacias da Comunidade do Quilombo do Magalhães estão em cinco localidades diferentes e possui como principal curso d'água o rio Paranã. Os domicílios estão localizados

próximos ao curso principal, porém uma delas está a cerca de 100 m do rio Paranã e inserida em uma bacia hidrográfica substancialmente maior às utilizadas na análise, desta forma para fins do cálculo da disponibilidade hídrica foram consideradas as microbacias delimitadas conforme Mapa 48.1.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea pode-se dizer que as microbacias dos afluentes do rio Paranã 1, 2, 3, 4 e 5 encontram-se sobre uma formação geológicas, uma de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esses domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 48.2, observando a presença do Sistema Aquífero Cristalino Nordeste em 100% (11,465 km²) da área da bacia hidrográfica.

Mapa 48.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade do Quilombo do Magalhães, Nova Roma-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

48.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da microbacia em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, nas microbacias dos afluentes do rio Paranã 1, 2, 3, 4 e 5 não foram encontradas outorgas de uso da água superficial, nem subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012) que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Nova Roma, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 48.1 e 48.2.

Tabela 48.1 – Consumo *per capita* na Comunidade do Quilombo do Magalhães, Nova Roma-GO, 2019.

Nº domicílios ⁽¹⁾	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
9	2,86	25,74	145	0,043

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 48.2 – Demanda de água para pecuária nas microbacias dos afluentes do rio Paranã 1, 2, 3, 4 e 5, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Nova Roma-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	359,714	0,001736	0,6245
Bubalino	0,264	0,001042	0,0003
Equino	9,126	0,000694	0,0063
Suíno	8,450	0,000405	0,0034
Caprino	0,539	0,000347	0,0002
Ovino	1,880	0,000347	0,0007
Galináceos	100,640	0,000003	0,0003
Total	480,624	0,0046	0,6357

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, as afluentes do rio Paranã 1, 2, 3, 4 e 5 têm uma demanda igual a 0,679 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 3,732 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (0,965 m³/dia), totalizam uma demanda de 4,697 m³/dia. A

pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

48.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial das microbacias dos afluentes do rio Paranã 1, 2, 3, 4 e 5 foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do rio Paranã proposta por Honório (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 48.3, sendo que a vazão regionalizada total foi igual a 577,538 L/s para as microbacias dos afluentes do rio Paranã 1, 2, 3, 4 e 5. Assim, a vazão específica superficial é de 50,374 L/s.km², a qual, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (2,790 L/s.km²), é maior, afirmando que a metodologia traz uma menor segurança hídrica para a região. Assim, para uma estimativa da vazão de referência superficial mais segura, optou-se por utilizar como base a vazão específica do PERH. Desta forma, a vazão de referência total (Q_{ref}) estimada foi igual a 31,987 L/s.

Tabela 48.3 – Vazões regionalizadas nas afluentes do rio Paranã 1, 2, 3, 4 e 5 à jusante da Comunidade do Quilombo do Magalhães, Nova Roma-GO, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)	Q _{ref} PERH (L/s)
Afl. do rio Paranã 1	9,723	-13,567844	-46,942544	386,479	39,749	27,127
Afl. do rio Paranã 2	0,162	-13,557305	-46,972666	26,435	163,176	0,452
Afl. do rio Paranã 3	0,826	-13,560132	-46,958001	76,848	93,036	2,305
Afl. do rio Paranã 4	0,151	-13,563751	-46,945837	25,244	167,182	0,421
Afl. do rio Paranã 5	0,603	-13,560829	-46,972695	62,532	103,702	1,682
Total	11,465	-	-	577,538	50,374	31,987

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($R_r: A \times I \times P$), permanentes ($R_p: A \times N_e / I \times b$) e explotáveis ($R_e: R_r + Z \times R_p$), conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 48.4) identificou-se que o volume total das reservas renováveis é 43,626 L/s, para as reservas permanentes 472,619 L/s, para as reservas explotáveis, de 67,257

L/s e a vazão de referência conforme pode ser observado na Tabela 48.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m^3/ano , também apresentada na Tabela 48.5, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 48.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade do Quilombo do Magalhães, Nova Roma-GO, 2019

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Cristalino Nordeste	10	1,3	100

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 48.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias dos afluentes do rio Paranã 1, 2, 3, 4 e 5 da Comunidade do Quilombo do Magalhães, Nova Roma-GO, 2019.

Reserva renovável		Reserva permanente		Reserva explorável		Q_{ref}	Q_{esp} subterrânea
(L/s)	(m^3/ano)	(L/s)	(m^3/ano)	(L/s)	(m^3/ano)	(L/s)	(L/s.km ²)
43,626	$1,376.10^6$	472,619	$1,49010^7$	67,257	$2,121.10^6$	67,257	5,866

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 5,866 L/s.km², conforme Tabela 48.5. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que, para a microbacia analisada, a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é 8,656 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 8,656 L/s.

48.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 15,994 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 48.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (67,257 L/s). Assim, subtraindo nessas microbacias as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 82,572 L/s. Já a disponibilidade hídrica específica total é igual a 7,202 L/s.km² (Tabela 48.6).

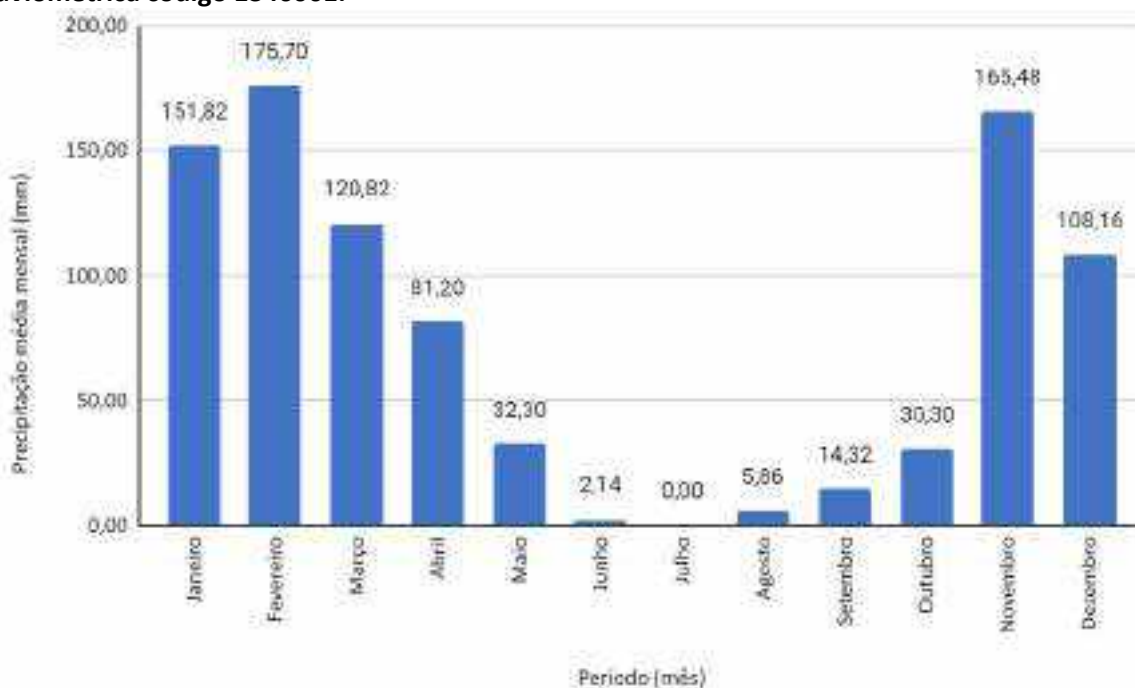
Tabela 48.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias dos afluentes do rio Paranã 1, 2, 3, 4 e 5 da Comunidade do Quilombo do Magalhães, Nova Roma-GO, 2020.

Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} $0,5 \times Q_{ref}$ (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
31,987	15,994	67,257	0,679	82,572	11,465	7,202

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água da chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (2,86 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 48.1), observa-se que há 6 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm), 1 mês entre 50 e 100 mm e 5 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 881,05 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2015 a 2019).

Gráfico 48.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2015 a 2019, na estação pluviométrica código 1346001.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dessas informações e de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do Capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 37.001,517 litros, e uma área de captação mínima de 79,408 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem que ocorre

de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

48.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis nas microbacias dos afluentes do rio Paranã 1, 2, 3, 4 e 5, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade do Quilombo do Magalhães foi de 4,697 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, este resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade do Quilombo do Magalhães, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

49

COMUNIDADE DE QUILOMBOLAS DE MINAÇU (POVOADO VERMELHO)

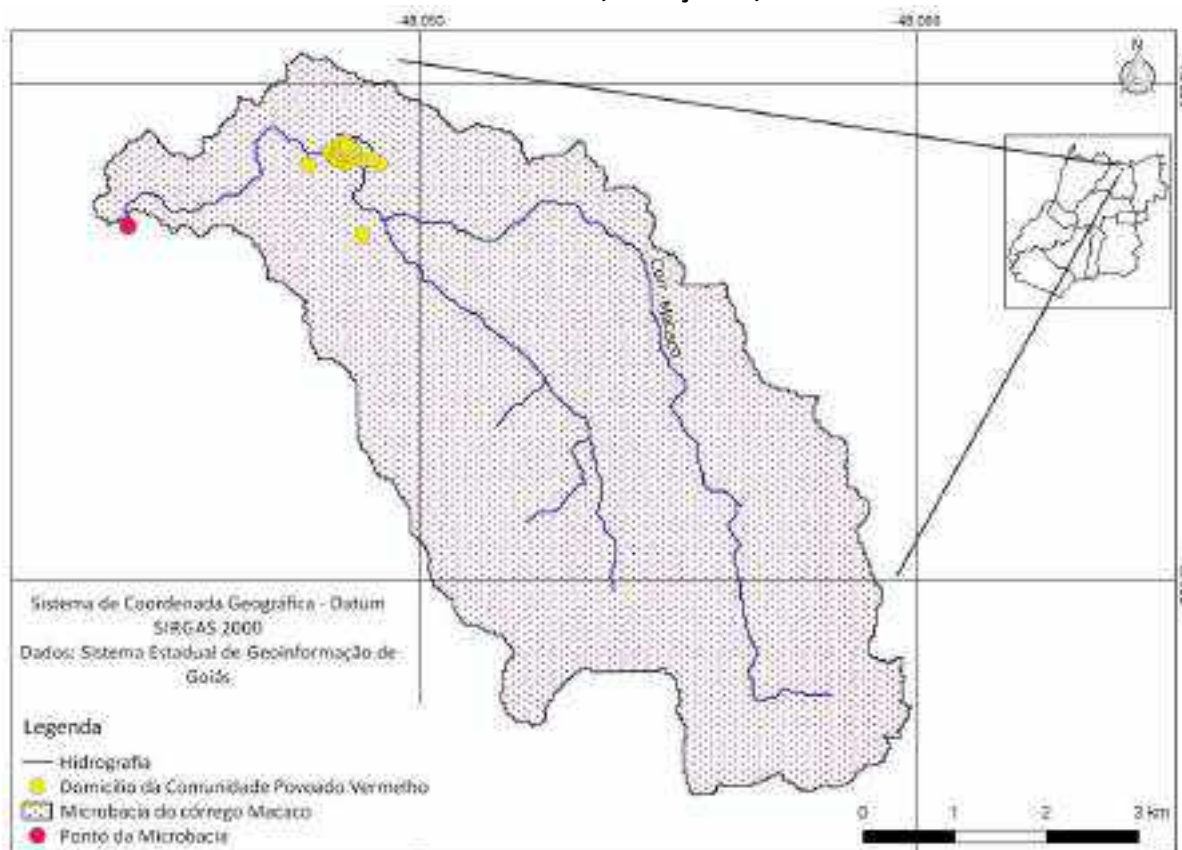


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

49.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade de Povoado Vermelho, uma comunidade quilombola pertencente ao município de Minaçu – GO, a partir da delimitação da microbacia do córrego Macaco (GOIÁS, 2014) (Mapa 49.1), na qual os domicílios da comunidade estão inseridos. Essa microbacia está localizada no Nordeste Goiano, possuindo uma área de aproximadamente 33,330 km² e está inserida na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos Afluentes Goianos do Médio Tocantins, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 49.1 – Microbacia do córrego Macaco onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade de Povoado Vermelho, Minaçu-GO, 2020.



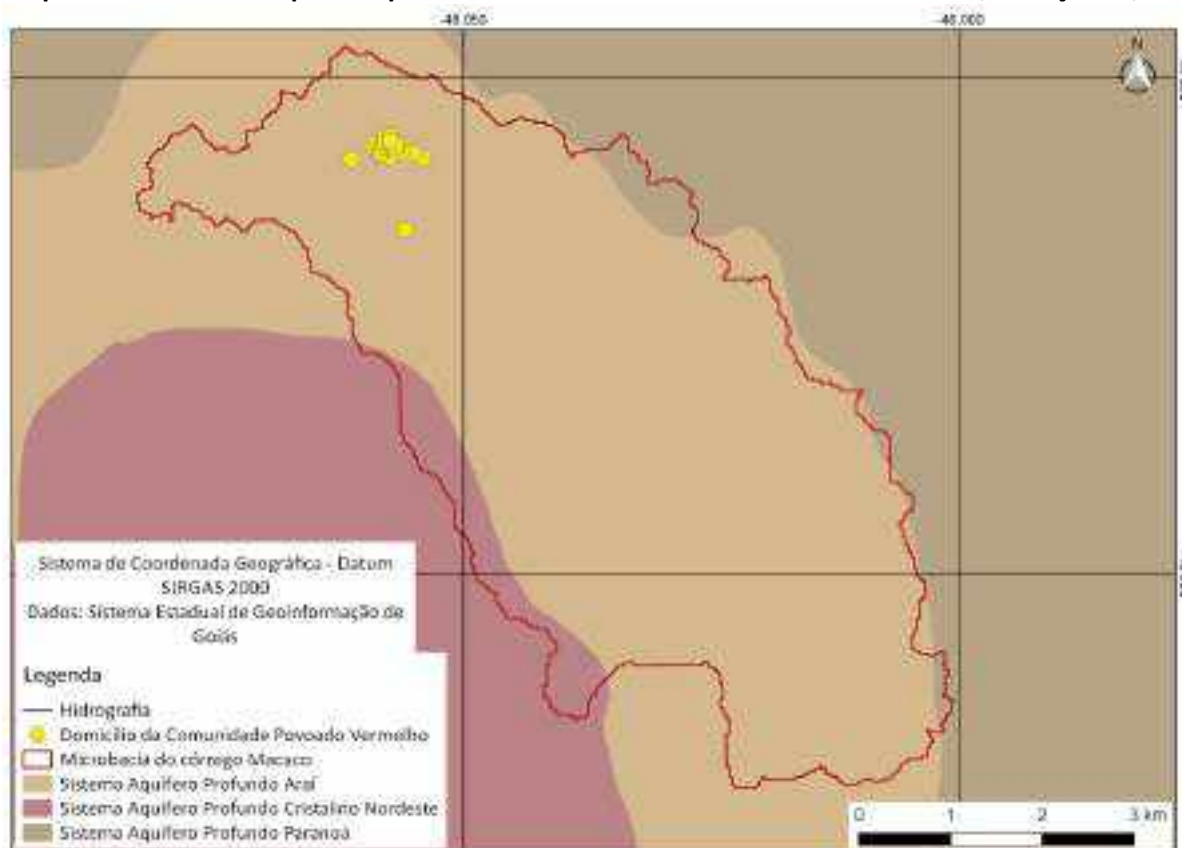
Fonte: elaborado pelos autores.

A microbacia da Comunidade de Povoado Vermelho tem como principal curso d'água o córrego Macaco, que recebe a contribuição de diversos córregos.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea pode-se dizer que a microbacia do córrego Macaco se encontra sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a estes domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da

composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 49.2, observando a presença dos Sistemas Aquíferos Araí, Cristalino Nordeste e Paranoá em 92,58% (30,860 km²), 5,25% (1,749 km²) e 2,17% (0,721 km²) da área da bacia hidrográfica, respectivamente.

Mapa 49.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade de Povoado Vermelho, Minaçu-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

49.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da microbacia em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, na microbacia do córrego Macaco não foram identificadas outorgas de uso da água superficial, nem subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando-se em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012) que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada

adotando o número de animais por km², no município de Minaçu, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 49.1 e 49.2.

Tabela 49.1 – Consumo *per capita* na Comunidade de Povoado Vermelho, Minaçu-GO, 2019.

Nº domicílios ⁽¹⁾	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
26	2,28	59,28	145	0,099

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 49.2 – Demanda de água para pecuária na microbacia do córrego Macaco, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Minaçu-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	1.394,242	0,001736	2,4204
Bubalino	1,538	0,001042	0,0016
Equino	27,543	0,000694	0,0191
Suíno	11,243	0,000405	0,0046
Caprino	2,400	0,000347	0,0008
Ovino	5,744	0,000347	0,0020
Galináceos	650,424	0,000003	0,0020
Total	2.093,1339	0,0046	2,4505

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, a microbacia do córrego Macaco têm uma demanda igual a 2,550 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 98,596 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (2,596 m³/dia), totalizam uma demanda de 11,192 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada, visa atender preferencialmente a população da comunidade.

49.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial da microbacia do córrego Macaco, foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do Alto Tocantins proposta por Costa (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 49.3 sendo que a vazão regionalizada total foi igual a 32,988 L/s, para a microbacia do

córrego Macaco. Assim, a vazão específica superficial é de 0,990 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (2,380 L/s.km²), é menor, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região.

Tabela 49.3 – Vazão regionalizada na microbacia córrego Macaco à jusante da Comunidade de Povoado Vermelho, Minaçu-GO, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)
Córrego Macaco	33,330	-13,564358	-48,079452	32,988	0,990

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($Rr: A \times I \times P$), permanentes ($Rp: A \times Ne / Ifi \times b$) e exploráveis ($Re: Rr + Z * Rp$), conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 49.4) identificou-se que o volume total das reservas renováveis é 115,084 L/s, para as reservas permanentes 4.532,794 L/s, para as reservas exploráveis, de 341,723 L/s e a vazão de referência conforme pode ser observado na Tabela 49.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 49.5, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 49.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade de Povoado Vermelho, Minaçu-GO, 2019

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Araí	9	3,0	150
Cristalino Nordeste	10	1,3	100
Paranoá	10	2,5	100

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 49.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do córrego Macaco da Comunidade de Povoado Vermelho, Minaçu-GO, 2019.

Reserva renovável		Reserva permanente		Reserva explorável		Q _{ref}	Q _{esp} subterrânea
(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(L/s.km ²)
115,084	3,629.10 ⁶	4.532,794	1,429.10 ⁸	341,723	1,077.10 ⁷	341,723	10,253

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 10,253 L/s.km², conforme Tabela 49.5. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que para a microbacia analisada a vazão específica total (superficial

mais subterrânea) é de 11,243 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 11,243 L/s.

49.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 16,494 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 49.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (341,723 L/s). Assim, subtraindo nessas microbacias as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 355,667 L/s. Já a disponibilidade hídrica específica total é igual a 7,665 L/s.km² (Tabela 49.6).

Tabela 49.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do córrego Macaco da Comunidade de Povoado Vermelho, Minaçu-GO, 2020.

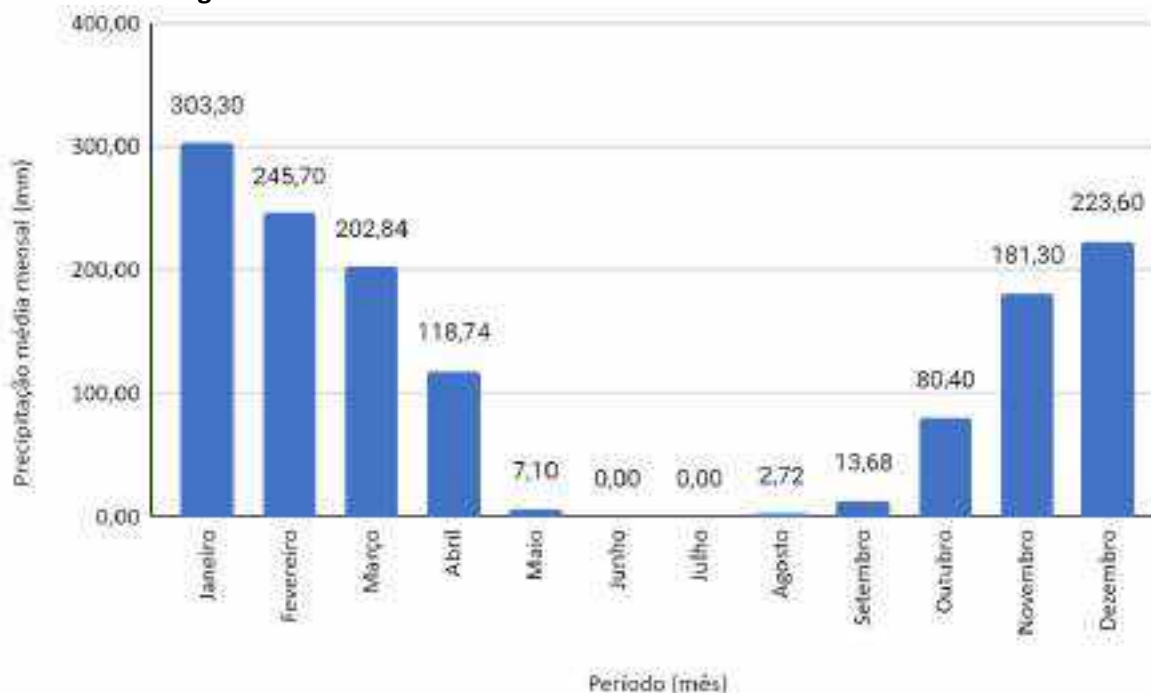
Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} $0,5 \times Q_{ref}$ (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
32,988	16,494	341,723	2,550	355,667	33,330	10,671

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água da chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (2,28 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 49.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm), 1 mês entre 50 e 100 mm e 6 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.379,380 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2004 a 2008).

A partir dessas informações e de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do Capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 23.940,000 litros, e uma área de captação de 20,418 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

Gráfico 49.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2004 a 2008, na estação pluviométrica código 1348001.



Fonte: elaborado pelos autores.

49.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis na microbacia do córrego Macaco, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independentemente de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independentemente de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade de Povoado Vermelho foi de 11,192 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade de Povoado Vermelho, como a implantação de

tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

50

COMUNIDADE DE QUILOMBO DE POMBAL

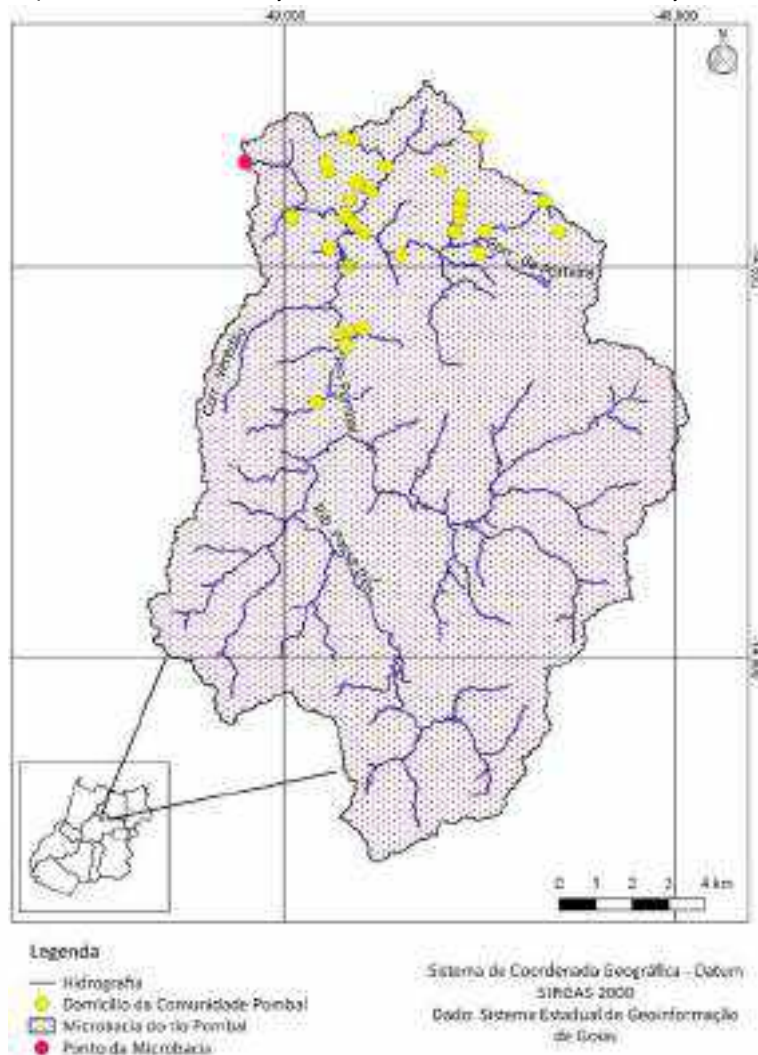


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

50.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade de Quilombo de Pombal, uma comunidade quilombola pertencente ao município de Santa Rita do Novo Destino – GO, a partir da delimitação da microbacia do rio Pombal (GOIÁS, 2014) (Mapa 50.1), na qual os domicílios da comunidade estão inseridos. Essa microbacia está localizada no Centro Goiano, possuindo uma área total de aproximadamente 196,32 km² e está inserida na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos Afluentes Goianos do rio das Almas os Afluentes Goianos do rio Maranhão, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 50.1 – Microbacia do rio Pombal onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade de Quilombo de Pombal, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2020.

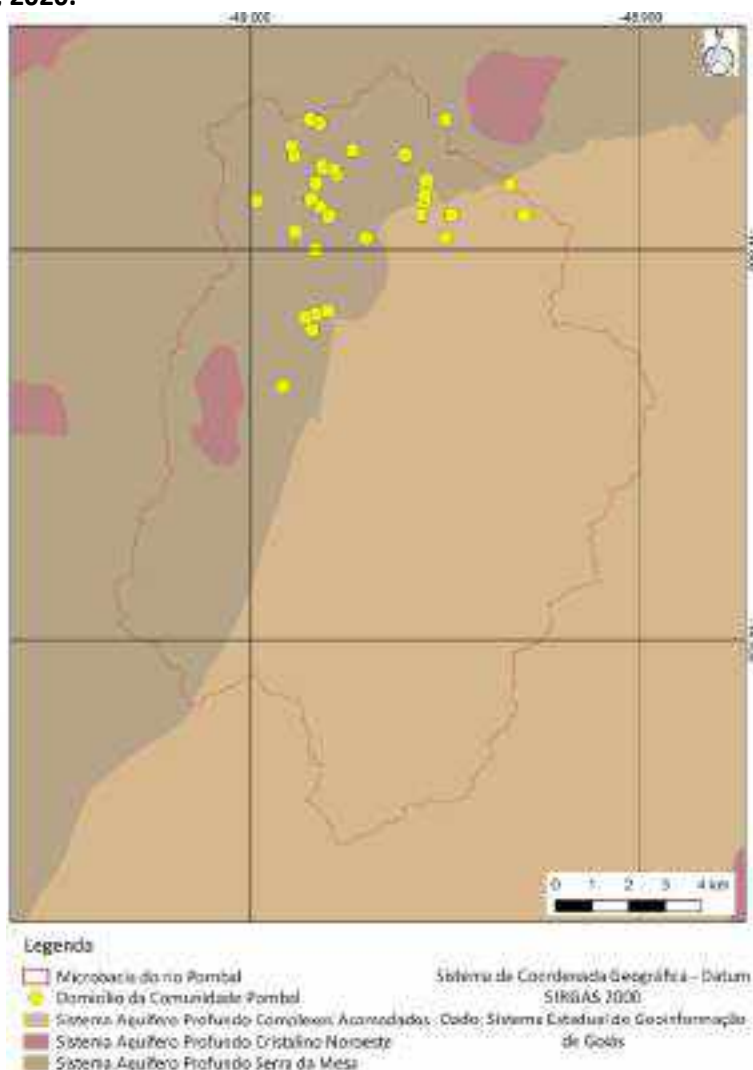


Fonte: elaborado pelos autores.

A microbacia da Comunidade de Quilombo de Pombal tem como principal curso d'água o rio Pombal, que recebe contribuição dos córregos da Porteira, Veredão, Passa-Três, entre outros.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea, pode-se dizer que a microbacia do rio Pombal encontra-se sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a este domínio estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 50.2, observando a presença do Sistema Aquífero Complexo Acamadados, Sistema Aquífero Cristalino Noroeste e Sistema Aquífero Serra da Mesa em 64,72% (127,041 km²), 1,88% (3,7 km²) e 33,40% (65,58 km²) da área da bacia hidrográfica, respectivamente.

Mapa 50.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade de Quilombo de Pombal, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

50.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da microbacia em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, na microbacia do rio Pombal foi encontrada uma outorga de uso da água subterrânea até o mês de janeiro de 2020, conforme pode ser observado na Tabela 50.1.

Tabela 50.1 – Vazão subterrânea outorgada na microbacia do rio Pombal para outros fins, à montante da Comunidade de Quilombo de Pombal, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2020.

Outorga	Taxa de bombeamento (h/dia)	Vazão (m ³ /h)	Disponibilidade Efetiva (m ³ /dia)	Disponibilidade Efetiva (L/s)
Outros	12	18,000	216,000	2,500

Fonte: GOIÁS (2020).

A vazão de 2,500 L/s é outorgada em uma única propriedade rural situada à montante da Comunidade de Quilombo de Pombal, reduzindo a disponibilidade hídrica subterrânea. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando-se em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012) que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Santa Rita do Novo Destino, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 50.2 e 50.3.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, as microbacias do rio Pombal têm uma demanda igual a 23,777 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 22,733 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (38,652 m³/dia), totalizam uma demanda de 61,385 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada, visa atender preferencialmente a população da comunidade.

Tabela 50.2 – Consumo *per capita* na Comunidade de Quilombo de Pombal, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2019.

Nº domicílios	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
67	2,34	156,78	145	0,263

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 50.3 – Demanda de água para pecuária na microbacia do rio Pombal estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Santa Rita do Novo Destino-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	11.838,257813	0,001736	20,5512
Bubalino	3,080206	0,001042	0,0032
Equino	195,079704	0,000694	0,1354
Suíno	698,179992	0,000405	0,2828
Caprino	26,695117	0,000347	0,0093
Ovino	48,256558	0,000347	0,0167
Galináceos	4.928,329359	0,000003	0,0148
Total	17.737,8787	0,0046	21,0134

Fonte: elaborado pelos autores.

50.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial da microbacia do rio Pombal foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do alto Tocantins proposta por Costa (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 50.4, sendo que a vazão regionalizada total foi igual a 315,303 L/s, para a microbacia do Rio Pombal. Assim, a vazão específica superficial é de 1,606 L/s.km², que quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (3,160 L/s.km²) é menor, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região.

Tabela 50.4 – Vazão regionalizada na microbacia do rio Pombal à jusante da Comunidade de Quilombo de Pombal, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)
Rio Pombal	196,32	-14,773325	-49,009873	315,303	1,606

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($Rr: A \times I \times P$), permanentes ($Rp: A \times Ne / If \times b$) e exploráveis ($Re: Rr + Z * Rp$) conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 50.5), identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 722,078 L/s, para as reservas permanentes 6.717,428 L/s, para as reservas exploráveis, de 1.057,949 L/s e a vazão de referência conforme pode ser observado na Tabela 50.6. Apesar da

unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 50.6, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 50.5 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade de Quilombo de Pombal, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Complexos Acamadados	9	1,0	100
Cristalino Noroeste	10	1,5	100
Serra da Mesa	10	1,2	100

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 50.6 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do rio Pombal da Comunidade de Quilombo de Pombal, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2019.

Reserva renovável (L/s)	Reserva renovável (m ³ /ano)	Reserva permanente (L/s)	Reserva permanente (m ³ /ano)	Reserva explotável (L/s)	Reserva explotável (m ³ /ano)	Q _{ref} (L/s)	Q _{esp} subterrânea (L/s.km ²)
722,078	2,28.10 ⁷	6.717,428	2,12.10 ⁸	425,900	3,3.10 ⁷	1.057,949	5,389

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 5,389 L/s.km², conforme Tabela 50.6. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que, para a microbacia analisada, a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 6,995 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 6,995 L/s.

50.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 157,651 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 50.7, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (1.057,949 L/s). Assim, subtraindo nessa microbacia as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 1.191,824 L/s, já a disponibilidade hídrica específica total é igual a 6,071 L/s.km² (Tabela 50.7).

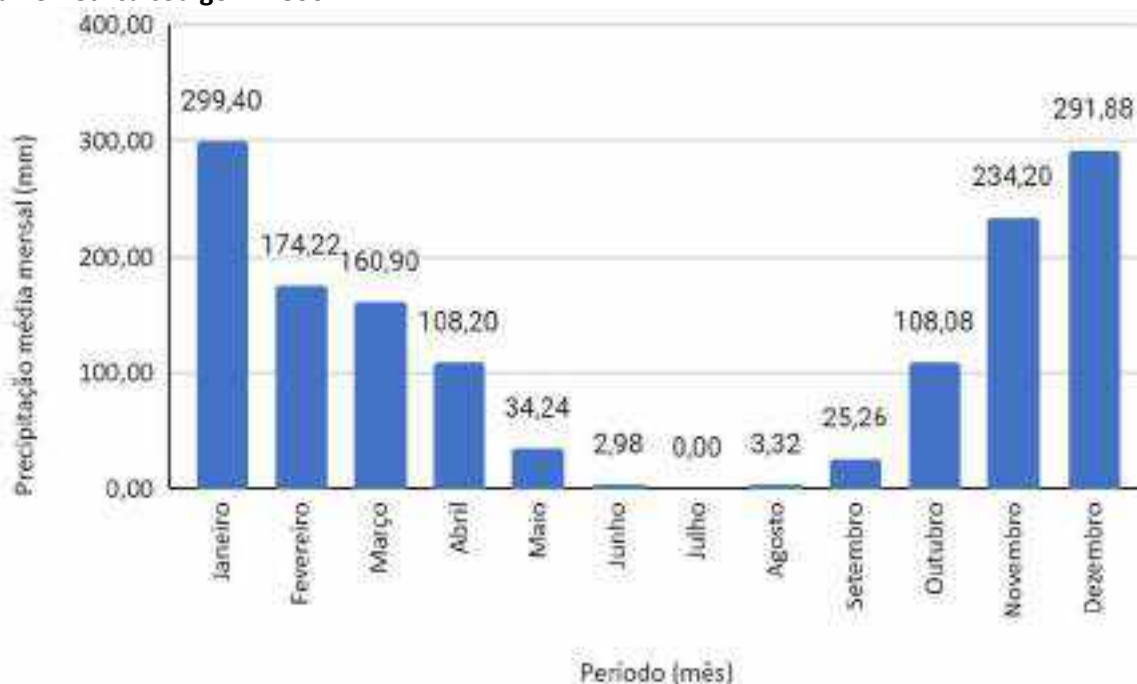
Tabela 50.7 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do rio Pombal da Comunidade de Quilombo de Pombal, Santa Rita do Novo Destino-GO, 2020.

Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} $0,5 \times Q_{ref}$ (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
315,303	157,651	1.057,949	23,777	1.191,82	196,32	6,071

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, realizado o aproveitamento da água da chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (3,65 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 50.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm), e 7 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.442,68 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2008 a 2012).

Gráfico 50.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2008 a 2012, na estação pluviométrica código 1448007.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dessas informações e de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 24.570,000 litros, e uma área de captação mínima de 20,036 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem que ocorre

de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

50.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar o valor da vazão disponível na microbacia do rio Pombal, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade de Quilombo de Pombal foi de 61,385 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade de Quilombo de Pombal, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

51

COMUNIDADE RAFAEL MACHADO

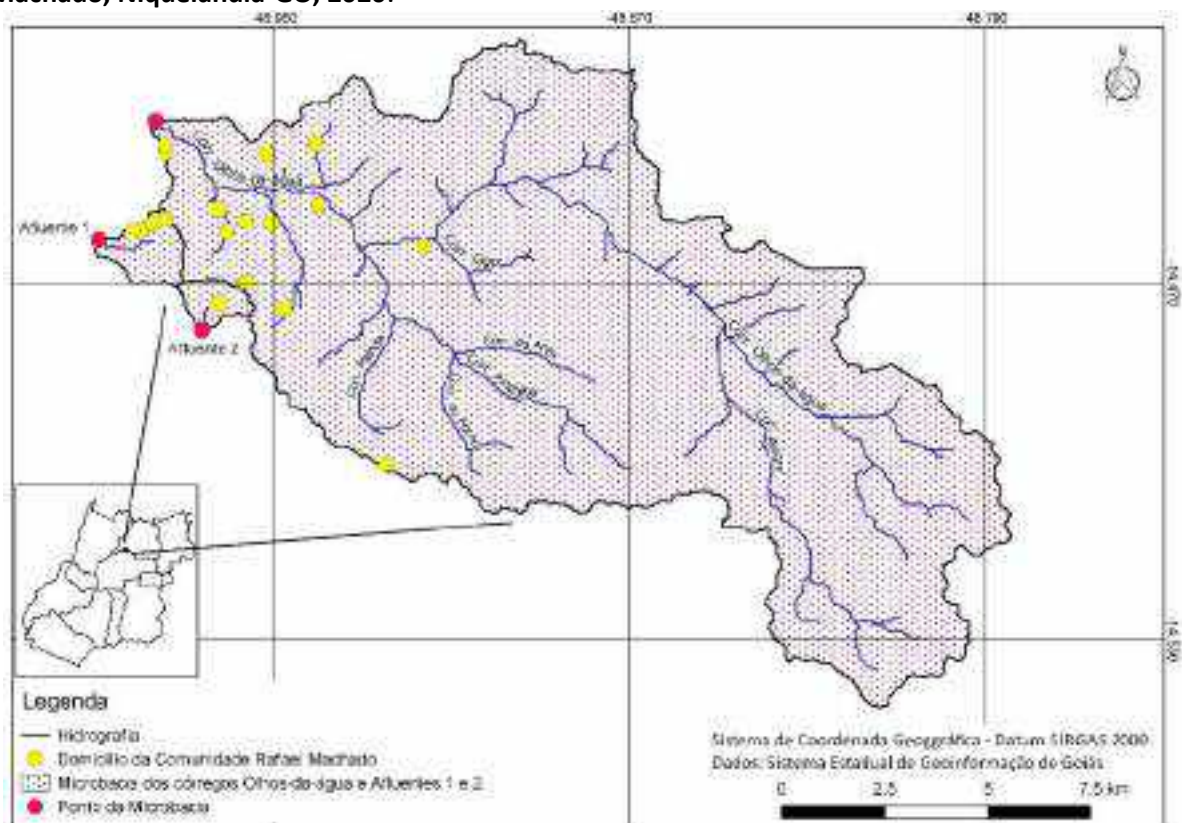


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

51.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade Rafael Machado, uma comunidade quilombola pertencente ao município de Niquelândia – GO, a partir da delimitação das microbacias do córrego Olhos-da-água, afluente do rio Maranhão 1 e afluente do rio Maranhão 2 (GOIÁS, 2014) (Mapa 51.1), nas quais os domicílios da comunidade estão inseridos. Essas microbacias estão localizadas no Norte Goiano, possuindo uma área total de aproximadamente 165,788 km² e estão inseridas na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos Afluentes Goianos do Médio Tocantins, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 51.1 – Microbacias do córrego Olhos-da-água, afluente do rio Maranhão 1 e afluente do rio Maranhão 2, onde estão inseridos os domicílios e os pontos de referência da Comunidade Rafael Machado, Niquelândia-GO, 2020.

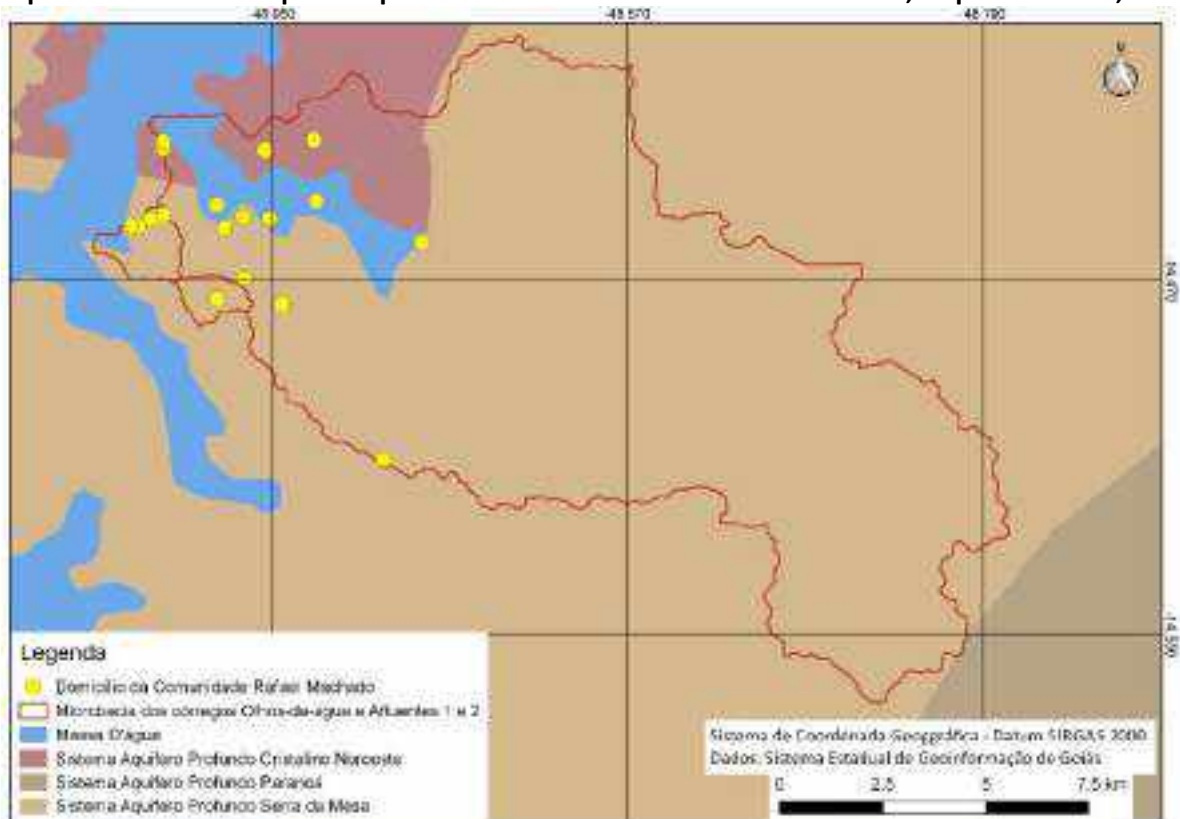


Fonte: elaborado pelos autores.

As microbacias da Comunidade Rafael Machado estão em três localidades diferentes e possui como principal curso d'água o córrego Olhos-da-água, que recebe contribuição de outros córregos e afluentes intermitentes.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea pode-se dizer que as microbacias do córrego Olhos-da-água, afluente do rio Maranhão 1 e afluente do rio Maranhão 2 encontram-se sobre duas formações geológicas, uma de domínio fissuro-cárstico e outra de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esses domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 51.2, observando a presença do Sistema Aquífero Serra da Mesa, Cristalino Noroeste e Paranoá em quase toda a microbacia 95% (157,61 km²), sendo que, desse total, representam 92,91% (146,44 km²), 7,07% (11,14 km²) e 0,001% (0,02 km²) das áreas das bacias hidrográficas, respectivamente, desconsiderando nesse cálculo a massa de água encontrada.

Mapa 51.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Rafael Machado, Niquelândia-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

51.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da microbacia em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, nas microbacias do córrego Olhos-da-água, afluente do rio Maranhão 1 e afluente do rio Maranhão 2, não foram encontradas outorgas de uso da água superficial até o mês de janeiro de 2020, mas foi encontrada uma outorga de água subterrânea, conforme pode ser observado na Tabela 51.1.

Tabela 51.1 – Vazões outorgadas nas microbacias do córrego Olhos-da-água, afluente do rio Maranhão 1 e afluente do rio Maranhão 2, para outros fins na Comunidade Rafael Machado, Niquelândia-GO, 2020.

Outorga	Taxa de bombeamento (h)	Vazão (m ³ /h)	Disponibilidade Efetiva (m ³ /h)	Disponibilidade Efetiva (L/s)
Outros	12	3,490	41,880	0,485

Fonte: GOIÁS (2020).

A vazão total de 0,485 L/s é outorgada a partir de um único poço profundo cuja localização ocorre próxima às casas da Comunidade Rafael machado, reduzindo a disponibilidade hídrica subterrânea. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando-se em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012), que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Niquelândia, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 51.2 e 51.3.

Tabela 51.2 – Consumo *per capita* na Comunidade Rafael Machado, Niquelândia-GO, 2019.

Nº domicílios	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
18	3,15	56,7	145	0,095

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Considerando o levantamento das outorgas de água, a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, as microbacias do córrego Olhos-da-água, afluente do rio Maranhão 1 e afluente do rio Maranhão 2 têm uma demanda igual a 8,125 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 8,222 m³/dia, juntamente com a demanda de

água para a pecuária (excluindo a bovina) (12,694 m³/dia), totalizam uma demanda de 20,915 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, tendo em vista que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

Tabela 51.3 – Demanda de água para pecuária nas microbacias do córrego Olhos-da-água, afluente do rio Maranhão 1 e afluente do rio Maranhão 2, estimados com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Niquelândia-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	4.260,975	0,001736	7,3971
Bubalino	3,032	0,001042	0,0032
Equino	101,051	0,000694	0,0702
Suíno	148,208	0,000405	0,0600
Caprino	7,579	0,000347	0,0026
Ovino	20,210	0,000347	0,0070
Galináceos	1.347,344	0,000003	0,0039
Total	5.888,399	0,0046	7,5441

Fonte: elaborado pelos autores.

51.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial das microbacias do córrego Olhos-da-água, afluente do rio Maranhão 1 e afluente do rio Maranhão 2 foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do rio Paranã proposta por Costa (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 51.4, sendo que a vazão regionalizada total foi igual a 248,312 L/s, para as microbacias e do córrego Olhos-da-água, afluente do rio Maranhão 1 e afluente do rio Maranhão 2. Assim, a vazão específica superficial é de 1,497 L/s.km², a que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (2,380 L/s.km²), (falta complemento: maior ou menos), afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região.

Tabela 51.4 – Vazões regionalizadas nas microbacias do córrego Olhos-da-água, afluente do rio Maranhão 1 e afluente do rio Maranhão 2 à jusante da Comunidade Rafael Machado, Niquelândia, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)
Córrego Olhos-da-água	161,778	-14,433505	-48,976653	246,455	1,523
Afluente do rio Maranhão 1	2,5	-14,460183	-48,989487	1,220	0,488
Afluente do rio Maranhão 2	1,5	-14,480587	-48,966210	0,637	0,424
Total	165,788	-	-	248,312	1,497

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($Rr: A \times I \times P$), permanentes ($Rp: A \times Ne / Ifi \times b$) e exploráveis ($Re: Rr + Z * Rp$) conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 51.5), identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 544,003 L/s, para as reservas permanentes 6.157,214 L/s, para as reservas exploráveis, de 821,864 L/s e a vazão de referência conforme pode ser observado na Tabela 51.6. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m^3 /ano, também apresentada na Tabela 51.6, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 51.5 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Rafael Machado, Niquelândia-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Serra da Mesa	9	1,2	100
Cristalino Noroeste	10	1,5	110
Paranoá	10	2,5	100

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 51.6 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do córrego Olhos-da-água, afluente do rio Maranhão 1 e afluente do rio Maranhão 2 da Comunidade Rafael Machado, Niquelândia-GO, 2019.

Reserva renovável (L/s)	Reserva renovável (m^3 /ano)	Reserva permanente (L/s)	Reserva permanente (m^3 /ano)	Reserva explorável (L/s)	Reserva explorável (m^3 /ano)	Q_{ref} (L/s)	Q_{esp} subterrânea (L/s.km ²)
544,003	$1,720.10^7$	6.157,214	$1,940.10^8$	851,85	$2,690.10^7$	851,864	5,405

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da microbacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 5,405 L/s.km², conforme Tabela 51.6. Ao associar os resultados da vazão de referência verifica-se que, para as microbacias analisadas, a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 6,902 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 6,902 L/s.

51.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1),, sendo igual a 124,156 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 51.7, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (851,864 L/s). Assim, subtraindo nessa microbacia as

demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 967,895 L/s. Já a disponibilidade hídrica específica total é igual a 5,839 L/s.km² (Tabela 51.7).

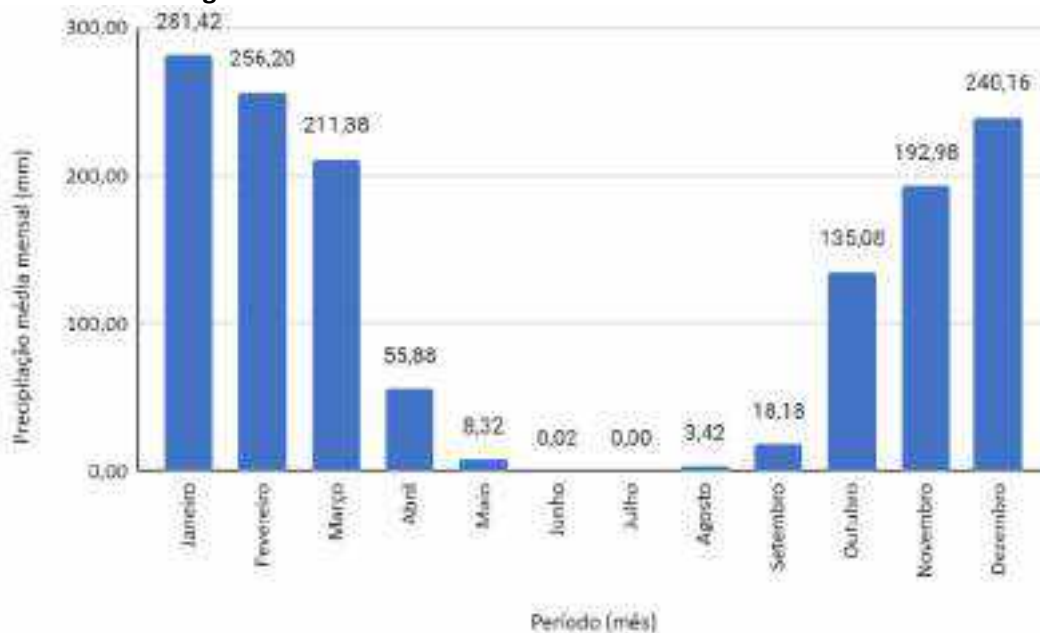
Tabela 51.7 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do córrego Olhos-da-água, afluente do rio Maranhão 1 e afluente do rio Maranhão 2 da Comunidade Rafael Machado, Niquelândia-GO, 2020.

Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} $0,5 \times Q_{ref}$ (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
248,312	124,156	851,864	8,125	967,895	165,79	5,839

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, realizado o aproveitamento da água da chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (3,15 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 51.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm), 1 mês entre 50 e 100 mm e 6 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.403,04 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2003 a 2007).

Gráfico 51.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2003 a 2007, na estação pluviométrica código 1449001.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dessas informações e de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 33.075,000 litros, e uma área de captação mínima de 27,734 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

51.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis nas microbacias do córrego Olhos-da-água, afluente do rio Maranhão 1 e afluente do rio Maranhão 2, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade Rafael Machado foi de 20,915 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade Rafael Machado, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

52

COMUNIDADE REGISTRO DO ARAGUAIA

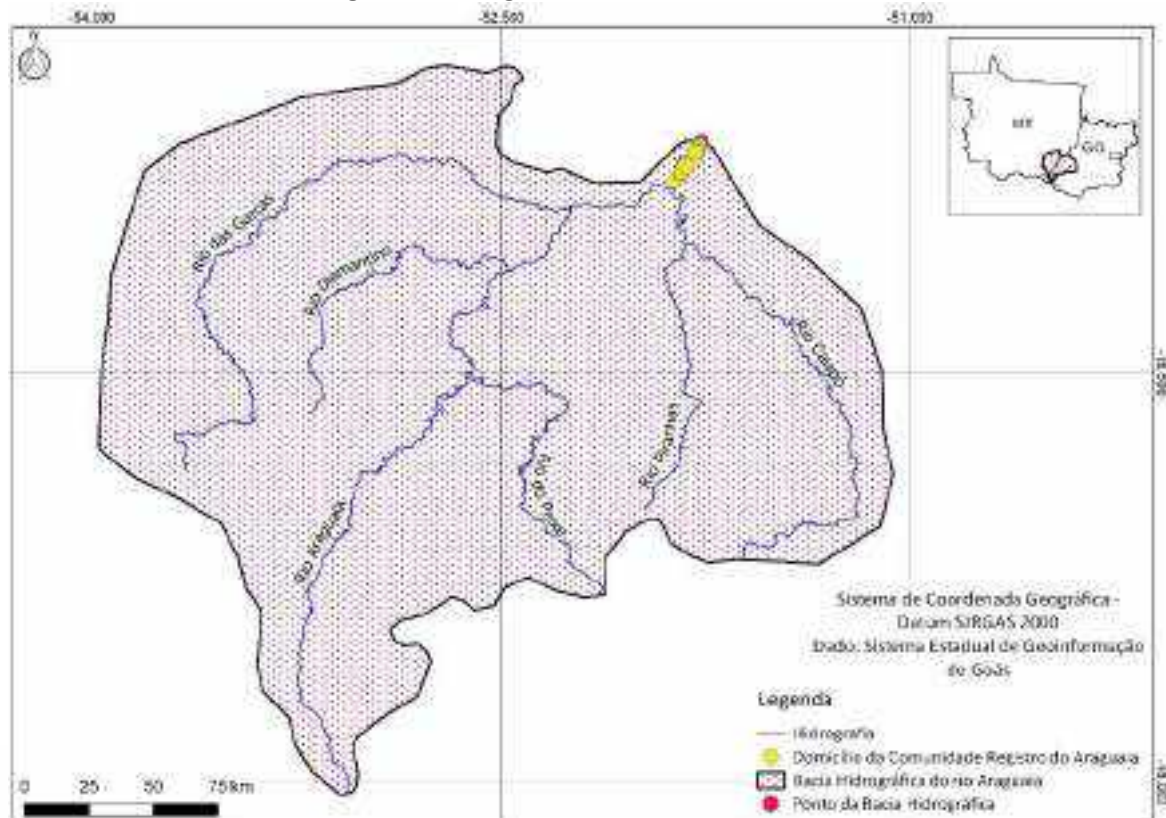


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

52.1 Delimitação e caracterização da bacia hidrográfica

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade Registro do Araguaia, uma comunidade ribeirinha pertencente ao município de Montes Claros de Goiás – GO, a partir da delimitação da bacia hidrográfica do rio Araguaia (GOIÁS, 2014) (Mapa 52.1), na qual os domicílios da comunidade estão inseridos. A bacia hidrográfica tem sua foz no município de Montes Claros de Goiás – GO e está localizada na parte Oeste do Estado, possuindo uma área de aproximadamente 53.544,703 km². A bacia hidrográfica está inserida na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos dos Afluentes Goianos do Alto Araguaia, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 52.1 – Bacia hidrográfica do rio Araguaia onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Registro do Araguaia, Montes Claros de Goiás-GO, 2020.

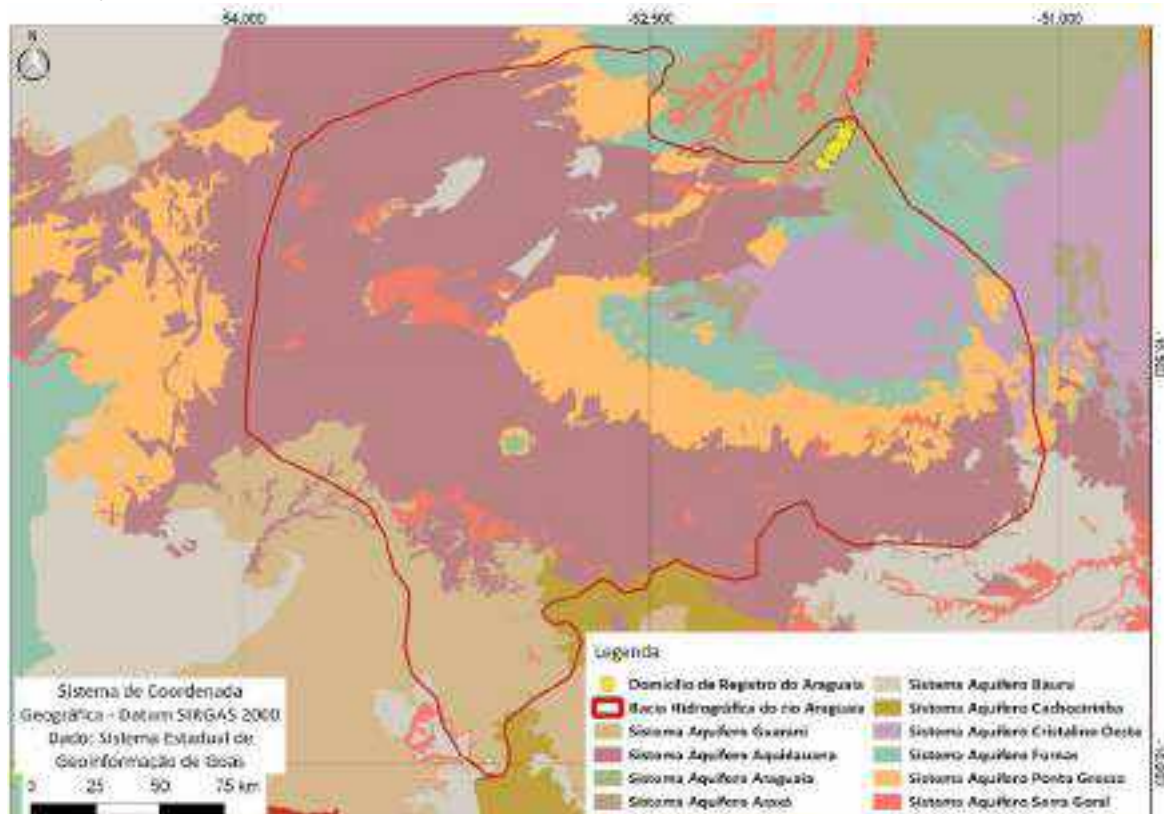


Fonte: elaborado pelos autores.

A Comunidade Registro do Araguaia está situada às margens do rio Araguaia, que possui uma bacia hidrográfica extensa, recebe contribuição de inúmeros córregos e abrange parte do território do estado do Mato Grosso.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea, pode-se dizer que na bacia hidrográfica do rio Araguaia encontra-se sobre três formações geológicas, sendo uma de domínio fraturado, uma de domínio intergranular e outra de dupla-porosidade (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esses domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e a bacia hidrográfica em estudo. Como parte da bacia hidrográfica se encontra no Mato Grosso e não foram identificados trabalhos semelhantes ao de Almeida *et al.* (2006) no estado, para a sobreposição dos sistemas aquíferos foi utilizado o *shape* do Mapa Hidrogeológico do Brasil ao Milésimo, disponibilizada pelo Serviço hidrogeológico do Brasil – CPRM (BRASIL, 2007) e feitas as reagrupações dos aquíferos de acordo com a formação hidrogeológica, a fim de estabelecer relação e aplicação dos dados utilizados para as estimativas da disponibilidade subterrânea. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 52.2, observando a presença de 10 Sistemas Aquíferos Profundos, descritos na Tabela 52.1, juntamente com suas respectivas áreas.

Mapa 52.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Registro do Araguaia, Montes Claros de Goiás-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

Tabela 52.1 – Sistemas aquíferos profundos e suas áreas, pertencentes à Comunidade Registro do Araguaia, Montes Claros de Goiás-GO, 2020.

Sistema Aquífero Profundo	Área (km²)	Área (%)
Sistema Aquífero Guarani	2285,55	4,272
Sistema Aquífero Aquidauana	26697,7	49,905
Sistema Aquífero Araguaia	1190,864	2,226
Sistema Aquífero Araxá	353,577	0,661
Sistema Aquífero Bauru	1031,451	1,928
Sistema Aquífero Cachoeirinha	408,455	0,764
Sistema Aquífero Cristalino Oeste	4984,9	9,318
Sistema Aquífero Furnas	3504,178	6,550
Sistema Aquífero Ponta Grossa	7391,27	13,816
Sistema Aquífero Serra Geral	1797,097	3,359
Depósito Aluvionar/ Serra Geral	201,128	0,376
Embasamento Fraturado/ Araguaia	102,937	0,192
Formação Botucatu/ Guarani	2006,12	3,750
Palermo/Aquidauana	636,535	1,190
Passa Dois/Aquidauana	905,012	1,692

Fonte: elaborado pelos autores.

52.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da bacia hidrográfica em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, na bacia hidrográfica do rio Araguaia foram encontradas tanto outorgas de uso da água superficial, como outorgas de uso da água subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Devido a extensão territorial da bacia hidrográfica em estudo (ela possui 73 outorgas de uso de água superficial e 153 de uso de água subterrânea) optou-se por descrever as outorgas por tipo de uso e sua vazão total, conforme pode ser observado nas Tabelas 52.2 e 52.3.

Tabela 52.2 – Vazões superficiais outorgadas na bacia hidrográfica em estudo separadas por tipo de uso, à montante da Comunidade Registro do Araguaia, Montes Claros de Goiás, GO, 2020.

Outorga	Quantidade de outorga por uso	Vazão (L/s)
Abastecimento Público	5	231,945
Aquicultura em Tanque Escavado	1	3,611
Irrigação	51	5226,109
Outras	16	1473,61
Total	73	6.935,275

Fonte: GOIÁS (2020).

Tabela 52.3 – Vazões subterrâneas outorgadas na bacia hidrográfica em estudo para outros fins, à montante da Comunidade Registro do Araguaia, Montes Claros de Goiás, GO, 2020.

Outorga	Quantidade de outorga por uso	Disponibilidade Efetiva (L/s)
Abastecimento Público	13	25,857
Consumo Humano	7	9,585
Criação animal	2	1,667
Indústria	1	3,793
Outras	130	18.286,198
Total	153	18.327,101

Fonte: BRASIL (2020); GOIÁS (2020).

A vazão total de 25.262,376 L/s é outorgada em diversos locais situados à montante da Comunidade Registro do Araguaia, reduzindo a disponibilidade hídrica à jusante dessas captações. Destaca-se que não foi possível obter as outorgas superficiais dos municípios do Mato Grosso, desta forma as outorgas descritas situam-se somente no território goiano. No entanto, foi possível obter informações das outorgas subterrâneas a partir do levantamento realizado pelo banco de dados do SIAGAS que é um sistema de informações de águas subterrâneas desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil-CPRM (BRASIL, 2020). Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando-se em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012) que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², considerando a média dos 31 municípios que a bacia hidrográfica abrange em Goiás e no Mato Grosso, além do município de Montes Claros de Goiás, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 52.4 e 52.5.

Tabela 52.4 – Consumo *per capita* na Comunidade Registro do Araguaia, Montes Claros de Goiás-GO, 2019.

Nº domicílios	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
68	2,65	180,2	145	0,302

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 52.5 – Demanda de água para pecuária na bacia hidrográfica, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Montes Claros de Goiás-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	3.729.743,982	0,001736	6.474,8356
Bubalino	2.830,031	0,001042	2,9489
Equino	45.323,891	0,000694	31,4548
Suíno	134.258,242	0,000405	54,3746
Caprino	3.787,044	0,000347	1,3141
Ovino	34.126,271	0,000347	11,8418
Galináceos	2.962.682,990	0,000003	8,8880
Total	6.912.752,451	0,0046	6.585,6578

Fonte: elaborado pelos autores

Considerando as outorgas de uso de água superficial e subterrânea, a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, a bacia hidrográfica do rio Araguaia tem uma demanda igual a 31.848,336 L/s. Considerando a estimativa de consumo humano (somente da comunidade) e a estimativa de consumo para a pecuária, a bacia hidrográfica do rio Araguaia tem uma demanda igual a 6.585,960 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 26,129 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (9.575,041 m³/dia), totalizam uma demanda de 9.601,170 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada, visa atender preferencialmente a população da comunidade.

52.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial da bacia hidrográfica do rio Araguaia foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do alto Araguaia proposta por Costa (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 52.6, sendo que a vazão regionalizada total foi igual a 333.847,448 L/s, para a bacia hidrográfica do rio Araguaia. Assim, a vazão específica superficial é de 6,235 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (3,690 L/s.km²), é maior, afirmando que a metodologia traz uma menor segurança hídrica para a região. Assim, para uma estimativa da vazão de referência superficial mais segura, optou-se por utilizar como base a vazão específica do PERH. Dessa forma, a vazão de referência total (Q_{ref}) estimada foi igual a 197.579,956 L/s.

Tabela 52.6 – Vazão regionalizada na bacia hidrográfica do rio Araguaia à jusante da Comunidade Registro do Araguaia, Montes Claros de Goiás-GO, 2020.

Bacia hidrográfica	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)	Q _{ref} PERH (L/s)
Rio Araguaia	53.544,70	-15,655013	-51,766956	333.847,448	6,235	197.579,956

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea dos principais aquíferos, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($Rr: A \times I \times P$), permanentes ($Rp: A \times Ne / If \times b$) e explotáveis ($Re: Rr + Z * Rp$) conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e

considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 52.7), identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 232.708,305 L/s, para as reservas permanentes 19.447.493,389 L/s, para as reservas exploráveis, de 1.380.278,713 L/s e a vazão de referência conforme pode ser observado na Tabela 52.8. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 52.8, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 52.7 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Registro do Araguaia, Montes Claros de Goiás-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Guarani	12	15,0	200
Aquidauana	12	6,0	200
Araguaia	12	9,0	30
Araxá	9	1,2	100
Bauru	12	10,0	40
Cachoeirinha	12	8,0	20
Cristalino Oeste	8	1,5	120
Furnas	12	10,0	100
Ponta Grossa	12	6,0	200
Serra Geral	9	1,2	100

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 52.8 – Disponibilidade hídrica subterrânea na bacia hidrográfica do rio Araguaia, Comunidade Registro do Araguaia, Montes Claros de Goiás-GO, 2019.

Reserva renovável		Reserva permanente		Reserva explorável		Q _{ref}	Q _{esp subterrânea}
(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(L/s.km ²)
232.708,305	7,34.10 ⁹	19.447.493,389	6,13.10 ¹¹	1.380.278,713	4,35.10 ¹⁰	1.380.278,713	25,801

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 25,801 L/s.km², conforme Tabela 52.8. Ao associar os resultados da vazão de referência verifica-se que para a bacia hidrográfica analisada a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 29,491 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 29,491 L/s.

52.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr})

foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 98.789,978 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 52.9, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (1.380.278,713L/s). Assim, subtraindo nessa bacia hidrográfica as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 1.447.220,354 L/s. Já a disponibilidade hídrica específica total é igual a 27,028 L/s.km² (Tabela 52.9).

Tabela 52.9 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na bacia hidrográfica do rio Araguaia da Comunidade Registro do Araguaia, Montes Claros de Goiás-GO, 2020.

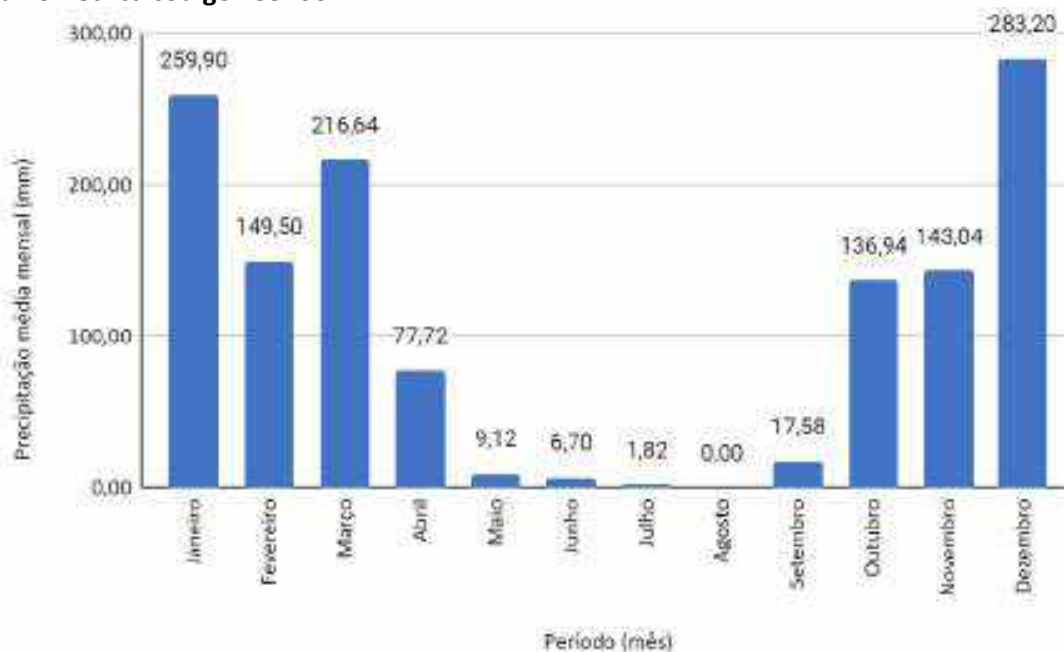
Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} $0,5 \times Q_{ref}$ (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
197.579,956	98.789,978	1.380.278,713	31.848,336	1.447.220,354	53.544,703	27,028

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água da chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (2,65 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 52.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm), 1 mês entre 50 e 100 mm e 6 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.302,16 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2010 a 2014).

A partir dessas informações e de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 27.825,000 litros, e uma área de captação de 25,139 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

Gráfico 52.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2010 a 2014, na estação pluviométrica código 1551002.



Fonte: elaborado pelos autores.

52.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis na bacia hidrográfica do rio Araguaia, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade Registro do Araguaia foi de 9.601,170 m³/dia, sendo superior ao limite estabelecido pela legislação. Porém, ao observar somente o consumo para a comunidade não há necessidade de realizar um plano de outorga.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade

de vida das pessoas residentes na Comunidade Registro do Araguaia, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

53

ASSENTAMENTO ROCHEDO

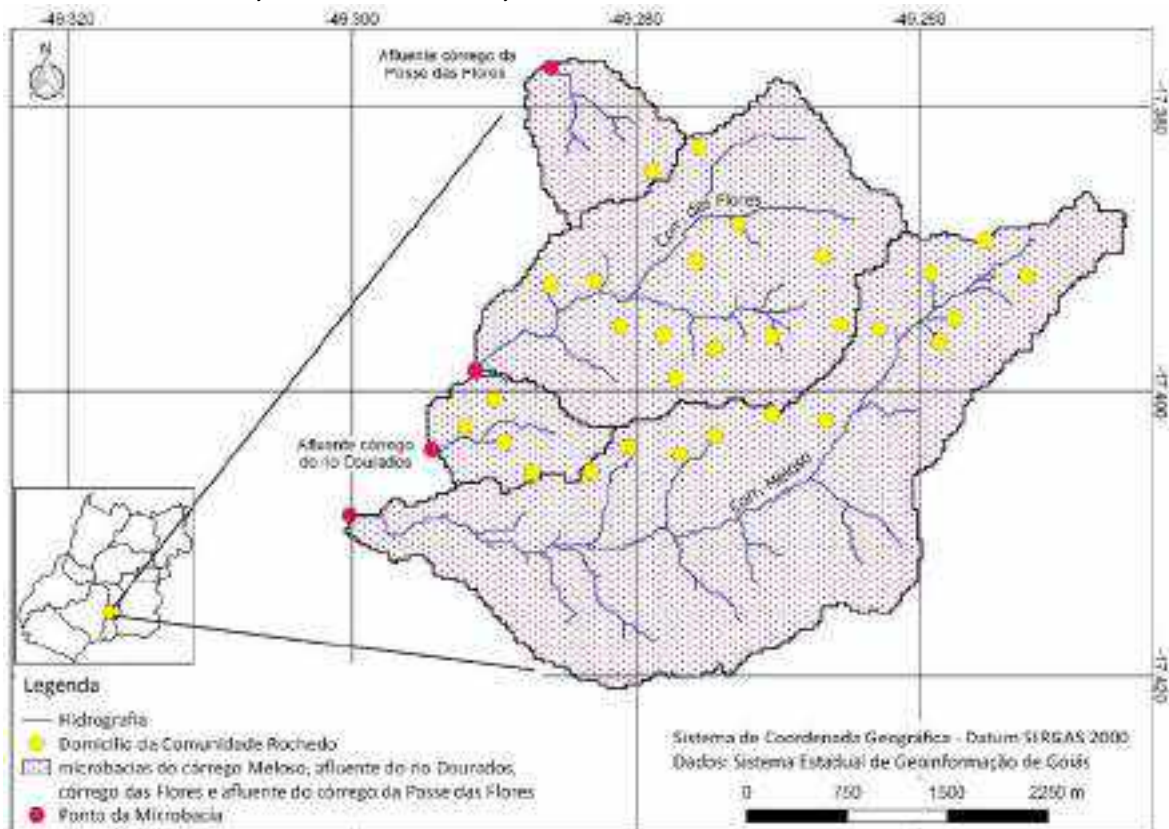


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

53.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade Rochedo, um assentamento pertencente ao município de Nova Roma – GO, a partir da delimitação das microbacias do córrego Meloso, afluente do rio Dourados, córrego das Flores e afluente do córrego da Posse das Flores (GOIÁS, 2014) (Mapa 53.1), nas quais os domicílios da comunidade estão inseridos. Essas microbacias, pertencem ao município de Professor Jamil– GO e estão localizadas no sul goiano, possuindo uma área total de aproximadamente 15,24 km² e estão inseridas na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos do rio Meia Ponte, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 53.1 – Microbacias do córrego Meloso, afluente do rio Dourados, córrego das Flores e afluente do córrego da Posse das Flores, onde estão inseridos os domicílios e os pontos de referência da Comunidade Rochedo, Professor Jamil-GO, 2020.



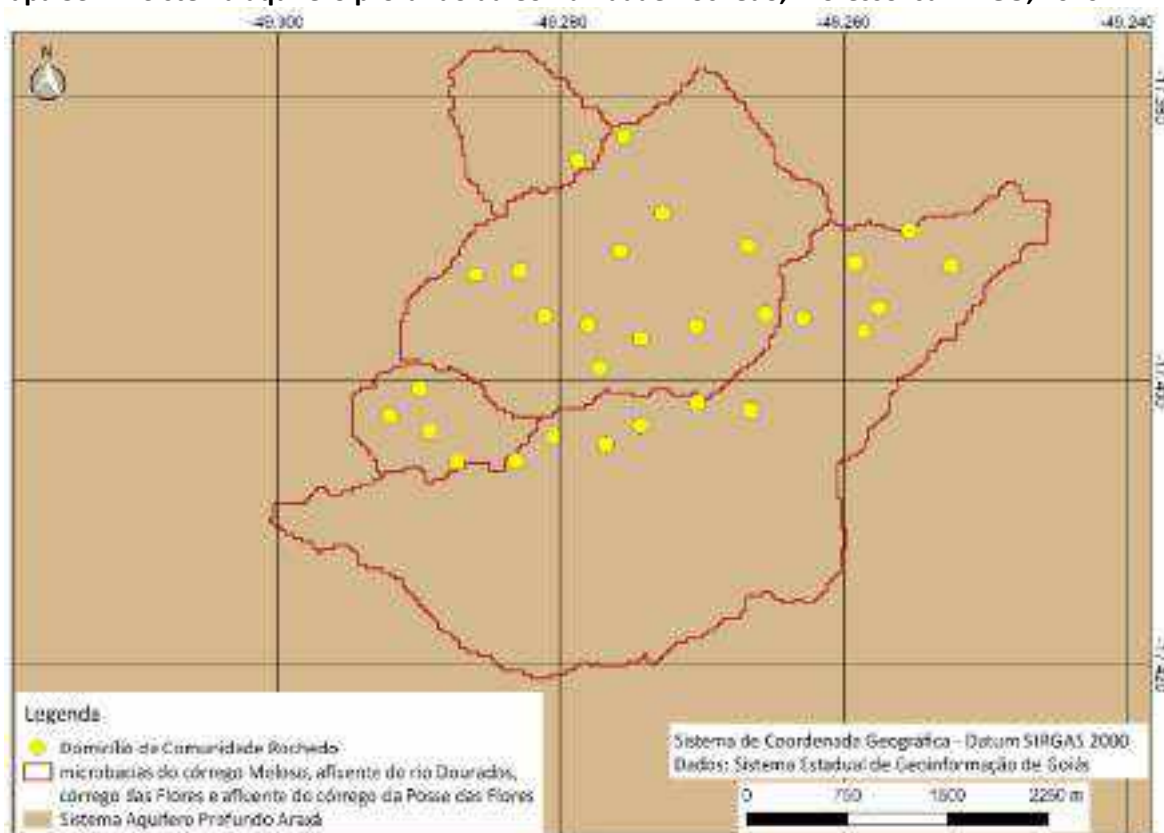
Fonte: elaborado pelos autores.

As microbacias da Comunidade Rochedo estão em quatro localidades diferentes e possui como principal curso d'água o rio Dourados e córrego da Posse-das-Flores.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea pode-se dizer que as microbacias do córrego Meloso, afluente do rio Dourados, córrego das Flores e afluente do córrego da Posse

das Flores encontram-se sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esses domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 53.2, observando a presença do Sistema Aquífero Araxáem 100% (18,06 km²) das áreas das bacias hidrográficas.

Mapa 53.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade Rochedo, Professor Jamil-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

53.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da microbacia em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, nas microbacias do córrego Meloso, afluente do rio Dourados, córrego das Flores e afluente do córrego da Posse das Flores não foram encontradas outorgas de uso da água superficial e subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando-

se em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012) que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Professor Jamil, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 53.1 e 53.2.

Tabela 53.1 – Consumo *per capita* na Comunidade Rochedo, Professor Jamil-GO, 2019.

Nº domicílios ⁽¹⁾	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
29	2,85	85,5	145	0,139

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 53.2 – Demanda de água para pecuária nas microbacias do córrego Meloso, afluente do rio Dourados, córrego das Flores e afluente do córrego da Posse das Flores, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Professor Jamil-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	1.800,070	0,001736	3,1251
Bubalino	8,248	0,001042	0,0086
Equino	35,098	0,000694	0,0244
Suíno	65,808	0,000405	0,0267
Caprino	4,826	0,000347	0,0017
Ovino	9,213	0,000347	0,0032
Galináceos	592,273	0,000003	0,0017
Total	2.515,535	0,0046	3,1910

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, as microbacias do córrego Meloso, afluente do rio Dourados, córrego das Flores e afluente do córrego da Posse das Flores tem uma demanda igual a 3,330 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 11,984 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (5,693 m³/dia), totalizam uma demanda de 17,705 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, tendo em vista que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

53.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial das microbacias do córrego Meloso, afluente do rio Dourados, córrego das Flores e afluente do córrego da Posse das Flores foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do rio Meia Ponte proposta por Honório (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 53.3, sendo que a vazão regionalizada total foi igual a 83,893 L/s, para as microbacias do córrego Meloso, afluente do rio Dourados e córrego das Flores e afluente do córrego da Posse das Flores. Assim, a vazão específica superficial é de 5,727 L/s.km², que quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (4,500 L/s.km²) é maior, afirmando que a metodologia traz uma menor segurança hídrica para a região. Assim, para uma estimativa da vazão de referência superficial mais segura, optou-se por utilizar como base a vazão específica do PERH. Dessa forma, a vazão de referência total (Q_{ref}) estimada foi igual a 68,598 L/s.

Tabela 53.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias do córrego Meloso, afluente do rio Dourados, córrego das Flores e afluente do córrego da Posse das Flores à jusante da Comunidade Rochedo, Professor Jamil-GO, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)	Q _{ref} PERH (L/s)
Córrego Meloso	8,295	-17,408726	-49,300180	44,613	5,378	37,3275
Afl. Rio Dourados	0,854	-17,404112	-49,294363	5,166	6,049	3,843
Córrego das Flores	5,07	-17,398519	-49,291306	27,971	5,517	22,815
Afl. do córrego da Posse das Flores	1,025	-17,377198	-49,286003	6,142	5,992	4,6125
Total	15,244	-	-	83,893	5,727	68,598

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($Rr: A \times I \times P$), permanentes ($Rp: A \times Ne / Ifi \times b$) e exploráveis ($Re: Rr + Z * Rp$), conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 53.4), identificou-se que o volume total das reservas renováveis é 65,257 L/s, para as reservas permanentes 580,061 L/s, para as reservas exploráveis, de 94,260 L/s e a vazão de referência conforme pode ser observado na Tabela 53.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 53.5, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 53.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Rochedo, Professor Jamil-GO, 2019

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Araxá	9	1,2	100

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 53.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias do córrego Meloso, afluente do rio Dourados, córrego das Flores e afluente do córrego da Posse das Flores, da Comunidade Rochedo, Professor Jamil-GO, 2019.

Reserva renovável		Reserva permanente		Reserva explorável		Q_{ref}	Q_{esp} subterrânea
(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(L/s.km ²)
65,257	2,058.10 ⁶	580,061	1,829.10 ⁷	94,260	2,972.10 ⁶	94,260	6,183

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 6,183 L/s.km², conforme Tabela 53.5. Ao associar os resultados da vazão de referência verifica-se que, para a microbacia analisada, a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é 10,683 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 10,683 L/s.

53.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 34,299 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 53.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (94,260 L/s). Assim, subtraindo nessas microbacias as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 125,229 L/s. Já a disponibilidade hídrica específica total é igual a 8,215 L/s.km² (Tabela 53.6).

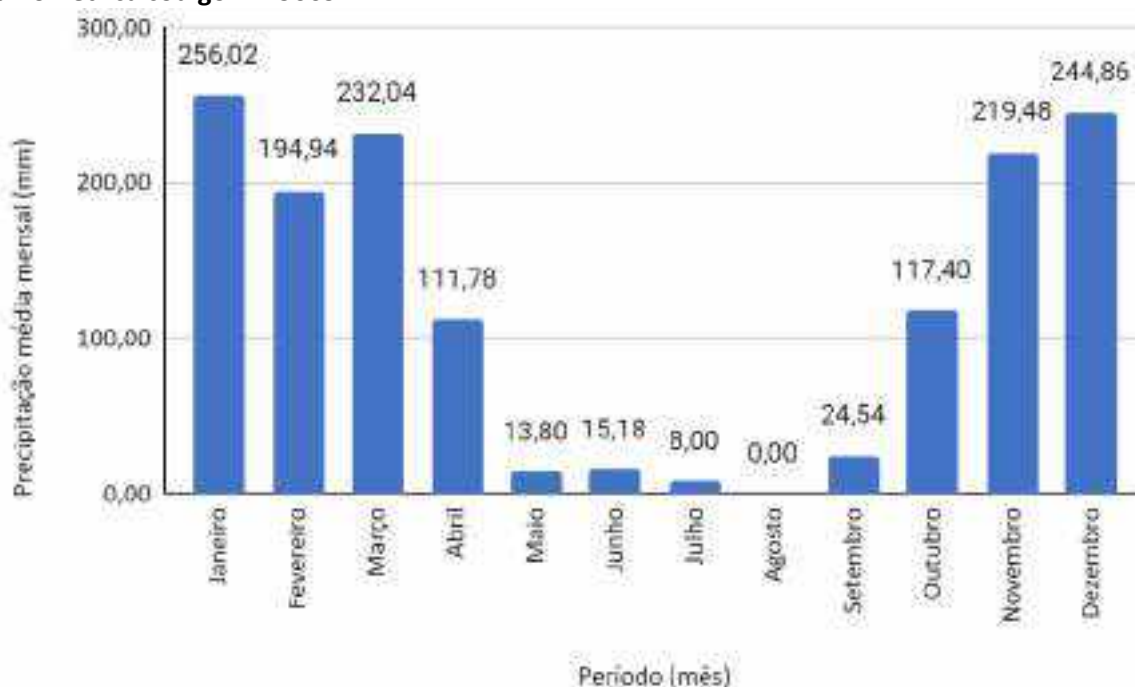
Tabela 53.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do córrego Meloso, afluente do rio Dourados, córrego das Flores e afluente do córrego da Posse das Flores da Comunidade Rochedo, Professor Jamil-GO, 2020.

Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref}	Q_{pr}	DH Q_{ref}	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$	Total	Área	Específica
68,598	34,299	94,260	3,330	125,229	15,244	8,125

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água da chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (2,85 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 53.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm) e 7 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.438,040 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2010 a 2014).

Gráfico 53.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2010 a 2014, na estação pluviométrica código 1749009.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dessas informações e de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do Capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 29.925,000 litros, e uma área de captação mínima de 24,482 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

53.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis nas microbacias do córrego Meloso, afluente do rio Dourados, córrego das Flores e afluente do

córrego da Posse das Flores, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade Rochedo foi de 17,705 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade Rochedo, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

54

ASSENTAMENTO ROSA LUXEMBURGO



Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

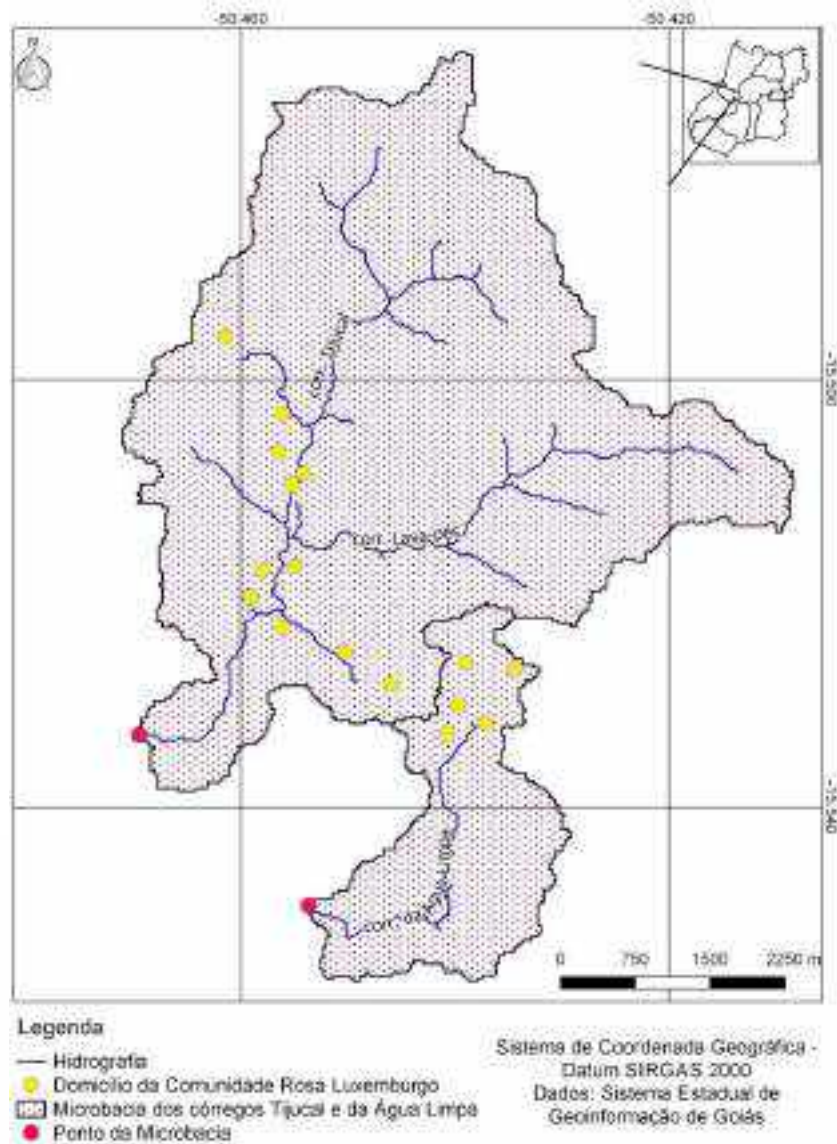


Saneamento e Saúde
Ambiental Rural

54.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade Rosa Luxemburgo, um assentamento pertencente ao município de Faina – GO, a partir da delimitação das microbacias do córrego Tijucal e córrego da Água Limpa (GOIÁS, 2014) (Mapa 54.1), nas quais os domicílios da comunidade estão inseridos. Essas microbacias estão localizadas no noroeste goiano, possuindo uma área total de aproximadamente 30,960 km² e estão inseridas na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos do rio Vermelho, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 54.1 – Microbacias do córrego Tijucal e córrego da Água Limpa onde estão inseridos os domicílios e os exutórios de referência da Comunidade Rosa Luxemburgo, Faina-GO, 2020.

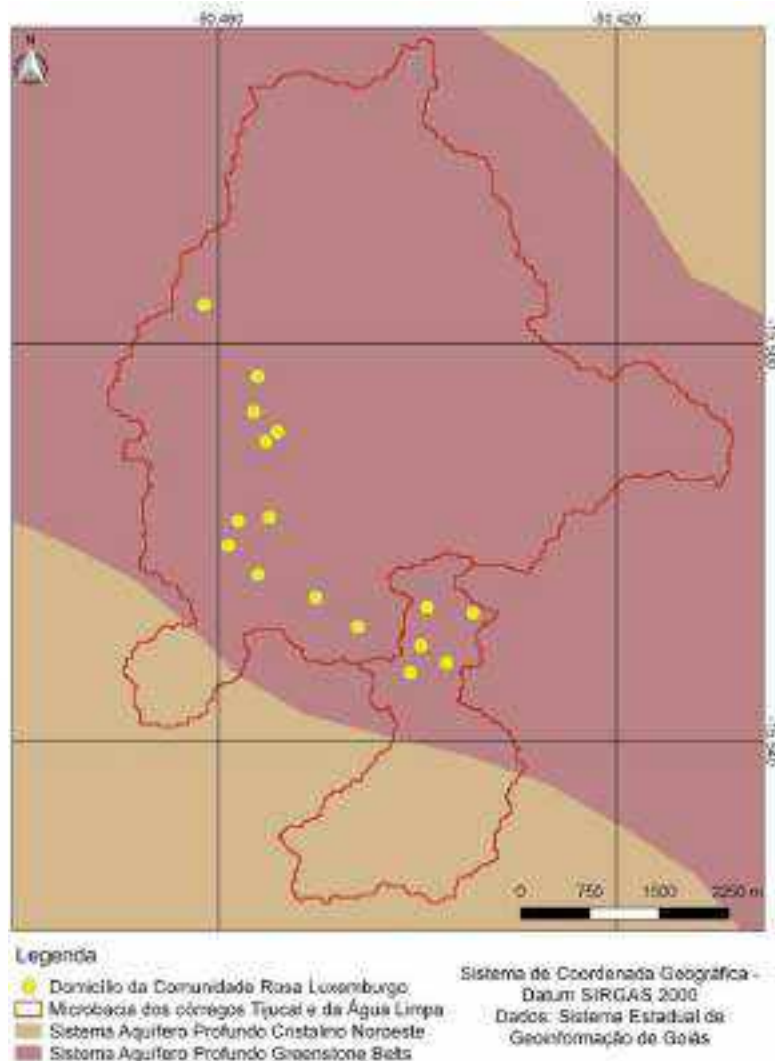


Fonte: elaborado pelos autores.

As microbacias da comunidade Rosa Luxemburgo têm como principal curso d'água o córrego Tijucal, que recebe a contribuição do córrego Lava-pés, entre outros.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea pode-se dizer que as microbacias do córrego Tijucal e córrego da Água Limpa encontram-se sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esses domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 54.2, observando a presença do Sistema Aquífero Cristalino Noroeste e do Sistema Aquífero Greenstone Belts em 3,943 km² (12,736%) e 27,017 (87,264%) da área da bacia hidrográfica, respectivamente.

Mapa 54.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Rosa Luxemburgo, Faina-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

54.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante das microbacias em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, nas microbacias do córrego Tijucal e córrego da Água Limpa não foram encontradas outorgas de uso da água superficial, nem subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando-se em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012) que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Faina, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 54.1 e 54.2.

Tabela 54.1 – Consumo *per capita* na Comunidade Rosa Luxemburgo, Faina-GO, 2019.

Nº domicílios	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
16	3,0	48,0	145	0,081

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 54.2 – Demanda de água para pecuária nas microbacias do córrego Tijucal e córrego da Água Limpa, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Faina-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	2.879,309	0,001736	4,9988
Bubalino	1,703	0,001042	0,0018
Equino	50,920	0,000694	0,0354
Suíno	100,248	0,000405	0,0406
Caprino	1,750	0,000347	0,0006
Ovino	6,365	0,000347	0,0022
Galináceos	556,932	0,000003	0,0016
Total	3.597,226	0,0046	5,0810

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, as microbacias do córrego Tijucal e córrego da Água Limpa têm uma demanda igual a 5,162 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 6,960 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (7,100 m³/dia), totalizam uma

demanda de 14,060 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada, visa atender preferencialmente a população da comunidade.

54.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial das microbacias do córrego Tijucal e córrego da Água Limpa foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do rio Vermelho proposta por Costa (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 54.3, sendo que a vazão regionalizada total foi igual a 55,092 L/s, para as microbacias do córrego Tijucal e córrego da Água Limpa. Assim, a vazão específica superficial é de 1,779 L/s.km², que quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (2,33 L/s.km²) é menor, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região.

Tabela 54.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias do córrego Tijucal e córrego da Água Limpa à jusante da Comunidade Rosa Luxemburgo, Faina-GO, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)
Córrego Tijucal	25,833	-15,533262	-50,469538	46,911	1,816
Córrego da Água Limpa	5,127	-15,549254	-50,453657	8,181	1,596
Total	30,960	-	-	55,092	1,779

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($Rr: A \times I \times P$), permanentes ($Rp: A \times Ne / If \times b$) e exploráveis ($Re: Rr + Z * Rp$) conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1) e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 54.4), identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 97,247 L/s, para as reservas permanentes 97,247 L/s, para as reservas exploráveis, de 97,247 L/s e a vazão de referência conforme pode ser observado na Tabela 54.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 54.5, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 54.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Rosa Luxemburgo, Faina-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Cristalino Noroeste	10	1,5	110
Greenstone Belts	8	1,0	100

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 54.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias dos córregos Tijucal e córrego da Água Limpa da Comunidade Rosa Luxemburgo, Faina-GO, 2019.

Reserva renovável (L/s)	Reserva renovável (m ³ /ano)	Reserva permanente (L/s)	Reserva permanente (m ³ /ano)	Reserva explotável (L/s)	Reserva explotável (m ³ /ano)	Q _{ref} (L/s)	Q _{esp} subterrânea (L/s.km ²)
97,247	3,07.10 ⁶	1.063,006	3,365.10 ⁷	141,831	4,47.10 ⁶	141,831	4,581

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 4,581 L/s.km², conforme Tabela 54.5. Ao associar os resultados da vazão de referência verifica-se que, para as microbacias analisadas, a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 6,360 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 6,360 L/s.

54.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.4.1 do Capítulo 1), sendo igual a 27,546 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 54.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (141,831 L/s). Assim, subtraindo nessas microbacias as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.4.3 do Capítulo 1) e é igual a 164,215 L/s, já a disponibilidade hídrica específica total é igual a 5,304 L/s.km² (Tabela 54.6).

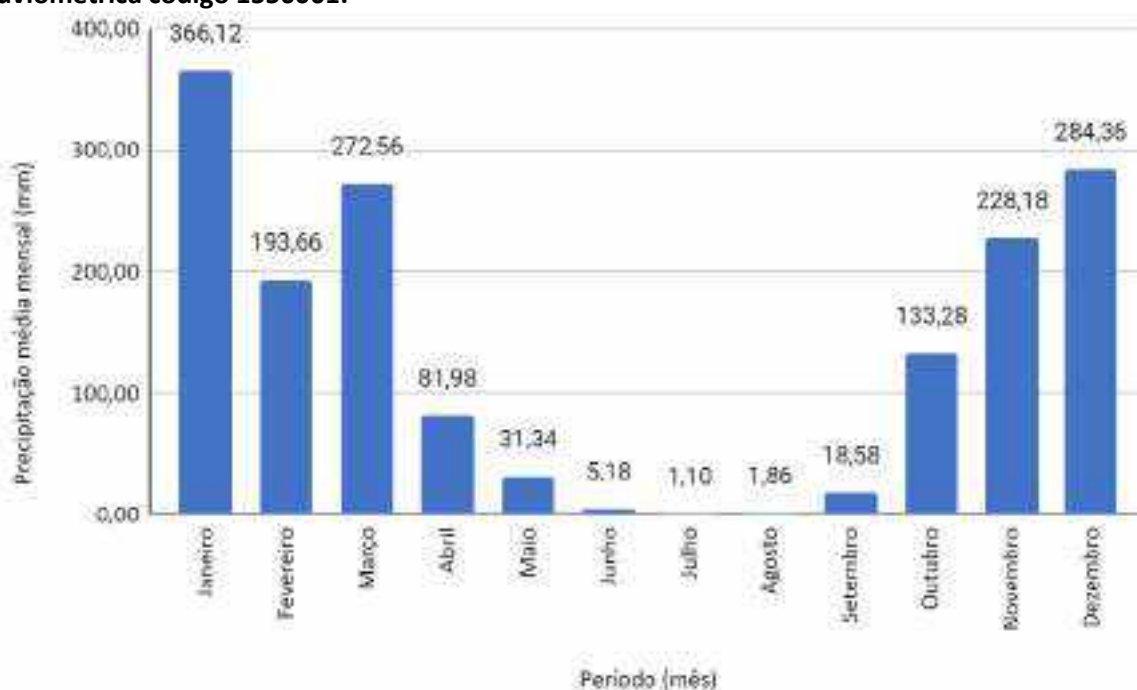
Tabela 54.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do córrego Tijucal e córrego da Água Limpa da Comunidade Rosa Luxemburgo, Faina-GO, 2020.

Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q _{ref} (L/s)	Q _{pr} 0,5 x Q _{ref} (L/s)	DH Q _{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
55,092	27,546	141,831	5,162	164,215	30,960	5,304

Fonte: elaborado pelos autores.

Além desta disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (3,0 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 54.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm), um mês com a precipitação entre 50 e 100 mm e 6 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.618,2 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2011 a 2015).

Gráfico 54.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2011 a 2015, na estação pluviométrica código 1550001.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dessas informações e de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 31.500,000 litros, e uma área de captação mínima de 22,901 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

54.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis nas microbacias dos córregos Tijucal e córrego da Água Limpa, tanto subterrânea quanto

superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade Rosa Luxemburgo foi de 14,060 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade Rosa Luxemburgo, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

55

ASSENTAMENTO SANTA FÉ DA LAGUNA



Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

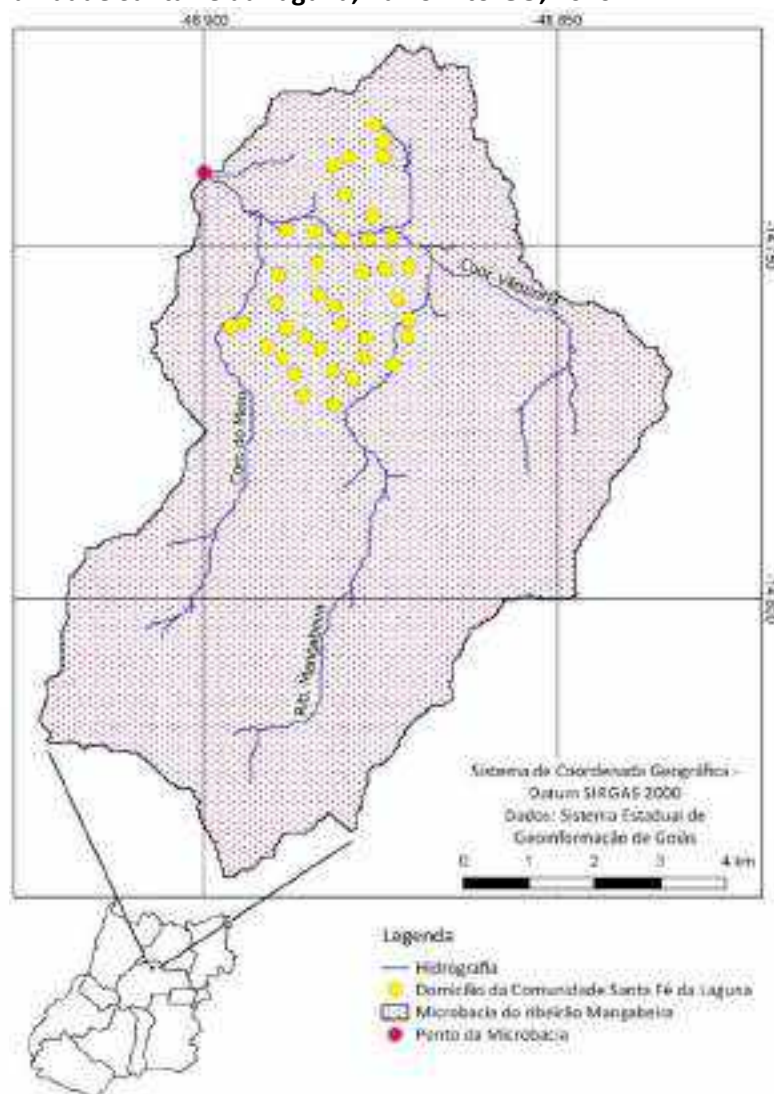


Saneamento e Saúde
Ambiental Rural

55.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade Santa Fé da Laguna, um assentamento pertencente ao município de Barro Alto – GO, a partir da delimitação da microbacia do ribeirão Mangabeira (GOIÁS, 2014) (Mapa 55.1), na qual os domicílios da comunidade estão inseridos. Essa microbacia está localizada no Centro Goiano, possuindo uma área total de aproximadamente 67,023 km² e está inserida na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos do rio das Almas e dos Afluentes Goianos do rio Maranhão, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a). A microbacia da Comunidade Santa Fé da laguna tem como principal curso d'água o ribeirão Mangabeira, que recebe a contribuição dos córregos do Meio, Vãozinho entre outros afluentes intermitentes.

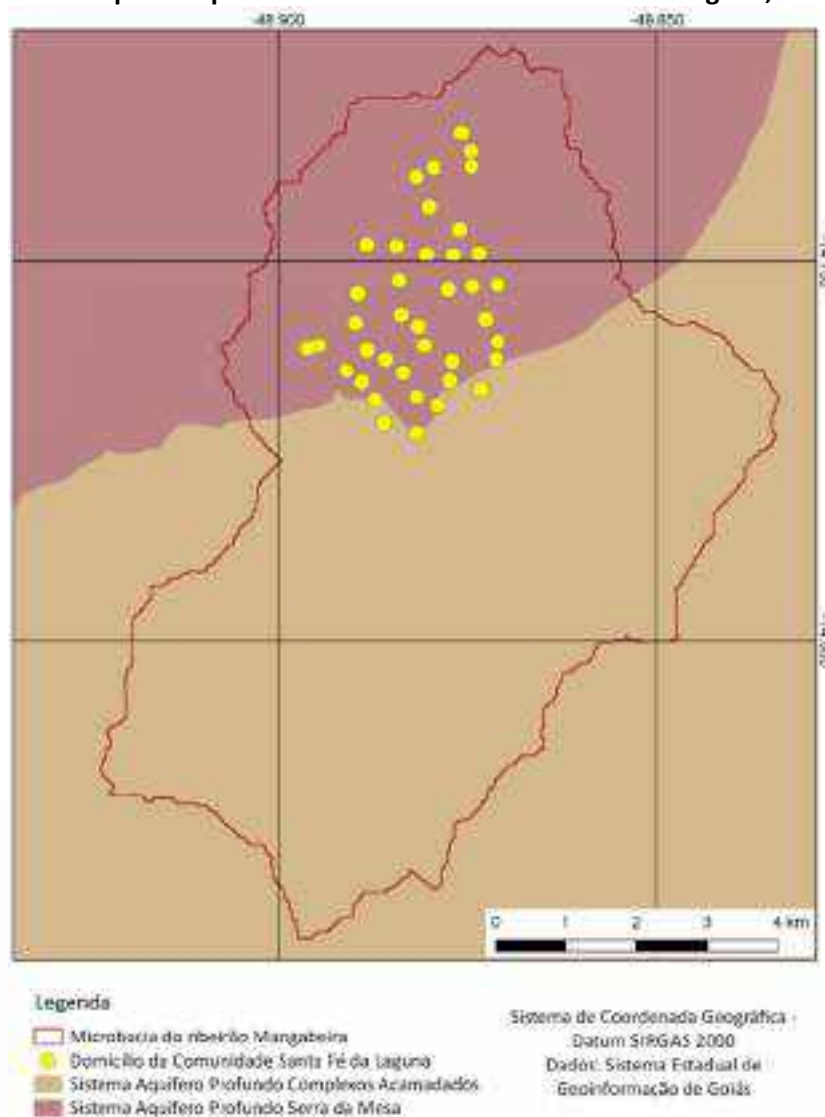
Mapa 55.1 – Microbacia do ribeirão Mangabeira, onde estão inseridos os domicílios e o ponto de referência da Comunidade Santa Fé da Laguna, Barro Alto-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea, pode-se dizer que a microbacia do ribeirão Mangabeira se encontra sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esses domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e a bacia hidrográfica em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 55.2, observando a presença dos Sistemas Aquíferos Complexos Acamadados e Serra da Mesa em 70% (46,75 km²) e 30% (20,27 km²) da área da bacia hidrográfica, respectivamente.

Mapa 55.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Santa Fé da Laguna, Barro Alto-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

55.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da microbacia em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, na microbacia do ribeirão Mangabeira não foram encontradas outorgas de uso da água superficial e subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando-se em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012) que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Barro Alto, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 55.1 e 55.2.

Tabela 55.1 – Consumo *per capita* na Comunidade Santa Fé da Laguna, Barro Alto-GO, 2019.

Nº domicílios	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
39	2,66	103,74	145	0,174

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 55.2 – Demanda de água para pecuária na microbacia do ribeirão Mangabeira, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Barro Alto-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	2.515,539	0,001736	4,3673
Bubalino	0,544	0,001042	0,0006
Equino	54,402	0,000694	0,0378
Suíno	81,603	0,000405	0,0331
Caprino	1,088	0,000347	0,0004
Ovino	11,152	0,000347	0,0039
Galináceos	734,424	0,000003	0,0021
Total	3.398,752	0,0046	4,4452

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, a microbacia do ribeirão Mangabeira tem uma demanda igual a 4,619 L/s.

Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 15,042 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (6,720 m³/dia), totalizam uma demanda de 21,762

m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, tendo em vista que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

55.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial da microbacia do ribeirão Mangabeira foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do alto Tocantins proposta por Costa (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 55.3, sendo que a vazão regionalizada (Q_{reg}) foi igual a 80,272 L/s para a microbacia do ribeirão Mangabeira. Assim, a vazão específica superficial total é de 1,198 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (3,160 L/s.km²), é menor, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região.

Tabela 55.3 – Vazão regionalizada na microbacia do ribeirão Mangabeira à jusante da Comunidade Santa Fé da Laguna, Barro Alto, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q_{reg} superficial (L/s)	Q_{esp} superficial (L/s.km ²)
Ribeirão Mangabeira	67,023	-14,739705	-48,900036	80,272	1,198

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($Rr: A \times I \times P$), permanentes ($Rp: A \times Ne / If \times b$) e exploráveis ($Re: Rr + Z * Rp$) conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 55.4), identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 247,310 L/s, para as reservas permanentes 2.253,742 L/s, para as reservas exploráveis, de 359,997 L/s e a vazão de referência conforme pode ser observado na Tabela 55.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 55.5, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 5,371 L/s.km², conforme Tabela 55.5. Ao associar os resultados da vazão de referência verifica-se que, para a microbacia analisada, a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 6,569 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 6,569 L/s.

Tabela 55.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Santa Fé da Laguna, Barro Alto-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Complexos Acamadados	10	1,0	100
Serra da Mesa	9	1,2	100

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 55.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do ribeirão Mangabeira da Comunidade Santa Fé da Laguna, Barro Alto-GO, 2019.

Reserva renovável (L/s)	Reserva renovável (m ³ /ano)	Reserva permanente (L/s)	Reserva permanente (m ³ /ano)	Reserva explotável (L/s)	Reserva explotável (m ³ /ano)	Q _{ref} (L/s)	Q _{esp} subterrânea (L/s.km ²)
247,310	7,800.10 ⁶	2.253,742	7,100.10 ⁷	359,997	1,140.10 ⁷	359,997	5,371

Fonte: elaborado pelos autores.

55.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 40,136 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 55.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (359,997 L/s). Assim, subtraindo nessa microbacia as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 395,514 L/s. Já a disponibilidade hídrica específica total é igual a 5,901 L/s.km² (Tabela 55.6).

Tabela 55.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do ribeirão Mangabeira da Comunidade Santa Fé da Laguna, Barro Alto-GO, 2020.

Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q _{ref} (L/s)	Q _{pr} 0,5 x Q _{ref} (L/s)	DH Q _{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
80,272	40,136	359,997	4,619	395,514	67,023	5,901

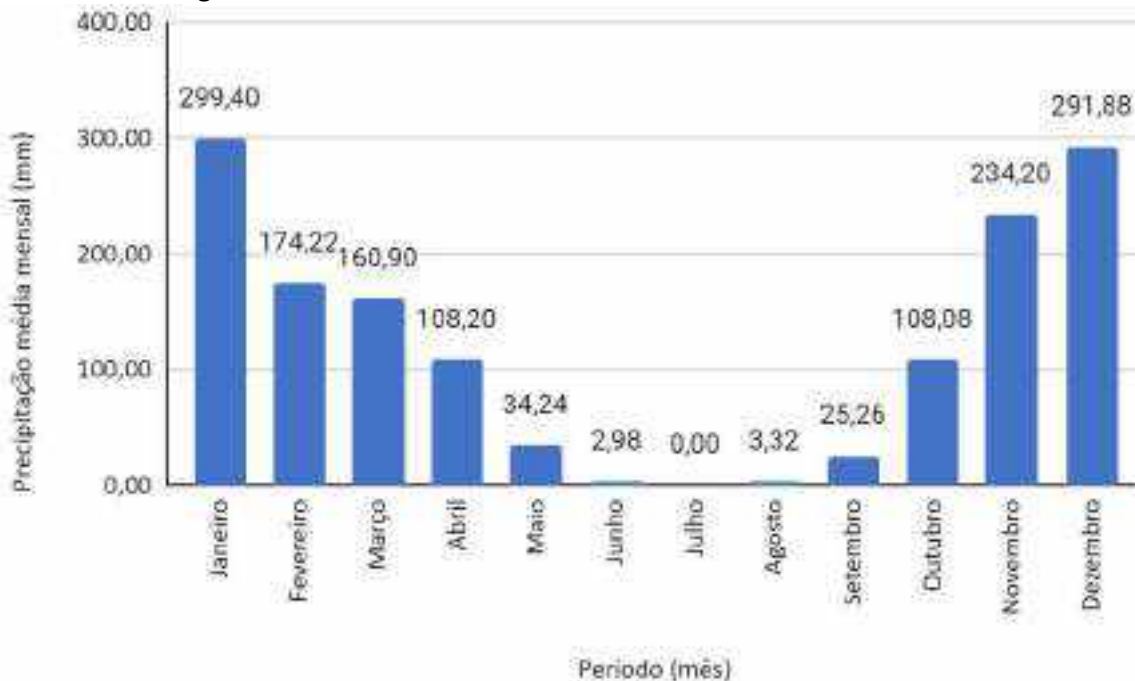
Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água da chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (2,66 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 55.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm) e 7 meses com acumulados acima dos

100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.442,68 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2008 a 2012).

A partir dessas informações e de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do Capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 27.930,000 litros, e uma área de captação mínima de 22,777 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

Gráfico 55.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2008 a 2012, na estação pluviométrica código 1448007.



Fonte: elaborado pelos autores.

55.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis na microbacia do ribeirão Mangabeira, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em

um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade Santa Fé da Laguna foi de 21,762 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade Santa Fé da Laguna, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

56

ASSENTAMENTO SANTA RITA DO BROEIRO

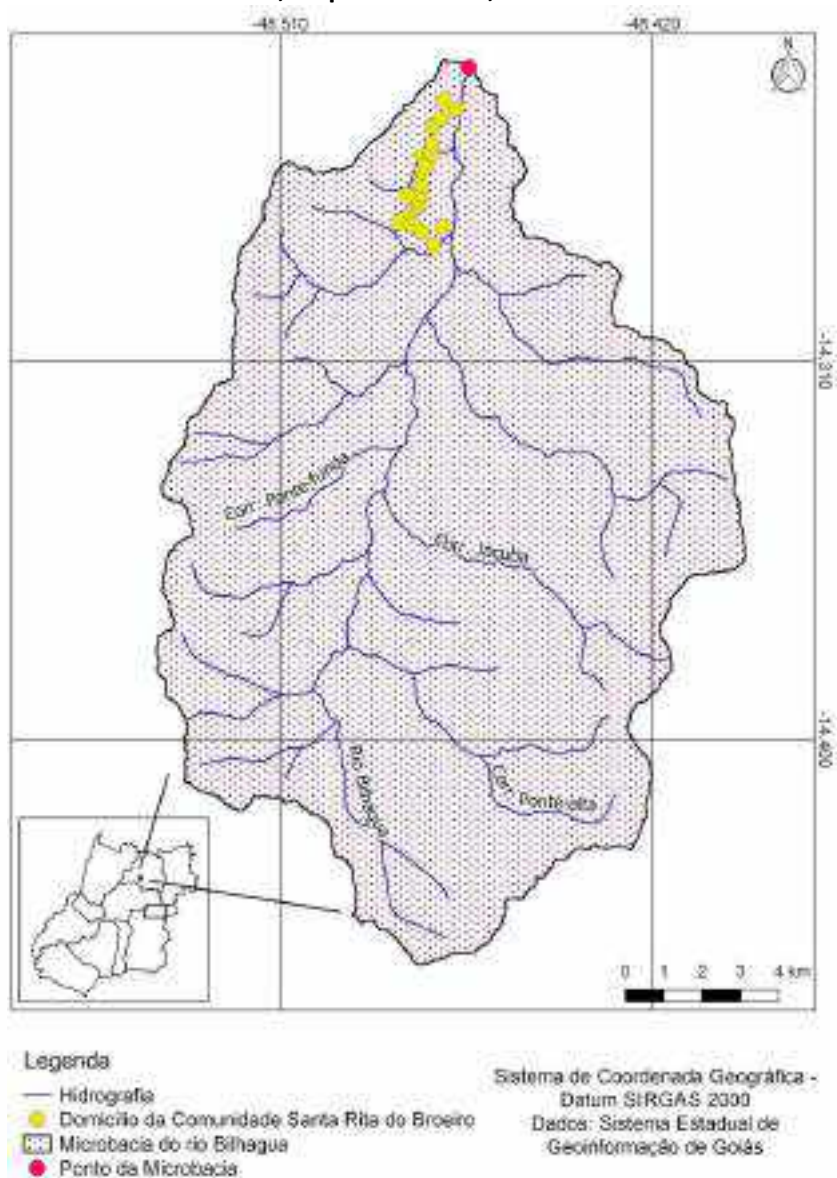


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

56.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade Santa Rita do Broeiro, um assentamento pertencente ao município de Niquelândia – GO, a partir da delimitação da microbacia do rio Bilhagua (GOIÁS, 2014) (Mapa 56.1), na qual os domicílios da comunidade estão inseridos. Essa microbacia está localizada no Norte Goiano, possuindo uma área de aproximadamente 227,661 km² e está inserida na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos Afluentes Goianos do Médio Tocantins, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

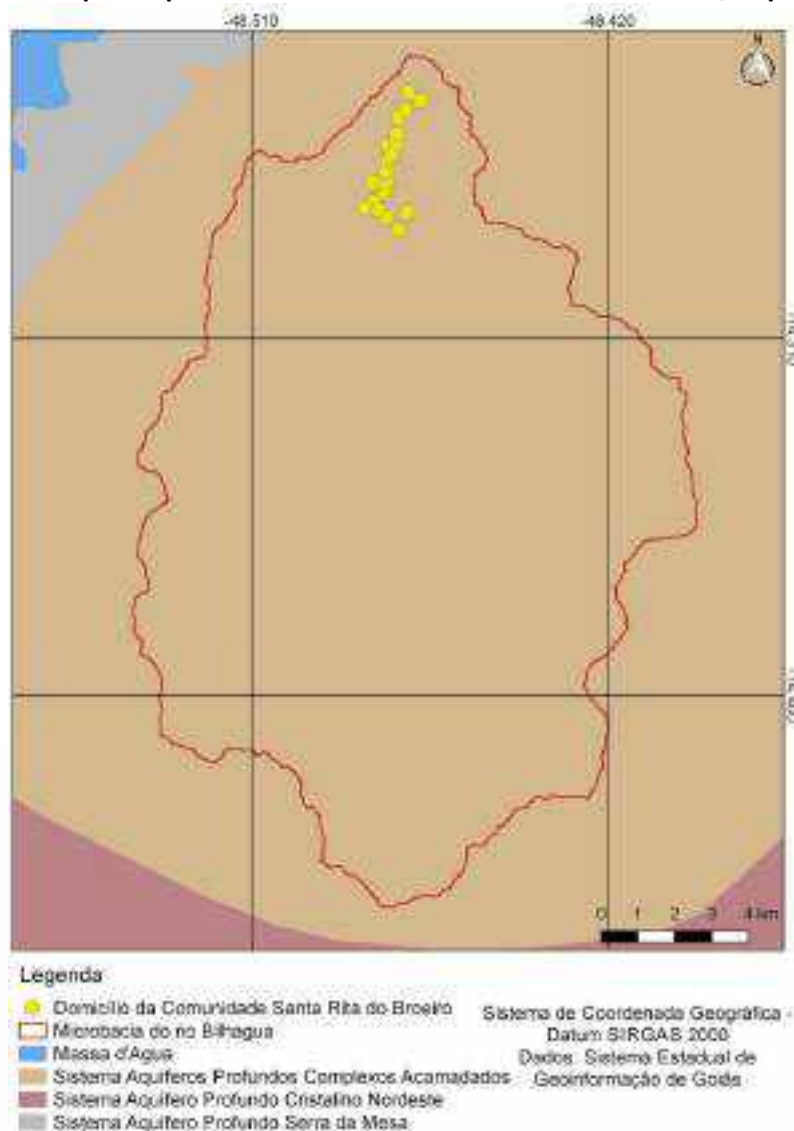
Mapa 56.1 – Microbacia do rio Bilhagua onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Santa Rita do Broeiro, Niquelândia-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

A microbacia da Comunidade Santa Rita do Broeiro tem como principal curso d'água o rio Bilhagua, que recebe a contribuição dos córregos Engenho-do-Bonsucesso, Mosquito, Jacuba, entre outros. Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea pode-se dizer que na microbacia do rio Bilhagua encontra-se sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a este domínio estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 56.2, observando a presença do Sistema Aquífero Complexos Acamadados em 100% (227,66 km²) da área da bacia hidrográfica.

Mapa 56.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade Santa Rita do Broeiro, Niquelândia-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

56.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da microbacia em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, na microbacia do Rio Bilhagua não foram identificadas outorgas de uso da água superficial, porém foram encontradas outorgas de uso da água subterrânea até o mês de janeiro de 2020, conforme pode ser observado na Tabela 56.1.

Tabela 56.1 – Vazões subterrâneas outorgadas na bacia hidrográfica em estudo para abastecimento e outros fins, à montante da Comunidade Santa Rita do Broeiro, Niquelândia, GO, 2020.

Outorga	Taxa de bombeamento (h/dia)	Vazão (m ³ /h)	Disponibilidade Efetiva (m ³ /dia)	Disponibilidade Efetiva (L/s)
Outros	12	11,00	132,000	1,528
Abastecimento	18	8,600	154,800	1,792
Total	-	-	-	3,319

Fonte: GOIÁS (2020).

A vazão total de 3,319 L/s é outorgada em três locais situados à montante da Comunidade Santa Rita do Broeiro, reduzindo a disponibilidade hídrica subterrânea. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando-se em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012) que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Niquelândia, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 56.2 e 56.3.

Tabela 56.2 – Consumo *per capita* na Comunidade Santa Rita do Broeiro, Niquelândia-GO, 2019.

Nº domicílios	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
20	2,73	54,6	145	0,092

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 56.3 – Demanda de água para pecuária na microbacia do Rio Bilhagua, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Niquelândia-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	5.851,695	0,001736	10,159
Bubalino	4,163	0,001042	0,004
Equino	138,775	0,000694	0,096
Suíno	203,537	0,000405	0,082
Caprino	10,408	0,000347	0,004
Ovino	27,755	0,000347	0,010
Galináceos	1.850,338	0,000003	0,006
Total	8.086,6723	0,0046	10,3604

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, a microbacia do Rio Bilhagua têm uma demanda igual a 13,771 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 7,917 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (17,442 m³/dia), totalizam uma demanda de 25,359 m³/dia. A Pecuária bovina foi excluída, tendo em vista que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

56.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial da microbacia do Rio Bilhagua, foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do alto Tocantins proposta por Costa (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 56.4, sendo que a vazão regionalizada (Q_{reg}) foi igual a 300,573 L/s, para a microbacia do Rio Bilhagua. Assim, a vazão específica superficial é de 1,320 L/s.km², que quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (2,380 L/s.km²) é menor, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região.

Tabela 56.4 – Vazões regionalizadas na microbacia do Rio Bilhagua à jusante da Comunidade Santa Rita do Broeiro, Niquelândia-GO, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q_{reg} superficial (L/s)	Q_{esp} superficial (L/s.km ²)
Rio Bilhagua	227,661	-14,240314	-48,464269	300,573	1,320

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($R_r: A \times I \times P$), permanentes ($R_p: A \times N_e / I \times f \times b$) e exploráveis ($R_e: R_r + Z * R_p$) conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 56.5), identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 866,290 L/s, para as reservas permanentes 7.219,083 L/s, para as reservas exploráveis, de 1.227,244 L/s e a vazão de referência conforme pode ser observado na Tabela 56.6. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 56.6, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 5,391 L/s.km², conforme Tabela 56.6. Ao associar os resultados da vazão de referência verifica-se que para a microbacia analisada a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 6,711 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 6,711 L/s.

Tabela 56.5 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Santa Rita do Broeiro, Niquelândia-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Complexos Acamadados	10	1,0	100

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 56.6 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do Rio Bilhagua da Comunidade Santa Rita do Broeiro, Niquelândia-GO, 2019.

Reserva renovável		Reserva permanente		Reserva explotável		Q _{ref}	Q _{esp} subterrânea
(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(L/s.km ²)
866,29	2,37.10 ⁷	7.219,083	2,28.10 ⁸	341,723	3,87.10 ⁷	1.227,24	5,391

Fonte: elaborado pelos autores.

56.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 150,286 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 56.7, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (1.227,244 L/s). Assim, subtraindo nessa microbacia as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 1.374,212 L/s. Já a disponibilidade hídrica específica total é igual a 6,036 L/s.km² (Tabela 56.7).

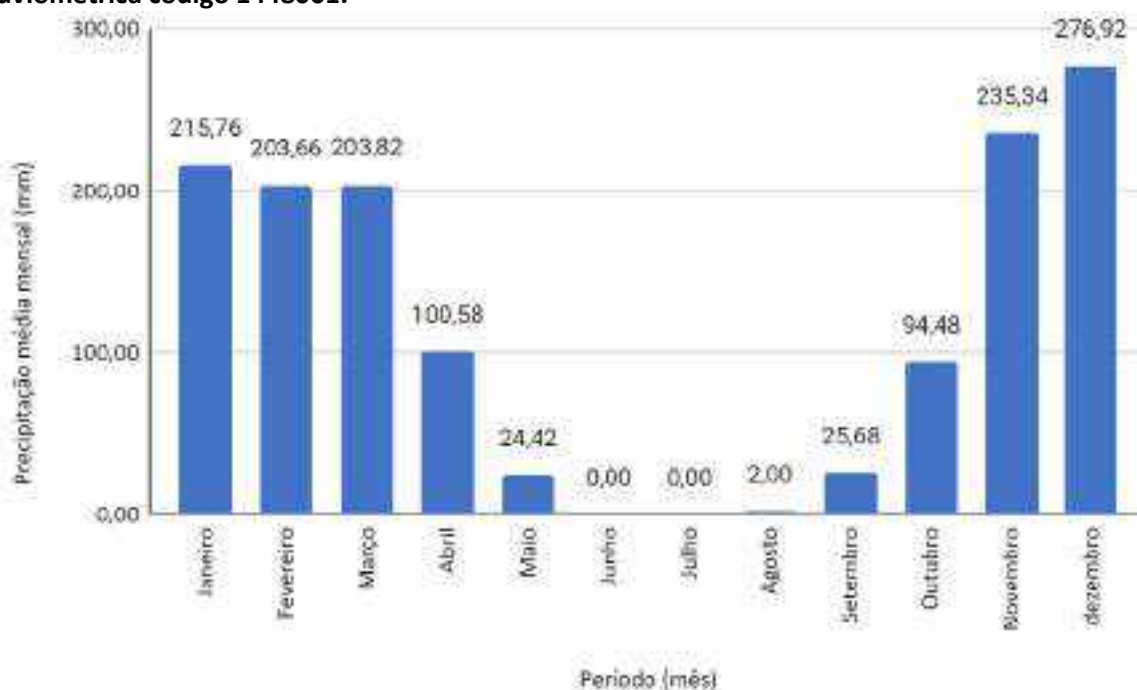
Tabela 56.7 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do Rio Bilhagua da Comunidade Santa Rita do Broeiro, Niquelândia-GO, 2020.

Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q _{ref} (L/s)	Q _{pr} 0,5 x Q _{ref} (L/s)	DH Q _{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
300,573	150,286	1.227,244	13,771	1.374,212	227,661	6,036

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água da chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (2,73 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 56.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm), 1 mês entre 50 e 100 mm e 6 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.382,66 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2014 a 2018).

Gráfico 56.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2014 a 2018, na estação pluviométrica código 1448001.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dessas informações e de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 28.665,000 litros, e uma área de captação mínima de 24,390 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem que ocorre de maio a setembro. Destaca-se ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

56.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis na microbacia do rio Bilhagua, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a

disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade Santa Rita do Broeiro foi de 25,359 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade Santa Rita do Broeiro, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

57

ASSENTAMENTO SANTO ANTÔNIO DAS AREIAS

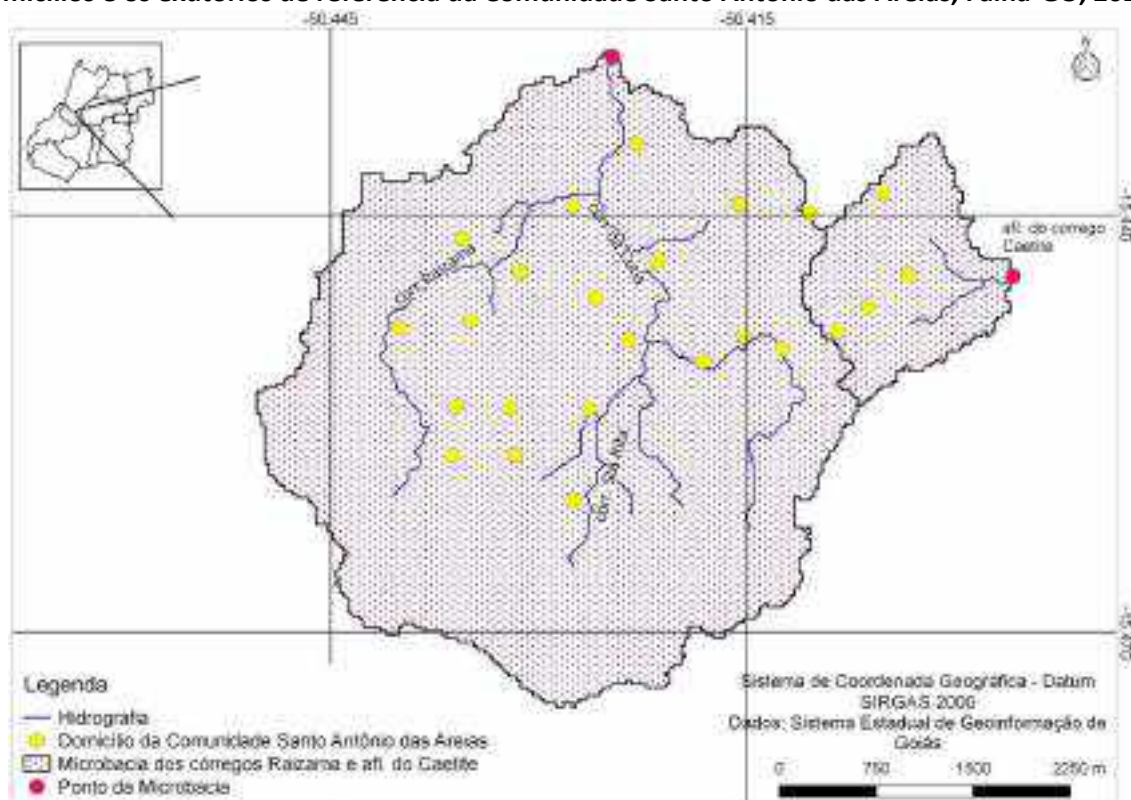


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

57.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade Santo Antônio das Areias, um assentamento pertencente ao município de Faina – GO, a partir da delimitação das microbacias do córrego Raizama e afluente do córrego Caetite (GOIÁS, 2014) (Mapa 57.1), nas quais os domicílios da comunidade estão inseridos. Essas microbacias estão localizadas no Noroeste Goiano, possuindo uma área total de aproximadamente 18,048 km² e estão inseridas na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos dos Afluentes Goianos do Médio Araguaia, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 57.1 – Microbacias do córrego Raizama e afluente do córrego Caetite onde estão inseridos os domicílios e os exutórios de referência da Comunidade Santo Antônio das Areias, Faina-GO, 2020.

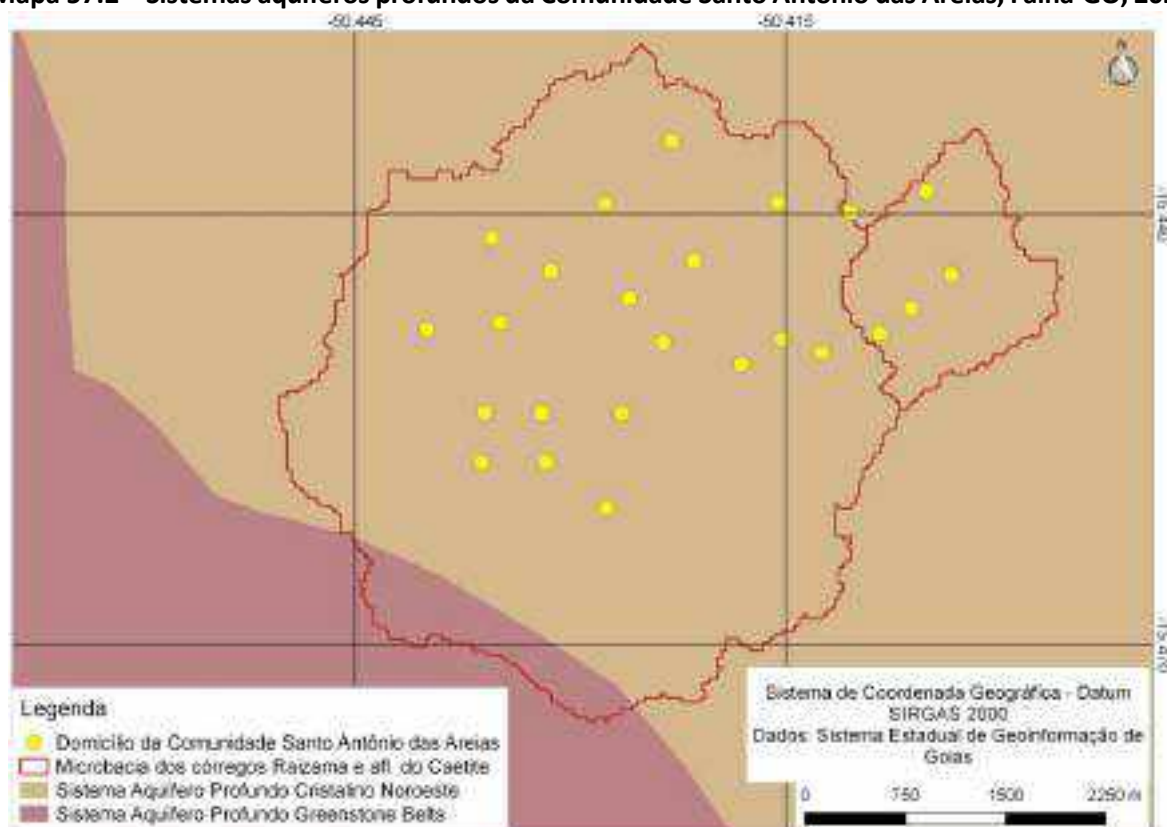


Fonte: elaborado pelos autores.

A microbacia da Comunidade Santo Antônio das Areias tem como principal curso d'água o córrego Raizama, que recebe a contribuição dos córregos Cutia, Santa Rita, entre outros. Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea pode-se dizer que as microbacias do córrego Raizama e afluente do córrego Caetite encontram-se sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esses domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos

Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 57.2, observando a presença do Sistema Aquífero Cristalino Noroeste e do Sistema Aquífero Greenstone Belts em 17,193 km² (95,257%) e 0,856 (4,743%) da área da bacia hidrográfica, respectivamente.

Mapa 57.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Santo Antônio das Areias, Faina-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

57.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante das microbacias em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, nas microbacias do córrego Raizama e afluyente do córrego Caetite não foram encontradas outorgas de uso da água superficial, nem subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando-se em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012) que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município

de Faina, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 57.1 e 57.2.

Tabela 57.1 – Consumo *per capita* na Comunidade Santo Antônio das Areias, Faina-GO, 2019.

Nº domicílios ⁽¹⁾	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
24	2,53	60,72	145	0,102

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 57.2 – Demanda de água para pecuária nas microbacias do córrego Raizama e afluente do córrego Caetite, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Faina-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	2.474,615	0,001736	4,2959
Bubalino	3,986	0,001042	0,0042
Equino	34,675	0,000694	0,0241
Suíno	34,236	0,000405	0,0139
Caprino	2,591	0,000347	0,0009
Ovino	0,000	0,000347	0,0000
Galináceos	550,052	0,000003	0,0017
Total	3.100,1542	0,0046	4,3406

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, as microbacias do córrego Raizama e afluente do córrego Caetite têm uma demanda igual a 4,443 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 8,804 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (3,856 m³/dia), totalizam uma demanda de 12,661 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, já que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

57.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial das microbacias do córrego Raizama e afluente do córrego Caetite, foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do alto médio Araguaia proposta por Costa (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 57.3, sendo que a vazão regionalizada total foi igual a 0,000201 L/s, para as microbacias do córrego Raizama e afluente do córrego Caetite. Assim, a vazão específica superficial é de 0,0000111 L/s.km², que, quando comparada à

apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (1,66 L/s.km²), é menor, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região.

Tabela 57.3 – Vazões regionalizadas nas microbacias do córrego Raizama e afluente do córrego Caetite à jusante da Comunidade Santo Antônio das Areias, Faina-GO, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg superficial} (L/s)	Q _{esp superficial} (L/s.km ²)
Córrego Raizama	16,081	-15,428628	-50,424694	0,000200	0,000012
Afl. do córrego Caetite	1,968	-15,444449	-50,395829	0,000001	0,000001
Total	18,049	-	-	0,000201	0,0000111

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($R_r: A \times I \times P$), permanentes ($R_p: A \times N_e / I_f \times b$) e exploráveis ($R_e: R_r + Z * R_p$) conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1) e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 57.4) identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 68,028 L/s, para as reservas permanentes 926,701 L/s, para as reservas exploráveis, de 114,092 L/s e a vazão de referência conforme pode ser observado na Tabela 57.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 57.5, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 57.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Santo Antônio das Areias, Faina-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Cristalino Noroeste	10	1,5	110
Greenstone Belts	8	1,0	100

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 57.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias dos córrego Raizama e afluente do córrego Caetite da Comunidade Santo Antônio das Areias, Faina-GO, 2019.

Reserva renovável (L/s)	Reserva renovável (m ³ /ano)	Reserva permanente (L/s)	Reserva permanente (m ³ /ano)	Reserva explorável (L/s)	Reserva explorável (m ³ /ano)	Q _{ref} (L/s)	Q _{esp subterrânea} (L/s.km ²)
68,028	2,15.10 ⁶	926,701	2,92.10 ⁷	114,092	3,60.10 ⁶	114,092	6,321

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 6,321 L/s.km², conforme Tabela 57.5. Ao associar os resultados da vazão de referência verifica-se que, para as microbacias analisadas, a vazão específica total (superficial mais

subterrânea) é de 6,321 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 6,321 L/s.

57.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 0,000201 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 57.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (114,092 L/s). Assim, subtraindo nessas microbacias as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 109,649 L/s. Já a disponibilidade hídrica específica total é igual a 6,075 L/s.km² (Tabela 57.6).

Tabela 57.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do córrego Raizama e afluente do córrego Caetite da Comunidade Santo Antônio das Areias, Faina-GO, 2020.

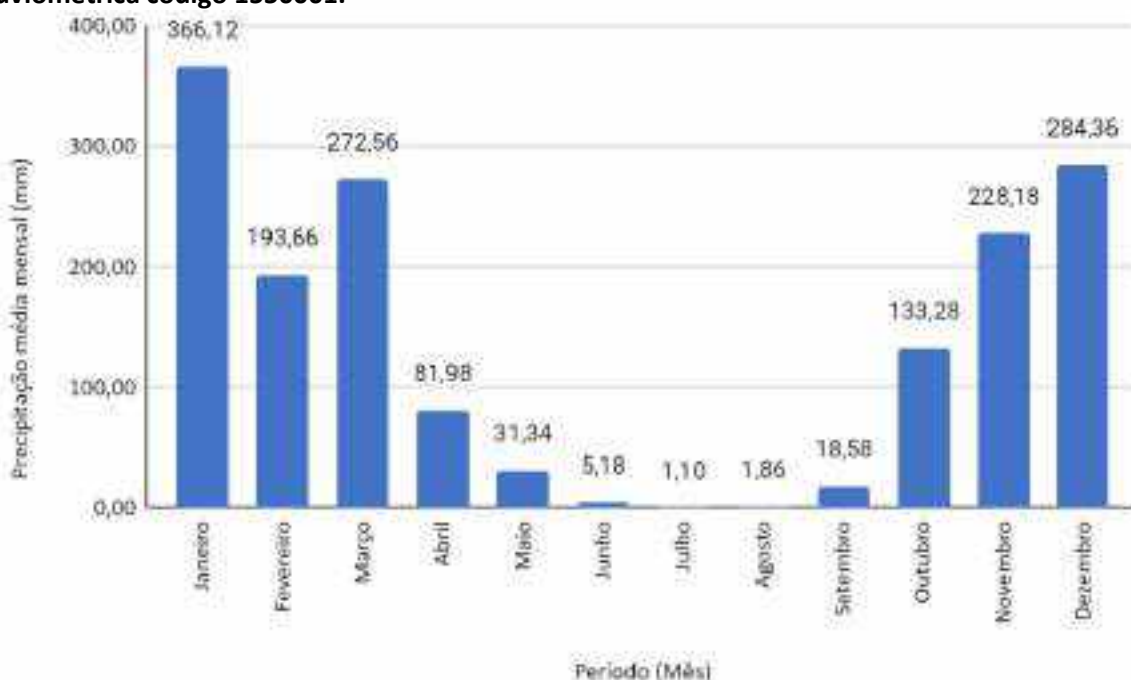
Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	$0,5 \times Q_{ref}$ (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
0,000201	0,0001	114,092	4,443	109,649	16,116	6,075

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água da chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (2,53 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 57.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm), um mês com a precipitação entre 50 e 100 mm e 6 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.618,2 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2011 a 2015).

A partir dessas informações e de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do Capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 26.565,000 litros, e uma área de captação de 19,313 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

Gráfico 57.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2011 a 2015, na estação pluviométrica código 1550001.



Fonte: elaborado pelos autores.

57.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis nas microbacias do córrego Raizama e afluente do córrego Caetite, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade de Santo Antônio das Areias foi de 12,661 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que o visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade Santo Antônio das Areias, como a implantação

de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

58

COMUNIDADE SÃO DOMINGOS

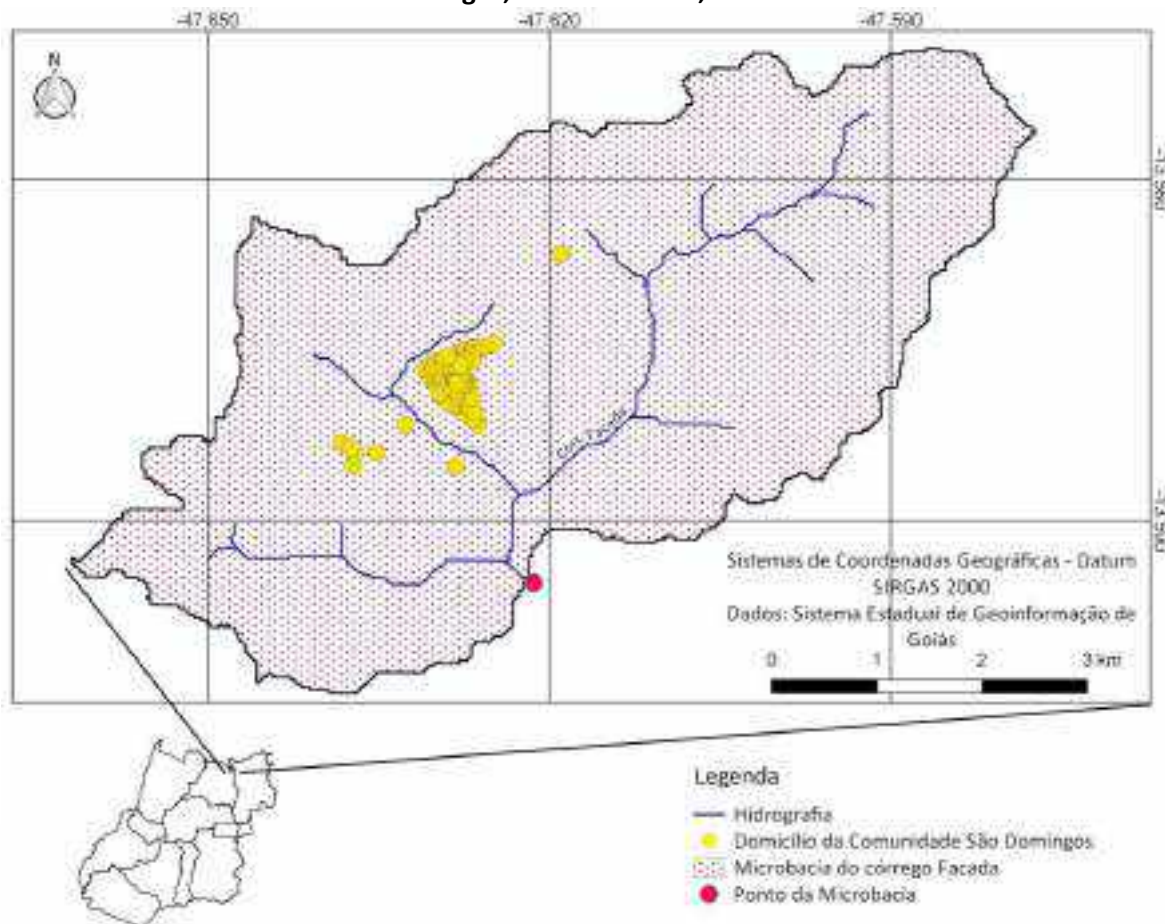


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

58.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade São Domingos, uma comunidade quilombola pertencente ao município de Cavalcante – GO, a partir da delimitação da microbacia do córrego Facada (GOIÁS, 2014) (Mapa 58.1), na qual os domicílios da comunidade estão inseridos. Essa microbacia está localizada no Norte Goiano, possuindo uma área de aproximadamente 30,00 km² e está inserida na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos dos Afluentes Goianos do Médio Tocantins de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 58.1 – Microbacia do córrego Facada onde estão inseridos os domicílios e o exutório de referência da Comunidade São Domingos, Cavalcante-GO, 2020.



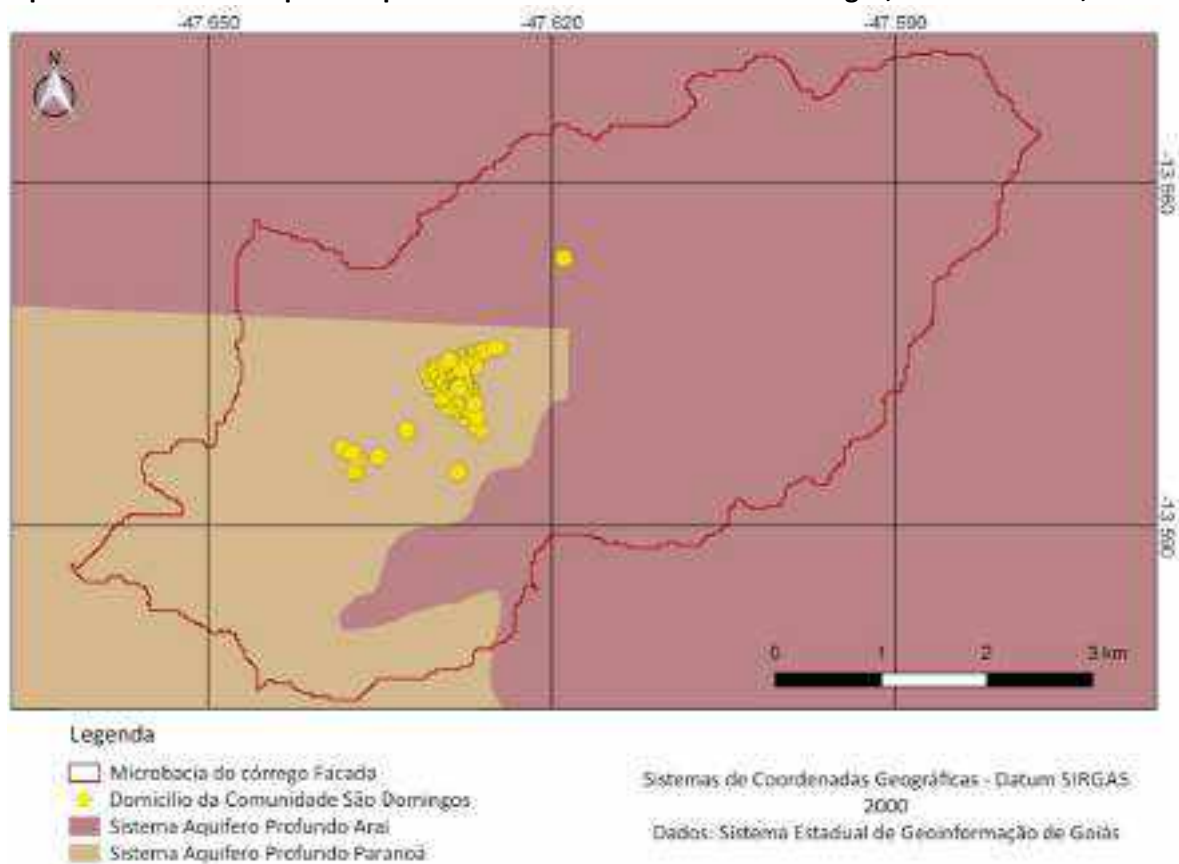
Fonte: elaborado pelos autores.

O principal curso d'água da Comunidade São Domingos é o córrego Facada, sendo que recebe contribuições de outros afluentes intermitentes.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea pode-se dizer que na microbacia do córrego Facada encontra-se sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006).

Integrados a esses domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e a bacia hidrográfica em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 58.2, e assim, observando a presença dos Sistemas Araí e Paranoá em 67% (20,23 km²) e 33% (10,07 km²) da área da bacia hidrográfica.

Mapa 58.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade São Domingos, Cavalcante-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

58.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da microbacia em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, na microbacia do córrego Facada não foram encontradas outorgas de uso da água superficial e subterrânea concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD), até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada

levando-se em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012) que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Cavalcante, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 58.1 e 58.2.

Tabela 58.1 – Consumo *per capita* na Comunidade São Domingos, Cavalcante-GO, 2019.

Nº domicílios ⁽¹⁾	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
77	3,36	259	145	0,435

Fonte: Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 58.2 – Demanda de água para pecuária na microbacia do córrego Facada, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Cavalcante-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	262,823	0,001736	0,4563
Bubalino	1,022	0,001042	0,0011
Equino	14,179	0,000694	0,0098
Suíno	2,707	0,000405	0,0011
Caprino	0,198	0,000347	0,0001
Ovino	0,410	0,000347	0,0001
Galináceos	166,888	0,000003	0,0005
Total	448,226	0,0046	0,4690

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, a microbacia do córrego Facada tem uma demanda igual a 0,903 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 37,555 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (1,097 m³/dia), totalizam uma demanda de 38,652 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, tendo em vista que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

58.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial da microbacia do córrego Facada, foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica alto Tocantins proposta por Costa (2020).

Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 58.3, sendo que a vazão regionalizada (Q_{reg}) foi igual a 28,824 L/s. Assim, a vazão específica superficial é de 0,961 L/s.km², que quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (2,380 L/s.km²), afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região.

Tabela 58.3 – Vazão regionalizada na microbacia do córrego Facada à jusante da Comunidade São Domingos, Cavalcante, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q_{reg} superficial (L/s)	Q_{esp} superficial (L/s.km ²)
Córrego Facada	30,00	-13,5957	-47,6212	28,824	0,961

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($Rr: A \times I \times P$), permanentes ($Rp: A \times Ne / Ifi \times b$) e exploráveis ($Re: Rr + Z * Rp$) conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1) e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 58.4) identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 132,965 L/s, para as reservas permanentes 3.659,786 L/s, para as reservas exploráveis, de 315,954 L/s e a vazão de referência conforme pode ser observado na Tabela 58.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 58.5, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 58.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade São Domingos, Cavalcante-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Araí	8	3,0	100
Paranoá	10	2,5	100

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 58.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do córrego Facada da Comunidade São Domingos, Cavalcante-GO, 2019.

Reserva renovável		Reserva permanente		Reserva explorável		Q_{ref}	Q_{esp} subterrânea
(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(L/s.km ²)
132,965	4,193.10 ⁶	3.659,786	1,154.10 ⁸	315,954	9,964.10 ⁶	315,954	10,540

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 10,540 L/s.km², conforme Tabela 58.5. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que, para a microbacia analisada, a vazão específica total (superficial

mais subterrânea) é de 11,501 L/s.km², ou seja, para cada km² estimou-se que estejam disponíveis uma vazão igual a 11,501 L/s.

58.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 14,412 L/s, conforme pode ser observado Tabela 58.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (315,954 L/s). Assim, subtraindo nessa microbacia as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 329,462L/s, Já a disponibilidade hídrica específica total é igual a 10,990 L/s.km² (Tabela 58.6).

Tabela 58.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do córrego Facada da Comunidade São Domingos, Cavalcante-GO, 2020.

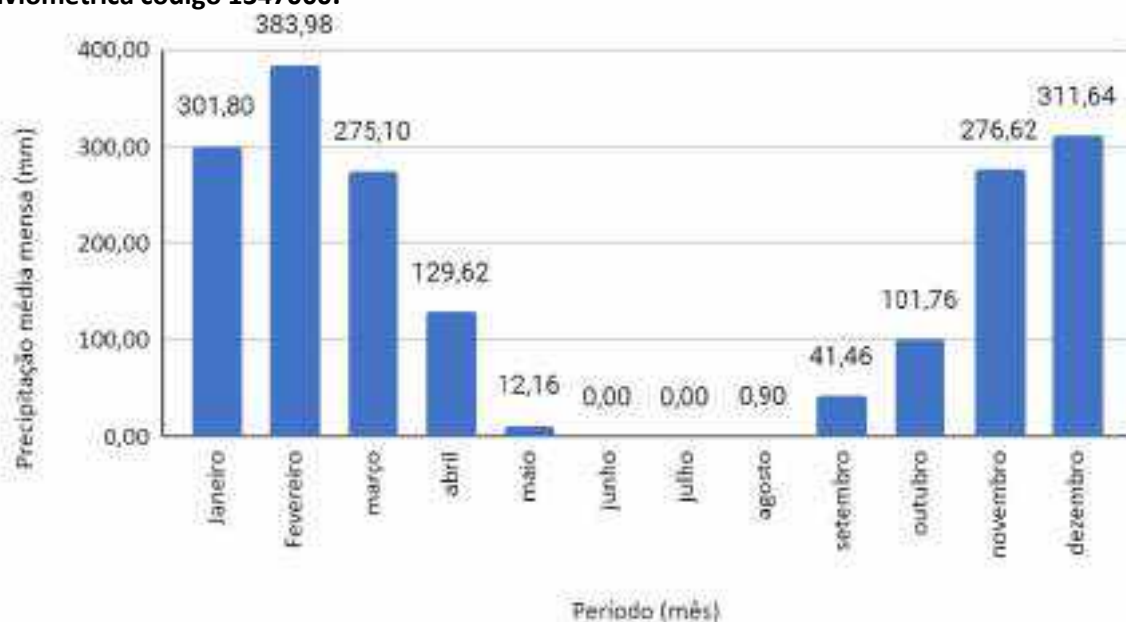
Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} $0,5 \times Q_{ref}$ (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
28,824	14,412	315,954	0,904	329,462	30,00	10,990

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio. Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (3,36 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 58.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm) e 7 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.835,040 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2008 a 2004).

A partir dessas informações e de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do Capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 35.280,000 litros, e uma área de captação mínima de 22,619 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

Gráfico 58.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2004 a 2008, na estação pluviométrica código 1347000.



Fonte: elaborado pelos autores.

58.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis na microbacia do córrego Facada, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. No entanto, a demanda identificada para a Comunidade São Domingos foi de 38,652 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade São Domingos, como, por exemplo a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas

comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

59

ASSENTAMENTO SÃO JOSÉ DO PIÇARRÃO



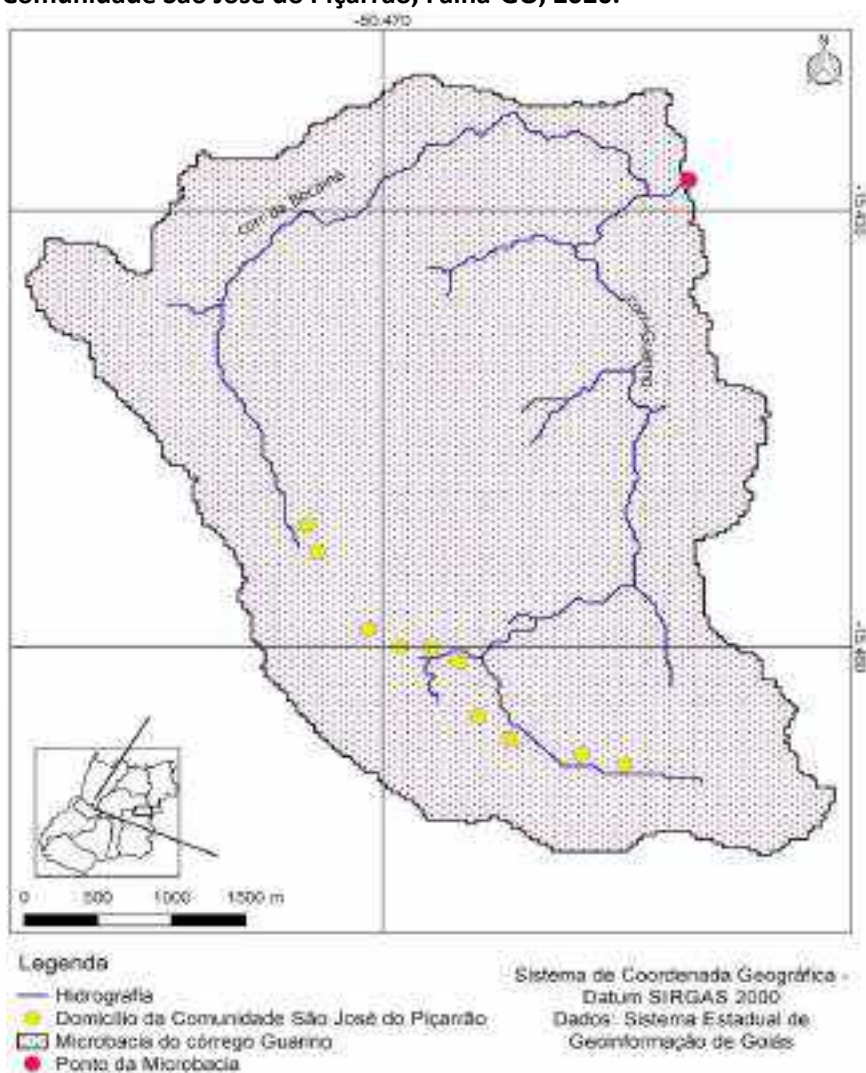
Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

59.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade São José do Piçarrão, um assentamento pertencente ao município de Faina – GO, a partir da delimitação da microbacia do córrego Guarino (GOIÁS, 2014) (Mapa 59.1), na qual os domicílios da comunidade estão inseridos. Essa microbacia está localizada no Noroeste Goiano, possuindo uma área total de aproximadamente 19,806 km² e está inserida na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos dos Afluentes Goianos do Médio Araguaia, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

A microbacia da Comunidade São José do Piçarrão tem como principal curso d'água o córrego Guarino, que recebe a contribuição do córrego da Bocaina, entre outros afluentes intermitentes.

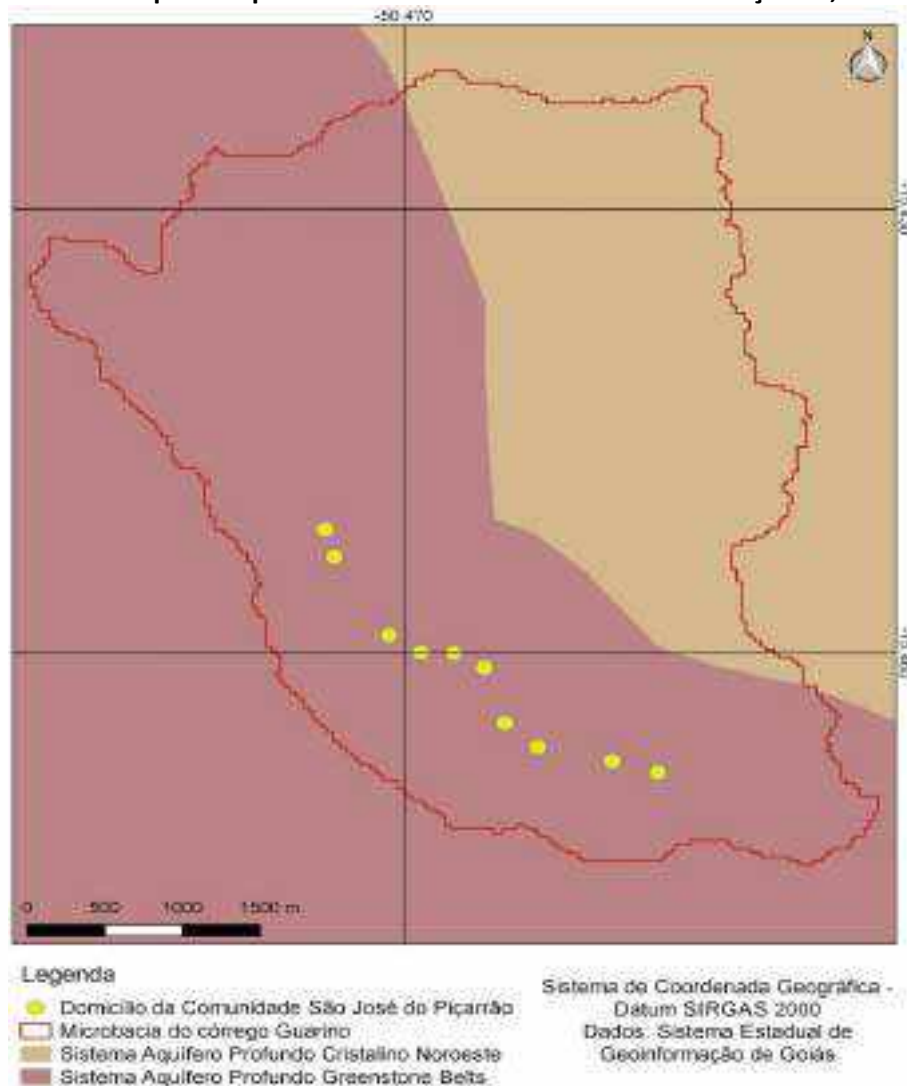
Mapa 59.1 – Microbacia do córrego Guarino onde estão inseridos os domicílios e o exutório de referência da Comunidade São José do Piçarrão, Faina-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea, pode-se dizer que a microbacia do córrego Guarino encontra-se sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esses domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 59.2, observando a presença do Sistema Aquífero Cristalino Noroeste e do Sistema Aquífero Greenstone Belts em 6,99 km² (35,292%) e 12,816 (64,708%) da área da bacia hidrográfica, respectivamente.

Mapa 59.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade São José do Piçarrão, Faina-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

59.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da microbacia em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, na microbacia do córrego Guarino não foram encontradas outorgas de uso da água superficial, nem subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando-se em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012) que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Faina, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 59.1 e 59.2.

Tabela 59.1 – Consumo *per capita* na Comunidade São José do Piçarrão, Faina-GO, 2019.

Nº domicílios	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
10	3,6	36	145	0,060

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2)

Tabela 59.2 – Demanda de água para pecuária na microbacia do córrego Guarino, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Faina-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	1.841,976	0,001736	3,1979
Bubalino	1,089	0,001042	0,0011
Equino	32,575	0,000694	0,0226
Suíno	64,131	0,000405	0,0260
Caprino	1,120	0,000347	0,0004
Ovino	4,072	0,000347	0,0014
Galináceos	356,286	0,000003	0,0010
Total	2.301,249	0,0046	3,2504

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, a microbacia do córrego Guarino tem uma demanda igual a 3,311 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 5,220 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (4,542 m³/dia), totalizam uma demanda de 9,762 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, tendo em vista que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

59.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial da microbacia do córrego Guarino foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do alto médio Araguaia proposta por Costa (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 59.3, sendo que a vazão regionalizada (Q_{reg}) foi igual a 0,000335 L/s, para a microbacia do córrego Guarino. Assim, a vazão específica superficial é de 0,000017 L/s.km², que quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (1,66 L/s.km²) é menor, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região.

Tabela 59.3 – Vazões regionalizadas na microbacia do córrego Guarino à jusante da Comunidade São José do Piçarrão, Faina-GO, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q_{reg} superficial (L/s)	Q_{esp} superficial (L/s.km ²)
Córrego Guarino	19,806	-15,427868	-50,450714	0,000335	0,000017

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($Rr: A \times I \times P$), permanentes ($Rp: A \times Ne / Ifi \times b$) e exploráveis ($Re: Rr + Z * Rp$) conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1) e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 59.4), identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 65,612 L/s, para as reservas permanentes 772,118 L/s, para as reservas exploráveis, de 100,154 L/s e a vazão de referência conforme pode ser observado na Tabela 59.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 59.5, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 59.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade São José do Piçarrão, Faina-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Cristalino Noroeste	10	1,5	110
Greenstone Belts	8	1,0	100

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 5,057 L/s.km², conforme Tabela 59.5. Ao associar os resultados da vazão de

referência verifica-se que para a microbacia analisada a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 5,057 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 5,057 L/s.

Tabela 59.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do córrego Guarino da Comunidade São José do Piçarrão, Faina-GO, 2019.

Reserva renovável		Reserva permanente		Reserva explotável		Q_{ref}	Q_{esp} subterrânea
(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(m ³ /ano)	(L/s)	(L/s.km ²)
65,612	2,07.10 ⁶	772,118	2,43.10 ⁷	252,636	3,16.10 ⁶	100,154	5,057

Fonte: elaborado pelos autores.

59.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.4.1 do Capítulo 1), sendo igual a 0,000168 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 59.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (100,154 L/s). Assim, subtraindo nessa microbacia as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.4.3 do Capítulo 1) e é igual a 96,843 L/s. Já a disponibilidade hídrica específica total é igual a 4,890 L/s.km² (Tabela 59.6).

Tabela 59.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do córrego Guarino da Comunidade São José do Piçarrão, Faina-GO, 2020.

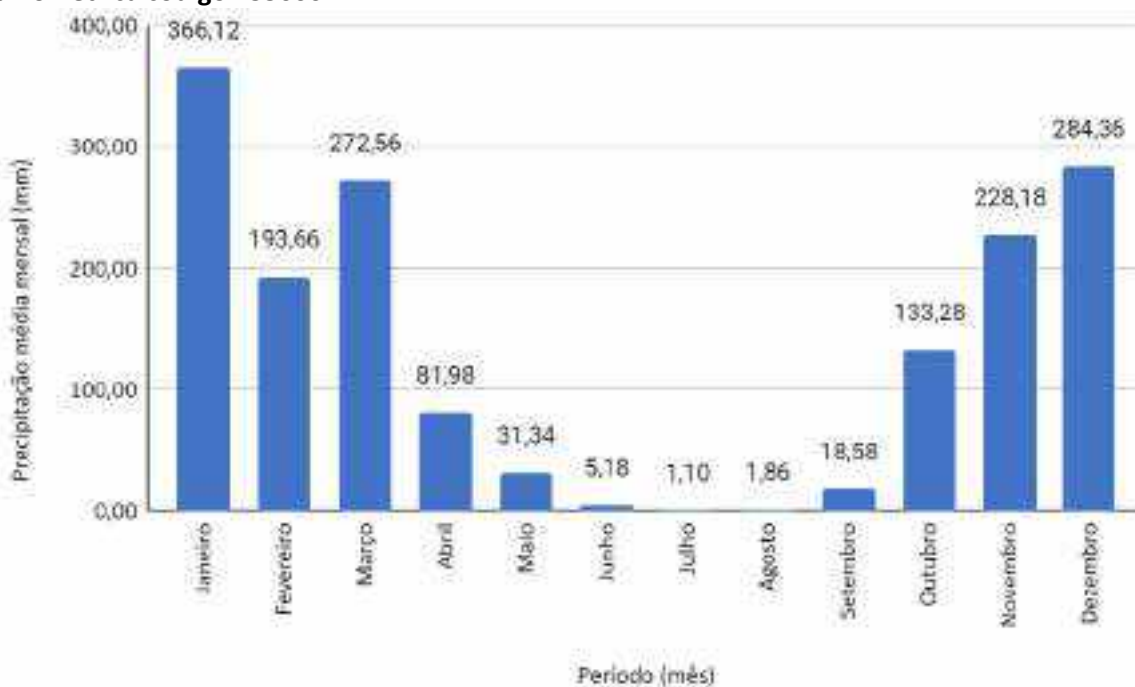
Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} 0,5 x Q_{ref} (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
0,000335	0,000168	100,154	3,311	96,843	19,806	4,890

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água da chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (3,6 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 59.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm), um mês com a precipitação entre 50

e 100 mm e 6 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.618,2 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2011 a 2015).

Gráfico 59.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2011 a 2015, na estação pluviométrica código 1550001.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dessas informações e de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 37.800,000 litros, e uma área de captação mínima de 27,482 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

59.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis na microbacia do córrego Guarino, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram numa situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de

comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independentem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independentem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade São José do Piçarrão foi de 9,762 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade São José do Piçarrão, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

60

ASSENTAMENTO SÃO LOURENÇO



Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

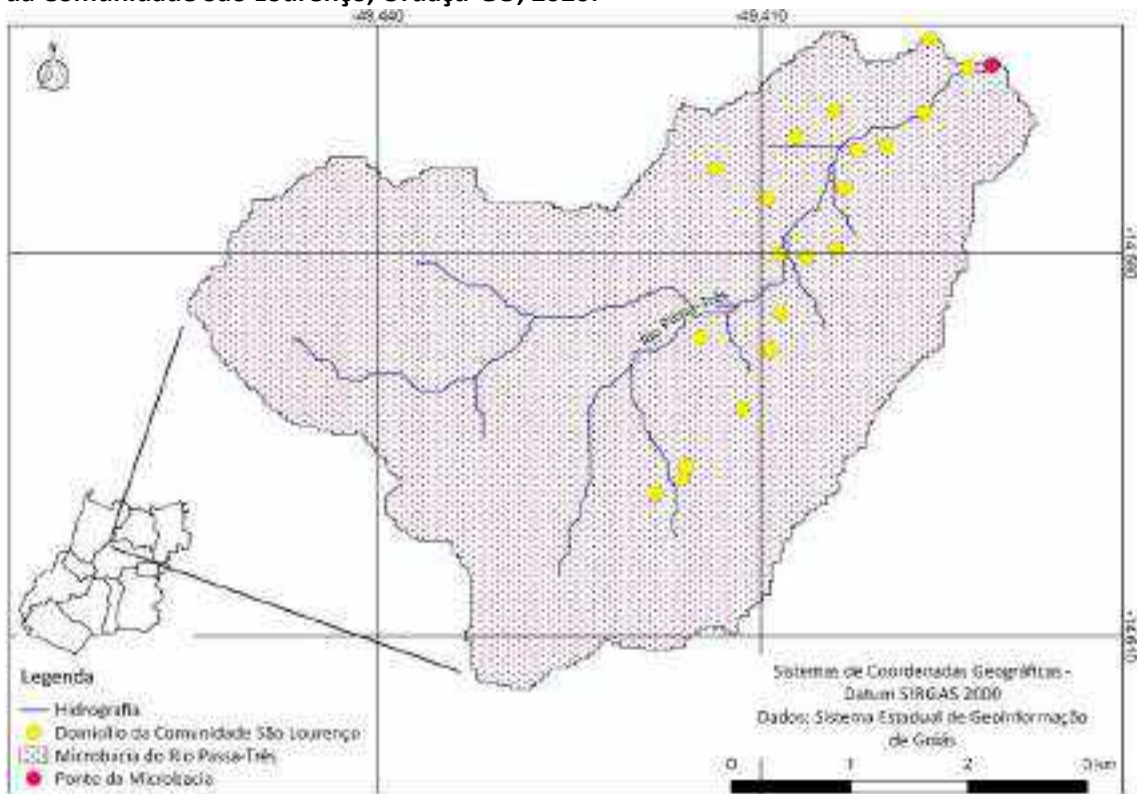


Saneamento e Saúde
Ambiental Rural

60.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade São Lourenço, um assentamento pertencente ao município de Uruaçu – GO, a partir da delimitação da microbacia do rio Passa-Três (GOIÁS, 2014) (Mapa 60.1), na qual os domicílios da comunidade estão inseridos. Essa microbacia está localizada no Norte Goiano, possuindo uma área total de aproximadamente 21,749 km² e está inserida na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos dos Afluentes Goianos do médio Tocantins, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 60.1 – Microbacia do rio Passa-Três, onde estão inseridos os domicílios e o ponto de referência da Comunidade São Lourenço, Uruaçu-GO, 2020.



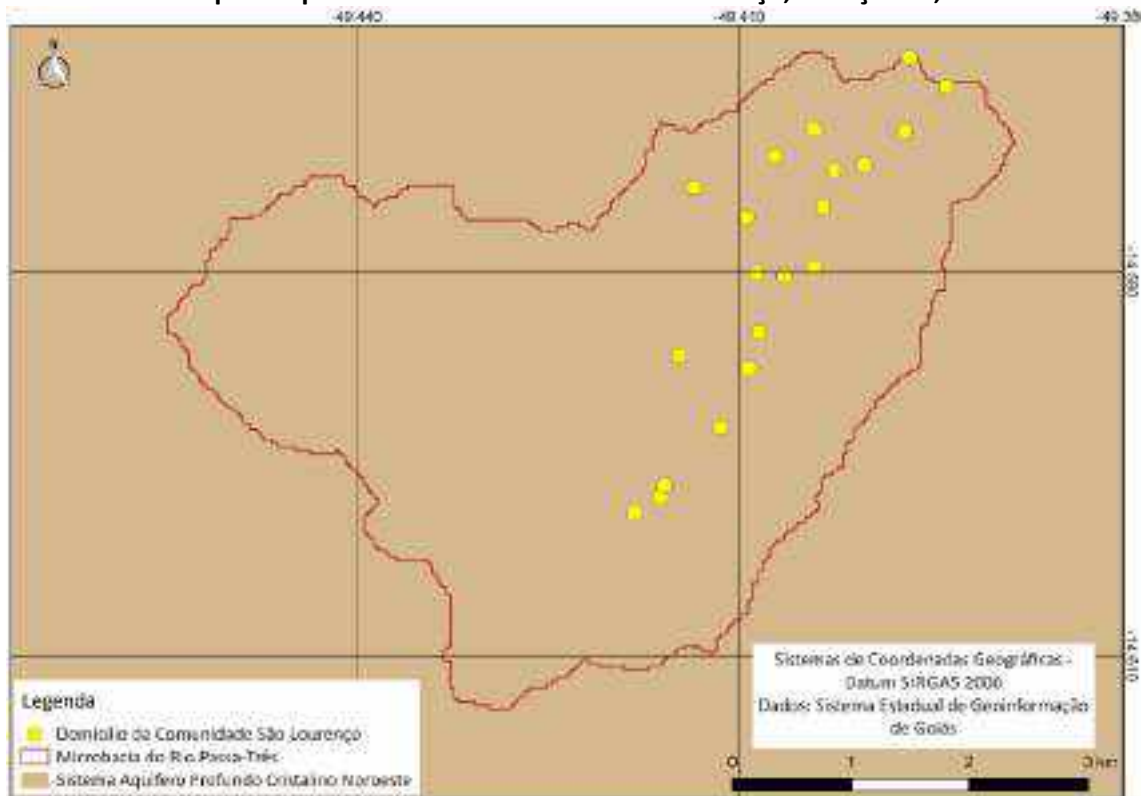
Fonte: elaborado pelos autores.

A microbacia da Comunidade São Lourenço tem como principal curso d'água o rio Passa-Três, que recebe a contribuição de outros afluentes intermitentes.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea, pode-se dizer que a microbacia do rio Passa-Três se encontra sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esses domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos

Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e a bacia hidrográfica em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 60.2, observando a presença do Sistema Aquífero Cristalino Noroeste em 100% (21,749 km²) da área da bacia hidrográfica.

Mapa 60.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade São Lourenço, Uruaçu-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

60.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da microbacia em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, na microbacia do rio Passa-Três não foram encontradas outorgas de uso da água superficial e subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando-se em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012) que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Uruaçu, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 60.1 e 60.2.

Tabela 60.1 – Consumo *per capita* na Comunidade São Lourenço, Uruaçu-GO, 2019.

Nº domicílios	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
20	2,42	48,4	145	0,081

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 60.2 – Demanda de água para pecuária na microbacia do rio Passa-Três, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Uruaçu-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	1.127,049	0,001736	1,9567
Bubalino	0,863	0,001042	0,0009
Equino	24,369	0,000694	0,0169
Suíno	76,152	0,000405	0,0308
Caprino	1,625	0,000347	0,0006
Ovino	6,397	0,000347	0,0022
Galináceos	467,065	0,000003	0,0014
Total	1.703,519	0,0046	2,0095

Fonte: Elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, a microbacia do rio Passa-Três tem uma demanda igual a 2,009 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 7,018 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (4,563 m³/dia), totalizam uma demanda de 11,581 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, tendo em vista que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

60.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial da microbacia do rio Passa-Três foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do alto Tocantins proposta por Costa (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 60.3, sendo que a vazão regionalizada (Q_{reg}) foi igual a 19,158 L/s para a bacia do rio Passa-Três. Assim, a vazão específica superficial total é de 0,881 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (2,380 L/s.km²), é menor, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região.

Tabela 60.3 – Vazão regionalizada na microbacia do rio Passa-Três à jusante da Comunidade São Lourenço, Uruaçu, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)
Rio Passa-Três	21,749	-14,565231	-49,391901	19,158	0,881

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($R_r: A \times I \times P$), permanentes ($R_p: A \times N_e / I_f i \times b$) e exploráveis ($R_e: R_r + Z * R_p$) conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 60.4), identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 82,759 L/s, para as reservas permanentes 1.137,933 L/s, para as reservas exploráveis, de 139,655 L/s e a vazão de referência conforme pode ser observado na Tabela 60.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 60.5, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 60.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade São Lourenço, Uruaçu-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Cristalino Noroeste	10	1,5	110

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 60.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do rio Passa-Três da Comunidade São Lourenço, Uruaçu-GO, 2019.

Reserva renovável (L/s)	Reserva renovável (m ³ /ano)	Reserva permanente (L/s)	Reserva permanente (m ³ /ano)	Reserva explorável (L/s)	Reserva explorável (m ³ /ano)	Q _{ref} (L/s)	Q _{esp} subterrânea (L/s.km ²)
82,759	2,61.10 ⁶	1.137,933	3,580.10 ⁷	139,655	4,404.10 ⁶	139,655	6,421

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da microbacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 6,421 L/s.km², conforme Tabela 60.5. Ao associar os resultados da vazão de referência verifica-se que para a microbacia analisada a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 7,302 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 7,302 L/s.

60.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi

estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 10,581 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 60.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (139,66 L/s). Assim, subtraindo nessa microbacia as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 147,144 L/s. Já a disponibilidade hídrica específica total é igual a 6,766 L/s.km² (Tabela 60.6).

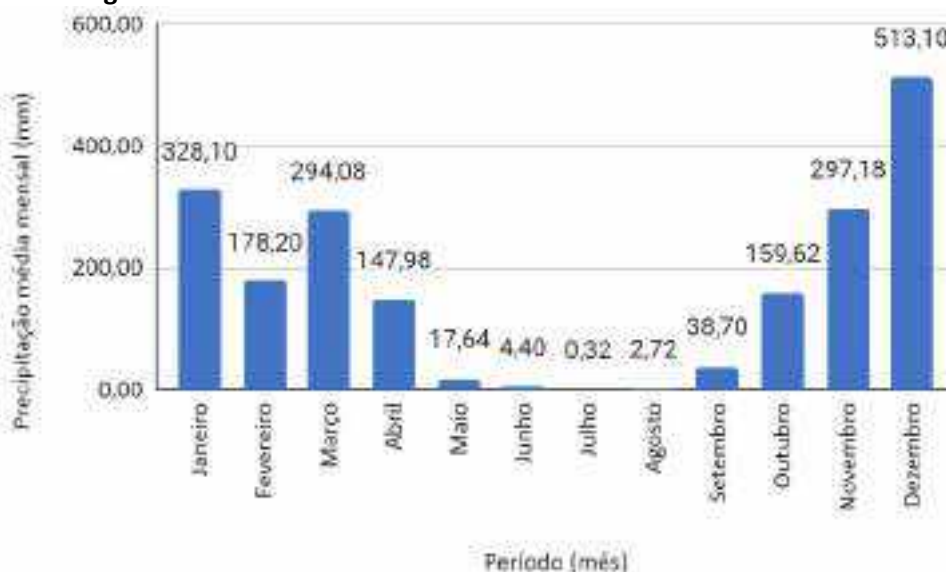
Tabela 60.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do rio Passa-Três da Comunidade São Lourenço, Uruaçu-GO, 2020.

Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} $0,5 \times Q_{ref}$ (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
19,158	9,579	139,655	2,091	147,144	21,749	6,766

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (2,42 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 60.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm) e 7 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.982,04 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2008 a 2012).

Gráfico 60.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2008 a 2012, na estação pluviométrica código 1449000.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dessas informações e de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 25.410,000 litros, e uma área de captação mínima de 15,083 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

60.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis na microbacia do rio Passa-Três, tanto subterrânea como superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram numa situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade São Lourenço foi de 11,581 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade São Lourenço, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

61

ASSENTAMENTO SÃO SEBASTIÃO DA GARGANTA



Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

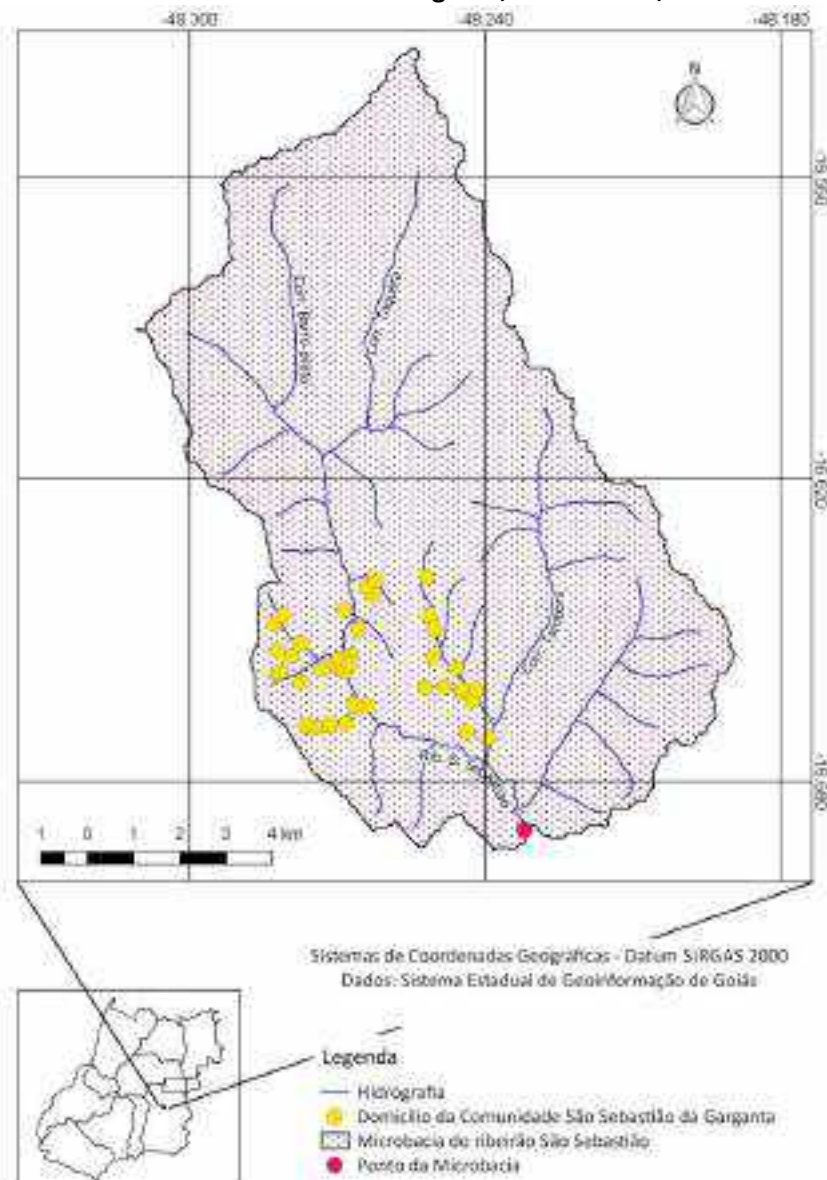


Saneamento e Saúde
Ambiental Rural

61.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade São Sebastião da Garganta, um assentamento pertencente ao município de Silvânia – GO, a partir da delimitação da microbacia do ribeirão São Sebastião (GOIÁS, 2014) (Mapa 61.1), na qual a comunidade está inserida. Essa microbacia está localizada no Sudeste Goiano, possuindo uma área de aproximadamente 122,159 km² e está inserida na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos Corumbá, Veríssimo e Porção Goiana do São Marcos, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 61.1 – Microbacia do ribeirão São Sebastião onde estão inseridos os domicílios e o exutório de referência da Comunidade São Sebastião da Garganta, Silvânia-GO, 2020.

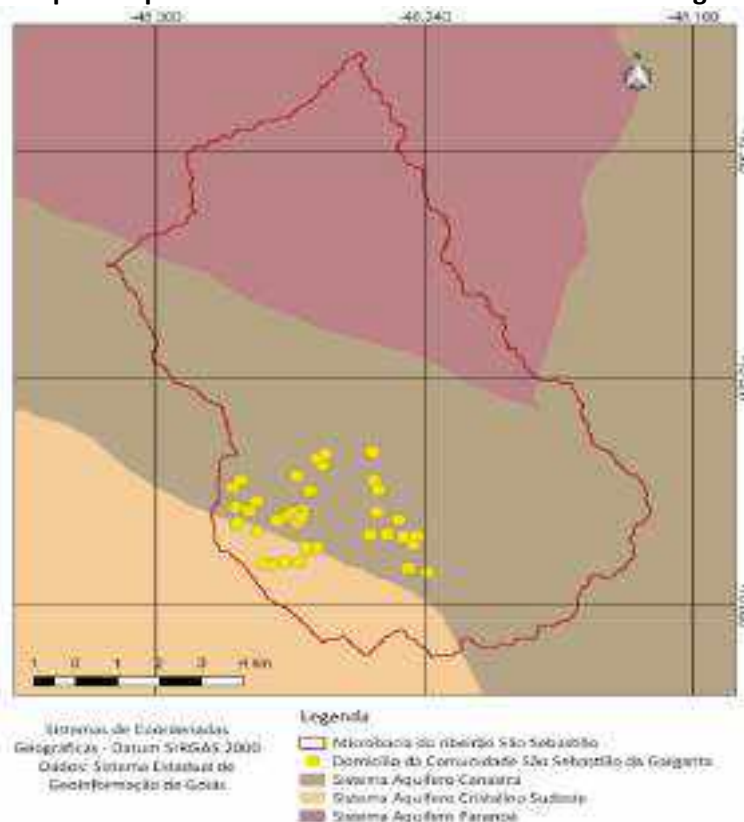


Fonte: elaborado pelos autores.

O principal curso d'água da Comunidade São Sebastião da Garganta é o córrego São Sebastião e recebe a contribuição do córrego Taquara, do córrego Tamboril, do córrego Garganta e de diversos afluentes intermitentes.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea, pode-se dizer que na microbacia do ribeirão São Sebastião encontra-se sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esses domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e a bacia hidrográfica em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 61.2, observando a presença dos Sistemas Aquíferos Canastra, Cristalino Sudeste e Paranoá em 57,82% (70,62 km²) 8,29% (10,13 km²) e 33,90% (41,41 km²) das áreas das bacias hidrográficas, respectivamente.

Mapa 61.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade São Sebastião da Garganta, Silvânia-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

61.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à montante da microbacia em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e

Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Na microbacia do ribeirão São Sebastião não foram encontradas outorgas de uso da água subterrânea, mas foram encontradas outorgas de água superficial até o mês de janeiro de 2020, conforme pode ser observado na Tabela 61.1.

Tabela 61.1 – Vazões outorgadas na microbacia ribeirão São Sebastião, para fins de irrigação à montante da Comunidade São Sebastião da Garganta, Silvânia-GO, 2020.

Outorga	Vazão (L/s)
Bombeamento	3,056
Ponto de Irrigação 1	50,00
Ponto de Irrigação 2	30,00
Ponto de Irrigação 3	100,00
Total	183,056

Fonte: Goiás (2020).

A vazão total de 183,056 L/s é outorgada numa propriedade rural, situada à montante da Comunidade São Sebastião da Garganta, reduzindo a disponibilidade hídrica à jusante dessas captações. A estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando-se em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012) que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Silvânia, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 61.2 e 61.3.

Tabela 61.2 – Consumo *per capita* na Comunidade São Sebastião da Garganta, Silvânia-GO, 2019.

Nº de domicílios	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
40	2,81	112,4	145	0,189

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 61.3 – Demanda de água para pecuária na microbacia do ribeirão São Sebastião, estimados com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Silvânia-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	7.032,907	0,001736	12,2099
Bubalino	11,865	0,001042	0,0124
Equino	199,553	0,000694	0,1386
Suíno	674,167	0,000405	0,2731
Caprino	12,944	0,000347	0,0045
Ovino	88,990	0,000347	0,0309
Galináceos	6.472,000	0,000003	0,0187
Total	14.492,426	0,0046	12,6881

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando o levantamento das outorgas de água, a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, a microbacia do ribeirão São Sebastião tem uma demanda igual a 195,934 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 16,385 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (41,313 m³/dia), totalizam uma demanda de 57,698 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, tendo em vista que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

61.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial da microbacia do ribeirão São Sebastião foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do rio Corumbá, proposta por Costa (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 61.4, sendo que a vazão regionalizada (Q_{reg}) foi igual a 864,605 L/s, para a bacia do ribeirão São Sebastião. Assim, a vazão específica superficial é de 7,078 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (4,650 L/s.km²), (falta o complemento aqui: é maior ou menor), afirmando que a metodologia traz uma menor segurança hídrica para a região.

Tabela 61.4 – Vazão regionalizada na microbacia do ribeirão São Sebastião à jusante da Comunidade São Sebastião da Garganta, Silvânia, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q_{reg} superficial (L/s)	Q_{esp} superficial (L/s.km ²)
Ribeirão São Sebastião	122,159	-16,6901	-48,2324	864,605	7,078

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($Rr: A \times I \times P$), permanentes ($Rp: A \times Ne / If \times b$) e exploráveis ($Re: Rr + Z * Rp$) conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 61.5), identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 557,424 L/s, para as reservas permanentes 6.935,065 L/s, para as reservas exploráveis, de 904,177 L/s e a vazão de referência conforme pode ser observado na Tabela 61.6. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 61.6, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 61.5 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade São Sebastião da Garganta, Silvânia-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Canastra	9	1,3	100
Cristalino Sudeste	12	1,5	150
Paranoá	10	2,5	100

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 61.6 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do ribeirão São Sebastião da Comunidade São Sebastião da Garganta, Silvânia-GO, 2019.

Reserva renovável (L/s)	Reserva renovável (m ³ /ano)	Reserva permanente (L/s)	Reserva permanente (m ³ /ano)	Reserva explotável (L/s)	Reserva explotável (m ³ /ano)	Q _{ref} (L/s)	Q _{esp} subterrânea (L/s.km ²)
557,424	1,75.10 ⁷	6.935,06	2,2.10 ⁸	911,89	2,85.10 ⁷	904,177	7,402

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 7,402 L/s.km², conforme Tabela 61.6. Ao associar os resultados da vazão de referência verifica-se que, para a microbacia analisada a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 14,480 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 14,480 L/s.

61.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 432,302 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 61.7, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (904,177 L/s). Assim, subtraindo nessa microbacia as demandas de outorga de água, de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 1.140,547 L/s. Já a disponibilidade hídrica específica total é igual a 9,337 L/s.km² (Tabela 61.7).

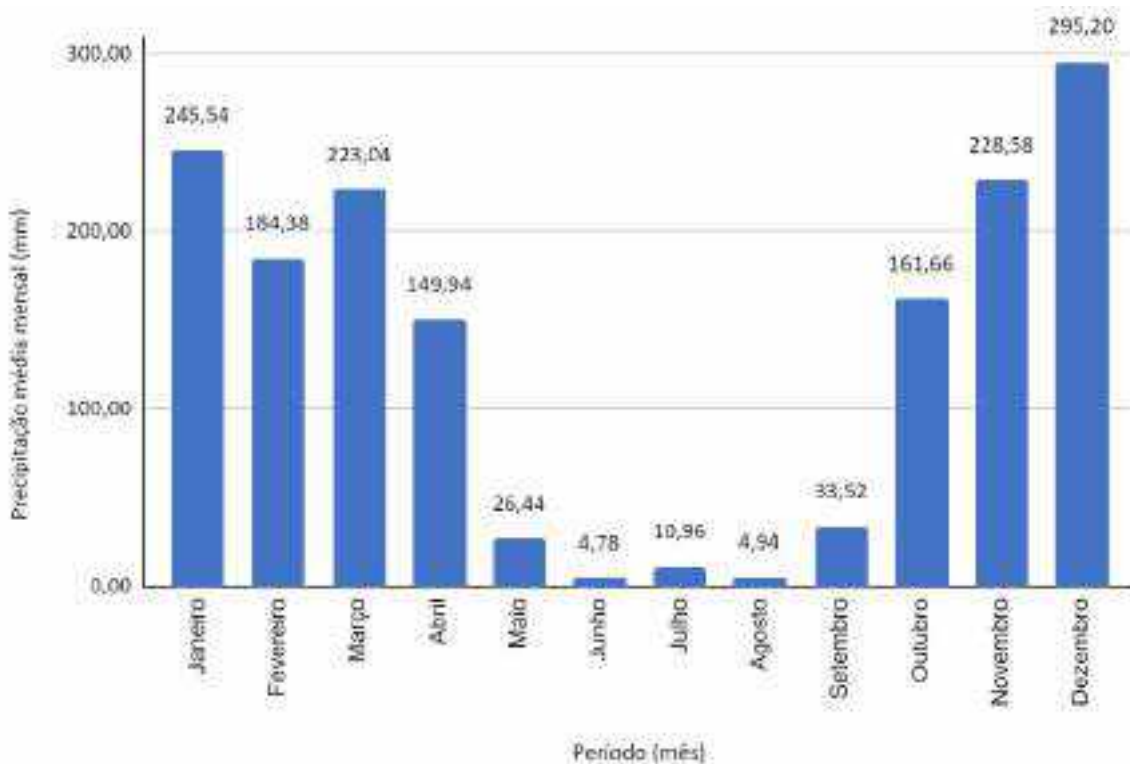
Tabela 61.7 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do ribeirão São Sebastião da Comunidade São Sebastião da Garganta, Silvânia-GO, 2020.

Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q _{ref} (L/s)	Q _{pr} 0,5 x Q _{ref} (L/s)	DH Q _{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
864,605	432,302	904,177	195,933	1140,547	122,159	9,337

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (2,81 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 61.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm) e 7 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.566,84 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2008 a 2012).

Gráfico 61.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2008 a 2012, na estação pluviométrica código 1648002.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dessas informações e de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 29.610,000 litros, e uma área de captação mínima de 22,233 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

61.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis na microbacia do ribeirão São Sebastião, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. No entanto, a demanda identificada para a Comunidade São Sebastião da Garganta foi de 57,698 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade São Sebastião da Garganta, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

62

ASSENTAMENTO SERRA DAS ARARAS

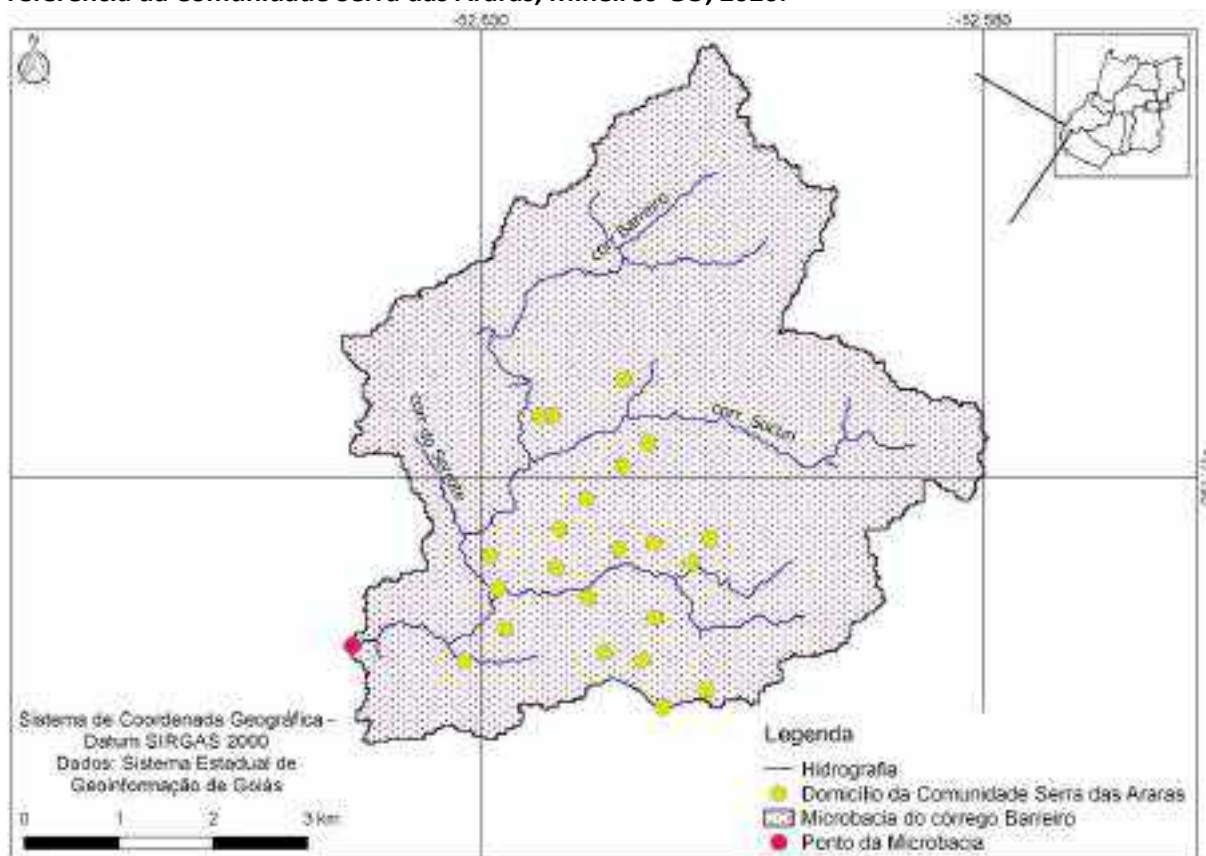


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

62.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade Serra das Araras, um assentamento pertencente ao município de Mineiros – GO, a partir da delimitação da microbacia do córrego Barreiro (GOIÁS, 2014) (Mapa 62.1), na qual os domicílios da comunidade estão inseridos. Essa microbacia está localizada no sudoeste goiano, possuindo uma área de aproximadamente 30,140 km² e está inserida na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos dos Afluentes Goianos do Alto Araguaia, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 62.1 – Microbacia do córrego Barreiro onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Serra das Araras, Mineiros-GO, 2020.



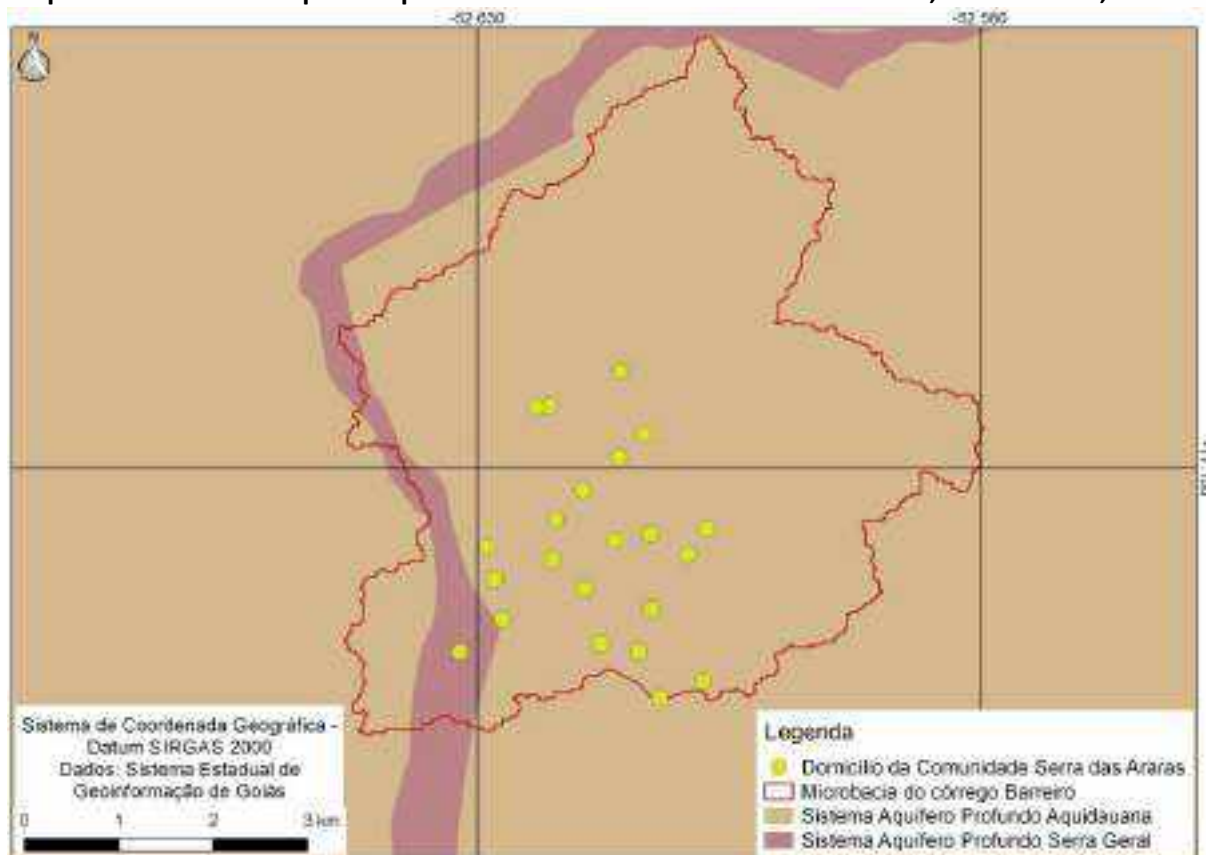
Fonte: elaborado pelos autores.

A microbacia da Comunidade Serra das Araras tem como principal curso d'água o córrego Barreiro e afluente, que recebe contribuição do córrego Serrote, do córrego Sucuri, entre outros.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea, pode-se dizer que a microbacia do córrego Barreiro encontra-se sobre uma formação geológica de domínio fraturado e outra de dupla porosidade (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a este domínio estão os sistemas aquíferos

a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e a bacia hidrográfica em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 62.2, observando a presença do Sistema Aquífero Aquidauana e Sistema Aquífero Serra Geral em 94,429 (28,461 km²) e 5,571% (1,679 km²) da área da bacia hidrográfica, respectivamente.

Mapa 62.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade Serra das Araras, Mineiros-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

62.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da microbacia em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, na microbacia do córrego Barreiro não foram encontradas outorgas de uso da água superficial e subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012) que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de

vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Mineiros, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 62.1 e 62.2.

Tabela 62.1 – Consumo *per capita* na Comunidade Serra das Araras, Mineiros-GO, 2019.

Nº domicílios ⁽¹⁾	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
22	2,06	45,32	145	0,076

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2)

Tabela 62.2 – Demanda de água para pecuária na microbacia do córrego Barreiro estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Mineiros-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	1.217,435	0,001736	2,1135
Bubalino	0,067	0,001042	0,0001
Equino	9,937	0,000694	0,0069
Suíno	17,606	0,000405	0,0071
Caprino	0,617	0,000347	0,0002
Ovino	11,104	0,000347	0,0039
Galináceos	8.436,348	0,000003	0,0253
Total	9.693,1137	0,0046	2,1569

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, a microbacia do córrego Barreiro têm uma demanda igual a 2,233 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 6,571 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (3,756 m³/dia), totalizam uma demanda de 10,327 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, tendo em vista que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

62.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial da microbacia do córrego Barreiro foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do Alto Araguaia proposta por Honório (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 62.3, sendo que a vazão total regionalizada foi igual a 17,6781 L/s para a microbacia

córrego Barreiro. Assim, a vazão específica superficial é de 0,587 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (3,690 L/s.km²), é menor, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região.

Tabela 62.3 – Vazão regionalizada na microbacia do córrego Barreiro à jusante da Comunidade Serra das Araras, Mineiros, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)
Córrego Barreiro	30,140	-17,206726	-52,642801	17,6781	0,587

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($R_r: A \times I \times P$), permanentes ($R_p: A \times N_e / I_f \times b$) e exploráveis ($R_e: R_r + Z * R_p$) conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1) e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 62.4) identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 137,626 L/s, para as reservas permanentes 11.338,936 L/s, para as reservas exploráveis, 735,024 L/s e a vazão de referência conforme pode ser observado na Tabela 62.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 62.5, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 62.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Serra das Araras, Mineiros-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Serra Geral	12	3,5	300
Aquidauana	12	6,0	200

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 62.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias do córrego Barreiro da Comunidade Serra das Araras, Mineiros-GO, 2019.

Reserva renovável (L/s)	Reserva renovável (m ³ /ano)	Reserva permanente (L/s)	Reserva permanente (m ³ /ano)	Reserva explorável (L/s)	Reserva explorável (m ³ /ano)	Q _{ref} (L/s)	Q _{esp} subterrânea (L/s.km ²)
137,626	4,34.10 ⁶	11.338,936	3,59.10 ⁸	735,024	2,32.10 ⁷	735,024	24,387

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 24,387 L/s.km², conforme Tabela 62.5. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que, para as microbacias analisadas, a vazão específica total (superficial

mais subterrânea) é de 24,974 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 24,974 L/s.

62.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.4.1 do Capítulo 1), sendo igual a 8,839 L/s, conforme pode ser observado Tabela 62.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (735,024 L/s). Assim, subtraindo nessas microbacia as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.4.3 do Capítulo 1) e é igual a 741,630 L/s. Já a disponibilidade hídrica específica total é igual a 24,606 L/s.km² (Tabela 62.6).

Tabela 62.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do córrego Barreiro da Comunidade Serra das Araras, Mineiros-GO, 2020.

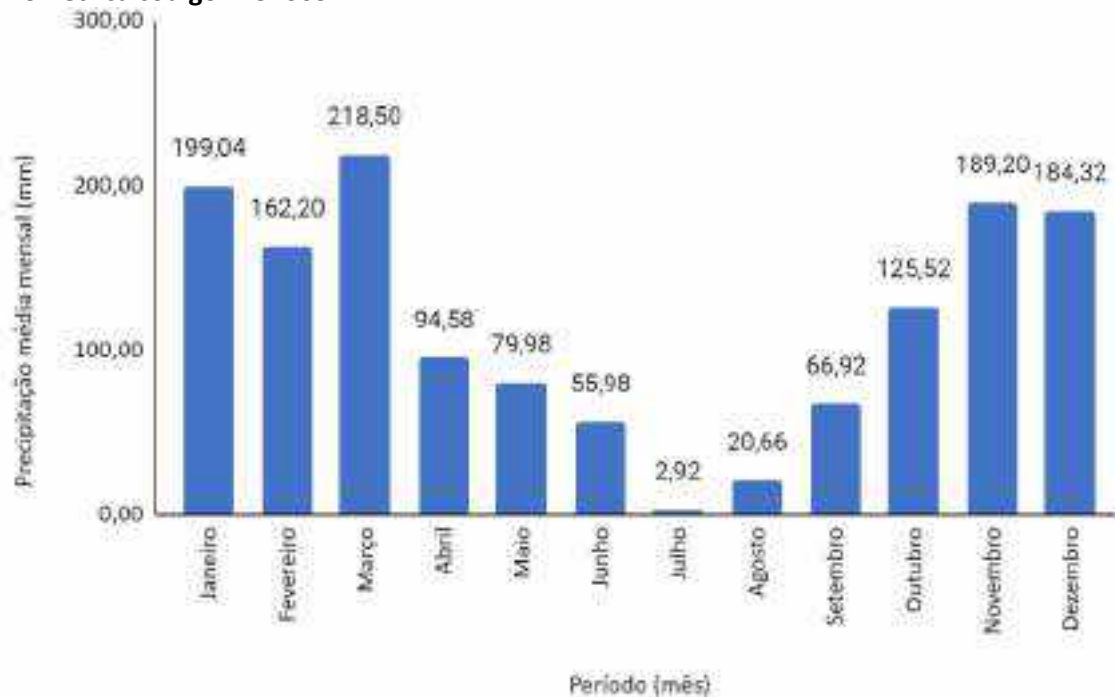
Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} $0,5 \times Q_{ref}$ (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
17,678	8,839	735,024	2,233	741,630	30,140	24,606

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água da chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (2,06 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 62.1), observa-se que há 2 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm), 4 meses entre 50 e 100 mm e 6 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.399,82 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 1994-1998).

A partir dessas informações e de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do Capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 8.652,000 litros, e uma área de captação mínima de 7,272 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem que ocorre de julho e agosto. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

Gráfico 62.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 1994 a 1998, na estação pluviométrica código 1752003.



Fonte: elaborado pelos autores.

62.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis na microbacia do córrego Barreiro, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. No entanto, a demanda identificada para a Comunidade Serra das Araras foi de 10,327 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade Serra das Araras, como, por exemplo a

implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

63

COMUNIDADE DE SUMIDOURO

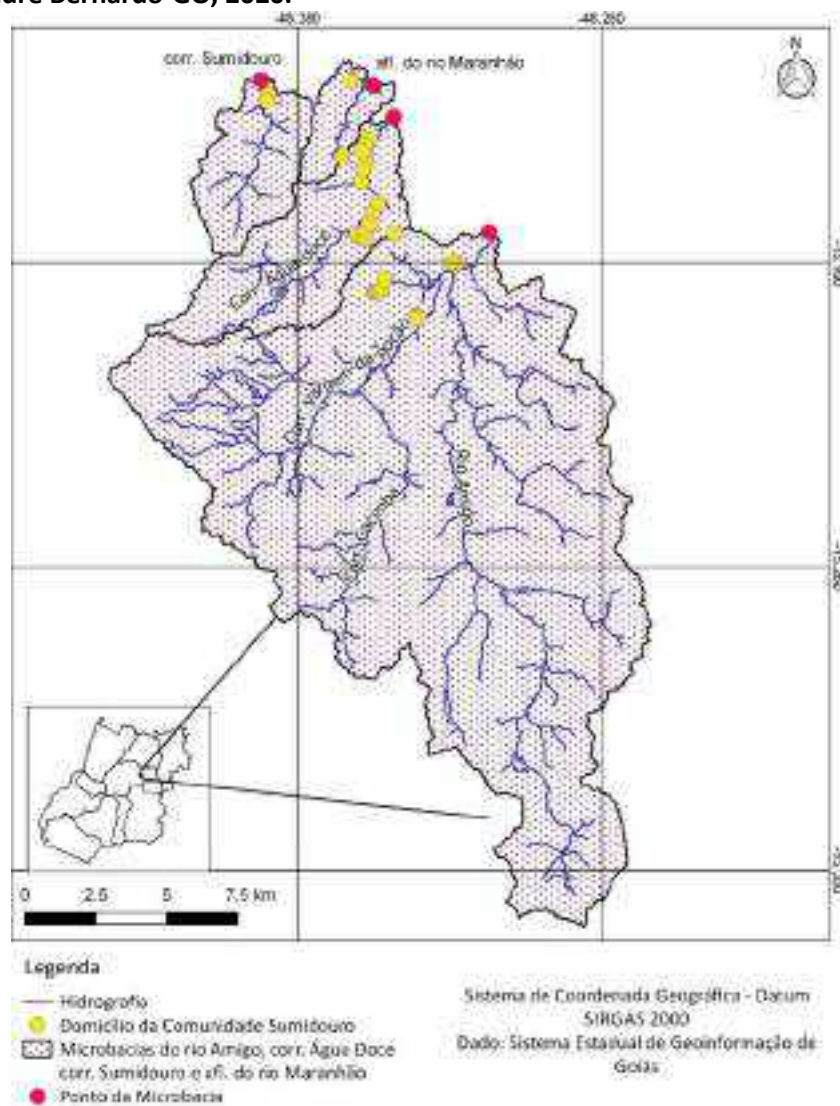


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

63.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade Sumidouro, uma comunidade quilombola pertencente ao município de Padre Bernardo – GO, a partir da delimitação das microbacias do rio Amigo, córrego Água-doce, córrego Sumidouro e afluente do rio Maranhão (GOIÁS, 2014) (Mapa 63.1), nas quais os domicílios da comunidade estão inseridos. Essas microbacias estão localizadas no entorno do Distrito Federal, possuindo uma área total de aproximadamente 294,235 km² e estão inseridas na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos do rio das Almas e Afluentes Goianos do rio Maranhão, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

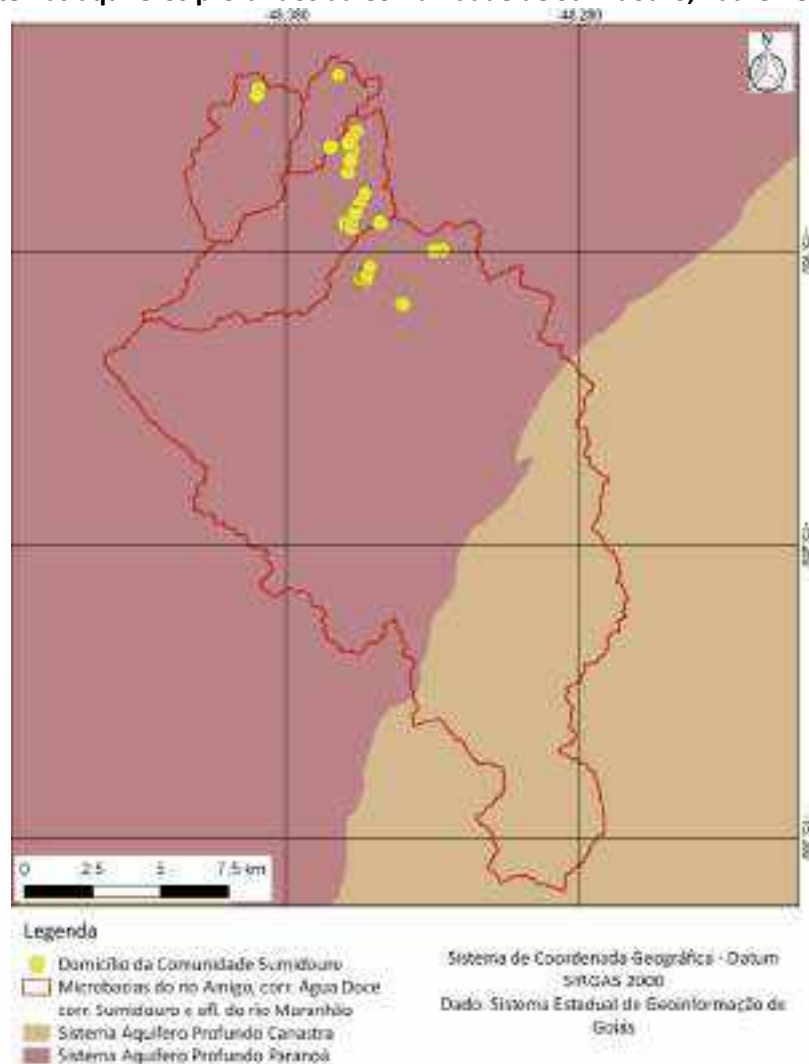
Mapa 63.1 – Microbacias do rio Amigo, córrego Água-doce, córrego Sumidouro e afluente do rio Maranhão onde estão inseridos os domicílios e os exutórios de referência da Comunidade de Sumidouro, Padre Bernardo-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

A Comunidade de Sumidouro está situada em quatro microbacias onde os principais cursos d'água são o rio Amigo e o córrego Água-doce, sendo que ambos recebem contribuição de diversos córregos. Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea pode-se dizer que as microbacias do rio Amigo, córrego Água-doce, córrego Sumidouro e afluente do rio Maranhão encontram-se sobre uma formação geológicas de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esses domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 63.2, observado a presença do Sistema Aquífero Paranoá e Sistema Aquífero Canastraem 72,09% (212,122 km²) e 27,91% (82,113 km²) da área da bacia hidrográfica.

Mapa 63.2 – Sistemas aquíferos profundos da Comunidade de Sumidouro, Padre Bernardo-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

63.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante das microbacias em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, nas microbacias do rio Amigo, córrego Água-doce, córrego Sumidouro e afluente do rio Maranhão foram encontradas outorgas de uso da água superficial, quanto outorgas de uso da água subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Ressalta-se que foram encontrados 17 pontos de outorga de uso de água superficial destinados para irrigação e abastecimento público e 5 pontos de outorga de uso de água subterrânea para outros fins, cuja vazão total pode ser observada nas Tabelas 63.1 e 63.2.

Tabela 63.1 – Vazão superficial outorgada nas microbacias do rio Amigo, córrego Água-doce, córrego Sumidouro e afluente do rio Maranhão, para diversos fins na Comunidade de Sumidouro, Padre Bernardo-GO, 2020.

Outorga	Vazão (L/s)
Irrigação	1.115,835
Abastecimento público	70,000
Outros	16,111
Total	1.201,946

Fonte: GOIÁS (2020).

Tabela 63.2 – Vazões subterrâneas outorgadas nas microbacias do rio Amigo, córrego Água-doce, córrego Sumidouro e afluente do rio Maranhão, para diversos fins na Comunidade de Sumidouro, Padre Bernardo-GO, 2020.

Outorga	Taxa de bombeamento (h/dia)	Vazão (m ³ /h)	Disponibilidade Efetiva (m ³ /dia)	Disponibilidade Efetiva (L/s)
Abastecimento comercial	8	5,000	40,000	0,463
Abastecimento	16	7,300	116,800	1,352
Lavação de arenito industrial	12	10,380	124,560	1,442
Consumo humano	12	2,000	24,000	0,278
Total				0,534

Fonte: GOIÁS (2020).

A vazão total de 1.205,480 L/s é outorgada em diversos locais situados à montante da Comunidade de Sumidouro, reduzindo a disponibilidade hídrica à jusante dessas captações. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando-se em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012) que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Padre Bernardo, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 63.3 e 63.4.

Tabela 63.3 – Consumo *per capita* na Comunidade de Sumidouro, Padre Bernardo-GO, 2019.

Nº domicílios ⁽¹⁾	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
41	2,88	118	145	0,198

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 63.4 – Demanda de água para pecuária nas microbacias do rio Amigo, córrego Água-doce, córrego Sumidouro e afluente do rio Maranhão, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Padre Bernardo-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	10.618,244	0,001736	18,4333
Bubalino	22,766	0,001042	0,0237
Equino	326,573	0,000694	0,2266
Suíno	283,111	0,000405	0,1147
Caprino	53,638	0,000347	0,0186
Ovino	160,656	0,000347	0,0557
Galináceos	29.170,917	0,000003	0,0875
Total	40.635,906	0,0046	18,9602

Fonte: elaborado pelos autores

Considerando as outorgas de uso de água superficial e subterrânea, a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, as microbacias do rio Amigo, córrego Água-doce, córrego Sumidouro e afluente do rio Maranhão têm uma demanda igual a 1.224,638 L/s. Considerando apenas a estimativa de consumo humano (somente da comunidade) e a estimativa de consumo para a pecuária, as microbacias do rio Amigo, córrego Água-doce, córrego Sumidouro e afluente do rio Maranhão têm uma demanda igual a 19,158 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 17,122 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (37,963 m³/dia), totalizam uma demanda de 55,084 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, tendo em vista que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

63.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial das microbacias do rio Amigo, córrego Água-doce, córrego Sumidouro e afluente do rio Maranhão, foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do alto Tocantins proposta por Costa (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 63.5, sendo que a vazão regionalizada

total foi igual a 453,079 L/s, para as microbacias do rio Amigo, córrego Água-doce, córrego Sumidouro e afluente do rio Maranhão. Assim, a vazão específica superficial é de 1,539 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (3,160 L/s.km²), é menor, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região.

Tabela 63.5 – Vazões regionalizadas nas microbacias do rio Amigo, córrego Água-doce, córrego Sumidouro e afluente do rio Maranhão à jusante da Comunidade de Sumidouro, Padre Bernardo-GO, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)
Rio Amigo	238,2804	-15,149767	-48,316871	403,475	1,693
Córrego água-doce	31,3263	-15,111902	-48,348278	30,484	0,973
Córrego Sumidouro	17,3286	-15,099656	-48,391984	14,346	0,828
Afl. Rio Maranhão	7,2999	-15,101441	-48,355098	4,773	0,654
Total	294,235	-	-	453,079	1,539

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($R_r: A \times I \times P$), permanentes ($R_p: A \times N_e / I_f \times b$) e exploráveis ($R_e: R_r + Z * R_p$) conforme descrito na metodologia (item 1.4.2) e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 63.6) identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 1.158,67 L/s, para as reservas permanentes 20.200,79 L/s, para as reservas exploráveis, de 2.168,713 L/s e a vazão de referência conforme pode ser observado na Tabela 63.7. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 63.7, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 63.6 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade de Sumidouro, Padre Bernardo-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Paranoá	10	2,5	100
Canastra	9	1,3	100

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 63.7 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias do rio Amigo, córrego Água-doce, córrego Sumidouro e afluente do rio Maranhão da Comunidade de Sumidouro, Padre Bernardo-GO, 2019.

Reserva renovável (L/s)	Reserva renovável (m ³ /ano)	Reserva permanente (L/s)	Reserva permanente (m ³ /ano)	Reserva explorável (L/s)	Reserva explorável (m ³ /ano)	Q _{ref} (L/s)	Q _{esp} subterrânea (L/s.km ²)
1.158,67	3,65.10 ⁷	20.200,79	6,37.10 ⁸	2.168,713	6,84.10 ⁷	2168,713	7,371

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 7,371 L/s.km², conforme Tabela 63.7. Ao associar os resultados da vazão de referência verifica-se que para as microbacias analisadas, a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 8,910 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 8,910 L/s.

63.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 226,539 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 63.8, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (2.168,713 L/s). Assim, subtraindo nessas microbacias as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 1.170,614 L/s. Já a disponibilidade hídrica específica total é igual a 3,978 L/s.km² (Tabela 63.8).

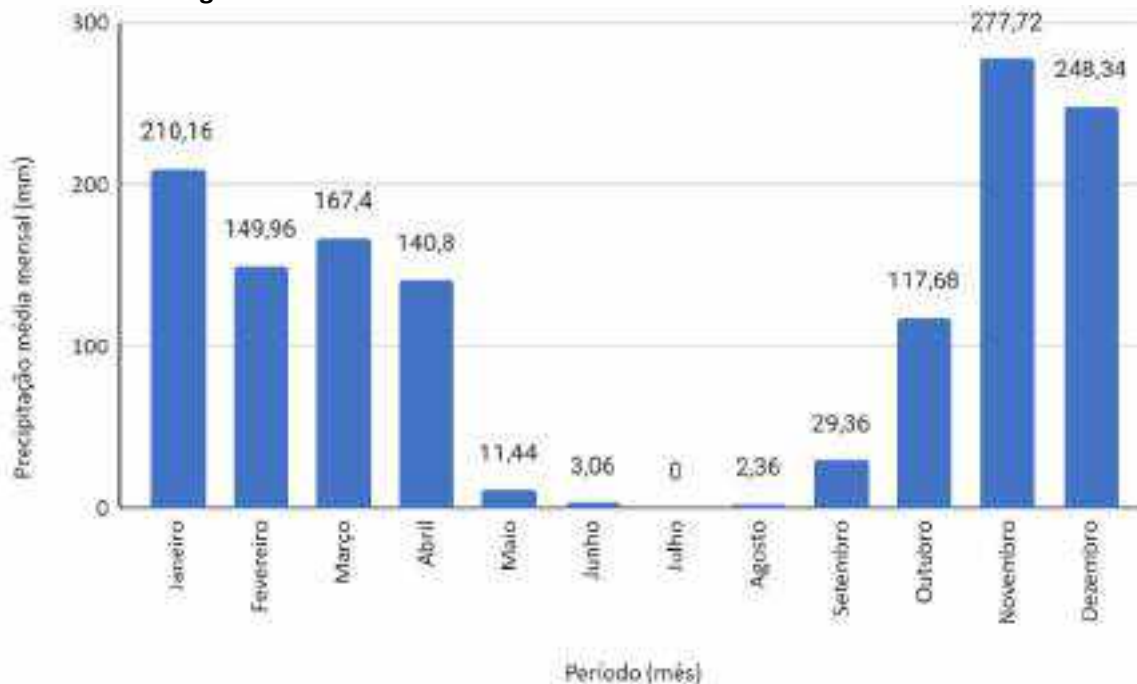
Tabela 63.8 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do rio Amigo, córrego Água-doce, córrego Sumidouro e afluente do rio Maranhão da Comunidade de Sumidouro, Padre Bernardo-GO, 2020.

Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} $0,5 \times Q_{ref}$ (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
453,079	226,539	2.168,713	1.224,638	1.170,614	294,235	3,978

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água da chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (2,88 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 63.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm) e 7 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.358,28 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2008 a 2012).

Gráfico 63.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2008 a 2012, na estação pluviométrica código 1548001.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dessas informações e de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do Capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 30.240,000 litros, e uma área de captação mínima de 26,193 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem

63.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis nas microbacias do rio Amigo, córrego Água-doce, córrego Sumidouro e afluente do rio Maranhão, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução

também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade de Sumidouro foi de 55,084 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade de Sumidouro, como, por exemplo a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

64

COMUNIDADE DE TAQUARUSSU

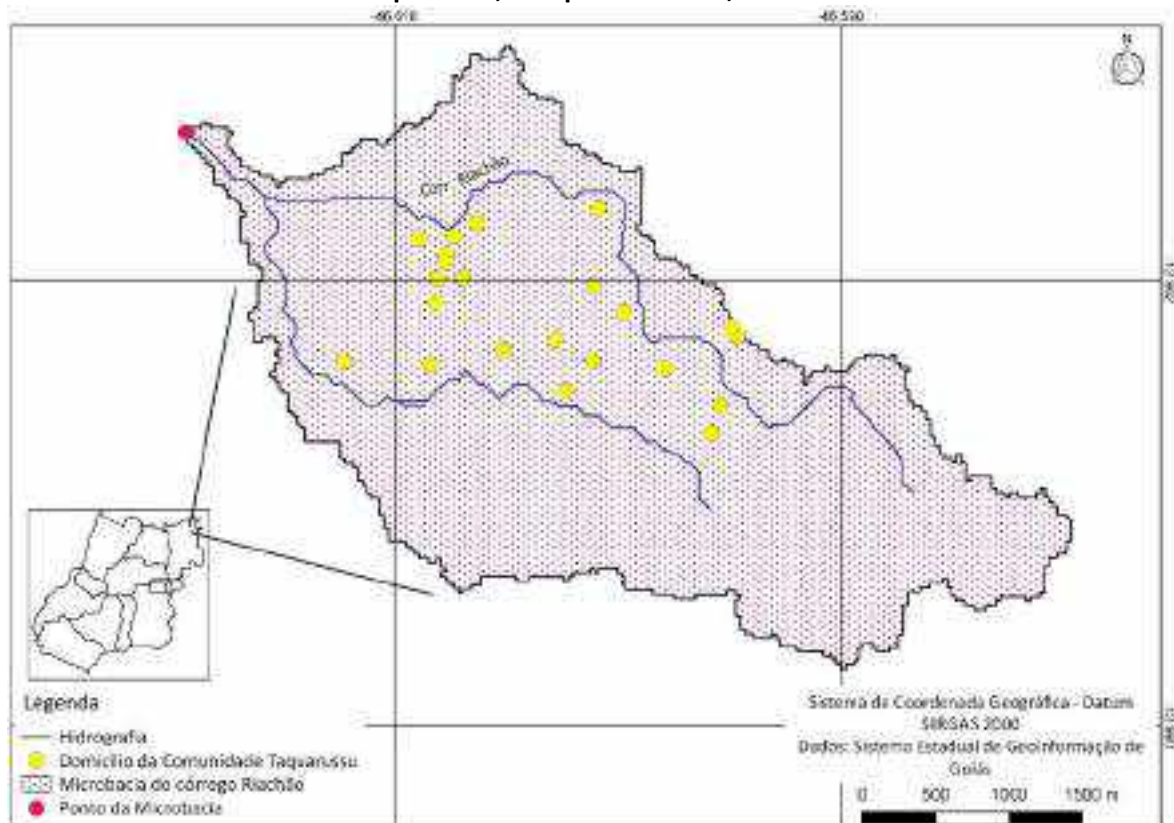


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

64.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade Taquarussu, uma comunidade quilombola pertencente ao município de Campos Belos – GO, a partir da delimitação da microbacia do córrego Riachão (GOIÁS, 2014) (Mapa 64.1), na qual os domicílios da comunidade estão inseridos. Essa microbacia está localizada no Nordeste Goiano, possuindo uma área de aproximadamente 12,047 km² e está inserida na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos dos Afluentes Goianos do Rio Paranã, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 64.1 – Microbacia do córrego Riachão onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade de Taquarussu, Campos Belos-GO, 2020.



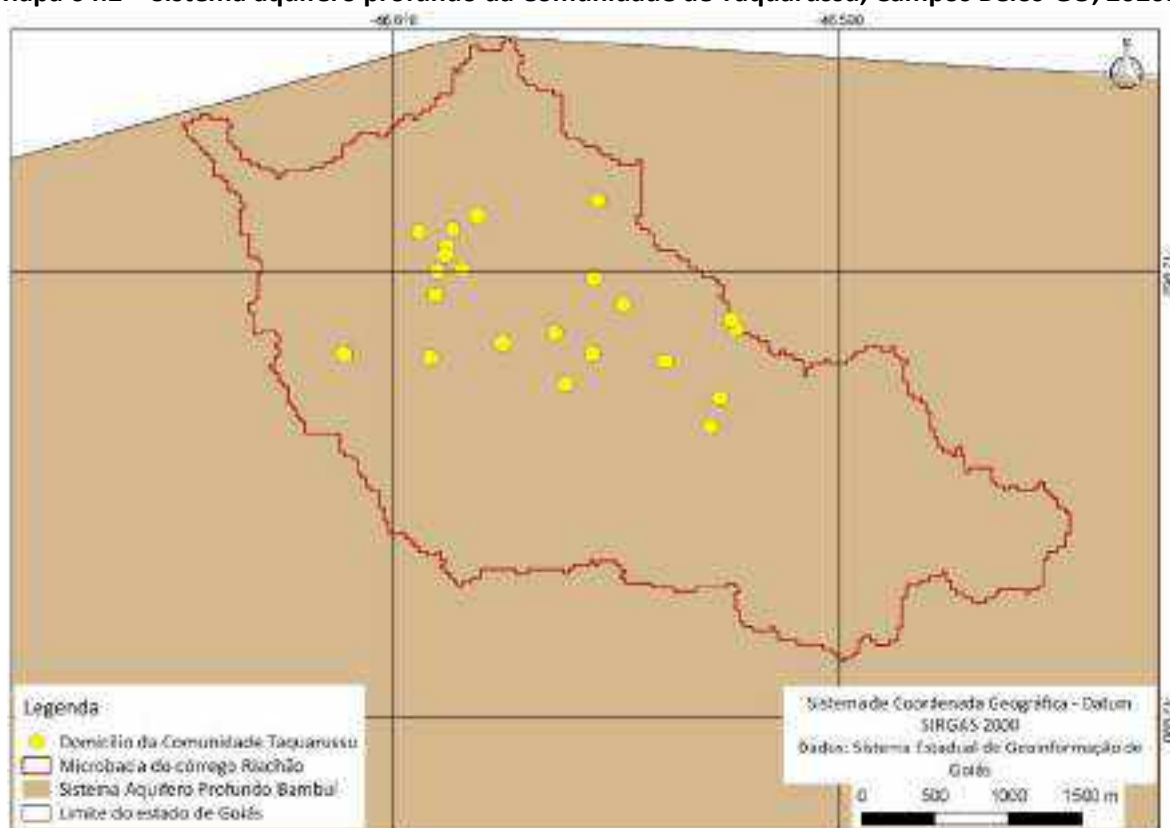
Fonte: elaborado pelos autores.

A microbacia da comunidade tem como principal curso d'água o córrego Riachão, que recebe a contribuição de outros córregos intermitentes.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea pode-se dizer que a microbacia do córrego Riachão se encontra sobre uma formação geológica de domínio fissuro-cárstico (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esse domínio estão os sistemas aquíferos diferenciados a

partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e a bacia hidrográfica em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 64.2, observando a presença do Sistema Aquífero Bambuí em 100% (12,047 km²) da área da bacia hidrográfica.

Mapa 64.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade de Taquarussu, Campos Belos-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

64.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da microbacia em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, na microbacia do córrego Riachão não foram encontradas outorgas de uso da água superficial e subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012) que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por

km², no município de Campos Belos, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 64.1 e 64.2.

Tabela 64.1 – Consumo *per capita* na Comunidade de Taquarussu, Campos Belos-GO, 2019.

Nº domicílios ⁽¹⁾	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
22	3,47	76,34	145	0,128

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 64.2 – Demanda de água para pecuária na microbacia do córrego Riachão estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Campos Belos-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	1.186,631	0,001736	2,0600
Bubalino	0,150	0,001042	0,0002
Equino	19,966	0,000694	0,0139
Suíno	26,621	0,000405	0,0108
Caprino	1,664	0,000347	0,0006
Ovino	4,592	0,000347	0,0016
Galináceos	256,643	0,000003	0,0008
Total	1.496,2665	0,0046	2,0877

Fonte: elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, a microbacia do córrego Riachão têm uma demanda igual a 2,216 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 11,069 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (2,396 m³/dia), totalizam uma demanda de 13,466 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, tendo em vista que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

64.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial da microbacia do córrego Riachão, foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do rio Paranã proposta por Honório (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 64.3, sendo que a vazão total regionalizada foi igual a 444,736 L/s, para a microbacia do córrego Riachão. Assim, a vazão específica superficial é de 36,917 L/s.km², que, quando

comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (2,790 L/s.km²), é maior, afirmando que a metodologia traz uma menor segurança hídrica para a região. Por esse motivo, para uma estimativa da vazão de referência superficial mais segura, optou-se por utilizar como base a vazão específica do PERH. Dessa forma, a vazão de referência total (Q_{ref}) estimada foi igual a 33,611 L/s.

Tabela 64.3 – Vazão regionalizada na microbacia do córrego Riachão à jusante da Comunidade de Taquarussu, Campos Belos, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{med. superficial} (L/s)	Q _{esp superficial} (L/s.km ²)	Q _{ref PERH} (L/s)
Córrego Riachão	12,047	-12,952713	-46,631065	444,736	36,917	33,611

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($R_r: A \times I \times P$), permanentes ($R_p: A \times N_e / I_f \times b$) e exploráveis ($R_e: R_r + Z * R_p$) conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1) e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 64.4) identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 45,841 L/s, para as reservas permanentes 2.062,842 L/s, para as reservas exploráveis, de 148,983 L/s e a vazão de referência conforme pode ser observado na Tabela 64.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 64.5, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 64.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade de Taquarussu, Campos Belos-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (L) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Bambuí	10	4,5	120

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 64.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do córrego Riachão da Comunidade de Taquarussu, Campos Belos-GO, 2019.

Reserva renovável (L/s) (m ³ /ano)		Reserva permanente (L/s) (m ³ /ano)		Reserva explorável (L/s) (m ³ /ano)		Q _{ref} (L/s)	Q _{esp subterrânea} (L/s.km ²)
45,841	1,44.10 ⁶	2.062,842	6,51.10 ⁷	148,983	4,69.10 ⁶	148,983	12,367

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 12,367 L/s.km², conforme Tabela 64.5. Ao associar os resultados da vazão de

referência verifica-se que para a microbacia analisada, a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 15,157 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 15,157 L/s.

64.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 16,806 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 64.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (148,983 L/s). Assim, subtraindo nessa microbacia as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 163,573 L/s. Já a disponibilidade hídrica específica total é igual a 13,578 L/s.km² (Tabela 64.6).

Tabela 64.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do córrego Riachão da Comunidade de Taquarussu, Campos Belos-GO, 2020.

Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} $0,5 \times Q_{ref}$ (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
33,611	16,806	148,933	2,216	163,573	12,047	13,578

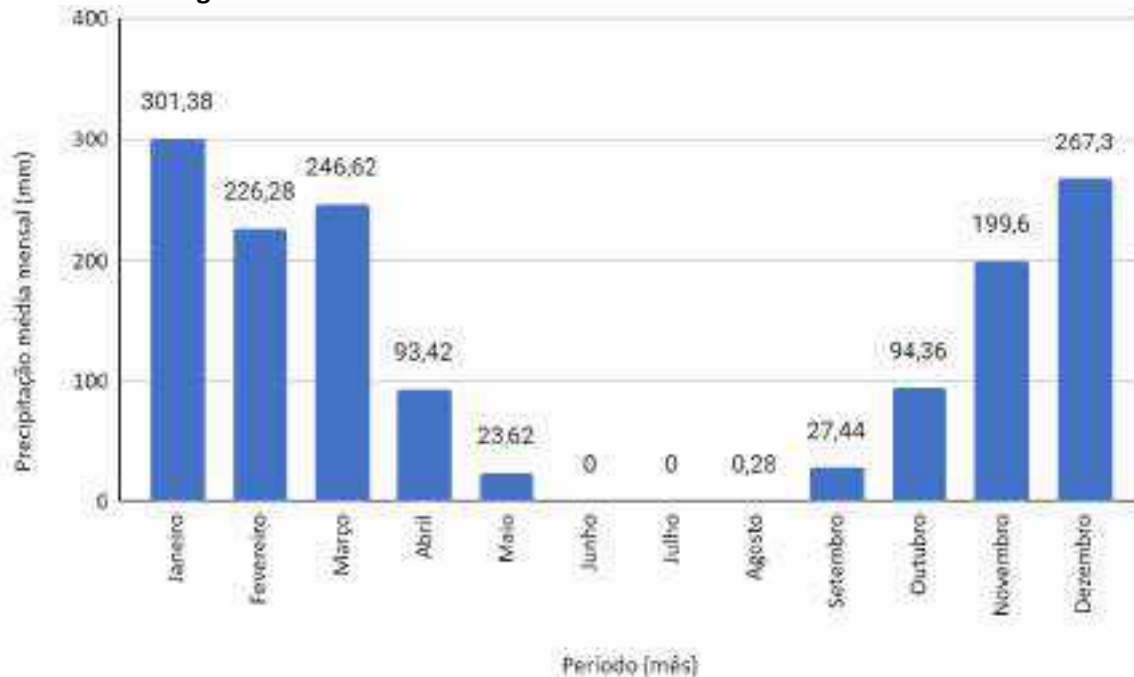
Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água da chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (3,47 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 64.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm), 2 meses entre 50 e 100 mm e 5 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.480,300 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2001-2005).

A partir dessas informações e de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do Capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 36.435,000 litros, e uma área de captação mínima de 28,957 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem que ocorre

de maio a setembro Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

Gráfico 64.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2001 a 2005, na estação pluviométrica código 1346004.



Fonte: elaborado pelos autores.

64.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis na microbacia do córrego Riachão, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica superficial é superior a disponibilidade hídrica subterrânea, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. No entanto, a demanda identificada para a Comunidade de Taquarussu foi de 13,466 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade de Taquarussu, como, por exemplo a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

65

ASSENTAMENTO TARUMÃ

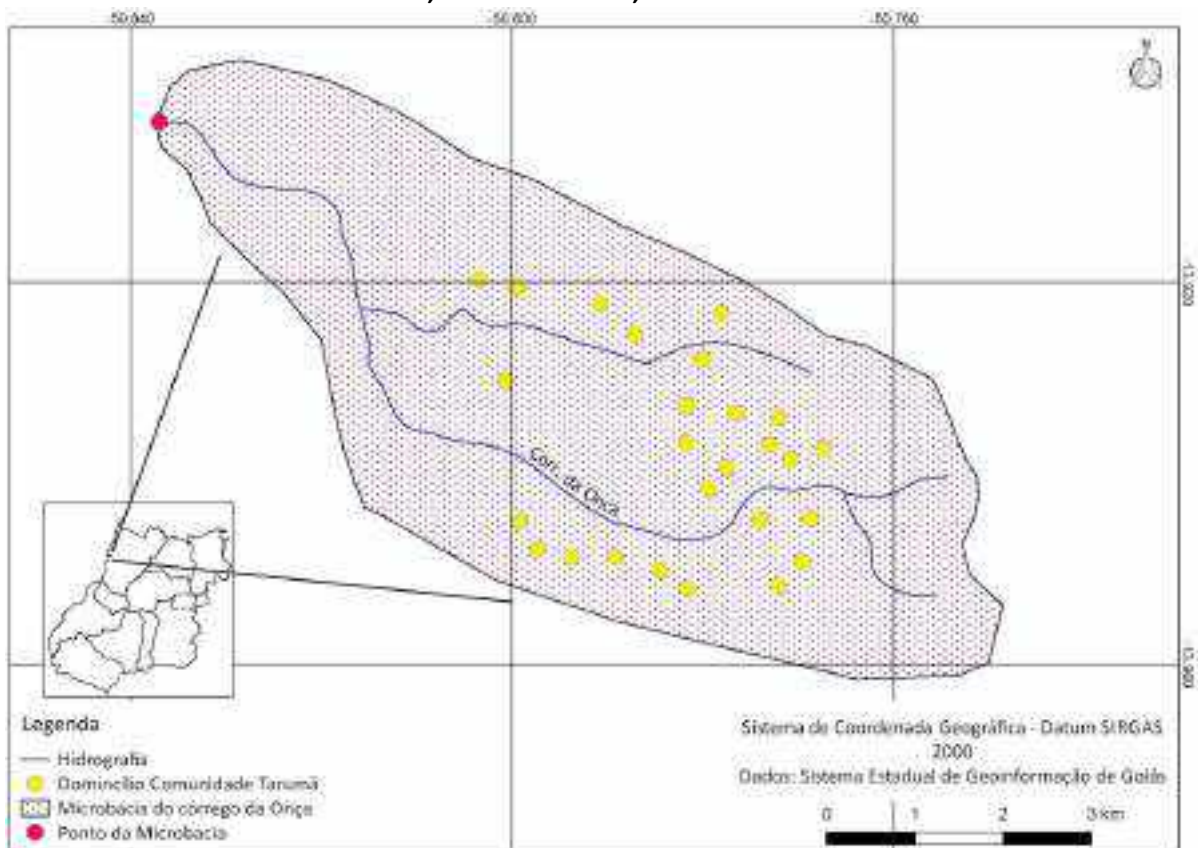


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

65.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade Tarumã, um assentamento pertencente ao município de Nova Crixás – GO, a partir da delimitação da microbacia do córrego da Onça (GOIÁS, 2014) (Mapa 65.1), na qual os domicílios da comunidade estão inseridos. Essa microbacia está localizada no Norte Goiano, possuindo uma área de aproximadamente 35,486 km² e está inserida na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos dos Afluentes Goianos do Médio Araguaia, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 65.1 – Microbacia do córrego da Onça onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Tarumã, Nova Crixás-GO, 2020.



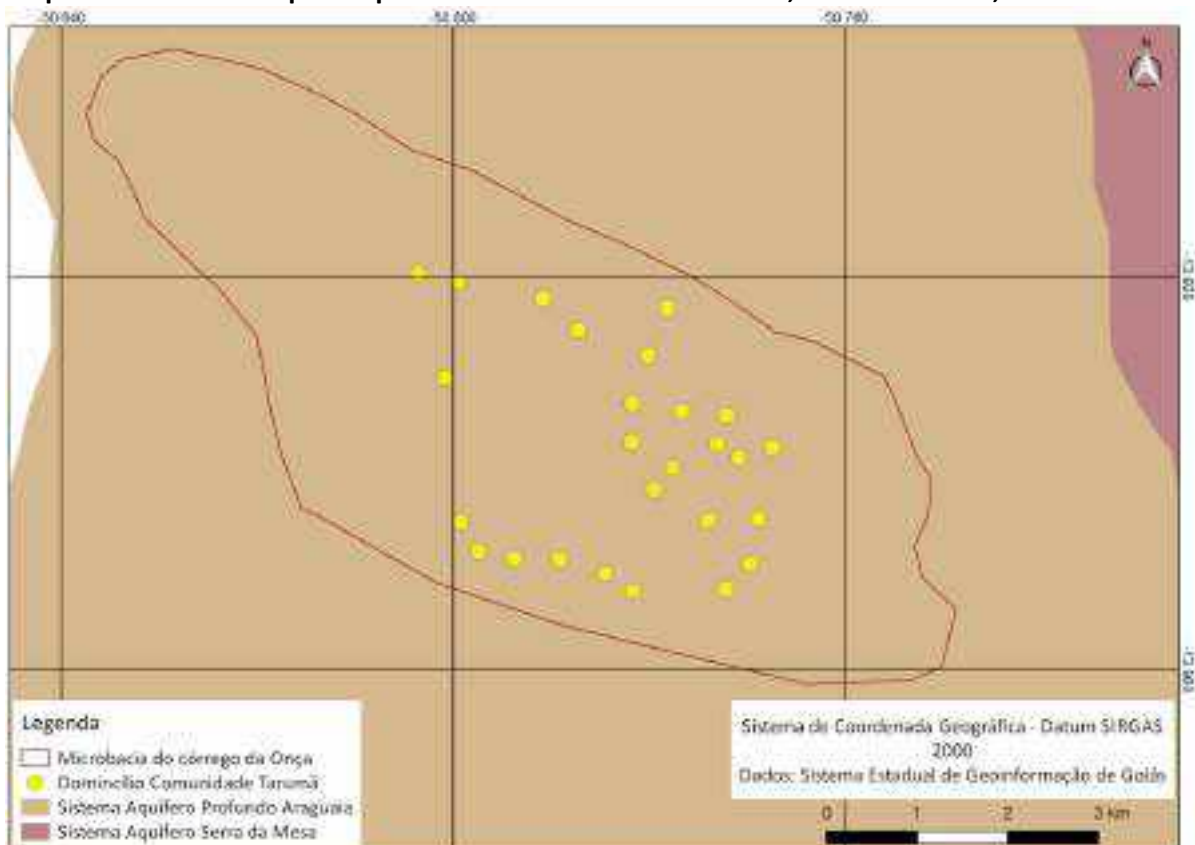
Fonte: elaborado pelos autores.

A microbacia da comunidade tem como principal curso d'água o córrego da Onça, que recebe a contribuição de outros córregos.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea pode-se dizer que a microbacia do córrego da Onça encontra-se sobre uma formação geológica de domínio intergranular (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esse domínio estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da

composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e a bacia hidrográfica em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 65.2, observando a presença do Sistema Aquífero Araguaia em 100% (35,486 km²) da área da bacia hidrográfica.

Mapa 65.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade Tarumã, Nova Crixás-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

65.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da microbacia em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, na microbacia do córrego da Onça não foram encontradas outorgas de uso da água superficial e subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012) que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por

km², no município de Nova Crixás, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 65.1 e 65.2.

Tabela 65.1 – Consumo *per capita* na Comunidade Tarumã, Nova Crixás-GO, 2019.

Nº domicílios ⁽¹⁾	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
26	2,92	75,920	145	0,127

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 65.2 – Demanda de água para pecuária na microbacia do córrego da Onça estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Nova Crixás-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	3.707,116	0,001736	6,4356
Bubalino	1,837	0,001042	0,0019
Equino	34,018	0,000694	0,0236
Suíno	19,925	0,000405	0,0081
Caprino	1,944	0,000347	0,0007
Ovino	5,832	0,000347	0,0020
Galináceos	126,354	0,000003	0,0004
Total	3.897,0257	0,0046	6,4722

Fonte: elaborado pelos autores

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, a microbacia do córrego da Onça têm uma demanda igual a 6,600 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 11,008 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (3,168 m³/dia), totalizam uma demanda de 14,177 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, tendo em vista que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

65.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial da microbacia do córrego da Onça foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do Alto Médio Araguaia proposta por Costa (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 65.3, sendo que a vazão total regionalizada foi igual a 0,00143 L/s, próxima a zero, para a microbacia do córrego da Onça. Assim, a vazão específica superficial é de 0,00004 L/s.km²,

que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (1,660 L/s.km²), é menor, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região.

Tabela 65.3 – Vazão regionalizada na microbacia do córrego da Onça à jusante da Comunidade Tarumã, Nova Crixás, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q _{reg} superficial (L/s)	Q _{esp} superficial (L/s.km ²)
Córrego da Onça	35,486	-13,903244	-50,837044	0,00143	0,00004

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($Rr: A \times I \times P$), permanentes ($Rp: A \times Ne / Ifi \times b$) e exploráveis ($Re: Rr + Z * Rp$) conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1) e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 65.4) identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 162,037 L/s, para as reservas permanentes 3.038,185 L/s, para as reservas exploráveis, de 313,946 L/s e a vazão de referência conforme pode ser observado na Tabela 65.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 65.5, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 65.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Tarumã, Nova Crixás-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Araguaia	9	1,2	30

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 65.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do córrego da Onça da Comunidade Tarumã, Nova Crixás-GO, 2019.

Reserva renovável (L/s)	Reserva renovável (m ³ /ano)	Reserva permanente (L/s)	Reserva permanente (m ³ /ano)	Reserva explorável (L/s)	Reserva explorável (m ³ /ano)	Q _{ref} (L/s)	Q _{esp} subterrânea (L/s.km ²)
162,037	5,11.10 ⁶	3.038,1851	9,5.10 ⁶	313,946	9,9.10 ⁶	313,946	8,847

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 8,847 L/s.km², conforme Tabela 65.5. Ao associar os resultados da vazão de referência verifica-se que, para a microbacia analisada, a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 8,974 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 8,974 L/s.

65.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.5.1 do Capítulo 1), sendo igual a 0,00143 L/s, conforme pode ser observado Tabela 65.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (313,946 L/s). Assim, subtraindo nessa microbacia as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.5.3 do Capítulo 1) e é igual a 307,347 L/s Já a disponibilidade hídrica específica total é igual a 8,661 L/s.km² (Tabela 65.6).

Tabela 65.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do córrego da Onça da Comunidade Tarumã, Nova Crixás-GO, 2020.

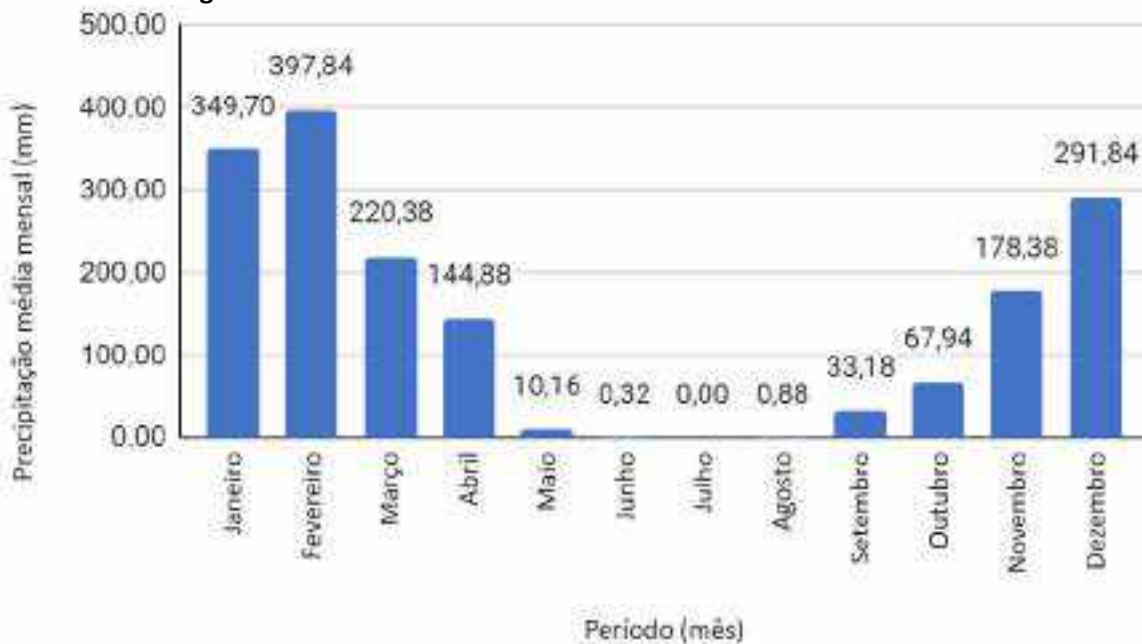
Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} $0,5 \times Q_{ref}$ (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
0,00143	0,0007	313,946	6,600	307,347	35,486	8,661

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água da chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (2,92 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 65.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm), 1 mês entre 50 e 100 mm e 6 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.695,5 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2004-2008).

A partir dessas informações e de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do Capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 30.660,000 litros, e uma área de captação mínima de 21,274 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

Gráfico 65.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2004 a 2008, na estação pluviométrica código 1350000.



Fonte: elaborado pelos autores

65.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis na microbacia do córrego da Onça, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, sendo mais segura em termos de disponibilidade, uma vez que para as águas superficiais a vazão regionalizada (Q_{reg}) foi muito baixa (0,00143 L/s), indicando que no período de estiagem o manancial diminui significativamente a vazão ou seca, podendo comprometer o abastecimento de água na comunidade.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. No entanto, a demanda identificada para a Comunidade Tarumã foi de 14,177 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade Tarumã, como, por exemplo a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

66

COMUNIDADE DE TOMÁS CARDOSO

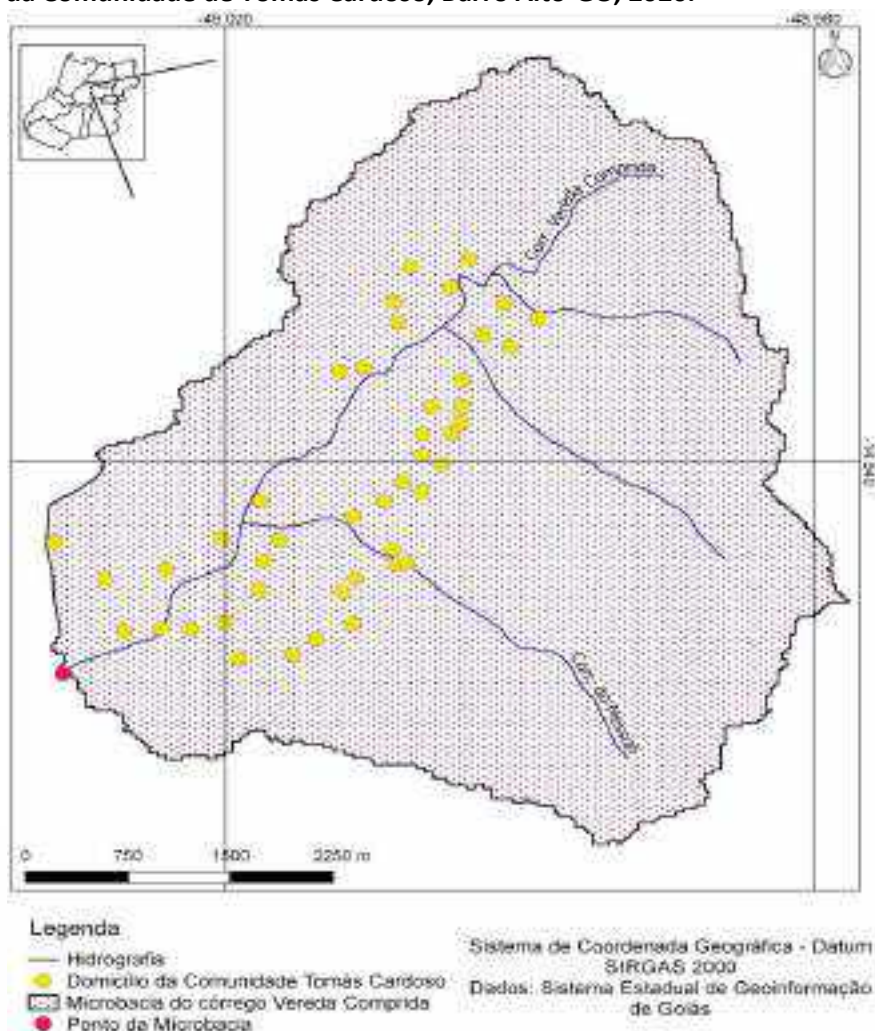


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

66.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade Tomás Cardoso, uma comunidade quilombola pertencente ao município de Barro Alto – GO, a partir da delimitação da microbacia do córrego Vereda Comprida (GOIÁS, 2014) (Mapa 66.1), na qual os domicílios da comunidade estão inseridos. Essa microbacia está localizada no Centro Goiano, possuindo uma área total de aproximadamente 25,249 km² e está inserida na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos do rio das Almas e dos Afluentes Goianos do rio Maranhão, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 66.1 – Microbacia do córrego Vereda Comprida, onde estão inseridos os domicílios e o ponto de referência da Comunidade de Tomás Cardoso, Barro Alto-GO, 2020.

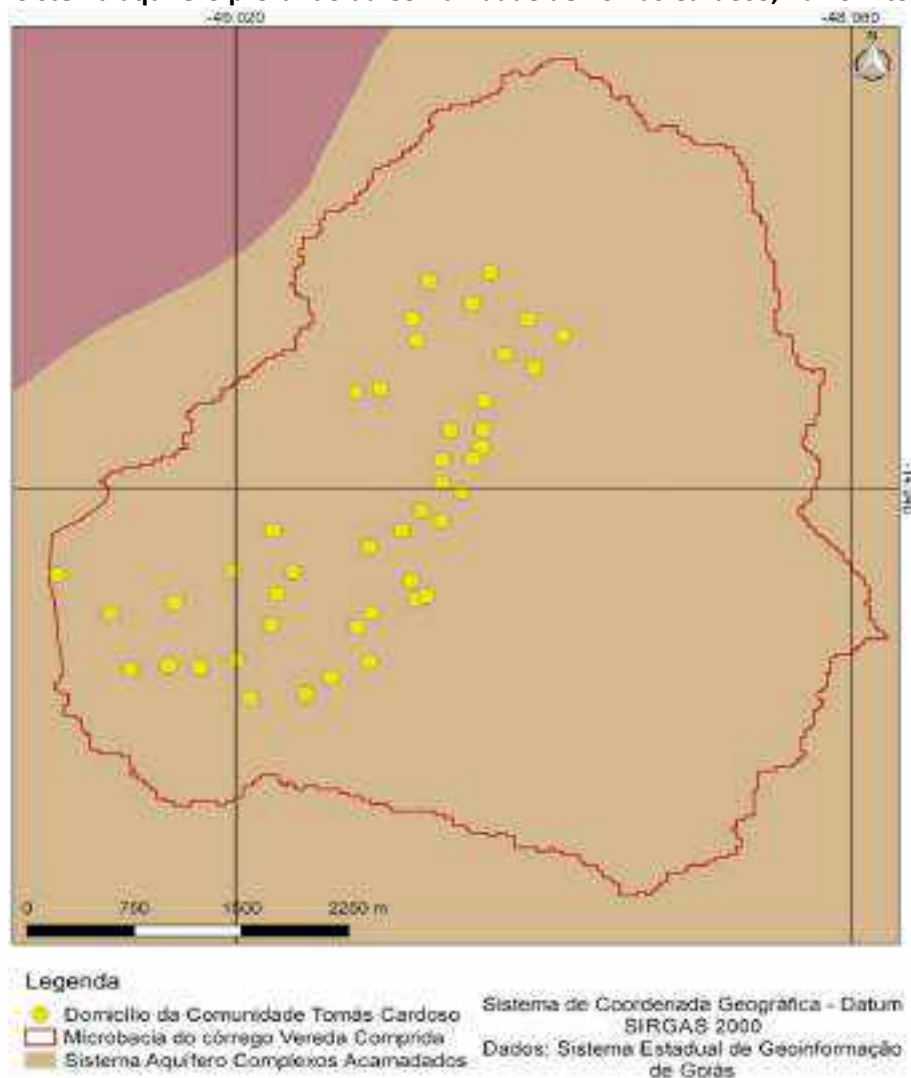


Fonte: elaborado pelos autores.

Os principais cursos d'água da Comunidade Tomás Cardoso são o córrego Vereda Comprida e o córrego do Messias, ambos recebem contribuições de outros afluentes intermitentes.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea pode-se dizer que a microbacia do córrego Vereda Comprida se encontra sobre uma formação geológica de domínio fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esses domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e a bacia hidrográfica em estudo. A partir dessa sobreposição chegou-se ao Mapa 66.2, observando a presença do Sistema Aquífero Complexo Acamadado em 100% (25,249 km²) da área da bacia hidrográfica.

Mapa 66.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade de Tomás Cardoso, Barro Alto-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

66.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante da microbacia em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, na microbacia do córrego Vereda Comprida não foram encontradas outorgas de uso da água superficial e subterrânea até o mês de janeiro de 2020. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012) que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Barro Alto, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 66.1 e 66.2.

Tabela 66.1 – Consumo *per capita* na Comunidade de Tomás Cardoso, Barro Alto-GO, 2019.

Nº domicílios	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
44	2,27	99,880	145	0,168

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 66.2 – Demanda de água para pecuária na microbacia do córrego Vereda Comprida, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Barro Alto-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	947,657	0,001736	1,6452
Bubalino	0,205	0,001042	0,0002
Equino	20,494	0,000694	0,0142
Suíno	30,741	0,000405	0,0125
Caprino	0,410	0,000347	0,0001
Ovino	4,201	0,000347	0,0015
Galináceos	276,673	0,000003	0,0008
Total	1.280,383	0,0046	1,6745

Fonte: Elaborado pelos autores.

Considerando a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, a microbacia do córrego Vereda Comprida tem uma demanda igual a 1,842 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 14,483 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (2,532 m³/dia), totalizam uma demanda de 17,014 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, tendo em vista que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

66.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial da microbacia do córrego Vereda Comprida foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do alto Tocantins proposta por Costa (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 66.3, sendo que a vazão regionalizada (Q_{reg}) foi igual a 18,289 L/s para a microbacia do córrego Vereda Comprida. Assim, a vazão específica superficial total é de 0,724 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (3,160 L/s.km²), é menor, afirmando que a metodologia traz uma maior segurança hídrica para a região.

Tabela 66.3 – Vazão regionalizada na microbacia do córrego Vereda Comprida à jusante da Comunidade de Tomás Cardoso, Barro Alto, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q_{reg} superficial (L/s)	Q_{esp} superficial (L/s.km ²)
Córrego Vereda Comprida	25,249	-14,739705	-48,900036	18,289	0,724

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($Rr: A \times I \times P$), permanentes ($Rp: A \times Ne / Ifi \times b$) e exploráveis ($Re: Rr + Z * Rp$), conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1) e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 66.4), identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 120,096 L/s, para as reservas permanentes 800,641 L/s, para as reservas exploráveis, de 160,128 L/s e a vazão de referência, conforme pode ser observado na Tabela 66.5. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m³/ano, também apresentada na Tabela 66.5, para facilitar a análise de disponibilidade total adotou-se volume em L/s.

Tabela 66.4 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade de Tomás Cardoso, Barro Alto-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Complexos Acamadados	10	1,0	100

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 66.5 – Disponibilidade hídrica subterrânea na microbacia do córrego Vereda Comprida da Comunidade de Tomás Cardoso, Barro Alto-GO, 2019.

Reserva renovável (L/s)	Reserva renovável (m ³ /ano)	Reserva permanente (L/s)	Reserva permanente (m ³ /ano)	Reserva explorável (L/s)	Reserva explorável (m ³ /ano)	Q_{ref} (L/s)	Q_{esp} subterrânea (L/s.km ²)
120,096	3,79.10 ⁶	800,641	2,52.10 ⁷	160,128	5,05.10 ⁶	160,128	6,342

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 6,342 L/s.km², conforme Tabela 66.5. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que, para a microbacia analisada, a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 7,066 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 7,066 L/s.

66.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (item 1.4.1 do Capítulo 1), sendo igual a 9,144 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 66.6, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (160,128 L/s). Assim, subtraindo nessa microbacia as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (item 1.4.3 do Capítulo 1) e é igual a 167,430 L/s, enquanto a disponibilidade hídrica específica total é igual a 6,631 L/s.km² (Tabela 66.6).

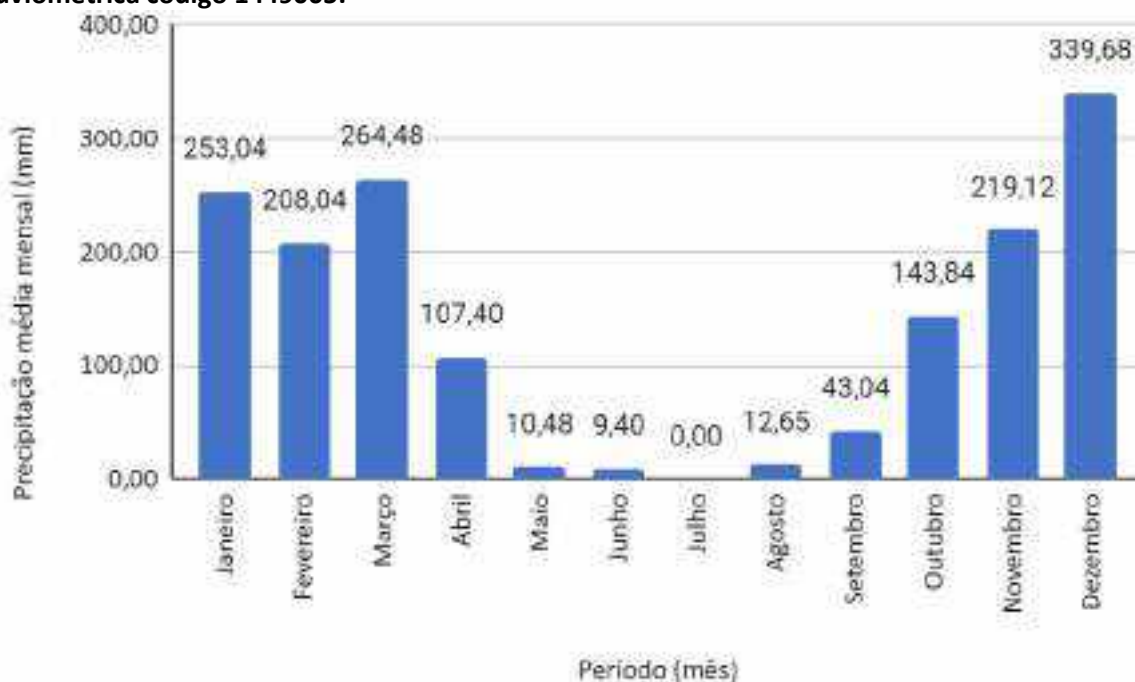
Tabela 66.6 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total na microbacia do córrego Vereda Comprida da Comunidade de Tomás Cardoso, Barro Alto-GO, 2020.

Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} $0,5 \times Q_{ref}$ (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
18,289	9,144	160,128	1,842	167,430	25,249	6,631

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água de chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (2,27 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 66.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm) e 7 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.608,64 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2007 a 2011).

Gráfico 66.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2007 a 2011, na estação pluviométrica código 1449005.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dessas informações e, de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do Capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 23.835,000 litros e uma área de captação mínima de 17,432 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem, para que possa atender todo o período de estiagem.

66.5 Considerações finais

A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis na microbacia do córrego Vereda Comprida, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que não há necessidade de realizar um plano de outorga, caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir este limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h

por no máximo 16 horas, também independem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade de Tomás de Cardoso foi de 17,014 m³/dia, sendo inferior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade de Tomás Cardoso, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

67

COMUNIDADE VAZANTE

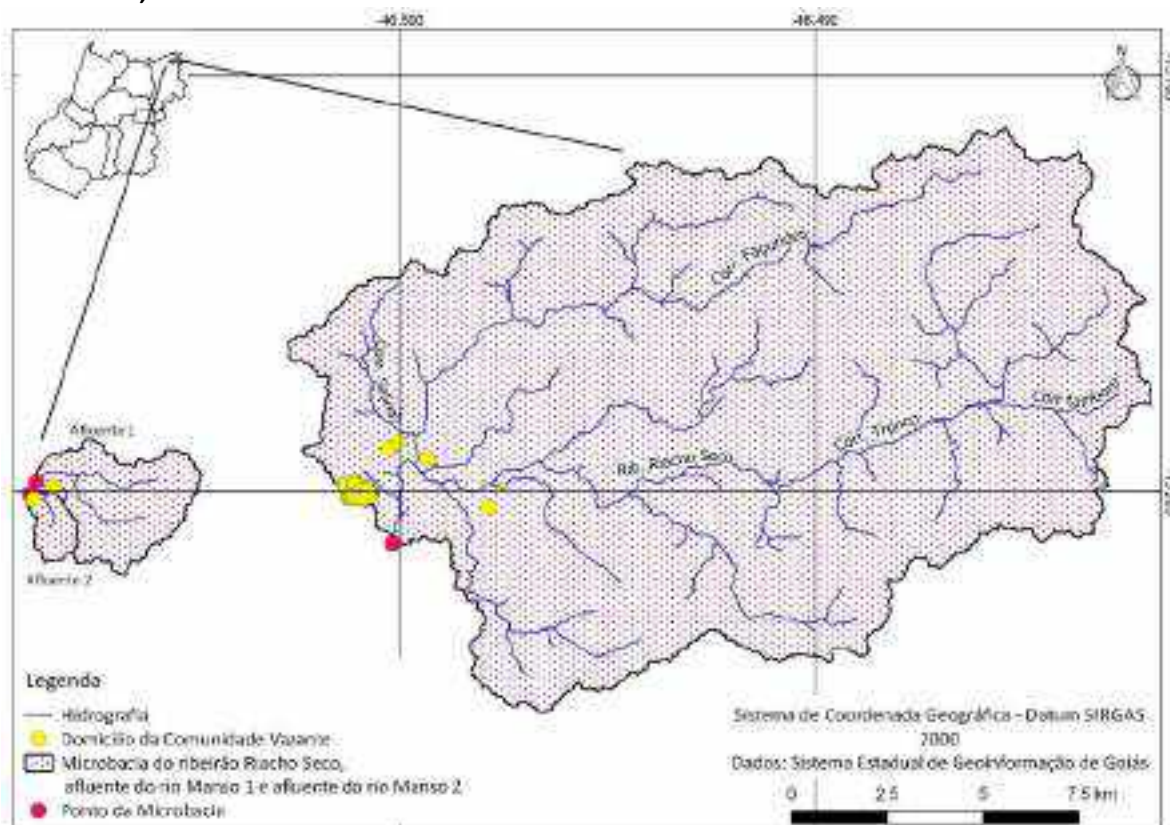


Fonte: banco de dados do Projeto SanRural.

67.1 Delimitação e caracterização da microbacia

A avaliação da disponibilidade hídrica foi realizada para a Comunidade Vazante, uma comunidade quilombola pertencente ao município de Divinópolis de Goiás – GO, a partir da delimitação das microbacias do ribeirão Riacho Seco, afluente do rio Manso 1 e afluente do rio Manso 2 (GOIÁS, 2014) (Mapa 67.1), nas quais os domicílios da comunidade estão inseridos. Essas microbacias estão localizadas no Nordeste Goiano, possuindo uma área total de aproximadamente 236,94 km² e estão inseridas na Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos Afluentes Goianos do rio Paranã, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (GOIÁS, 2015a).

Mapa 67.1 – Microbacias do ribeirão Riacho Seco, afluente do rio Manso 1 e afluente do rio Manso 2 onde estão inseridos os domicílios e exutório de referência da Comunidade Vazante, Divinópolis de Goiás-GO, 2020.

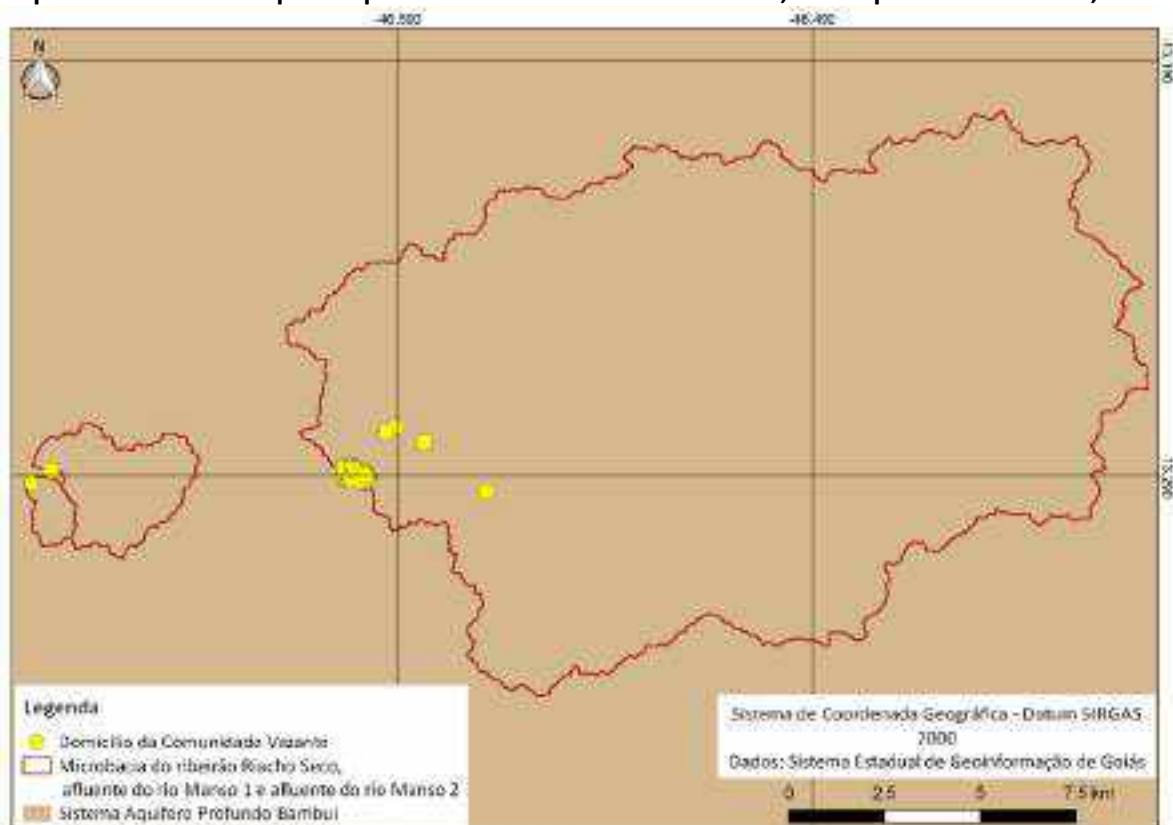


Fonte: elaborado pelos autores.

As microbacias da Comunidade Vazante estão em duas localidades diferentes e possui como principal curso d'água o ribeirão Riacho Seco, que recebe a contribuição dos córregos Fagundes e Tronco.

Quanto aos aspectos de acúmulo de água subterrânea, pode-se dizer que as microbacias do ribeirão Riacho Seco, afluente do rio Manso 1 e afluente do rio Manso 2 encontram-se sobre uma formação geológicas de domínio fissuro-cárstico e outra de fraturado (Almeida *et al.*, 2006). Integrados a esses domínios estão os sistemas aquíferos diferenciados a partir da composição geotectônica. Diante disso, o levantamento do tipo de estrutura dos Aquíferos Profundos foi realizado por meio da sobreposição de dados geográficos, obtidos junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), e as bacias hidrográficas em estudo. A partir dessa sobreposição, chegou-se ao Mapa 67.2, observando a presença do Sistema Aquífero Bambuí em 100% (236,94 km²) da área da bacia hidrográfica.

Mapa 67.2 – Sistema aquífero profundo da Comunidade Vazante, Divinópolis de Goiás-GO, 2020.



Fonte: elaborado pelos autores.

67.2 Demanda

A demanda é determinada com base nas outorgas de uso da água superficial e subterrânea, à jusante das microbacias em estudo, concedidas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD). Contudo, nas microbacias do ribeirão Riacho Seco, afluente do rio Manso 1 e afluente do rio Manso 2 não foram encontradas outorgas de

uso da água superficial até o mês de janeiro de 2020, porém foram encontradas outorgas de água subterrâneas, conforme pode ser observado na Tabela 67.1.

Tabela 67.1 – Vazões subterrâneas outorgadas nas microbacias do ribeirão Riacho Seco, afluente do rio Manso 1 e afluente do rio Manso 2, para outros fins na Comunidade Vazante, Divinópolis de Goiás-GO, 2020.

Outorga	Taxa de bombeamento (h/dia)	Vazão (m ³ /h)	Disponibilidade Efetiva (m ³ /dia)	Disponibilidade Efetiva (L/s)
Abastecimento doméstico	6	7,630	45,780	0,530
Outros	6	5,290	31,740	0,367
Total				0,897

Fonte: GOIÁS (2020).

A vazão total de 0,897 L/s é outorgada a partir de dois pontos: um deles situa-se à montante e outro mais próximo às casas da Comunidade Vazante, reduzindo a disponibilidade hídrica à jusante dessas captações. Assim, a estimativa da vazão para o consumo humano foi realizada levando-se em consideração o valor indicado pelo Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012), que é de 145 L/dia por habitante. Já a estimativa de vazão para consumo da pecuária foi realizada adotando o número de animais por km², no município de Divinópolis de Goiás, segundo dados do IBGE (BRASIL, 2017) e do Manual Técnico de Outorga (GOIÁS, 2012). Os valores estimados estão dispostos nas Tabelas 67.2 e 67.3.

Tabela 67.2 – Consumo *per capita* na Comunidade Vazante, Divinópolis de Goiás-GO, 2019.

Nº domicílios	Moradores por domicílio ⁽¹⁾	Estimativa do nº de moradores ⁽¹⁾	Consumo <i>per capita</i> (L/dia) ⁽²⁾	Consumo total (L/s)
109	2,88	371,5	145	0,624

Fonte: banco de dados do Projeto SanRural = (1); GOIÁS (2012) = (2).

Tabela 67.3 – Demanda de água para pecuária nas microbacias do ribeirão Riacho Seco, afluente do rio Manso 1 e afluente do rio Manso 2, estimada com base no Manual Técnico de Outorga de Goiás (GOIÁS, 2012) e no Censo Agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017), Divinópolis de Goiás-GO, 2019.

Pecuária	Pecuária (nº animais)	Consumo (L/s.animal)	Consumo total (L/s)
Bovino	18.835,990	0,001736	32,7014
Bubalino	0,000	0,001042	0,0000
Equino	484,641	0,000694	0,3366
Suíno	228,066	0,000405	0,0924
Caprino	17,105	0,000347	0,0059
Ovino	57,017	0,000347	0,0198
Galináceos	4.276,242	0,000003	0,0124
Total	23.899,155	0,0046	33,1685

Fonte: Elaborado pelos autores.

Considerando o levantamento das outorgas de água, a estimativa de consumo humano e a estimativa de consumo para a pecuária, as microbacias do ribeirão Riacho Seco, afluente do rio Manso 1 e afluente do rio Manso 2 têm uma demanda igual a 34,689 L/s. Considerando, apenas, as demandas para consumo humano e a estimativa de consumo para agropecuária, a demanda das microbacias é igual a 33,792 L/s. Conhecendo esses volumes necessários, é importante destacar que o volume para o consumo *per capita* da população da comunidade é de 53,870 m³/dia, juntamente com a demanda de água para a pecuária (excluindo a bovina) (40,353 m³/dia), totalizam uma demanda de 94,224 m³/dia. A pecuária bovina foi excluída, tendo em vista que a disponibilidade hídrica analisada visa atender preferencialmente a população da comunidade.

67.3 Vazão de referência e vazão específica

A vazão de referência superficial das microbacias do ribeirão Riacho Seco, afluente do rio Manso 1 e afluente do rio Manso 2 foi obtida por meio da regionalização de vazão a partir do método Tradicional (ELETROBRÁS, 1985), utilizando a equação de regionalização para a bacia hidrográfica do rio Paranã proposta por Honório (2020). Os resultados encontrados para a vazão de referência superficial estão dispostos na Tabela 67.4, sendo que a vazão regionalizada (Q_{reg}) foi igual a 3.527,768 L/s para as microbacias do ribeirão Riacho Seco, afluente do rio Manso 1 e afluente do rio Manso 2. Assim, a vazão específica superficial é de 14,888 L/s.km², que, quando comparada à apresentada no PERH para a bacia hidrográfica (2,790 L/s.km²), é maior, afirmando que a metodologia traz uma menor segurança hídrica para a região. Assim, para uma estimativa da vazão de referência superficial mais segura, optou-se por utilizar como base a vazão específica do PERH. Dessa forma, a vazão de referência total (Q_{ref}) estimada foi igual a 661,068 L/s.

Tabela 67.4 – Vazões regionalizadas nas microbacias do ribeirão Riacho Seco, afluente do rio Manso 1 e afluente do rio Manso 2 à jusante da Comunidade Vazante, Divinópolis de Goiás, 2020.

Microbacia	Área (km ²)	Latitude	Longitude	Q_{reg} superficial (L/s)	Q_{esp} superficial (L/s.km ²)	Q_{ref} PERH (L/s)
Rib. Riacho Seco	226,261	-13,302469	-46,591796	3037,547	7,087	631,268
Afl. Rio Manso 1	8,980	-13,287749	-46,677842	366,868	27,349	25,054
Afl. Rio Manso 2	1,701	-13,290734	-46,679452	123,354	17,749	4,746
Total	236,942	-	-	3.527,768	14,888	661,068

Fonte: elaborado pelos autores.

Na análise de água subterrânea, a partir da aplicação das equações para reservas renováveis ($Rr: A \times I \times P$), permanentes ($Rp: A \times Ne/Ifi \times b$) e exploráveis ($Re: Rr + Z * Rp$), conforme descrito na metodologia (item 1.5.2 do Capítulo 1), e considerando os parâmetros para os aquíferos (Tabela 67.5), identificou-se que o volume total das reservas renováveis é de 901,606 L/s, para as reservas permanentes, 40.572,260 L/s, para as reservas exploráveis, de 2.930,219 L/s e a vazão de referência conforme pode ser observado na Tabela 67.6. Apesar da unidade usual dos volumes de reservas aquíferas em m^3 /ano, também apresentada na Tabela 67.6, para facilitar a análise de disponibilidade total, adotou-se volume em L/s.

Tabela 67.5 – Resumo dos parâmetros utilizados para a disponibilidade subterrânea da Comunidade Vazante, Divinópolis de Goiás-GO, 2019.

Sistema aquífero profundo	Percentual de infiltração (I) (%)	Índice de fraturamento interconectado (Ifi) (%)	Espessura saturada média (b)(m)
Bambuí	10	4,5	120

Fonte: Almeida *et al.* (2006).

Tabela 67.6 – Disponibilidade hídrica subterrânea nas microbacias do ribeirão Riacho Seco, afluente do rio Manso 1 e afluente do rio Manso 2 da Comunidade Vazante, Divinópolis de Goiás-GO, 2019.

Reserva renovável		Reserva permanente		Reserva explorável		Q_{ref}	Q_{esp} subterrânea
(L/s)	(m^3 /ano)	(L/s)	(m^3 /ano)	(L/s)	(m^3 /ano)	(L/s)	(L/s.km ²)
901,60	$2,843.10^7$	40.572,26	$1,28.10^9$	2.930,22	$9,24.10^7$	2.930,22	12,367

Fonte: elaborado pelos autores.

Com a vazão de referência e a área da bacia, a vazão específica obtida a partir da relação entre elas é de 12,367 L/s.km², conforme Tabela 67.6. Ao associar os resultados da vazão de referência, verifica-se que, para as microbacias analisadas, a vazão específica total (superficial mais subterrânea) é de 15,157 L/s.km², ou seja, para cada km² estima-se que esteja disponível uma vazão de 15,157 L/s.

67.4 Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total

Conforme a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), no máximo é permitido retirar do manancial uma vazão igual a 50% da vazão de referência, dessa forma, a vazão passível de retirada (Q_{pr}) foi estimada por meio da aplicação da Equação 3 (metodologia item 1.4.1), sendo igual a 330,534 L/s, conforme pode ser observado na Tabela 67.7, na qual também está apresentada a vazão de referência subterrânea (2.930,219 L/s). Assim, subtraindo nessas microbacias as demandas de consumo *per capita* da população da comunidade e a demanda de água para a

pecuária, a disponibilidade hídrica total foi estimada por meio da aplicação da Equação 4 (metodologia item 1.4.3) e é igual a 3.226,064 L/s. Já a disponibilidade hídrica específica total é igual a 13,615 L/s.km² (Tabela 67.7).

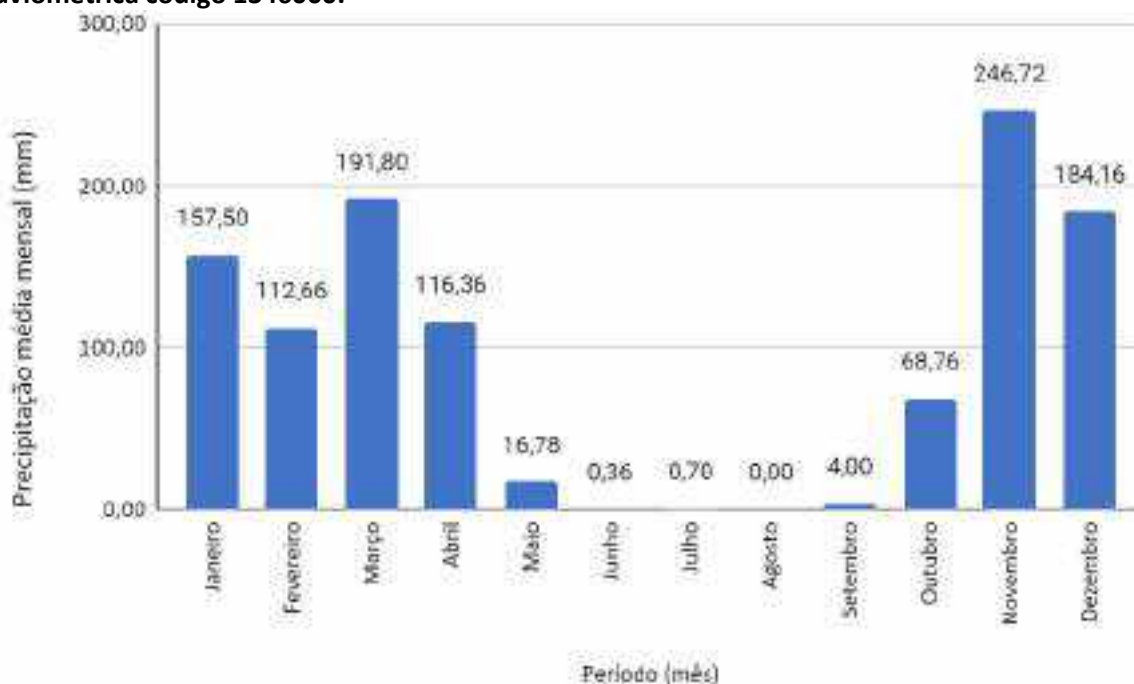
Tabela 67.7 – Disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total nas microbacias do ribeirão Riacho Seco, afluente do rio Manso 1 e afluente do rio Manso 2 da Comunidade Vazante, Divinópolis de Goiás-GO, 2020.

Superficial		Subterrânea	Demanda	Disponibilidade hídrica		
Q_{ref} (L/s)	Q_{pr} $0,5 \times Q_{ref}$ (L/s)	DH Q_{ref} (L/s)	$\sum_{i=0}^n Q_{dm}$ (L/s)	Total (L/s)	Área (km ²)	Específica (L/s.km ²)
661,068	330,534	2.930,219	34,689	3.226,064	236,94	13,615

Fonte: elaborado pelos autores.

Além dessa disponibilidade hídrica apresentada, poderia ser realizado o aproveitamento da água de chuva como uma medida alternativa/auxiliar de caráter individual (por domicílio). Assim, considerando o número médio de moradores por domicílio (2,88 moradores) e definindo o comportamento pluviométrico médio da região (Gráfico 67.1), observa-se que há 5 meses muito secos (precipitação inferior a 50 mm), 1 mês entre 50 e 100 mm e 6 meses com acumulados acima dos 100, caracterizando um acúmulo médio anual de 1.099,80 mm (utilizando como base 5 anos observados, de 2011 a 2015).

Gráfico 67.1 – Precipitação média mensal, observada no período de 2011 a 2015, na estação pluviométrica código 1346000.



Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dessas informações e, de acordo com a metodologia (Item 1.5.4 do Capítulo 1), seria necessária uma cisterna com um volume de 30.240,000 litros e uma área de captação mínima de 32,348 m², para o abastecimento do domicílio durante o período de estiagem, que ocorre de maio a setembro. Destaca-se, ainda, que a cisterna deverá estar cheia no início do período de estiagem para que possa atender todo o período de estiagem.

67.5 Considerações finais

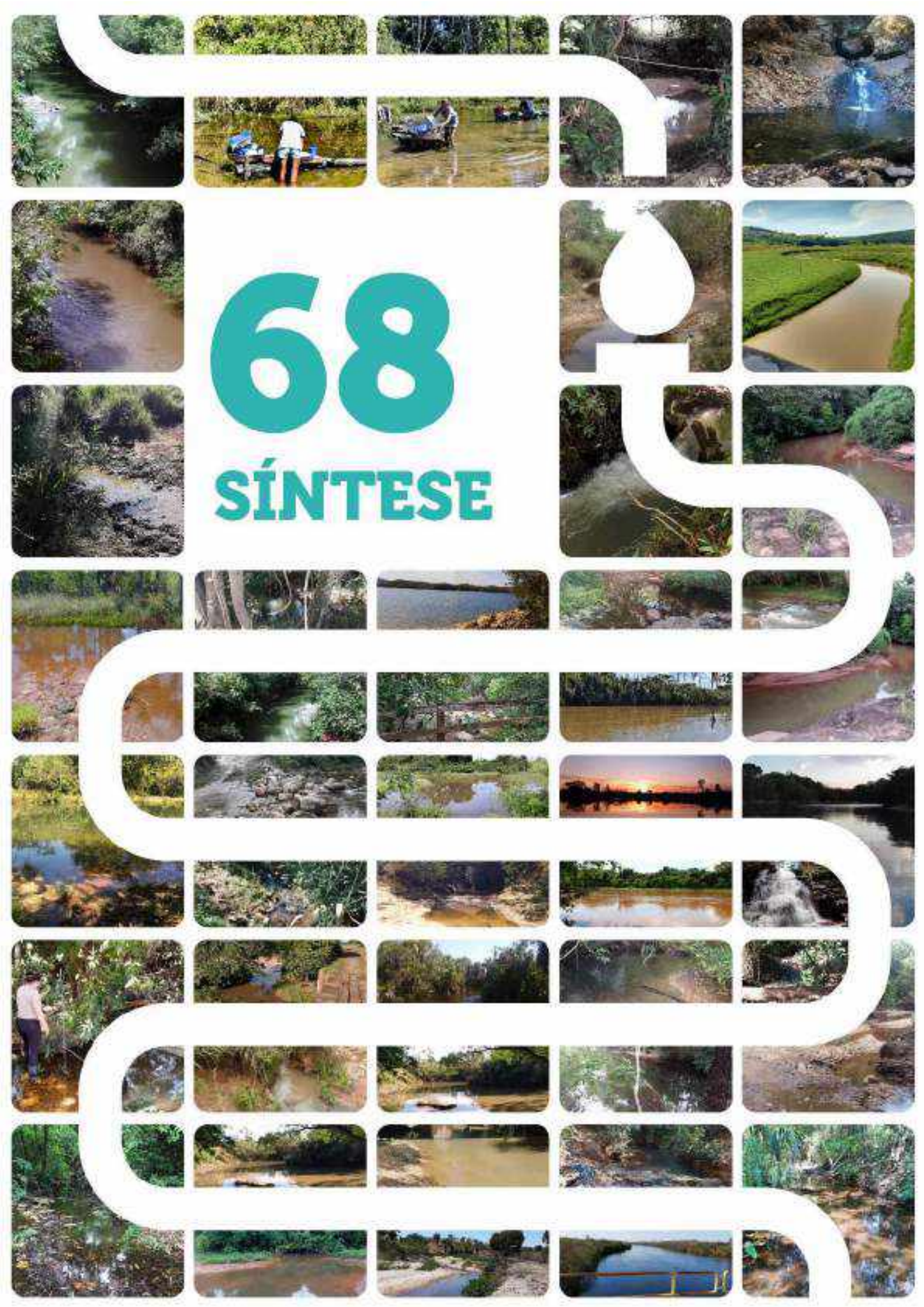
A aplicação da metodologia permitiu encontrar os valores das vazões disponíveis nas microbacias do ribeirão Riacho Seco, afluente do rio Manso 1 e afluente do rio Manso 2, tanto subterrânea quanto superficial. Verifica-se que a disponibilidade hídrica subterrânea é superior a disponibilidade hídrica superficial, no entanto, ambas se encontram em uma situação confortável.

Destaca-se que há necessidade de realizar um plano de outorga, caso seja considerado somente o uso para o abastecimento público e para a pecuária (excluindo a bovina), uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Além disso, a resolução também estabelece que os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1000 L/h por no máximo 16 horas, também independem de outorga. Contudo, a demanda identificada para a Comunidade Vazante foi de 94,224 m³/dia, sendo superior ao limite estabelecido pela legislação.

Na prática, esse resultado demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente na comunidade. Projetos futuros que visam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes na Comunidade Vazante, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos, poderão ser embasados e dimensionados considerando os resultados deste estudo.

68

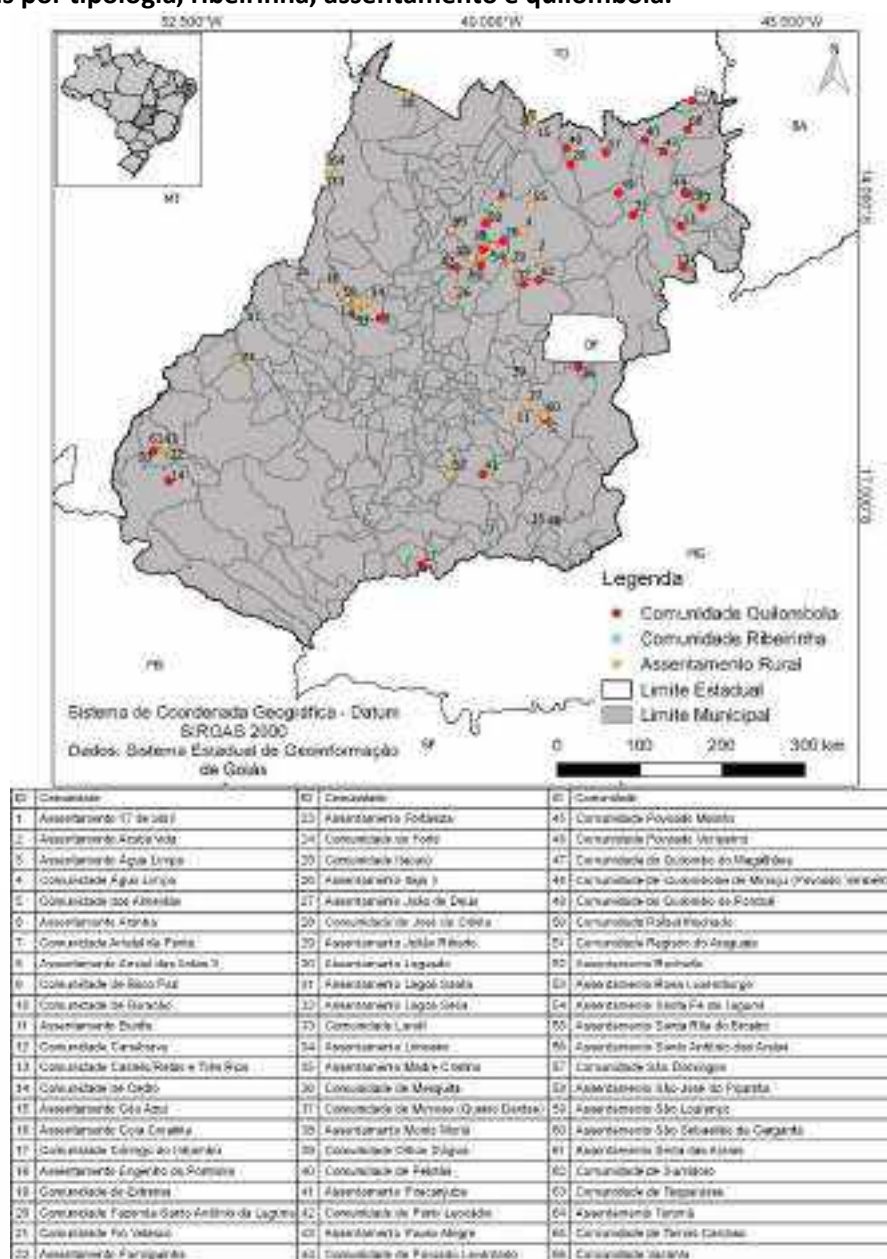
SÍNTESE



68.1 Panorama das comunidades estudadas

A determinação da disponibilidade hídrica em 66 comunidades do estado de Goiás (Mapa 68.1), foi realizada considerando a demanda hídrica humana e para pecuária. Assim, permitiu, de forma prévia, conhecer a disponibilidade hídrica superficial, subterrânea e total. Verificou-se, de forma geral, considerando a disponibilidade hídrica por km², que a subterrânea é superior à disponibilidade hídrica superficial em 98,5% (65/66) das comunidades (Tabelas 68.1, 68.2 e 68.3).

Mapa 68.1 – Distribuição espacial das 66 comunidades rurais e tradicionais no estado de Goiás, diferenciadas por tipologia, ribeirinha, assentamento e quilombola.



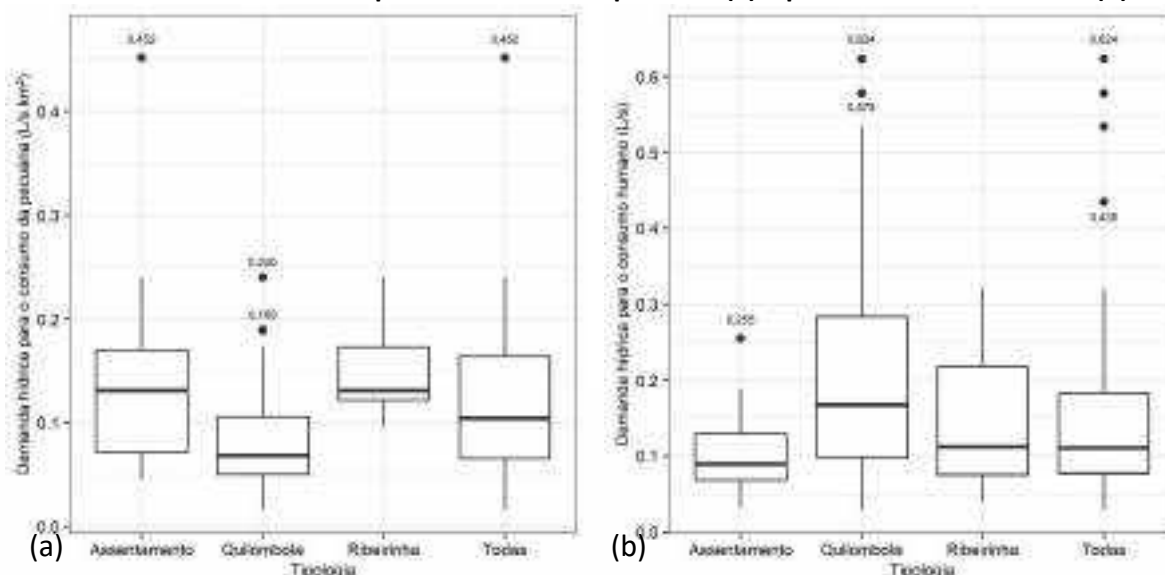
Fonte: elaborado pelos autores.

68.2 Demanda

Investigando a demanda total de água (Tabelas 68.1, 68.2 e 68.3), é possível afirmar que a pecuária apresenta os maiores consumos, quando observada toda a área da bacia hidrográfica em que a comunidade está inserida, identificando-se uma variação de 0,217 L/s (18,75 m³/d) até 16.209,896 L/s (1.400.535,01 m³/d), tendo como média 485,510 L/s (41.948,06 m³/d), enquanto a mediana foi de 4,393 L/s (379,56 m³/d). Observa-se, ainda, que aproximadamente 70% (46 comunidades) necessitam de até 10 L/s (864 m³/d) para o atendimento dessa demanda.

No Gráfico 68.1a é exposta a demanda de água para a pecuária em L/s.km², permitindo observar que as comunidades quilombolas apresentam a menor demanda, variando de 0,016 L/s.km² para a Comunidade São Domingos, até 0,240 L/s.km² para a Comunidade Água Limpa, sendo esse último um *outlier* (valor atípico). Já para os assentamentos, a variação foi de 0,046 L/s.km² (Assentamentos Julião Ribeiro, Água Limpa, Acaba Vida, Santa Rita do Broeiro e Aranha) a 0,452 L/s.km² (Assentamentos Lagoa Seca e Lagoa Santa), sendo essa última caracterizada como *outlier*, tanto para o assentamento como para análise global, considerando todas as comunidades.

Gráfico 68.1 - Demanda hídrica para o consumo da pecuária (a) e para o consumo humano (b).



Fonte: elaborado pelos autores.

Quanto à demanda hídrica para consumo humano (Gráfico 68.1b), os assentamentos apresentaram a menor variabilidade (diferença entre a máxima e a mínima demanda) de

demanda (0,223 L/s) e a menor demanda máxima (0,255 L/s), enquanto as comunidades quilombolas apresentaram a maior variabilidade (0,595 L/s) e a maior demanda máxima (0,624 L/s). Essa variabilidade está diretamente relacionada ao número de habitantes/domicílio. Destaca-se que a comunidade que necessita uma menor demanda hídrica para consumo humano é a Comunidade de Buracão, com 0,029 L/s (2,51 m³/d), uma vez que possui apenas 5 famílias com média de 3,5 habitantes/domicílio. Em posição oposta, ou seja, a que apresenta a maior demanda, a Comunidade Vazante com 0,624 L/s (53,91 m³/d), com 129 famílias e 2,88 habitantes/domicílio. Contudo, vale destacar que, em relação a demanda hídrica para o consumo humano, todas as comunidades necessitam menos de 1,0 L/s (86,40 m³/d).

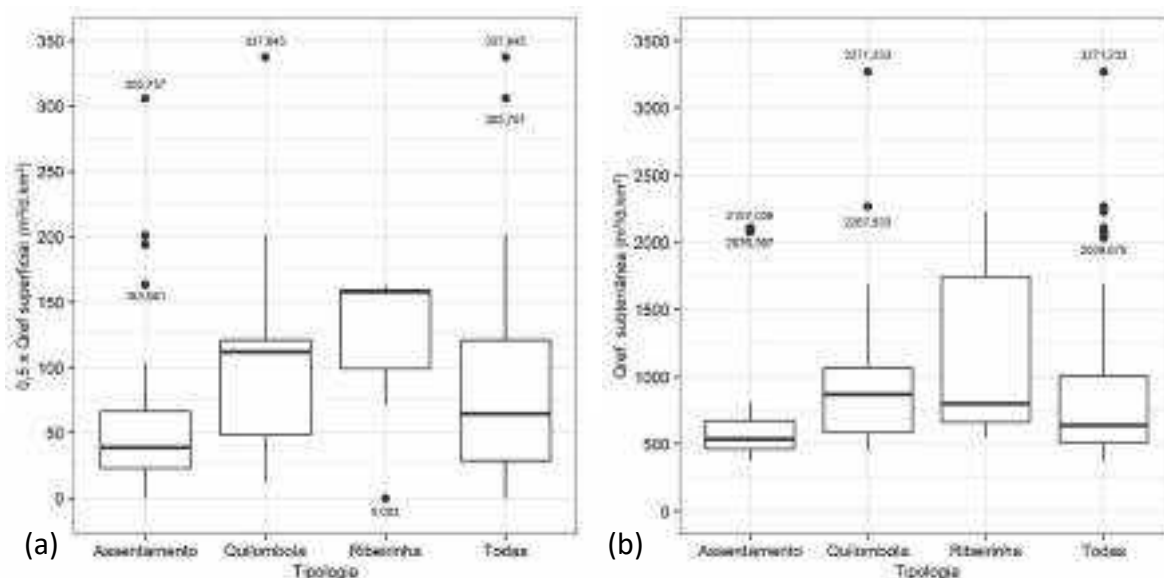
A análise da existência de outorgas (superficial e/ou subterrânea) é de extrema importância para a determinação da disponibilidade hídrica. Assim, o levantamento das outorgas existentes nas bacias hidrográficas (BH) estudadas que continham as comunidades foi realizado com base nos dados da SEMAD. Observou-se outorgas nas BH de 21 comunidades, apresentando uma variação nas vazões captadas de 0,485 L/s (41,90 m³/d) até 41.095,009 L/s (3.550.608,78 m³/d). Afirma-se ainda que as maiores vazões outorgadas são realizadas em recursos hídricos superficiais.

A demanda total de água para o consumo humano, para a pecuária e as outorgas, quanto as tipologias das comunidades, apresentou vazões mínimas semelhantes, uma vez que, para os assentamentos rurais, a demanda total mínima foi de 1,009 L/s (87,18 m³/d), para as comunidades quilombolas, foi de 0,368 L/s (31,80m³/d) e para as comunidades ribeirinhas, foi de 0,395 (34,13 m³/d). Porém, a demanda total máxima de água apresentou grandes diferenças entre as tipologias, uma vez que nos assentamentos rurais foi de 195,933 L/s, para as comunidades quilombolas de 2.746,891 L/s (237.331,38 m³/d) e para as comunidades ribeirinhas de 84.311,896 L/s (7.284.547,81 m³/d). Contudo, apesar de a demanda total de água apresentar uma grande amplitude em todas as tipologias, a sua mediana indica que, em 50% das comunidades, as demandas estão abaixo de 4,871 L/s (420,85 m³/d) para os assentamentos rurais, 4,287 L/s (370,40 m³/d) para as comunidades quilombolas e 101,600 L/s (8.778,24 m³/d) para as comunidades ribeirinhas.

68.3 Vazão de referência e vazão específica

Para as estimativas das vazões de referência superficial (Q95) considerou-se a Resolução nº 22/2019 (GOIÁS, 2019), que permite retirar do manancial no máximo uma vazão igual a 50% da vazão de referência. No Gráfico 68.2a observa-se que a amplitude de variação dos dados no intervalo interquartil (em torno da mediana), foi menor nas comunidades ribeirinhas (90,675 m³/d.km²), seguido dos assentamentos (103,311 m³/d.km²), evidenciando uma maior homogeneidade, e a maior amplitude de variação foi encontrada para as comunidade quilombolas (188,512 m³/d.km²), o que reflete uma menor homogeneidade dos valores encontrados. Destaca-se que a tipologia assentamento apresentou maior simetria na distribuição dos resultados. Já para manancial subterrâneo (Gráfico 68.2b), a amplitude de variação dos dados no intervalo interquartil foi menor nas comunidades assentamentos (437,875 m³/d.km²), destacando-se uma maior homogeneidade, e a maior amplitude de variação foi encontrada para paras comunidades ribeirinhas (1675,952 m³/d.km²), seguida das quilombolas (1242,970 m³/d.km²), o que reflete uma menor homogeneidade dos valores encontrados.

Gráfico 68.2 – Box plot da vazão de referência superficial (a) e subterrânea (b) para as comunidades estudadas.



Fonte: elaborado pelos autores.

Nota: para efeitos de apresentação gráfica, foi desconsiderada a disponibilidade de 1.908,833 m³/d.km² da comunidade quilombola, relativo a comunidade do Forte.

Observa-se que as menores vazões de referência, tanto para manancial superficial como para o subterrâneo, foram encontradas nos assentamentos. Com relação à superficial, a tipologia

assentamento apresentou as sete últimas comunidades com vazão de $0,0002 \text{ m}^3/\text{d.km}^2$ a $0,0017 \text{ m}^3/\text{d.km}^2$. Para a subterrânea, as dez comunidades entre as últimas onze foram assentamentos com vazão entre $372,603 \text{ m}^3/\text{d.km}^2$ a $460,274 \text{ m}^3/\text{d.km}^2$. Assim, foi possível estimar, para os assentamentos rurais, uma vazão de referência superficial máxima de $305,757 \text{ m}^3/\text{d.km}^2$, porém, para 7 assentamentos, a vazão de referência superficial foi inferior a $0,002 \text{ m}^3/\text{d.km}^2$. Destaca-se que 50% das comunidades apresentam vazão de referência disponível superior a $38,463 \text{ m}^3/\text{d.km}^2$. Já em relação às vazões de referência máxima subterrânea para os assentamentos foi constatada a presença de 3 *outliers*, $2.076,397$, $2.077,343$ e $2.107,036 \text{ m}^3/\text{d.km}^2$, todos no município de Mineiros, sendo para o assentamento Pouso Alegre, Formiguinha e Serra das Araras, respectivamente, apesar de uma menor amplitude de variação dos dados no intervalo interquartil, com valor máximo, exceto os *outliers*, de $810,478 \text{ m}^3/\text{d.km}^2$. Para essa tipologia, a menor vazão de referência subterrânea foi de $372,603 \text{ m}^3/\text{d.km}^2$. Pode-se discutir a distribuição de terra não tão boas para os assentamentos, o que justificaria essa tendência de menores vazões de referência para os assentamentos.

Para as comunidades quilombolas a menor vazão de referência mínima superficial foi de $12,368 \text{ m}^3/\text{d.km}^2$, enquanto a máxima foi um *outlier* de $1.908,833 \text{ m}^3/\text{d.km}^2$, com vazões de referência maior ou igual a $120,522 \text{ m}^3/\text{d.km}^2$ em 51,85% das comunidades. Já para as comunidades ribeirinhas, as vazões de referência superficial variaram de $0,003 \text{ m}^3/\text{d.km}^2$ até $162,387 \text{ m}^3/\text{d.km}^2$. Salieta-se que, dentre as comunidades ribeirinhas, tem-se a Comunidade Landi com a menor vazão de referência, $0,003 \text{ m}^3/\text{d.km}^2$, considerado um *outlier*, ou seja, um valor atípico entre as demais comunidades ribeirinhas. No contexto da vazão de referência subterrânea (Gráfico 68.2b), observa-se maiores variações nas comunidades quilombolas, de $443,973 \text{ m}^3/\text{d.km}^2$ a $3.271,233 \text{ m}^3/\text{d.km}^2$. Nessa tipologia obteve-se 2 *outliers*, sendo um na Comunidade de Buracão ($2.267,833 \text{ m}^3/\text{d.km}^2$), no município de Mineiros, e outro na Comunidade Córrego do Inhambú ($3.271,233 \text{ m}^3/\text{d.km}^2$), no município de Cachoeira Dourada. Já as comunidades Ribeirinhas não apresentaram *outliers* e a variação foi de $551,273 \text{ m}^3/\text{d.km}^2$ e a máxima foi de $2.227,225 \text{ m}^3/\text{d.km}^2$.

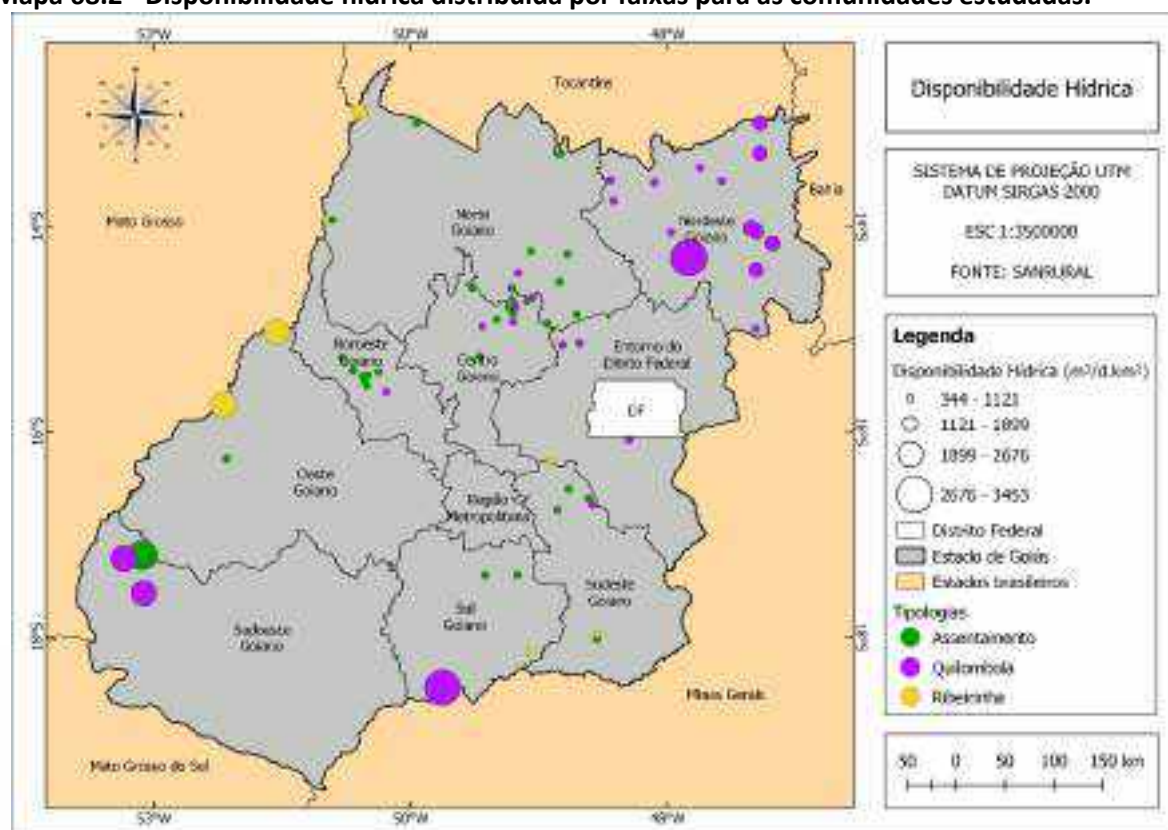
De forma geral, o assentamento apresentou a mediana abaixo das resultantes para as comunidades quilombola e ribeirinha, tanto para água superficial (Gráfico 68.2a) quanto subterrânea (Gráfico 68.2b).

Portanto, é possível afirmar que as vazões de referência subterrâneas são superiores às superficiais em todas as comunidades, com exceção a Comunidade do Forte. Destaca-se ainda, que a análise da vazão de referência em relação à área da BH possibilitou a comparação entre todas as comunidades, não sofrendo grande influência das grandes bacias.

68.4 Disponibilidade hídrica

A partir das informações de demanda hídrica (humana e pecuária) do levantamento de outorgas existentes e da vazão de referência superficial e a subterrânea foi possível determinar a disponibilidade hídrica específica e total para cada comunidade. No Mapa 68.2 é apresentada a disponibilidade hídrica para as comunidades estudadas, distribuída em 4 faixas para facilitar a visualização. De modo geral, apresentou uma variação de $344 \text{ m}^3/\text{d.km}^2$ a $3.453 \text{ m}^3/\text{d.km}^2$.

Mapa 68.2 - Disponibilidade hídrica distribuída por faixas para as comunidades estudadas.

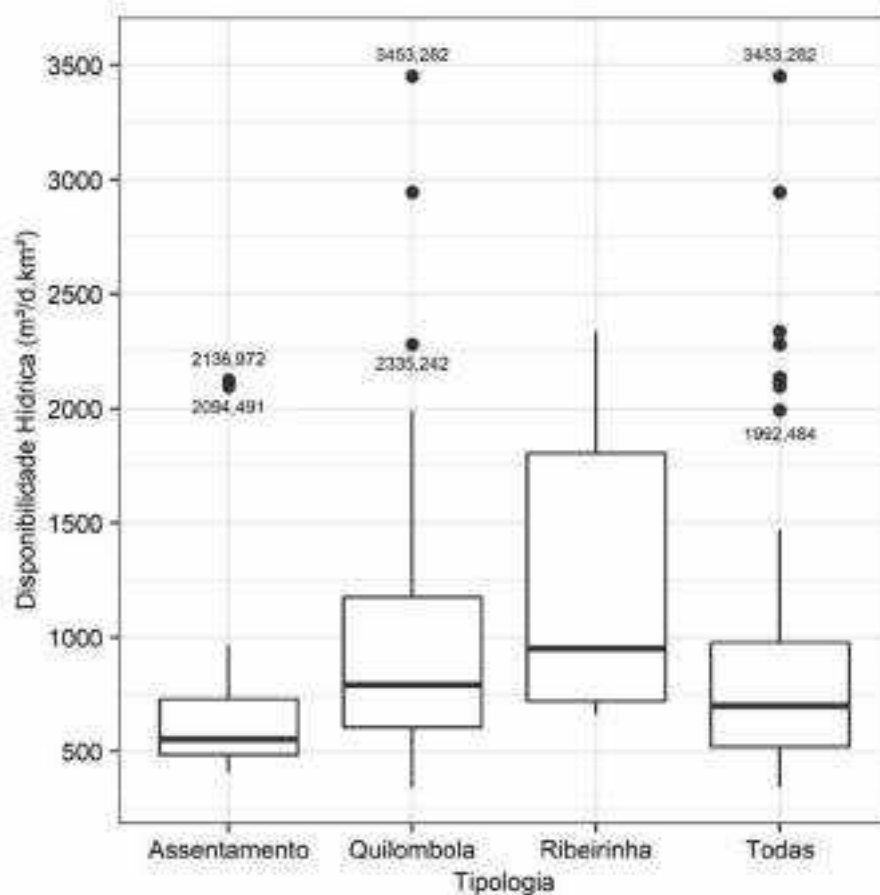


Fonte: Mapa elaborado por Isabela Moura.

No Gráfico 68.3 são apresentados os resultados obtidos segregados por tipologia e também considerando todas as comunidades em um único conjunto. É possível observar que, para os

assentamentos rurais, a disponibilidade hídrica apresentou a menor variabilidade entre as tipologias, indicando ainda que 50% das comunidades apresentam menos que 554,99 $\text{m}^3/\text{d.km}^2$, enquanto as comunidades ribeirinhas apresentam a maior variabilidade e em 50% das comunidades a disponibilidade é superior a 950,06 $\text{m}^3/\text{d.km}^2$. Já em relação às comunidades quilombolas é possível afirmar que elas estão em uma situação mais confortável que os assentamentos rurais, porém, em uma situação desfavorável em relação às comunidades ribeirinhas, uma vez que 50% das comunidades apresentam uma disponibilidade hídrica superior a 791,88 $\text{m}^3/\text{d.km}^2$.

Gráfico 68.3 - Disponibilidade hídrica específica por tipologia.



Fonte: elaborado pelos autores.

No Gráfico 68.3 é possível a existência de alguns *outliers*, esses pontos extremos foram obtidos nas mesmas comunidades que apresentaram grandes vazões de referência subterrânea, como pode ser observado no item anterior. Assim, é possível afirmar que a disponibilidade hídrica específica possui uma grande influência da vazão de referência subterrânea.

Nota-se que as maiores disponibilidades hídricas são existentes em nove comunidades, caracterizando *outliers* (1.992,484 m³/d.km² a 3.453,282 m³/d.km²), sendo cinco localizadas na Região Sudeste Goiano, todas no município de Mineiros (três assentamentos: Serra das Araras, Pouso Alegre e Formiguinha e duas quilombolas: Cedro e Buracão), duas na Região Oeste Goiano (comunidades ribeirinhas Registro do Araguaia e Itacaiú), ambas em bacias afluentes ao Rio Araguaia, uma na Região Sul Goiano (Córrego do Inhambú) e outra na Região Nordeste Goiano (Comunidade do Forte). Com relação às comunidades quilombolas e aos assentamentos, com exceção da disponibilidade hídrica da comunidade quilombola do Cedro, de 1.992,484 m³/d.km², as demais se apresentaram como *outliers* na análise por tipologia. Já as comunidades ribeirinhas exibiram um comportamento mais homogêneo, variando de 690,738 m³/d.km² a 2.335,242 m³/d.km².

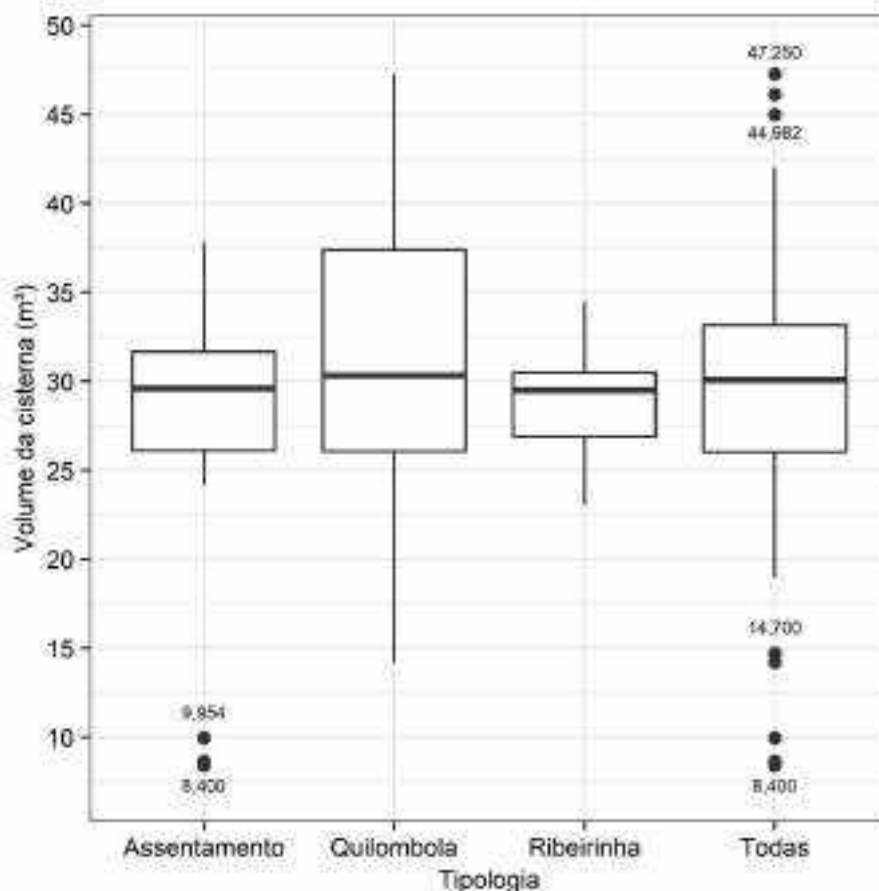
Dessa forma, a partir dos dados expostos de forma resumida e das informações apresentadas em cada capítulo, é possível afirmar que todas as comunidades possuem disponibilidade hídrica total com uma variação de 343,742 m³/d.km² até 3.453,282 m³/d.km². Ainda, a disponibilidade hídrica subterrânea foi observada em todas as comunidades, apresentando uma variação de 372,603 m³/d.km² a 3.271,233 m³/d.km², enquanto a disponibilidade hídrica superficial variou de 0,0002 m³/d.km² a 1.908,833 m³/d.km².

68.5 Aproveitamento da água da chuva

Além do uso da disponibilidade hídrica superficial e subterrânea é possível fazer o aproveitamento da água da chuva como uma medida complementar ou ainda principal, no caso da ausência de uma delas. Assim, foi realizado o dimensionamento para captação de água da chuva para todas as 66 comunidades desta pesquisa, considerando o comportamento da precipitação, o período de estiagem, o consumo de água por habitante/dia e a média de habitantes/domicílio em cada comunidade.

No Gráfico 68.4 é possível observar que o volume médio da cisterna, reservatório indicado para armazenamento da água de chuva de cada domicílio, considerando todas as comunidades, variou de 8.400 L a 47.250 L, ponderando um consumo 70 L/habitante.dia (ANA, 2003). Ainda, é possível observar, por meio da mediana (traço horizontal), que os 50% das comunidades necessitam reservatórios menores que 30 m³.

Gráfico 68.4 – Volume médio necessário das cisternas para armazenamento de água de chuva, considerando todas as comunidades e também por tipologia.

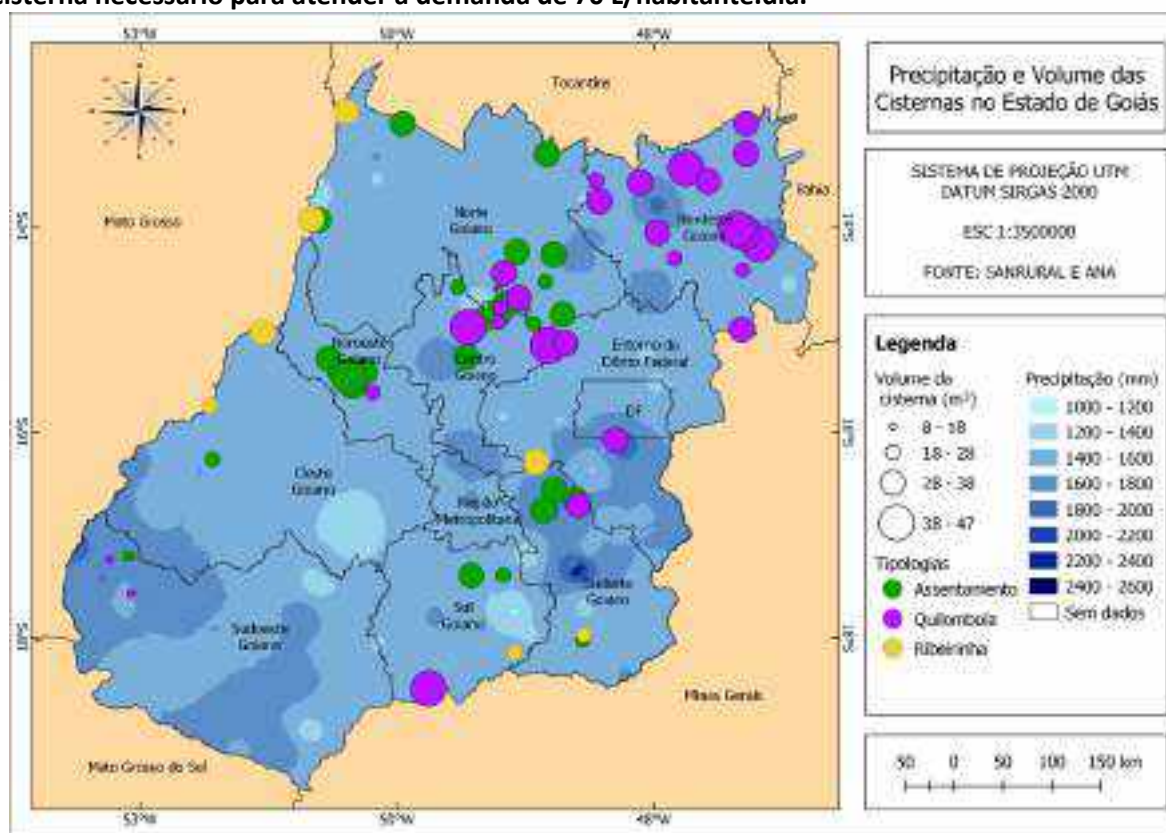


Fonte: elaborado pelos autores.

O volume médio da cisterna, apresentado no Mapa 68.3 em quatro faixas, foi influenciado pelo período de estiagem, de dois a cinco meses com precipitação inferior a 50 mm e pela média do número de habitantes/domicílio em cada comunidade, de 1,8 a 4,5 habitantes/domicílio. Com relação a esse último, a menor variabilidade ocorreu nos assentamentos rurais, sendo de 2,0 a 3,6 habitantes/domicílio, enquanto a maior variabilidade foi nas comunidades quilombolas, com 2,3 a 4,5 habitantes/domicílio.

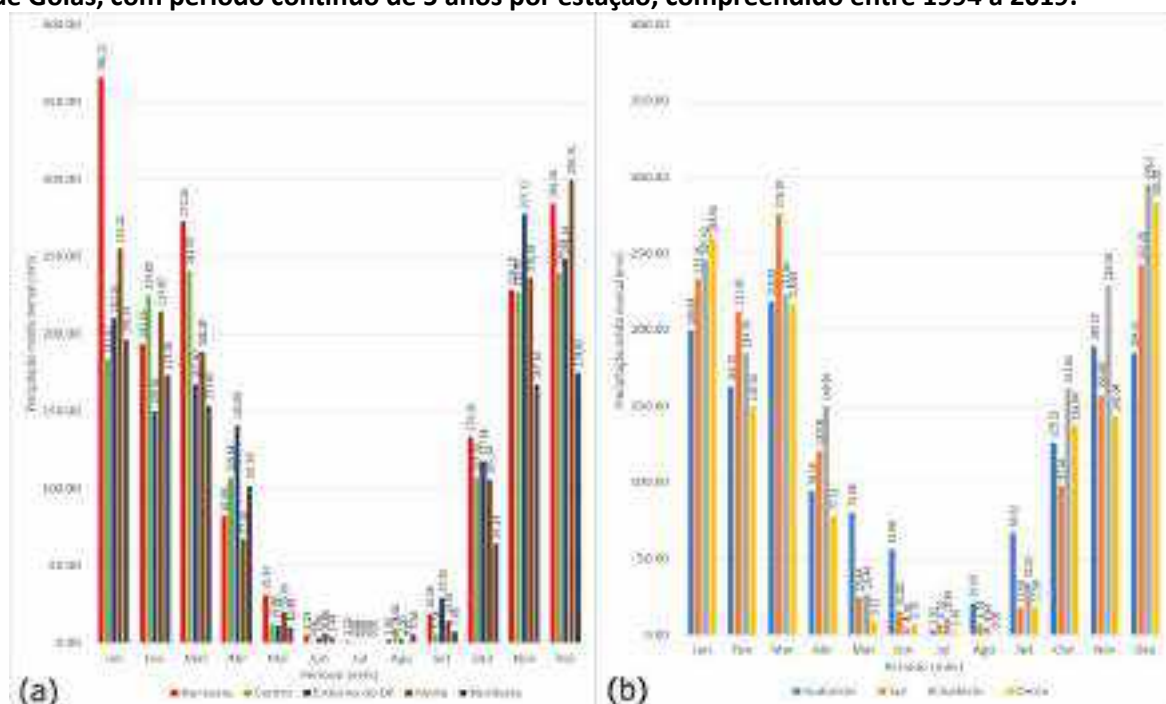
Observa-se ainda, no Mapa 68.3, o comportamento anual da precipitação no estado, o qual se pode observar que os maiores volumes anuais (1600 a 2000 mm/ano) ocorrem no Sudoeste Goiano e no Sudeste Goiano, enquanto nas demais regiões os volumes estão entre 1200 a 1600 mm/ano. Contudo, é importante destacar que o comportamento mensal apresenta grande diferença entre as regiões, uma vez que os meses secos (chuva inferior a 50 mm/mês) estão mais presentes nas regiões Norte e Nordeste (Gráfico 68.5a), e o menor número de meses secos estão na região Sudoeste (Gráfico 68.5b).

Mapa 68.3 – Localização das comunidades nas regiões administrativas do estado de Goiás, sobreposta com a precipitação pluviométrica média anual, destacando em faixas o volume da cisterna necessário para atender a demanda de 70 L/habitante.dia.



Fonte: Mapa elaborado por Isabela Moura.

Gráfico 68.5 – Precipitação média mensal obtida em estação específica para cada região do estado de Goiás, com período contínuo de 5 anos por estação, compreendido entre 1994 a 2019.



Fonte: elaborado pelos autores.

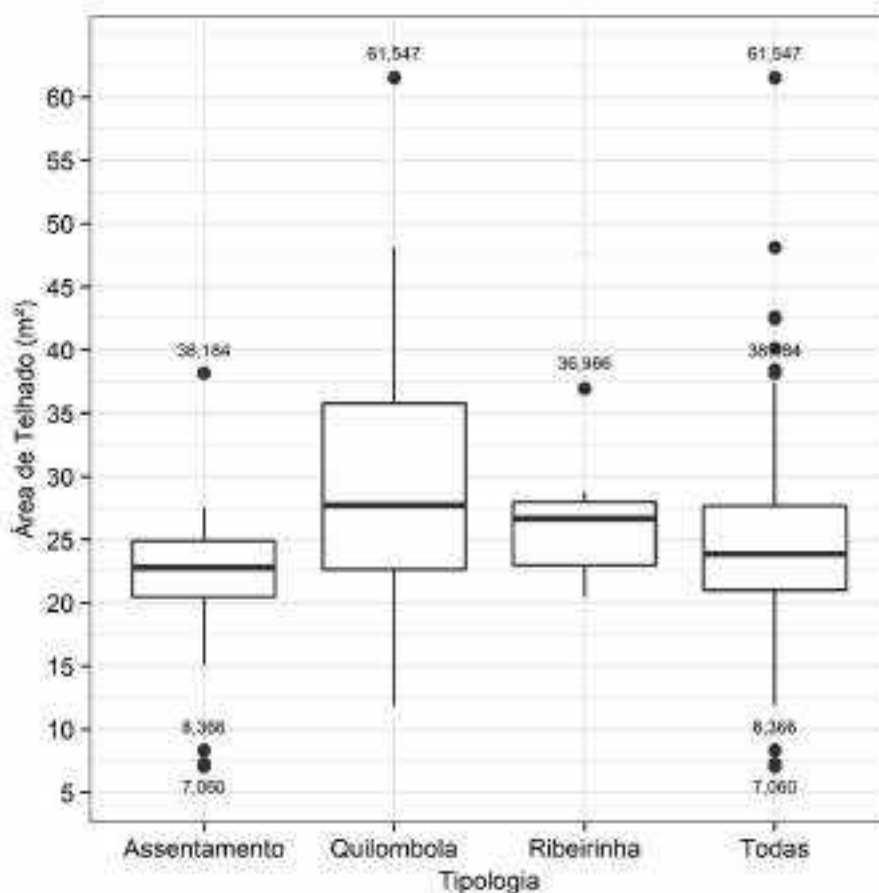
Nota-se, na Região Sudoeste Goiano, cinco comunidades com os menores volumes médios da cisterna, estando na faixa de 8 a 18 m³ (Mapa 68.3). São três assentamentos e duas comunidades quilombolas, todas situadas no município de Mineiros. No *box plot* do Gráfico 68.4, observa-se que os três assentamentos (Formiguinha, Serra das Araras e Pouso Alegre) são *outliers*, diferenciando dos demais assentamentos. Nessa região, todo mês chove, apresentando dois meses com precipitação inferior a 50 mm, quatro meses entre 50 e 100 mm e seis meses acima de 100 mm (Gráfico 68.5). Apresenta também os menores números de habitantes/domicílio dentre os assentamentos estudados, 2,0, 2,1 e 2,4 habitantes/domicílio, respectivamente, o que é bem inferior à média de 2,8 habitantes/domicílio para essa tipologia. As duas comunidades quilombolas (Cedro e Buracão) estão sob o mesmo regime pluviométrico, no entanto, com 3,4 e 3,5 habitantes/domicílio, respectivamente, superior à média de 3,1 habitantes/domicílio, mas requerendo os menores volumes médios para cisterna para essa tipologia. Esses volumes não se destacam como *outliers*, quando analisadas as comunidades quilombolas, em função da grande variabilidade do volume médio das cisternas (Gráfico 68.4), 14,196 m³ (Cedro) a 47,250 m³ (Baco Pari), esse último com o maior número médio de habitantes dentre todas as comunidades, 4,5 habitantes/domicílio. Quando analisado o comportamento de todas as comunidades em um único aglomerado, essas duas comunidades se juntam aos três assentamentos como *outliers*, demandando os cinco menores volumes médios das cisternas. Além disso, observa-se quatro *outliers* para os maiores volumes médios das cisternas, sendo todas em comunidades quilombolas, Baco Pari (47,250 m³), Mimoso (Queixo Dantas) (47,250 m³), Extrema (46,116 m³) e Córrego do Inhambú (44,982 m³), localizadas em regiões com as menores precipitações, ficando de 4 a 5 meses com precipitações inferiores a 50 mm.

Em relação às comunidades ribeirinhas, essas apresentam a menor variabilidade de volume médio para as cisternas (23,058 m³ a 34,440 m³) dentre as tipologias, não apresentando *outliers* (Gráfico 68.4).

Para o atendimento do volume de água necessário para o consumo humano no período de estiagem, determinou-se a área média de captação mínima para cada domicílio das comunidades. É possível observar no Gráfico 68.6 que a área média mínima de telhado para cada domicílio variou de 7,060 m² a 61,547 m², destacando-se a presença de *outliers*, também chamados de dados discrepantes. As comunidades quilombolas apresentaram maiores

variações, enquanto os assentamentos rurais e as comunidades ribeirinhas apresentaram variações semelhantes.

Gráfico 68.6 – Área média do telhado necessária para captação da água de chuva, considerando todas as comunidades e também por tipologia.



Fonte: elaborado pelos autores.

Segundo as especificações mínimas do Programa Minha Casa Minha Vida/Programa Nacional de Habitação Rural (PNHR), também citado por Rodríguez (2016) e Carvalho, Paula e Pereira (2017), uma casa deve ter uma área construída de no mínimo 36 m² (sem considerar área de serviço). No entanto, essa área pode variar de 27 m² a 64 m², a depender dos Programas de incentivos utilizados. Essa última contemplaria a necessidade de todos os domicílios, uma vez que a maior área de telhado necessária seria de 61,5 m². Considerando a área construída de 36 m², com 30% de inclinação e beiral de 0,40 m, o telhado teria 48,14 m², o que atenderia 98,5% das comunidades. Além da área de telhado dos domicílios, coberturas de outras construções (barracões, depósitos, garagens etc...) podem também contribuir com a captação de água de chuva. Em função da variedade de material utilizada na cobertura das casas, barro

(Foto 68.1a) e fibrocimento (Foto 68.1b), destaca-se que alguns podem dificultar ou impedir a captação da água da chuva, tais como a de palha (Foto 68.1c).

Foto 68.1 – Diferentes coberturas encontradas nas comunidades rurais e tradicionais: telha cerâmica (a), fibro-cimento (b) e palha (a), na comunidade quilombola São Domingos, Cavalcante-GO.



Fonte: acervo do Projeto SanRural.

68.1 Considerações finais

Analisando de forma geral a disponibilidade hídrica nas 66 comunidades, contemplando três tipologias diferentes – assentamento, ribeirinha e quilombola –, a partir da metodologia empregada, foi possível identificar as vazões superficiais e subterrâneas em todas as bacias hidrográficas, além do aproveitamento da água de chuva.

Destaca-se, ainda, em caso de uso somente para o abastecimento público, que não há necessidade de realizar plano de outorga em nenhuma das captações implantadas nessas comunidades, uma vez que a Resolução CERHi nº 22/2019 (GOIÁS, 2019) indica que para abastecimento de comunidades rurais que necessitam de até 86,400 m³/dia (não podendo atingir esse limite em um tempo menor que 360 minutos) independem de outorga. Isso ocorre também para os domicílios que utilizam água de poços, com vazão de uso de até 1.000 L/h por no máximo 16 horas de duração.

Este estudo demonstra que existe água disponível para ser utilizada pela população residente em todas as comunidades estudadas. Ainda, possibilitou indicar a disponibilidade hídrica para projetos futuros, que buscam a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes nesses locais, como a implantação de tecnologias de abastecimento público de água, projetos de irrigação, construção de hortas comunitárias, produção de bebidas, farinhas e outros alimentos.

Tabela 68.1 – Resumo da demanda total de água, volume outorgado, disponibilidade hídrica de água de chuva para os assentamentos analisadas.

Comunidade	Área (km ²)	Demanda total de água					0,5 x Qref superficial (L/s)	0,5 x Qref superficial (m ³ /d.km ²)	Qref. subterrânea (L/s)	Qref. subterrânea (m ³ /d.km ²)	DH (L/s)	DH (m ³ /d.km ²)	Água da Chuva	
		Pecuária (L/s)	Pecuária (L/s.km ²)	Humana (L/s)	Outorga superficial (L/s)	Outorga subterrânea (L/s)							Volume cisterna (m ³)	Área telhado (m ²)
Assentamento 17 de abril	34,791	8,367	0,240	0,159	-	-	0,000	0,001	181,855	451,620	173,330	430,447	32,130	23,359
Assentamento Acaba vida	144,570	6,579	0,046	0,255	-	-	84,308	50,386	1123,150	671,233	1200,624	717,534	37,065	38,184
Assentamento Água Limpa	20,225	0,920	0,046	0,089	-	-	4,702	20,088	157,126	671,233	160,819	687,010	24,150	20,549
Assentamento Aranha	35,020	1,594	0,046	0,114	-	-	11,932	29,437	154,847	382,033	165,071	407,258	29,610	24,828
Assentamento Arraial das Antas II	21,159	5,089	0,240	0,033	-	-	18,907	77,206	91,249	372,603	105,034	428,894	29,925	21,756
Assentamento Buriti	50,085	5,202	0,104	0,083	141,940	-	116,448	200,881	464,544	801,370	433,766	748,276	34,755	26,096
Assentamento Céu Azul	136,152	10,010	0,074	0,109	-	-	98,939	62,785	819,897	520,294	908,717	576,658	32,340	22,707
Assentamento Cora Coralina	42,016	6,895	0,164	0,040	-	-	0,001	0,002	252,636	519,510	245,701	505,250	31,500	22,901
Assentamento Engenho da Pontinha	17,909	1,917	0,107	0,050	-	-	6,513	31,421	91,202	439,996	95,748	461,926	24,150	17,662
Assentamento Formiguinha	28,777	2,059	0,072	0,067	-	-	7,838	23,533	691,895	2077,343	697,606	2094,491	8,400	7,060
Assentamento Fortaleza	413,540	65,480	0,158	0,164	-	-	161,567	33,756	2972,473	621,032	3068,397	641,074	26,250	20,900
Assentamento Itajá II	79,007	12,265	0,155	0,085	-	-	46,806	51,185	425,900	465,753	460,356	503,433	29,610	26,549
Assentamento João de Deus	14,430	1,499	0,104	0,097	-	-	27,317	163,561	135,361	810,478	161,082	964,480	30,450	22,864
Assentamento Julião Riberio	24,451	1,113	0,046	0,074	-	-	8,047	28,434	189,957	671,233	196,817	695,473	27,300	23,186
Assentamento Lageado	20,324	3,343	0,164	0,089	-	-	0,000	0,001	108,271	460,274	104,839	445,686	30,765	25,715
Assentamento Lagoa Santa	18,846	2,017	0,107	0,137	-	-	5,242	24,032	100,397	460,274	103,485	474,430	27,615	20,196
Assentamento Lagoa Seca	133,136	14,250	0,107	0,164	-	-	75,914	49,265	743,996	482,824	805,496	522,735	33,075	26,972
Assentamento Limoeiro	16,116	3,876	0,240	0,127	-	-	0,000	0,000	103,485	554,795	99,482	533,336	34,545	25,115
Assentamento Madre Cristina	21,671	3,564	0,164	0,070	-	-	25,913	103,311	201,001	801,370	223,280	890,192	24,255	19,441
Assentamento Monte Moriá	23,517	2,202	0,094	0,057	-	-	10,581	38,874	125,281	460,274	133,602	490,846	35,700	26,109
Assentamento Piracanjuba	36,519	6,072	0,166	0,041	-	-	84,907	200,881	225,818	534,261	304,612	720,679	25,620	21,493
Assentamento Pouso Alegre	128,401	9,189	0,072	0,032	-	-	59,520	40,051	3085,781	2076,397	3136,080	2110,243	9,954	8,366
Assentamento Rochedo	15,244	3,191	0,209	0,139	-	-	34,299	194,400	94,260	534,247	125,229	709,773	29,925	24,482
Assentamento Rosa Luxemburgo	30,960	5,081	0,164	0,081	-	-	27,546	76,872	141,831	395,806	164,215	458,274	31,500	22,901
Assentamento Santa Fé da Laguna	67,023	4,445	0,066	0,174	-	-	40,136	51,740	359,997	464,075	395,514	509,861	27,930	22,776
Assentamento Santa Rita do Broeiro	227,661	10,360	0,046	0,092	-	3,319	150,286	57,035	1227,244	465,753	1374,212	521,529	28,665	24,390
Assentamento Santo Antônio das Areias	18,049	4,341	0,240	0,102	-	-	0,000	0,000	114,092	546,154	109,649	524,888	26,565	19,313
Assentamento São José do Piçarrão	19,806	3,250	0,164	0,060	-	-	0,000	0,001	100,154	436,902	96,843	422,460	37,800	27,482
Assentamento São Lourenço	21,749	2,009	0,092	0,081	-	-	9,579	38,053	139,655	554,795	147,144	584,542	25,410	15,082
Assentamento São Sebastião da Garganta	122,159	12,688	0,104	0,189	183,056	-	432,302	305,757	904,177	639,502	1140,547	806,680	29,505	22,154
Assentamento Serra das Araras	30,140	2,157	0,072	0,076	-	-	8,839	25,338	735,024	2107,036	741,630	2125,973	8,652	7,272
Assentamento Tarumã	35,486	6,472	0,182	0,127	-	-	0,001	0,002	313,946	764,384	307,347	748,317	30,660	21,274

Fonte: Fonte: elaborado pelos autores.

Nota: disponibilidade hídrica = DH; vazão de referência = Q_{ref}.

Tabela 68.2 – Resumo da demanda total de água, volume outorgado, disponibilidade hídrica de água de chuva para as comunidades quilombolas analisados.

Comunidade	Área (km ²)	Demanda total de água					0,5 x Qref superficial (L/s)	0,5 x Qref superficial (m ³ /d.km ²)	Qref. subterrânea (L/s)	Qref. subterrânea (m ³ /d.km ²)	DH (L/s)	DH (m ³ /d.km ²)	Água da Chuva	
		Pecuária (L/s)	Pecuária (L/s.km ²)	Humana (L/s)	Outorga superficial (L/s)	Outorga subterrânea (L/s)							Volume cisterna (m ³)	Área telhado (m ²)
Comunidade Água Limpa	12,159	2,924	0,240	0,101	-	-	9,706	68,967	78,073	554,772	84,753	602,245	26,250	21,988
Comunidade dos Almeidas	150,745	15,621	0,104	0,251	183,056	-	350,482	200,880	1071,848	614,333	1223,402	701,197	30,240	22,706
Comunidade de Baco Pari	35,633	3,540	0,099	0,317	-	-	49,708	120,528	440,667	1068,493	486,518	1179,669	47,250	38,436
Comunidade de Buracão	16,988	1,180	0,069	0,029	-	-	3,587	18,243	445,902	2267,833	448,280	2279,925	14,700	12,355
Comunidade Canabrava	428,620	33,856	0,079	0,535	2712,500	-	597,925	120,528	5178,050	1043,777	3029,085	610,594	30,975	34,118
Comunidade Castelo/Retiro e Três Rios	134,109	19,812	0,148	0,288	-	-	187,082	120,528	1658,502	1068,493	1825,072	1176,072	25,830	24,204
Comunidade de Cedro	667,343	46,356	0,069	0,301	158,331	42,985	2607,932	337,645	13029,741	1686,943	15389,700	1992,484	14,196	11,931
Comunidade Córrego do Inhambú	30,769	0,939	0,031	0,186	-	3,437	69,393	194,857	1164,960	3271,233	1229,792	3453,282	44,982	42,489
Comunidade de Extrema	13,415	2,543	0,190	0,258	-	1,486	18,713	120,522	165,895	1068,453	180,321	1161,367	46,116	61,547
Comunidade Fazenda Santo Antônio da Laguna	195,561	12,970	0,066	0,083	185,832	-	150,114	66,321	1054,796	466,015	1006,025	444,468	28,875	23,547
Comunidade do Forte	7,154	0,217	0,030	0,152	-	-	158,053	1908,833	86,266	1041,844	243,950	2946,229	18,984	23,450
Comunidade de José de Coletto	3455,754	120,296	0,035	0,053	-	1,499	4112,347	102,816	26086,660	652,213	30077,159	751,983	30,240	24,377
Comunidade de Mesquita	22,891	2,011	0,088	0,578	-	-	44,026	166,173	168,249	635,040	209,686	791,442	33,180	29,968
Comunidade de Mimoso (Queixo Dantas)	5,069	0,323	0,064	0,128	-	-	1,500	25,569	39,381	671,233	40,430	689,116	47,250	40,130
Comunidade de Pelotas	50,820	0,942	0,019	0,165	-	-	70,894	120,528	395,991	673,232	465,777	791,876	38,325	42,622
Comunidade de Porto Leucádio	7,928	0,742	0,094	0,067	-	-	2,202	23,997	46,702	508,965	48,095	524,140	42,000	30,716
Comunidade de Povoado Levantado	79,882	15,104	0,189	0,097	-	2,628	11,435	12,368	987,886	1068,493	1081,493	1169,738	40,320	32,799
Comunidade Povoado Moinho	97,973	2,020	0,021	0,279	3,333	5,123	136,672	120,528	986,617	870,073	1112,534	981,117	30,324	37,458
Comunidade do Quilombo do Magalhães	11,465	0,636	0,055	0,043	-	-	15,994	120,530	67,257	506,849	82,572	622,261	36,036	48,119
Comunidade de Quilombolas de Minaçu (Povoado Vermelho)	33,330	2,451	0,074	0,099	-	-	16,494	42,756	341,723	885,836	355,667	921,982	23,940	20,418
Comunidade de Quilombo de Pombal	196,320	21,013	0,107	0,263	-	2,500	157,651	69,382	1057,949	465,601	1191,824	524,519	24,570	20,036
Comunidade Rafael Machado	165,778	7,544	0,046	0,095	-	0,485	124,156	64,707	851,864	443,973	967,895	504,447	33,075	27,734
Comunidade São Domingos	29,978	0,469	0,016	0,435	-	-	14,412	41,537	315,954	910,615	329,462	949,548	35,280	22,619
Comunidade de Sumidoro	294,235	18,960	0,064	0,198	1201,946	3,534	226,539	66,522	2168,713	636,827	1170,614	343,742	30,240	26,192
Comunidade de Taquarussu	12,047	2,088	0,173	0,128	-	-	16,806	120,531	148,983	1068,493	163,573	1173,131	36,435	28,957
Comunidade de Tomás Cardoso	25,249	1,675	0,066	0,168	-	-	9,144	31,291	160,128	547,945	167,430	572,932	23,835	17,432
Comunidade Vazante	236,942	33,168	0,140	0,624	-	0,897	330,534	120,528	2930,219	1068,493	3226,064	1176,372	30,240	32,348

Fonte: Fonte: elaborado pelos autores.

Nota: disponibilidade hídrica = DH; vazão de referência = Q_{ref}.

Tabela 68.3 – Resumo da demanda total de água, volume outorgado, disponibilidade hídrica de água de chuva para as comunidades ribeirinhas analisadas.

Comunidade	Área (km ²)	Demanda total de água					0,5 x Qref superficial (L/s)	0,5 x Qref superficial (m ³ /d.km ²)	Qref. subterrânea (L/s)	Qref. subterrânea (m ³ /d.km ²)	DH (L/s)	DH (m ³ /d.km ²)	Água da Chuva	
		Pecuária (L/s)	Pecuária (L/s.km ²)	Humana (L/s)	Outorga superficial (L/s)	Outorga subterrânea (L/s)							Volume cisterna (m ³)	Área telhado (m ²)
Comunidade Arraial da Ponte	5,444	1,309	0,240	0,135	-	-	10,232	162,387	34,735	551,273	43,523	690,738	23,058	36,966
Comunidade Fio Velasco	123349,553	16209,896	0,131	0,061	41095,009	27006,221	102380,129	71,712	2080384,344	1457,202	2098453,286	1469,858	34,440	28,787
Comunidade Itacaiú	71067,448	8532,264	0,120	0,321	19443,895	20647,572	131119,441	159,408	1675249,593	2036,679	1757744,983	2136,972	29,505	26,657
Comunidade Landi	51,260	9,349	0,182	0,090	2,500	-	0,002	0,003	453,499	764,384	441,562	744,263	29,505	20,473
Comunidade Olhos D'água	3,675	0,354	0,096	0,040	-	-	6,719	157,961	34,086	801,370	40,410	950,055	31,500	27,169
Comunidade Povoado Veríssimo	365,725	60,150	0,164	0,112	25,556	15,782	536,735	126,800	2368,094	559,446	2803,229	662,243	25,935	20,788
Comunidade Registro do Araguaia	53544,703	6585,658	0,123	0,302	6935,275	18327,101	98789,978	159,408	1380278,713	2227,225	1447220,354	2335,242	27,825	25,139

Fonte: Fonte: elaborado pelos autores.

Nota: disponibilidade hídrica = DH; vazão de referência = Q_{ref}.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA) – Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. **Memorial descritivo do cálculo da demanda humana de água no documento “Base de Referência para o Plano Nacional de Recursos Hídricos”**, Brasília, 2003.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA (BRASIL). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2020: informe anual/Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico**. Brasília: ANA, 2020, 118p.

ALMEIDA, L. De; RESENDE, L.; RODRIGUES, A. P.; CAMPOS, J. E. G. **Hidrogeologia do Estado de Goiás**. Goiânia, GO: Governo do Estado de Goiás. Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração, 2006. v. 1, 232. Disponível em: http://www.sieg.go.gov.br/downloads/Livro_Hidrogeologia.pdf. Acesso em: 18 fev. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527: aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis: requisitos**, Rio de Janeiro, 2019, 10 p.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997** regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, DF, 1997.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuario.html?=&t=downloads>. Acesso em: 20 mai. 2020.

CAMPOS, J. E. G.; FREITAS-SILVA, F. H. Hidrogeologia do DF. *In: Inventário hidrogeológico e dos recursos hídricos superficiais do Distrito Federal*. Parte 1. Brasília, DF: SEMATEC: IEMA: MMA-SRH, 1998. v. 2 e 4.

CARVALHO, A. W. B.; PAULA, N. E. S.; PEREIRA, D. A. G. Programa Nacional de habitação rural e modo de morar no campo: reflexões a partir da casa rural na Zona da Mata mineira. **Paranoá: Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**. N. 17, 10 p, 2017. <https://doi.org/10.18830/issn.1679-0944.n17.2016.03>

CAVALCANTE, I. N. **Fundamentos hidrogeológicos para a gestão integrada de recursos hídricos na região metropolitana de Fortaleza, Estado do Ceará**. 1998. Tese (Doutorado em Hidrogeologia) – Instituto de Geociências, USP, São Paulo, 1998. DOI: 10.11606/T.44.1998.tde-12112015-140423. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44133/tde-12112015-140423/>. Acesso em: 18 fev. 2020.

COSTA, I. A. **Disponibilidade Hídrica Superficial e Subterrânea de Assentamentos em Goiás**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal de Goiás, Pró-Reitoria de Pós-graduação (PRPG), Goiânia, x p., 2020.

ELETROBRÁS. Centrais Elétricas Brasileiras S.A. **Metodologia para regionalização de vazões**. Rio de Janeiro. v. 1, 1985.

FEITOSA, E. C.; FILHO, J. M.; COSTA, W. D.; FEITOSA, F. A. C.; DEMETRIO, J. G. A.; FRANÇA, H. P. M. De. Avaliação de recursos hídricos subterrâneos. *In: Hidrogeologia - Conceitos e Aplicações*. 3. ed. Rio de Janeiro: CPRM: LABHID, 2008. p. 661–671. Disponível em:

http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/14818/3/livro_hidrogeologia_conceitos.pdf. Acesso em: 15 mar. 2020.

GOIÁS (Estado). Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **Resolução nº 09 de 2005**. Estabelece o Regulamento do Sistema de outorga das águas de domínio do Estado de Goiás e dá outras providências. Publicado no Diário Oficial do Estado de Goiás n.º 19.653, de 02/06/2005. Goiânia, GO, 2005.

GOIÁS (Estado). SECIMA. **Manual Técnico de Outorga**, Goiânia, GO, 2012. Disponível em: http://www.sgc.goias.gov.br/upload/arquivos/201507/manual_tecnico_de_outorga_versao_01.pdf. Acesso em: 3 mar. 2020.

GOIÁS (Estado). SIEG. **Sistema Estadual de Geoinformação Estado de Goiás**. Goiânia-GO: Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos (IMB), 2013. Disponível em: <http://www.sieg.go.gov.br/>. Acesso em: 20 mar. 2020.

GOIÁS (Estado). SIEG. **Sistema Estadual de Geoinformação**. Downloads, 2014. Disponível em: <<http://www.sieg.go.gov.br/siegddownloads/>>. Acesso em: 4 jul. 2020.

GOIÁS (Estado). Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos. **Plano estadual de recursos hídricos do estado de Goiás (PERH/GO): produto 5. Revisão Final - Setembro 2015**. Goiânia, GO: SECIMA, 2015a. Disponível em: http://www.meioambiente.go.gov.br/images/imagens_migradas/upload/arquivos/2016-01/p05_plano_estadual_de_recursos_hidricos_revfinal2016.pdf. Acesso em: 4 nov. 2018.

GOIÁS (Estado). Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **Instrução Normativa nº 04 de 2015**. Define as vazões específicas de referência (Q_{95}) para o Estado de Goiás com base em Planos de Recursos Hídricos de bacias específicas e dados hidrológicos coletados de séries históricas para uso no cálculo de disponibilidade hídrica em casos onde a captação é ou será realizada diretamente no curso d'água. Governo de Goiás, 4p., 2015b.

GOIÁS (Estado). Conselho Estadual de Recursos Hídricos. **Resolução nº 22 de 2019**. Estabelece o regulamento do sistema de outorga das águas de domínio do Estado de Goiás e dá outras providências. Publicado no Diário Oficial do Estado de Goiás n.º 23.113, de 13/08/2019. Goiânia, GO, 2019.

GOIÁS (Estado). SIGA-GO. **Sistema de informações geográficas ambientais do Estado de Goiás**. Outorgas Cadastradas no CNARH40, 2020. Disponível em: <<http://siga.meioambiente.go.gov.br/layers/?limit=20&offset=0>>. Acesso em: janeiro de 2020.

GOMES, M. da C. R.; CAVALCANTE, I. N.; LEMOS, E. C. L.; SILVA, L. S.; PEDROSA, A. A. Reservas e disponibilidade das águas subterrâneas no campus universitário do PICI/UFC, Fortaleza/Ceará, como subsídio ao planejamento e gestão dos recursos hídricos. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DE MEIO AMBIENTE SUBTERRÂNEO, 2, 2011, São Paulo. *In*: **Anais[...]**. São Paulo: Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, 2011.

HONÓRIO, M. S. **Avaliação da disponibilidade hídrica superficial no estado de Goiás**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal de Goiás, Pró Reitoria de Pós-graduação (PRPG), Goiânia, 86 p., 2020.

RODRÍGUEZ, A. S. C. **Qualidade da habitação nos assentamentos rurais do PNHR/PMCMC do estado de São Paulo. Casos: Florestan Fernandes, Dona Carmem e Boa Esperança**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 96p. 2016.

SILVA, A. S.; PORTO, E. R.; LIMA, L. T.; GOMES, P. C. F. **Captção e conservação de água de chuva para o consumo humano: cisternas rurais; dimensionamento, construção e manejo.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Centor de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido, Petrolina, PE, EMBRAPA-CPATSA/SUDENE, 103p. 1984, ISSN-0100-6169.

SILVEIRA, R. N. C. M.; COSTA, R. N. T.; PEIXOTO, F.S.; SOUSA, H. G.; CAVALCANTE, I. N.; OLIVEIRA, R. M. De. Reservas hídricas subterrâneas e contribuição à gestão dos recursos hídricos em aluviões no semiárido. **Geociências**, São Paulo, UNESP, v. 35, n. 4, p. 642–651, 2016. Disponível em: <http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/GEOSP/article/view/9977/9265>. Acesso em: 18 fev. 2020.

SOUZA, M. T. **Fundamentos para Gestão dos recursos hídricos subterrâneos do Distrito Federal.** 2001. Dissertação (Mestrado em Geologia) Universidade de Brasília, Brasília, 2001.

SOBRE O E-BOOK

Tipologia: Calibri, Museo
Publicação: Cegraf UFG
Câmpus Samambaia, Goiânia-Goiás.
Brasil. CEP 74690-900
Fone: (62) 3521-1358
<http://cegraf.ufg.br>



Saneamento e Saúde Ambiental em Comunidades Rurais e Tradicionais de Goiás



Contato: <https://sanrural.ufg.br/>