



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
INSTITUTO DE ESTUDOS SOCIOAMBIENTAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

PRISCILA MAIA BARBOSA

**SEGURANÇA HÍDRICA E DIMENSÃO SOCIAL: UM OLHAR SOBRE A  
REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA**

**Goiânia  
2022**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS**  
**INSTITUTO DE ESTUDOS SÓCIO-AMBIENTAIS**

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE  
TESES E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei 9.610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

Identificação do material bibliográfico

Dissertação     Tese

Nome completo do autor

Priscila Maia Barbosa

3. Título do trabalho

Segurança Hídrica e Dimensão Social: um olhar sobre a Região Metropolitana de Goiânia.

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento  SIM     NÃO<sup>1</sup>

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);

b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.

O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.



Documento assinado eletronicamente por PRISCILA MAIA BARBOSA, Discente, em 03/07/2022, às 21:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por Cláudia Valéria De Lima, Professor do Magistério Superior, em 05/07/2022, às 07:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **2948719** e o código CRC **22947EA4**.

PRISCILA MAIA BARBOSA

**SEGURANÇA HÍDRICA E DIMENSÃO SOCIAL: UM OLHAR SOBRE A  
REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia do Instituto de Estudos Socioambientais (IESA) da Universidade Federal de Goiás (UFG) para obtenção do título de Doutora em Geografia.

**Área de concentração:** Natureza e Produção do Espaço.

**Orientação:** Profa. Dra. Cláudia Valéria de Lima.

**Co-orientação:** Profa. Dra. Karla Emmanuela Ribeiro Hora.

**Goiânia  
2022**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Barbosa, Priscila Maia

Segurança Hídrica e Dimensão Social: um olhar sobre a Região Metropolitana de Goiânia/ Priscila Maia Barbosa. - 2022.

180 f.: il.

Orientadora: Prof. Cláudia Valéria de Lima; co-orientadora Karla Emmanuela Ribeiro Hora.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Instituto de Estudos Socioambientais (IESA), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Goiânia, 2022.

Bibliografia. Apêndice.

Inclui siglas, mapas, abreviaturas, gráfico, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Desigualdades sociais. 2. Água. 3. Crise hídrica. 4. ISH. 5. RMG. I. Lima, Cláudia Valéria de, orient. II. Título.

CDU 911



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
INSTITUTO DE ESTUDOS SÓCIO-AMBIENTAIS  
ATA DE DEFESA DE TESE

Ata Nº **58** da sessão de Defesa de Tese de **Priscila Maia Barbosa** que confere o título de Doutora em **Geografia**, na área de concentração em **Natureza e Produção do Espaço**.

Aos trinta e um dias do mês de maio do ano de dois mil e vinte e dois, a partir das 14:30 horas, por meio de videoconferência, realizou-se a sessão pública de Defesa de Tese intitulada “**ENTRE RISCOS E INCERTEZAS: UMA ANÁLISE SOBRE A SEGURANÇA HÍDRICA DA REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA**”. Os trabalhos foram instalados pela Orientadora, Professora Doutora Cláudia Valéria de Lima (IESA/UFG) com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professor Doutor Vandervilson Alves Carneiro (UEG), membro titular externo; Professora Doutora Adriana Aparecida Silva (UEG), membro suplente externo; Professor Doutor Romualdo Pessoa Campos Filho (IESA/UFG), membro titular externo; Professora Doutora Celene Cunha Monteiro Antunes Barreira (IESA/UFG), membro titular interno. Durante a arguição os membros da banca **fizeram** sugestão de alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Tese tendo sido a candidata **aprovada** pelos seus membros. Proclamados os resultados pela Professora Doutora Cláudia Valéria de Lima, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, aos trinta e um dias do mês de maio do ano de dois mil e vinte e dois.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA

Segurança Hídrica e Dimensão Social: um olhar sobre a Região Metropolitana de Goiânia



Documento assinado eletronicamente por **Cláudia Valéria De Lima, Professor do Magistério Superior**, em 31/05/2022, às 17:50, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Romualdo Pessoa Campos Filho, Professor do Magistério Superior**, em 31/05/2022, às 17:50, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Adriana Aparecida Silva, Usuário Externo**, em 31/05/2022, às 17:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Celene Cunha Monteiro Antunes Barreira, Usuário Externo**, em 31/05/2022, às 17:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Vandervilson Alves Carneiro, Usuário Externo**, em 31/05/2022, às 17:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

30/06/22, 15:36

SEI/UFG - 2906602 - Ata de Defesa de Tese



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **2906602** e o código CRC **022ECCCA**.

*Para Catarina, que, em meio ao caos, trouxe esperança e  
união e inspira força e amor.*

## **AGRADECIMENTOS**

Aos servidores do IESA, que mesmo diante das dificuldades enfrentadas no serviço público, o desempenham com dedicação.

Aos docentes do IESA, em especial do PPGeo, que participam da minha trajetória acadêmica desde a graduação.

À professora Cláudia, que conduziu a orientação de forma muito humana e compreensiva.

À professora Karla, co-orientadora, que entendeu os desafios enfrentados nessa trajetória.

Aos colegas de trabalho da Universidade Estadual de Goiás que incentivaram e torceram para que alcançasse o resultado final desta tese.

À minha mãe, Delma, meu pai, Ubirajara e irmão, Matheus, que compreenderam as ausências em diversos momentos dessa caminhada.

Aos meus filhos, Cauã, Ícaro e Catarina que, além de serem força para continuar, sempre estiveram ao meu lado, seja dando apoio, seja sendo um respiro nas horas de exaustão.

Ao meu companheiro de vida, trabalho e estudos, Wilson, que vibra comigo nas conquistas, dá ânimo quando há desânimo e ajudou em diversos aspectos deste trabalho.

Onde eu nasci passa um rio  
Que passa no igual sem fim  
Igual, sem fim, minha terra  
Passava dentro de mim

O rio só chega no mar  
Depois de andar pelo chão  
O rio da minha terra  
Deságua em meu coração

*Caetano Veloso*

## RESUMO

A crise hídrica é resultado de uma combinação de fatores que extrapolam a relação falta de chuvas e o crescimento populacional. Para além disso, elementos como os conflitos pelo uso da água; déficits das redes de abastecimento e coleta de esgoto sanitária; governança fragmentada da água; condições físico-naturais; situações socioeconômicas desiguais e mudanças climáticas interagem entre si e formam os condicionantes para a intensificação da crise em um cenário de riscos e incertezas. Os riscos são produzidos pela sociedade que, por sua vez, se torna receptora dos próprios riscos produzidos. Contudo, a distribuição dos riscos é desigual, uma vez que os indivíduos mais vulneráveis do ponto de vista social e econômico são os mais atingidos. A segurança hídrica, enquanto um paradigma emergente, possibilita discutir questões relativas ao acesso à água, estabelecendo relações entre esta, a crise hídrica e as desigualdades sociais. Partindo das seguintes indagações: quais arcabouços teóricos auxiliam na compreensão da segurança hídrica - SH, mensurando-a? Essas proposições podem ser aplicadas a realidades distintas? Como se manifesta isso na Região metropolitana de Goiânia - RMG? Construiu-se duas hipóteses: (1) a ideia de segurança hídrica é um conceito em disputa nos espaços de governança da água, ora tende a se focar na manutenção da vida humana e animal, ora nos usos múltiplos da água, com viés econômico; (2) a RMG apresenta uma distribuição espacial desigual de segurança hídrica entre seus municípios componentes, considerando o aporte de infraestrutura de abastecimento de água e coleta de esgoto e as características socioeconômicas da população. Para compreender isso, o objetivo geral de investigação foi analisar as condições de segurança hídrica na RMG observando as distinções entre seus municípios. Paralelamente a pesquisa investigou o arcabouço teórico acerca da temática de segurança hídrica; sistematizou as metodologias empregadas na medição, avaliação e análise de segurança hídrica e apropriou-se do o Índice de Segurança Hídrica - ISH da Agência Nacional de Águas e Saneamento - ANA, incorporando a dimensão social. Os procedimentos metodológicos ancoraram-se na revisão sistemática da literatura, subsidiada por uma releitura redirecionada sobre o ISH além de pesquisa documental e sistematização de dados secundários e informações em ambiente de Sistema de Informações Geográficas - SIG. O arcabouço teórico e metodológico selecionado levou a uma abordagem multiescalar, e a problematização do ISH desenvolvido pela ANA. Os resultados denotaram que há visões distintas sobre SH, com predomínio, ainda que em transformação, de análises baseadas na racionalidade moderna que visam compreender as condições de quantidade e qualidade. Novas perspectivas analíticas estão se desenvolvendo de formas amplas e em interrelações, mas encontram limites na disponibilidade de dados e informações. A busca por índices e indicadores ainda são elementos presentes na determinação das condições de segurança hídrica e a ideia de risco é compreendida como algo potencial a ser evitado ou mitigado, mas, sobretudo monitorado. Em relação à RMG, a aplicação do ISH aponta distinções na região, mas a incorporação de uma nova dimensão social permite denotar as assimetrias locais apontando novas possibilidades de ações para enfrentamento do risco.

**Palavras – chave:** desigualdades sociais; água; crise hídrica; ISH; RMG.

## ABSTRACT

The water crisis is result of a combination of factors that go beyond the relation between the lack of rainfall and population growth. In addition, elements such as conflicts for water use; deficits in water supply and sanitation networks; shattered governance of water; physical-natural conditions; unequal socioeconomic situations and climate changes interact with each other and form the conditionings to the intensification of the crisis in a scenario of risks and uncertainties. The risks are produced by society, which in its turn, becomes receptive of the own risks produced. However, the distribution of the risks are unequal, once the most vulnerable individuals, from the social and economic perspective, are the most affected. The water security, as emergent paradigm allows us to discuss questions related to the access to water, establishing relations between water, the water crisis and the social inequalities. Starting from the following questions: which theoretical frameworks help in the comprehension of water security - WS, measuring it? Can these propositions be applied to distinct realities? How does it manifest in the metropolitan region of Goiânia - RMG? Two hypotheses were built: (1) the idea of water security is a concept under dispute in the spaces of governance of water, sometimes tending to focus on the maintenance of human and animal life, sometimes in the multiple uses of water, with an economic bias; (2) the RMG presents an unequal spatial distribution of water security among its component counties, considering the contribution of water supply and sewage collection infrastructure and socioeconomic characteristics of the population. To comprehend that, the general objective of investigation was to analyze the water security conditions of the metropolitan region of Goiânia observing the distinctions amongst its counties. In parallel, the research investigated the theoretical framework regarding the water security theme; systemized the methodology implied in the water security measurement, evaluation and analysis and appropriated from the Water Security Index - WSI of Brazil's National Water and Sanitation Agency - ANA, incorporating the social dimension. The methodologic procedures were anchored in the revision of literature, subsidized by a redirected rereading over the WSI, besides documental research and systemization of secondary data and information in the regard of the Geographic Information System - GIS. The selected theoretical framework led to a multiscale approach, and to the problematization of the WSI developed by ANA. The results denoted that are distinct views on the WS, with predominance, yet that in transformation, of analyses based on the modern rationality that aim to comprehend the conditions of quantity and quality. New analytical perspectives are being developed in ample ways and in interrelations, but encounter its bounds in the availability of data and information. The seek after the indices and indicators are still present elements in the water security conditions and the idea of risk is comprehended as something potential to be avoided or mitigated, but, most important monitored. Regarding the RMG, the application of the WSI point out to distinctions in the region, but the incorporation of a new social dimension allows denoting local asymmetries, pointing out to new possibilities of actions to face the risk.

**Key words:** social inequalities; water; water crisis; WSI; RMG.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADH - Atlas de Desenvolvimento Humano

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento

APA - Área de Proteção Ambiental

APP - Área de Preservação Permanente

ASEAN - Associação das Nações do Sudeste Asiático

AVS - Atlas de Vulnerabilidade Social

BS - Barometer of sustainability

CBH-MP - Comitê de Bacia Hidrográfica do Meia Ponte

CBHs - Comitês de Bacias Hidrográficas

CEMAM - Conselho Estadual de Meio Ambiente

CERHi - Conselho Estadual de Recursos Hídricos e de Meio Ambiente

DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio

dimE- Dimensão Econômica

dimH – Dimensão Humana

dimR – Dimensão Resiliência

dimS- Dimensão Social

dimSS – Dimensão Ecológica

DS - Dashboard of sustainability

DSR - Driving force, state, response

EFM - Ecological footprint method

EUA - Estados Unidos da América

FPIC - Funções Públicas de Interesse Comum

GLBTQI – Gay, Lésbicas, Bissexuais, Transgêneros, Queer, Intersexuais

HDI - Human development index

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

ISH – Índice de Segurança Hídrica

MDE - Modelo Digital de Elevação

OCDE - Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico

OD – Oxigênio dissolvido

OMS - Organização Mundial de Saúde

ONU - Organização das Nações Unidas  
OSCE – Organização de Segurança e Cooperação na Europa  
OTAN - Organização do Tratado do Atlântico Norte  
PDI - Plano de Desenvolvimento Integrado  
PEAMP - Parque Estadual Altamiro de Moura Pacheco  
PEIR – Pressão, estado, impacto, resposta  
PER – Pressão, estado, resposta  
pH – Potencial hidrogeniônico  
PIMC - Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas  
PNSH – Plano Nacional de Segurança Hídrica  
PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento  
Produto Interno Bruto – PIB  
PSR - Pressure, state, response  
RMG - Região Metropolitana de Goiânia  
RMRJ - Região Metropolitana do Rio de Janeiro  
RMs - Regiões Metropolitanas  
SANEAGO - Companhia Saneamento de Goiás S.A  
SANESC - Agência de Saneamento de Senador Canedo  
SDN - Sociedade das Nações  
SEAPA - Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento  
SEMAD – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável  
SH – Segurança Hídrica  
SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento  
SWAT - Soil and water assessment tool  
UDH – Unidade de Desenvolvimento Humano  
UNESCO - Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura  
UPGRH - Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos  
UTAs - Unidades Territoriais de Análise  
VAB - Valor Adicionado a Preços Básicos  
VAR1 – Variável 1  
VAR2 – Variável 2  
VAR3 – Variável 3

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição das ocupações irregulares na RMG - 2021 .....	24
Figura 2 - As Dimensões da Segurança Hídrica.....	67
Figura 3 - Índice de Segurança Hídrica do Brasil - 2035 .....	70
Figura 4 - Sistema de Segurança Hídrica no Modelo de Sistema Dinâmico.....	75
Figura 5 - Conjunto de indicadores utilizados no estudo .....	77
Figura 6 - Estrutura da modelagem utilizando a ferramenta SWAT para avaliação da Segurança Hídrica.....	80
Figura 7 - Visão geral da estrutura do modelo .....	81
Figura 8 - Regiões Hidrográficas Brasileiras .....	90
Figura 9 - Bacias de Interesse Metropolitano / Nível 1 .....	91
Figura 10 - Detalhe das BH de interesse metropolitano / Nível 1 .....	92
Figura 11 - Mapa da distribuição da população da RMG por Município - 2019 .....	96
Figura 12 - Gráfico do percentual das classes de uso e ocupação do solo da RMG - 2020 .....	97
Figura 13 - Mapa de Uso e Cobertura do Solo dos municípios da RMG - 2020 .....	98
Figura 14 - Gráfico do percentual do VAB dos municípios da RMG - 2018.....	101
Figura 15 - Gráfico do PIB <i>per capita</i> (R\$) dos municípios da RMG – 2010 e 2018 .	102
Figura 16 - Mapa da distribuição da renda domiciliar <i>per capita</i> igual ou inferior a meio salário mínimo, por UDH, na RMG - 2010.....	105
Figura 17 - Gráfico da precipitação média anual na estação Inhumas (1973 – 2004) .	106
Figura 18 - Gráfico da precipitação média anual na estação Aragoiânia (1973 – 2016) .....	107
Figura 19 - Gráfico da precipitação média na estação Goiânia (1973 – 2015) .....	107
Figura 20 - Gráfico da vazão média anual (m <sup>3</sup> /s) da estação Ribeirão das Caldas (1978 – 2016).....	108
Figura 21 - Gráfico da vazão mínima 7 dias (m <sup>3</sup> /s) da estação Montante de Goiânia (1976 – 2018).....	109
Figura 22 - Gráfico da vazão mínima 7 dias (m <sup>3</sup> /s) da estação Jusante de Goiânia (1979 – 2015).....	109
Figura 23 - Mapa da distribuição percentual da população atendida com rede de água, por município, na RMG - 2019.....	112

Figura 24 - Mapa da distribuição percentual da população atendida com rede de esgoto, por município, na RMG - 2019 .....	114
Figura 25 - Mapa da distribuição da população e do consumo de água per capita l/hab./dia, por município, na RMG (2010 e 2019) .....	115
Figura 26 - Gráfico do percentual do aumento populacional e da variação do consumo de água nos municípios da RMG – 2010 e 2019.....	117
Figura 27 - Mapa da distribuição percentual de pessoas com abastecimento de água e esgoto inadequados, por UDH, na RMG - 2010.....	119
Figura 28 - Mapa da distribuição da Mortalidade Infantil até 1 ano de idade por UDH – RMG - 2010.....	121
Figura 29 – Mapa da Dimensão Humana do ISH - RMG .....	142
Figura 30 - Mapa da Dimensão Econômica do ISH - RMG .....	144
Figura 31 - Mapa da Dimensão Ecológica – ISH - RMG.....	146
Figura 32 - Mapa da Dimensão Resiliência do ISH - RMG.....	148
Figura 33 - Mapa do ISH - RMG .....	150
Figura 34 - Mapa da Dimensão Social do ISH - RMG .....	153
Figura 35 - Mapa do ISH com a Dimensão Social - RMG.....	157
Figura 36 - Mapas do Índice de Segurança Hídrica sem e com a Dimensão Social – ISH - RMG.....	158
Figura 37 - Índice de Segurança Hídrica sem e com a Dimensão Social, por área da RMG (%) .....	160

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Critérios para o subíndice de abastecimento de água, saneamento e higiene	79
Tabela 2 – População dos municípios da RMG – 2010 e 2019.....	94
Tabela 3 – Área em hectare e proporção das classes de uso do solo dos municípios em relação à área total da RMG - 2020.....	99
Tabela 4 – PIB dos municípios da RMG - 2018.....	100
Tabela 5 - Quantidade de UDHS da RMG – 2010.....	135
Tabela 6 – Dimensão, indicador, variáveis, pesos, relação com a SH e cálculo da Dimensão Social propostos na pesquisa.....	136
Tabela 7 – Índice de Segurança Hídrica sem e com a Dimensão Social, por área dos municípios da RMG (%) .....	159

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Definições de Segurança .....	47
Quadro 2 – Noções de Segurança, segundo concepções distintas.....	50
Quadro 3 – Conceitos de Segurança Hídrica de organizações internacionais.....	53
Quadro 4 - Dimensão, indicador e variável do ISH .....	68
Quadro 5 – O foco da Segurança Hídrica nos artigos analisados.....	73
Quadro 6 – Síntese dos principais estudos analisados, respectivos autores, título, abordagem, escala, metodologia e indicadores .....	83
Quadro 7 – Variáveis selecionadas para o estudo e a relação com a segurança hídrica	92
Quadro 8 - Tendência com base no $R^2$ das estações pluviométricas e fluviométricas .	110
Quadro 9 – Nível de segurança e respectivas ações adotadas pelos atores envolvidos baseadas na vazão do rio Meia Ponte .....	125

## TRAJETÓRIA ACADÊMICA

Falar da trajetória acadêmica nos faz repassar mentalmente os passos que nos conduziram a este ponto do processo e acaba sendo um exercício de autoanálise e autorreflexão, considerando que a vida acadêmica, profissional e pessoal se funde a ponto de ser difícil discernir os limites entre cada uma.

Em 2005, ingressei no curso de Geografia da Universidade Federal de Goiás – UFG, na modalidade bacharelado, habilitação Análise Ambiental. Nesse momento, já tinha um filho, o Cauã, que na época tinha acabado de fazer 1 ano. No mesmo ano que comecei o curso, conheci meu companheiro, Wilson. No ano seguinte, já esperávamos nosso primeiro filho juntos. No início de 2007, o Ícaro nasceu. Nesse período estava trabalhando em dois empregos e em meio ao turbilhão da maternidade não tive cabeça para trancar o curso, praticamente abandonei.

Entrei com processo para trancamento extemporâneo e consegui retomar os estudos parcialmente em 2008. Fiz duas disciplinas nesse período. Em 2009, decidimos nos mudar para mais próximo da Universidade e dedicar inteiramente ao curso. Assim, meus filhos de 5 e 2 anos, meu marido e eu, sobrevivíamos das bolsas que os programas de inclusão da Universidade proporcionavam, além, é claro, do restaurante universitário e da creche da UFG. Essas condições foram fundamentais para que eu conseguisse concluir o curso de graduação em 2012.

Ainda no ano de 2012, participei do Processo Seletivo para o Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Geografia - PPGeo da UFG. Alcancei êxito e, o iniciei em 2013 com o auxílio de uma bolsa financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás - FAPEG.

No início do ano de 2014, participei de um Concurso para Docente do Ensino Superior da Universidade Estadual de Goiás - UEG para o curso de Geografia, na área de Geografia Física e Geologia. Passei pelas fases de prova escrita, didática e análise de currículo, ocupando a 2ª colocação no resultado final.

Em 2015, defendi a dissertação de Mestrado. No mesmo ano, participei do Processo Seletivo para o Doutorado do PPGeo da UFG, iniciando o doutoramento em 2016, também com o auxílio de uma bolsa da Coordenação de Aperfeiçoamento de

Pessoal de Nível Superior – CAPES. Posteriormente a bolsa foi finalizada em função de vínculo empregatício estabelecido. Durante o Mestrado e o Doutorado, também, atuei como consultora ambiental em alguns Estudos de Impacto Ambiental – EIA de empreendimentos de geração de energia.

Em junho de 2016 fui convocada para assumir a vaga do concurso de docente da UEG ingressando no curso Superior de Tecnologia em Mineração no Câmpus localizado no município de Niquelândia, norte de Goiás.

No final do ano de 2017, surgiu a oportunidade de concorrer à Direção do Câmpus ao qual estava lotada. Após ganhar as eleições, fui nomeada, tomei posse e exerci a função de docente e Diretora do Câmpus entre 2018 e 2021, quando o mandato finalizou. Em 2019, fiquei grávida da Catarina, que nasceu em abril de 2020, em meio à pandemia do Coronavírus.

Muitas coisas aconteceram desde o início da minha formação acadêmica e profissional. Acredito que cada etapa da minha trajetória contribuiu e impactou de alguma maneira para a formação dessa mulher/ geógrafa/ mãe/ professora/ esposa/ pesquisadora que vos fala e, conseqüentemente, influenciou no produto final desta tese de doutorado.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	18
2	SEGURANÇA HÍDRICA NO CONTEXTO DE RISCOS E INCERTEZAS .....	30
2.1	Introdução .....	31
2.2	Sociedade de risco ou risco à sociedade? .....	32
2.3	Segurança, Estado e Indivíduo.....	42
2.4	Segurança Hídrica: um conceito em construção.....	51
2.5	Considerações Finais .....	56
3	SEGURANÇA HÍDRICA: ESCALAS E ABORDAGENS .....	58
3.1	Introdução .....	59
3.2	Delineamento metodológico para a revisão bibliográfica sobre segurança hídrica.....	61
3.3	Indicadores de análise e índices de segurança hídrica .....	63
3.4	Índice de Segurança Hídrica – ISH proposto pela Agência Nacional de Águas - ANA.....	67
3.5	A abordagem e a metodologia nas publicações científicas sobre Segurança Hídrica .....	71
3.6	Considerações Finais .....	86
4	ESCALAS E ABORDAGENS PARA A REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA.....	87
4.1	Introdução .....	88
4.2	Delineamento metodológico para a análise de SH na RMG .....	89
4.3	Ambiente e Território da Região Metropolitana de Goiânia .....	94
4.3.1	População .....	94
4.3.2	Uso e ocupação do solo .....	97
4.3.3	Estrutura econômica .....	100
4.3.4	Renda .....	103
4.3.5	Precipitação e vazão .....	106

4.3.6	Indicadores de água e esgoto .....	111
4.3.7	Abastecimento de água e esgoto inadequados.....	117
4.3.8	Mortalidade infantil .....	120
4.3.9	Governança da água e o limite da SH na RMG.....	122
4.4	Considerações Finais .....	128
5	SEGURANÇA HÍDRICA: RECONSTRUINDO O ISH DA ANA PARA A RMG .....	130
5.1	Introdução .....	131
5.2	Delineamento metodológico para revisão e aplicação do ISH na RMG .....	133
5.3	O contexto do Índice de Segurança Hídrica – ISH.....	139
5.4	Aplicação do Índice de Segurança Hídrica - ISH na Região Metropolitana de Goiânia – RMG .....	140
5.4.1	Dimensão Humana .....	140
5.4.2	Dimensão Econômica .....	143
5.4.3	Dimensão Ecológica .....	145
5.4.4	Dimensão Resiliência .....	147
5.4.5	Índice de Segurança Hídrica da RMG.....	149
5.5	Inserindo uma nova dimensão ao ISH .....	151
5.6	Índice de Segurança Hídrica – ISH com a Dimensão Social para a Região Metropolitana de Goiânia – RMG .....	155
5.7	Considerações Finais .....	162
6	CONCLUSÕES .....	163
	REFERÊNCIAS .....	166
	APÊNDICE A - RELAÇÃO DOS ARTIGOS CONSULTADOS NA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA.....	178

## 1 INTRODUÇÃO

Nas manchetes dos meios de comunicação nacionais do ano de 2021 se destacam notícias, tais como: “Chuvas aliviam crise hídrica brasileira<sup>1</sup>”; “Sem chuva significativa, SP e interior caminham para 3ª crise hídrica do século com rodízios e multa para quem desperdiça<sup>2</sup>”; “Crise hídrica de 2022 pode ser pior do que a de 2014 na região de Piracicaba, alerta PCJ<sup>34</sup>”. Essas notícias, além de revelar um cenário de crise hídrica, apontam para uma relação simplista, que atribui a ideia de crise à escassez de chuvas.

O discurso da escassez de água se traduz em um pensamento hegemônico que é replicado pelas instâncias de governança do país, difundido pela mídia e incorporado pela população. Nessa narrativa, entende-se a crise hídrica como o resultado da falta de chuvas combinado ao aumento populacional. Pensar e difundir que a crise de acesso à água é uma questão, apenas do ponto de vista climático, é negar os fatores que acarretaram essa mesma crise, isto é, sua relação com outras crises já anunciadas; dentre as quais o comprometimento dos ecossistemas. Marengo, Nobre et al (2015) destacam o gerenciamento ineficiente dos recursos hídricos como promotor da “crise hídrica” combinado aos baixos índices pluviométricos e o crescimento da demanda de água. Ideia semelhante é destacada por Marengo e Alves (2015) ao indicarem que as crises hídricas evidenciadas na região sudeste do país, são crises previamente anunciadas, tendo em vista, que situação semelhante ocorreu em outros períodos, dos quais destacam os anos de 2001 e 2002, época do “apagão” energético. Isso reforça a inabilidade gerencial sobre esse tema, impactando outros setores econômicos e sociais. Vê-se, novamente, fato semelhante ocorrer entre os anos 2020 e 2021 quando o Brasil vivencia uma nova crise energética, cuja causa é atribuída à falta de chuvas<sup>5</sup>.

---

<sup>1</sup>[https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2021/10/12/internas\\_economia,1313195/chuvas-aliviam-crise-hidrica-brasileira-mas-minas-mantem-estado-de-alerta.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2021/10/12/internas_economia,1313195/chuvas-aliviam-crise-hidrica-brasileira-mas-minas-mantem-estado-de-alerta.shtml)

<sup>2</sup>[https://www.infomoney.com.br/mercados/sem-chuva-significativa-sp-e-interior-caminham-para-3a-crise-hidrica-do-seculo-com-rodizios-e-multa-para-quem-desperdica/#:~:text=Vidas%20secas-,Sem%20chuva%20significativa%2C%20SP%20e%20interior%20caminham%20para%203%C2%AA%20crise,e%20multa%20para%20quem%20desperdi%C3%A7a&text=GON%C3%87ALVES%20\(MG\)%20%E2%80%93%20A%20terceira,silenciosa%2C%20porque%20avisos%20n%C3%A3o%20faltaram.](https://www.infomoney.com.br/mercados/sem-chuva-significativa-sp-e-interior-caminham-para-3a-crise-hidrica-do-seculo-com-rodizios-e-multa-para-quem-desperdica/#:~:text=Vidas%20secas-,Sem%20chuva%20significativa%2C%20SP%20e%20interior%20caminham%20para%203%C2%AA%20crise,e%20multa%20para%20quem%20desperdi%C3%A7a&text=GON%C3%87ALVES%20(MG)%20%E2%80%93%20A%20terceira,silenciosa%2C%20porque%20avisos%20n%C3%A3o%20faltaram.)

<sup>3</sup>Comitê das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá.

<sup>4</sup><https://g1.globo.com/sp/piracicaba-regiao/noticia/2021/09/21/crise-hidrica-de-2022-pode-ser-pior-do-que-a-de-2014-na-regiao-de-piracicaba-alerta-pcj.ghtml>

<sup>5</sup><https://www.correiobraziliense.com.br/brasil/2021/06/4931467-entenda-a-crise-hidrica-que-ameaca-o-fornecimento-de-energia.html>

A falta de água é realidade em várias partes do mundo. Vários países do Oriente Médio vivenciam tal situação, dado que, além do clima árido e semiárido característico da região, apostam no processo de dessalinização das águas dos oceanos, o que, a médio e longo prazo intensifica a crise da água, uma vez que, esgotam suas reservas de água doce ao entender a dessalinização como a solução para a falta de água e ao mesmo tempo aumenta a concentração de sal no mar quando o devolvem para o oceano – o que provoca desequilíbrio no ecossistema marinho (BARLOW, 2015). E as projeções contidas em um relatório das agências de inteligência globais dos Estados Unidos<sup>6</sup> descritas por Barlow (2015, p. 15) são de que para a próxima década “um terço da população mundial viverá em regiões onde o déficit é de mais de 50%”.

Ademais, as mudanças climáticas<sup>7</sup> funcionam como um componente intensificador do desequilíbrio hídrico, provocando secas severas, alagamentos, enchentes e outros fenômenos de cunho meteorológico, que se constituem em eventos extremos, uma vez que extrapolam o que é tido como padrão normal em determinada época do ano e em determinadas regiões ( PORTO-GONÇALVES, 2012) . Nesse sentido, as situações de seca e escassez já evidenciadas e vivenciadas podem ser cada vez mais acentuadas.

O ano de 2021 foi marcado por alguns desses fenômenos extremos, cujas causas foram atribuídas às mudanças climáticas. Enchentes no Japão, na Europa e na China; incêndios florestais na América do Norte e na Rússia; secas na América do Sul e África; tempestades de areia no Brasil são alguns dos eventos extremos que corroboram os apontamentos do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas – PIMC com a sigla em inglês – IPCC ( PLANELLES, 2021).

Dessa forma, os efeitos das mudanças climáticas podem intensificar os períodos de estiagem no Brasil, acirrar as condições de seca em regiões semiáridas e provocar alterações nos períodos de chuvas, levando a um cenário de incertezas. Assim, atitudes para além das previsões climáticas são necessárias, tais como, a assertividade no gerenciamento de recursos hídricos. Compreende-se, portanto, que a crise hídrica também tem relação direta com as mudanças climáticas globais que, por sua vez, é um resultado

---

<sup>6</sup> Comunidade de Inteligência dos EUA (CI), federação de 17 agências governamentais independentes que realizam atividades de inteligência.

<sup>7</sup> Mudança climática refere-se à uma mudança no estado do clima, tanto na média quanto na variabilidade do clima que se estende por um longo período de tempo, superior à décadas e pode ser identificada por meio de testes estatísticos (IPCC, 2007).

da forma como a sociedade historicamente se apropriou da natureza. Logo, entendemos que a sociedade produz uma série de riscos e padece desses mesmos riscos.

O risco é compreendido como a possibilidade de ocorrer um evento danoso a partir da relação natureza-sociedade, resultado de uma combinação de fatores de dimensão natural e/ou de ordem antropogênica e/ou a partir do desenvolvimento e aplicação de técnicas (MARANDOLA JÚNIOR e HOGAN, 2004). Destaca-se que os eventos naturais em si, mesmo que extremos, só se configuram em risco, caso vidas humanas estejam em perigo.

O que ocorre, face o modelo de ocupação dos territórios e a ação antropogênica. Assim, embora haja a compreensão de que eventos como secas e enchentes se apresentam como risco à sociedade, é preciso se atentar aos riscos relacionados ao uso, ocupação e apropriação do território uma vez que, ao mesmo tempo que promovem riscos, combinado à fatores climáticas e de gestão territorial podem intensificar os mesmos.

No caso da escassez hídrica, os diferentes usos da água e sua intensidade fornecem uma dimensão do modelo de apropriação da natureza e possibilitam perceber que a crise da água vai além da falta de chuvas. No Brasil, 67% do uso da água é destinado para a irrigação; 13% usado na pecuária; 11% para indústria e 9% abastecimento urbano ( ANA, 2017).

Segundo dados da ANA (2017), a agricultura se configura na atividade humana que mais demanda água e, juntamente com a pecuária, utilizam 80% de toda a água consumida no Brasil. Além disso, a atividade agropecuária gera impactos negativos no ambiente. Porto-Gonçalves (2012) menciona o avanço da pecuária na Amazônia, assim como registrado pelo MapBiomias (2021), a redução sistemática de áreas de Cerrado e conversão para pastagens. Nesses biomas, ainda é possível mencionar os incêndios frequentes associados a esta atividade produtiva. Da mesma forma, os monocultivos de commodities também resultam em comprometimento da natureza, como se registra no caso de Correntina e Jaborandi, municípios do Oeste Baiano que registram a expansão da fronteira agrícola e a produção de commodities, num cenário de disputa pela água, onde de um lado estão povos e comunidades tradicionais e do outro, o agronegócio (OLIVEIRA et al., 2022). Ademais, a produção agropecuária concentrada em grandes propriedades, em sua maioria, é destinada a suprir a demanda por ração animal e carne para o mercado internacional. Estima-se que, no Brasil, entre 60 e 80% da produção de

milho é destinada à alimentação animal (AGEITEC, 2022). Logo, o consumo de água por esse setor relaciona-se muito mais com sua matriz produtiva e tecnológica e busca por mercados, do que com o aumento populacional.

Pode-se inferir, assim, que a crise hídrica tem origem na forma como a sociedade se apropria da natureza. Essa apropriação se materializa de diferentes formas nas áreas rurais e nos centros urbanos. Nas cidades, chama-se a atenção para as regiões metropolitanas. Estas, por suas características, se constituem o *lócus* onde se concentram o maior quantitativo populacional, as infraestruturas, os serviços e os poderes constituídos que atuam na gestão dos recursos hídricos e, por sua vez, onde emergem e são percebidos os conflitos, as contradições e as desigualdades sociais (SOUZA, 2019; PORTO-GONÇALVES, 2012).

Segundo Ribeiro (2015) as desigualdades que marcam a sociedade brasileira estão expressas nas paisagens urbanas por meio de uma sociedade que naturaliza as explorações, as expropriações, as hierarquizações, a pobreza e a espoliação. E, nas regiões metropolitanas, essas desigualdades se tornam mais evidentes uma vez que tais situações são percebidas nos seus polos opostos: assentamentos subnormais com população destituídas dos direitos fundamentais básicos X bairros dotados de infraestrutura e edifícios luxuosos abrigando população de classe alta (SANTOS, 2007).

Os problemas relacionados à escassez de água ou não acesso à água potável podem intensificar, ainda mais, as disparidades econômico-sociais nessas regiões, implicando em agravos à saúde de populações em situação de maior de vulnerabilidade social.

Isso é observado na Região Metropolitana de Goiânia - RMG. A RMG se localiza no Estado de Goiás, parte do Centro-Oeste brasileiro. Esta região detém expressivo potencial hídrico por concentrar redes de drenagem de relevância nacional em seu território, a exemplo de parte da Bacia do Paraná. Apesar dessa localização privilegiada em termos hídricos, a RMG apresenta indicativos de um cenário de crise hídrica.

A RMG é abastecida com água tratada, em grande parte pela Companhia de Saneamento de Goiás - SANEAGO por meio dos Sistemas Meia Ponte e Mauro Borges/João Leite. Apesar da sua importância estratégica, dados hidrológicos monitorados pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD registraram a diminuição gradativa da vazão dos rios que abastecem a RMG,

principalmente, no período de seca, entre os anos de 2019 e 2021 afetando, sobretudo o rio Meia Ponte (SEMAD, 2021). O rio Meia Ponte integra um dos principais sistemas de abastecimento de água da capital do Estado de Goiás que, juntamente com os Sistemas Complementares (mananciais Lages, Samambaia e Arrozal) e Integrado Fonte do Ibura I, abastecem Aparecida de Goiânia e Trindade (ANA, 2010). Diante da redução da vazão, o Governo do Estado de Goiás, decretou em 2019, 2020 e 2021, situação de risco de emergência hídrica na Bacia do Rio Meia Ponte (SEMAD, 2021). Já, os demais municípios da região são abastecidos por sistemas isolados que compreendem mananciais superficiais e poços.

A relação entre a oferta e a demanda por água nos 21 municípios que compõem a RMG indicam que seis desses municípios apresentam abastecimento satisfatório, 10 necessitam de ampliação do sistema e cinco requerem novo manancial, como é o caso dos municípios de Bonfinópolis, Santa Bárbara de Goiás, Trindade, Aparecida de Goiânia e Goiânia (ANA, 2015). Os três últimos correspondem aos municípios mais populosos da RMG, totalizando 1.915.952 habitantes, representando em 2010, mais de 85% da população dessa região.

Os eventos extremos já são observados na RMG. Em 2021, por exemplo, as nuvens de poeira que atingiram regiões do Estado de São Paulo e Minas Gerais também foram vistas na capital Goiânia, no auge do período seco. Neste mesmo ano, a região sofria com a escassez hídrica, evidenciando uma possível relação com as mudanças climáticas<sup>8</sup>.

Somando-se à crise climática, que tende a intensificar a hídrica, os anos 2020 e 2021 também registraram o alastramento da COVID-19. A pandemia contribuiu para ampliar as condições de vulnerabilidade da população mais empobrecida. Esse quadro é considerado pela ONU, a pior crise sistêmica já vivenciada no planeta, que têm como resultado, o aprofundamento das desigualdades sociais (PNUD, 2021).

Em 2010, a ONU já apontava Goiânia como a capital com maior índice de desigualdade no país e a 10<sup>a</sup> do mundo, em 2012, a cidade figurou em 1<sup>o</sup> dentre as dez

---

<sup>8</sup><https://opopular.com.br/noticias/cidades/sistema-que-provocou-tempestade-de-poeira-em-sp-chegou-mais-fraco-a-goi%C3%A1s-1.2334021>.

capitas mais desiguais da América Latina<sup>9</sup> a partir de indicadores como o Índice de Gini, renda *per capita*, nível educacional, expectativa de vida e o índice de pobreza.

Crises consecutivas de diversas naturezas repercutem negativamente na qualidade de vida das pessoas, mas, sobretudo, naqueles mais pobres e vulneráveis. Barbosa et al. (2020) retratam que a década de 2010 foi uma década perdida para a desigualdade e a pobreza no Brasil, pois, as discretas melhorias desses índices nos anos anteriores não foram suficientes para atenuar os altos e baixos da economia experimentados ao longo do decênio de 2010.

Reportagem de 12 de dezembro de 2021<sup>10</sup> de um dos principais jornais de circulação na RMG, apresentou as áreas de ocupações irregulares na RMG, constatando aumento das mesmas durante a pandemia de Coronavírus (Figura 1). As 17 ocupações mapeadas se concentram nos municípios de Terezópolis (1), Aparecida de Goiânia (5) e Goiânia (11), totalizando 9.352 moradores.

---

<sup>9</sup>[https://opopular.com.br/noticias/cidades/goi%C3%A2nia-a-cidade-mais-desigual-1.194068#article\\_1\\_194069](https://opopular.com.br/noticias/cidades/goi%C3%A2nia-a-cidade-mais-desigual-1.194068#article_1_194069)

<sup>10</sup><https://opopular.com.br/noticias/cidades/%C3%A1reas-de-ocupa%C3%A7%C3%B5es-irregulares-da-grande-go%C3%A2nia-ganharam-2-mil-moradores-na-pandemia-1.2370433>

Figura 1 - Distribuição das ocupações irregulares na RMG - 2021



Fonte: <https://opopular.com.br/noticias/cidades/%C3%A1reas-de-ocupa%C3%A7%C3%B5es-irregulares-da-grande-goi%C3%A2nia-ganharam-2-mil-moradores-na-pandemia-1.2370433>

De acordo com a reportagem<sup>11</sup>

O dia a dia nas áreas ocupadas é tomado de improvisos. Água e energia são conseguidos a partir dos chamados “gatos”, as ligações irregulares nas redes de abastecimento. Antes de conseguir fazer as instalações, os moradores da Ocupação Beira da Mata, nascida há sete meses no bairro Independência Mansões, em Aparecida de Goiânia, tomavam água de um poço desativado próximo a comunidade, que tem quase 300 membros. Com o passar das semanas, crianças e adultos começaram a apresentar casos de vômito e disenteria.

Esse tipo de situação evidencia a vulnerabilidade que pessoas de baixa ou nenhuma renda enfrentam em circunstâncias em que falta infraestrutura básica para sua existência, incluindo o acesso à água. Em um cenário de escassez hídrica, as condições de acesso podem ser ainda mais comprometidas, intensificando a insegurança hídrica. Registros como esses denotam que na RMG há pessoas em situação de vulnerabilidade, dentre as quais, experimentam situações de risco de falta de água.

Do ponto de vista teórico-conceitual, a noção de segurança hídrica surge como uma leitura possível sobre a questão da água, propiciando a discussão sobre o seu acesso. Chiluwe; Classen (2020) argumentam que alcançar a segurança hídrica significa ir além de uma noção quantitativa da água ou baseada em obras de infraestrutura, pois, isso não garante que todos sejam capazes de acessar o recurso. Para os autores, “*water security is characterised by four dimensions which include capacity, access, quantity and quality (availability), and risks, hazard and vulnerabilit*” (CHILUWE; CLAASSEN, 2020, p. 2) e ainda que

the system of water security as a set of elements that are coherently organised and their interactions that affect water security in a river basin under given set of conditions. It is argued that the aim of this system is to enhance the capacity of actors and users to safeguard their sustainable access to the resource (CHILUWE; CLAASSEN, 2020, p. 3).

De toda forma, compreender o funcionamento do sistema ora proposto por estes autores, também, perpassa reconhecer as condições de risco e incertezas que se colocam sobre a sociedade no acesso à água. Nesse interim questiona-se quais arcabouços teóricos auxiliam na compreensão da segurança hídrica, mensurando-a? Essas proposições podem ser aplicadas a realidades distintas? Como se manifesta isso na RMG?

---

<sup>11</sup> <https://opopular.com.br/noticias/cidades/%C3%A1reas-de-ocupa%C3%A7%C3%B5es-irregulares-da-grande-goi%C3%A2nia-ganharam-2-mil-moradores-na-pandemia-1.2370433>

A discussão sobre segurança, por origem e concepção, parte de uma noção de existência do risco a uma condição de insegurança. Assim, concebe-se que há uma relação entre os conceitos segurança hídrica e risco. Considerando que o risco é uma expressão da sociedade moderna (BECK, 2010), ao se analisar a segurança hídrica é possível inferir que as mudanças climáticas indicam a existência do risco da falta de água. Havendo esse potencial risco, faz-se necessário compreender os componentes que indicam se um determinado território possui maior ou menor capacidade de garantir sua segurança. Para essa pesquisa, falaremos de segurança hídrica na RMG.

As análises sobre segurança hídrica se apresentam desafiadoras, visto que os cenários de riscos e incertezas se intensificam ancorados num contexto de mudanças climáticas globais. Para uma avaliação de riscos, o uso de indicadores e índices se apresentaram ferramentas úteis na mensuração da segurança hídrica, uma vez que, permitem aglutinar uma série de dados e informações acerca das condições relativas à água, tais como: disponibilidade, demanda e qualidade, bem como, variáveis que indicam condições de acesso à mesma, representadas por dados econômicos e sociais. Ademais, esse recurso permite analisá-la ao longo do tempo, ao passo que novos dados e informações vão sendo produzidos.

Salienta-se que há uma heterogeneidade de elementos físico-naturais e econômico-sociais na metrópole, como também, padrões diferenciados de governança da água que acarretam, por conseguinte, em diferentes níveis de segurança hídrica na RMG. Nesse sentido, questiona-se, quais dados e informações permitem perceber estas distinções espacializando a segurança hídrica da RMG?

No intuito de responder a esses questionamentos, a presente pesquisa parte de seis pressupostos.

O primeiro refere-se ao conceito de segurança hídrica. Entende-se que ele está vinculado aos termos de segurança nacional e segurança humana. Estes representam duas visões distintas do objeto que se deseja segurar: o Estado e o indivíduo, respectivamente.

O segundo pressuposto entende a água, enquanto recurso natural, presente em determinado território, tornando-a objeto de disputas entre o Estado e diferentes atores da sociedade civil. Nesse sentido, a água é o objeto de segurança e ao mesmo tempo, de disputa. Há, portanto, uma linha tênue que separa os interesses de Estado e da sociedade

civil com relação à água. Nesse contexto, o Estado age para favorecer interesses de determinados grupos, levando à uma reflexão sobre qual o papel do Estado na segurança hídrica enquanto ação universalizante.

O terceiro implica que ao se pensar em segurança significa que, de alguma forma ou em algum nível, pressente-se ou toma-se conhecimento de uma ameaça, um risco ou um possível perigo.

O quarto toma por referência ao apontar que a lógica de apropriação e exploração da natureza pelo homem, por meio da aplicação de técnicas nos conduz à uma sociedade de produção de riscos. Essa, por sua vez, se firma como receptáculo desses produtos, indo ao ponto extremo de colocar a si mesmo em risco;

O quinto pressuposto compreende as condições de acesso à água como uma face da desigualdade social, ao mesmo tempo que se constitui num mecanismo de redução das iniquidades geradas.

Por fim, o último pressuposto parte da ideia de mensurabilidade dos fenômenos de desigualdades. É possível compreendê-los e registrá-los em infográficos e mapas que permitam seu diagnóstico e levem a tomadas de decisões assertivas pelos atores envolvidos em prol da ideia universal de segurança hídrica como direito humano (ONU, 2010).

1. A partir dos questionamentos e pressupostos tece-se duas hipóteses: A ideia de segurança hídrica é um conceito em disputa nos espaços de governança da água, ora tende a se focar na manutenção da vida humana e animal, ora nos usos múltiplos da água, com viés econômico.
2. A RMG apresenta uma distribuição espacial desigual de segurança hídrica entre seus municípios componentes e intramunicipal, considerando o aporte de infraestrutura de abastecimento de água e coleta de esgoto e as características socioeconômicas da população;

Considerando tais elementos, objetivo geral da pesquisa consiste-se em:

Analisar as condições de segurança hídrica na RMG observando as distinções entre os municípios componentes. E, tendo os seguintes objetivos específicos:

1. Discutir o arcabouço teórico acerca da temática de segurança hídrica;

2. Sistematizar as metodologias empregadas para a medição, avaliação e análise de segurança hídrica;
3. Compreender as possíveis escalas e abordagens compatíveis para uma leitura da segurança hídrica na Região Metropolitana de Goiânia – RMG;
4. Aplicar o Índice de Segurança Hídrica - ISH da Agência Nacional de Águas e Saneamento – ANA, incorporando a dimensão social.

Para discorrer sobre isto, a presente Tese está estruturada em 4 capítulos além da introdução e conclusões.

### **Capítulo 1: Segurança Hídrica no Contexto de Riscos e Incertezas**

Nesse capítulo discute-se as categorias e os conceitos que embasaram a pesquisa, destacando-se: segurança hídrica e risco. Os mesmos ancoram-se na leitura de autores como: Giddens (2007); Beck (2010); Veyeret e de Richemond (2007).

### **Capítulo 2: Segurança Hídrica: escalas e abordagens**

No segundo capítulo discute-se algumas metodologias utilizadas para analisar a segurança hídrica. Nesta perspectiva, foram abordados os conceitos associados aos indicadores e índices de análise com foco para os recursos hídricos, assim como as aplicações desses para análises de segurança hídrica. Como suporte para a investigação analisou-se estudos que avaliaram a segurança hídrica em diferentes escalas e com distintas abordagens. Nele destacam-se os seguintes casos: elaboração de índice de segurança hídrica pela Agência Nacional de Águas e Saneamento; análise de segurança hídrica enquanto um sistema (SU et al., 2019); elaboração de um índice de segurança hídrica a partir de uma matriz de avaliação de risco (JABARI et al., 2020); utilização de dados físicos, sociais e de grupos GLBTQI para a análise de segurança hídrica (MUKHERJEE et al., 2020).

### **Capítulo 3: Escalas e abordagens para a Região Metropolitana de Goiânia**

Nesse capítulo realizou-se uma caracterização dos aspectos ambientais e do território da RMG com foco para a questão hídrica considerando diferentes escalas geográficas. Nele, também, foi contextualizado os atores institucionais envolvidos na conformação da gestão da água dessa região.

#### **Capítulo 4: Segurança Hídrica: reconstruindo o ISH da ANA para a RMG**

No último capítulo analisou-se o Índice de Segurança Hídrica ISH desenvolvido pela Agência Nacional de Águas e Saneamento - ANA e propomos a incorporação de uma nova dimensão a esse índice. Assim, aplica-se o índice sem e com a dimensão social para a RMG e, posteriormente, realiza-se uma análise comparativa desses com a distribuição no espaço da RMG considerando os diferentes graus de segurança hídrica encontrados.

## **2 SEGURANÇA HÍDRICA NO CONTEXTO DE RISCOS E INCERTEZAS**

## 2.1 Introdução

O dualismo natureza-sociedade que fundamenta o pensamento científico da modernidade direcionou a forma como concebemos, estudamos e agimos sobre a realidade concreta. Por essa razão, a relação indivíduo e natureza foi vista de forma separada, resultando em uma ideia de que o indivíduo se excluiu integralmente do que é natureza (SOUZA, 2019). As crises social, ambiental e política do século XXI são resultantes desse processo, desencadeado por um lado na forma como o avanço técnico e tecnológico foi utilizado e por outro pela necessidade, cada vez mais crescente, de apropriação do lucro (HARVEY, 2011).

A apropriação da natureza pela sociedade, na tentativa de extrair os seus recursos por meio da aplicação das mais variadas técnicas, nos conduziu para um caminho de perigos e incessante produção de riscos e esses, por sua vez, retornam para seus “criadores” e ameaçam a noção de segurança das sociedades. Castro (2000) diferencia risco de perigo, respectivamente, como

“El concepto incluye la probabilidad de ocurrencia de un acontecimiento natural o antrópico y la valoración por parte del hombre en cuanto a sus efectos nocivos (vulnerabilidad). [...] se ha puesto cada vez más de manifiesto que peligro es un evento capaz de causar pérdidas de gravedad en donde se produzca. El peligro implica la existencia del hombre que valora qué es un daño y qué no (CASTRO, 2000, p. 2).

Para a autora, o risco e o perigo se constituem em momentos distintos de um possível evento danoso. Dessa forma, o perigo é precedido do risco, em que o primeiro, ora é um fenômeno em potencial, ora é o acontecimento em si. As discussões acerca das concepções de segurança trazem em seu bojo outras noções essenciais para seu entendimento: a ameaça e o risco. A segurança é pensada para algo ou alguém e significa dizer que existe alguma ameaça que coloque em risco a condição de quem está livre de perigos inicialmente visualizada. Portanto, o conceito de segurança remete a uma noção imediata de ameaça a um estado de estabilidade. Isto, por sua vez, leva a ideia da existência de um risco eminente, ou seja, o risco de sair do estado de segurança. Cepik (2001, p. 2) define segurança como “uma condição relativa de proteção na qual se é capaz de neutralizar ameaças discerníveis contra a existência de alguém ou de alguma coisa”. Ao mesmo tempo, quando se pensa na prevenção ou defesa de um estado de segurança,

antes mesmo da ameaça eminente, o risco aparece novamente como possibilidade de que algo aconteça em maior ou menor proporção.

Deste modo, para subsidiar o debate sobre segurança hídrica, parte-se da ideia de que risco e segurança são conceitos que mantêm relação entre si. Esta relação é observada nos trabalhos de Taffarello (2016); Fernandes (2015); Rodrigues et al. (2014); Cook e Bakker (2012); Dias, Mota e Ranito (2011). Para compreender isso, esse capítulo se subdivide em três partes. A primeira refere-se às noções e os tipos de risco; a segunda versa sobre o contexto no qual se insere o conceito de segurança; e a terceira debate as concepções sobre segurança hídrica.

## 2.2 Sociedade de risco ou risco à sociedade?

As concepções acerca da ideia de risco estão relacionadas à possibilidade de que algo aconteça, da exposição de algo, ou alguém ao perigo. Sánchez (2013) diferencia esses conceitos e afirma que,

**Perigo [grifo nosso]** é definido como uma situação ou condição que tem potencial de acarretar consequências indesejáveis. O perigo é uma característica intrínseca a uma substância (natural ou sintética), uma instalação ou artefato – uma refinaria de petróleo, por exemplo

**O risco [grifo nosso]**, por sua vez, é conceituado como a contextualização de uma situação de perigo, ou seja, a possibilidade da materialização do perigo ou de um evento indesejado ocorrer. [...] é o potencial de ocorrência de resultados adversos indesejados para a saúde ou vida humana, para o ambiente ou para bens materiais. Risco pode ser definido de modo mais formal como o produto da probabilidade de ocorrência de um determinado evento pela magnitude das consequências ( SÁNCHEZ, 2013, p. 361, 362 e 363).

O conceito de risco está associado à noção de perigo e, muitas vezes, são tratados com o mesmo sentido. Marandola Jr. e Hogan (2009) entende que risco e perigo compreendem um mesmo fenômeno em momentos distintos do mesmo processo. O risco se configura na probabilidade de que ocorra um evento danoso. Já, o perigo é o evento em si, a interrupção de uma continuidade, aquilo que provoca danos na população e/ou ambiente (MARANDOLA JR. E HOGAN, 2009). Para os autores, as ações em resposta ao risco seriam preventivas, antes do evento acontecer, enquanto para o perigo, seriam de reparação dos danos já causados, sua distribuição e abrangência.

Um fenômeno natural como a precipitação, por exemplo, por si só não representa risco, mas suas características como intensidade, duração, frequência e o local de incidência podem constituir riscos de enchentes, alagamentos, deslizamentos de terra etc., pois há a probabilidade de ocorrerem e causarem danos a algo ou alguém, se configurando, então, num perigo à sociedade. Ainda não há consenso sobre a distinção dos conceitos de risco e perigo. No entanto, predomina uma concepção mais associada a riscos e perigos naturais.

Giddens (2007) afirma que até a Idade Média o conceito de risco era praticamente inexistente, sendo que essa noção surge no século XVI e XVII no contexto das explorações ocidentais e das grandes navegações. As sociedades, até então, não dispunham da concepção de risco, pois o mesmo requer uma avaliação do que está por vir, do futuro. Isto é algo incomum até o período do Renascimento, visto que, na idade média, as crenças, a superstição e a religiosidade se faziam presente, com uma concepção de que o futuro é resultado da vontade dos deuses e do destino que não pode ser mudado ou evitado. Para Giddens (2007), essa palavra assumiu uma conotação espacial, ou seja, “onde” há o risco, posteriormente, a ideia de risco foi utilizada para retratar situações de incertezas.

A noção de risco, tal qual conhecemos hoje, está associada às sociedades modernas. Ela decorre das consequências da expansão territorial e exploração dos recursos naturais, das incertezas do que está por vir quando se lança ao desconhecido e do afastamento da sociedade das crenças e da espiritualidade. Nesse sentido, a denotação de risco está relacionada ao modo como a própria sociedade se comporta frente a natureza. Essa intrincada relação indivíduo-natureza – como ideias distintas - na sociedade moderna e contemporânea, que se diferencia no tempo e no espaço modificando a própria noção de risco. Assim, o risco de navegar rumo a terras desconhecidas no século XVI, como um elemento de surpresa e de chegar ao lugar desconhecido não carrega a mesma ideia de atravessar os oceanos em pleno século XXI, quando o instrumental e as tecnologias relacionadas à navegação marítima permitem minimizar os riscos.

Beck (2010) aponta para uma sistemática produção social de riscos no período em que define como modernidade tardia<sup>12</sup>. O processo de modernização marca o período de transição em que a noção de risco assume novo significado. A sociedade da escassez, assim citada por Beck (2010), vislumbrava na modernização, a produção de bens e alimentos e a possibilidade de pôr fim à escassez, acabando com a miséria, pobreza e a fome. Entretanto, os avanços, principalmente, para aumentar a produção e melhorar as condições de vida das pessoas, no que tange a oferta de bens materiais, também trouxe consigo os riscos associados ao uso dessas ferramentas e produtos tecnológicos.

A manipulação de energia nuclear; a consolidação da agricultura em larga escala com a utilização dos agrotóxicos, fertilizantes e mais recentemente, com transgênicos são alguns exemplos de avanços tecnológicos que originaram riscos à saúde animal e humana, riscos ao ambiente e riscos sociais. Portanto, os riscos fabricados – situações que temos pouca experiência histórica de seus danos à longo prazo - foram criados a partir das consequências diretas e/ou indiretas dos avanços técnico-científicos do homem, diferente dos riscos externos, que vem de fora, originados, principalmente, por eventos naturais, sem a interferência humana (GIDDENS, 2007).

A noção de risco tem origem nos perigos naturais relacionados aos ambientes desconhecidos e inexplorados, àqueles chamados por Giddens (2007), como riscos externos. À medida que os avanços tecnológicos produzem mais e novos riscos, eles permitem, ao mesmo tempo, diminuir outros riscos associados à exploração dos recursos naturais, mas também ensejam novas categorias de riscos – aqueles produzidos a partir de ações antrópicas, ou seja, os riscos fabricados.

As ameaças da Inglaterra do século XVIII, período marcado pela Revolução Industrial, são distintas das ameaças atuais. No primeiro momento, essas estavam muito mais no campo do visível, passíveis de percepção sensorial – a inexistência de saneamento básico, por exemplo, era percebida com os olhos, nariz e boca; já, a presença dos agrotóxicos – um dos produtos mais representativos utilizados na agricultura

---

<sup>12</sup> As sociedades modernas encontram-se em um momento em que são obrigadas a refletir sobre si mesmas e, ao mesmo tempo, desenvolvem a capacidade de refletir retrospectivamente sobre si, caracterizando a chamada modernização reflexiva ou a modernidade tardia.

convencional desde a Revolução Verde<sup>13</sup> - na década de 1970, é uma ameaça invisível, pois, os riscos embutidos no consumo de um alimento produzido com agrotóxico não é visível, ou percebido pelo olfato. Seus efeitos deletérios são identificados à médio e longo prazo na saúde humana e no ambiente.

Marandola e Hogan (2004) resgatam as constatações de Burton, Kates e White (1978) sobre as tendências de estudos sobre risco por parte dos geógrafos. Estes, mesmo preocupados com as implicações das dinâmicas naturais nas populações, também consideravam em suas análises, as consequências e os danos locais da apropriação e do uso dos territórios, apontando, assim, o interesse por parte dos geógrafos em investigações que reflitam sobre a interação natureza-sociedade-tecnologia.

Há uma linha tênue, desde o processo de modernização das atividades humanas, que dificulta a distinção entre quais são eventos naturais e quais são resultantes da ação humana. As mudanças climáticas exemplificam essa complexidade.

Além da discussão sobre o risco em si, tem-se o debate sobre como ele é distribuído na sociedade. Para Beck (2010) e Giddens (2007) os riscos gerados como efeitos colaterais dos avanços técnicos-científicos atingem de forma diferente as pessoas, os grupos e os países. Essa diferenciação é permeada pela capacidade de prevenção das ameaças, do conhecimento adquirido sobre os riscos e, também, da possibilidade de desvencilhar-se dos efeitos danosos dos eventos.

Há também, a escala dos riscos. Estes passam de individuais e locais para a escala global. Entre as características do risco está a possibilidade de globalização do mesmo, como no caso da existência de uma guerra nuclear que, possivelmente, extingiria a vida na Terra. Portanto, a intensidade e abrangência do risco depende da ameaça e de causa (BECK, 2010).

Beck (2010) destaca que há uma tendência à universalidade das ameaças, pois, as mesmas extravasam os limites de onde são produzidas e os riscos alcançam distintos lugares. A abrangência e a escala dos riscos atingem novos patamares ao passo que a modernização e a globalização se intensificam.

---

<sup>13</sup> Revolução tecnológica na agricultura, que promoveu o seu desenvolvimento e expansão através da mecanização, produção de insumos agrícolas, como agrotóxicos e fertilizantes, como também sementes geneticamente modificadas, com o objetivo de diminuir o custo e o tempo da produção e aumentar os lucros.

A globalização dos riscos pode ser percebida por meio dos efeitos do desmatamento de florestas, representados pela poluição do ar e liberação de CO<sub>2</sub> na atmosfera que contribui com a destruição da camada de ozônio, ou seja, o desmatamento em um determinado lugar coloca em risco pessoas do mundo inteiro às consequências da alta exposição aos raios solares (IPCC, 2021). Outro exemplo da globalização dos riscos pode ser exemplificado ao analisar o quadro de refugiados, seja por questões ambientais, políticas, de guerra, dentre outras classificações, eles são levados a saírem de seus países e regiões de origem para outras em função dos mais variados riscos que correm em sua terra natal e, ao buscarem refúgio em outras regiões consideradas “seguras” se deparam com a xenofobia, falta de emprego, falta de moradia, intensificação da pobreza. Assim, os riscos que os afetavam em suas regiões de origem, extrapolaram as fronteiras e se somam a outros riscos.

Para Beck (2010) os riscos reforçam a sociedade de classes, isto é, contribui para a reprodução e intensificação das diferenças de classes, na medida em que, a distribuição dos riscos ocorre de forma diferenciada entre as classes de acordo com os graus de instrução, educação, renda e qualificação profissional. No entanto, também se acredita no que denomina de *efeito bumerangue*, que tem o potencial de implodir o sistema de classes porque é caracterizado no alcance dos riscos aos grupos que o produziram e que lucram com esses.

Por um lado, grupos marginalizados, que compõem classes sociais mais baixas da sociedade, que possuem pouco ou nenhum acesso às condições básicas da vida, como alimentação adequada, saneamento básico, educação e saúde, estão sujeitos à serem mais vulneráveis aos riscos como também possuem baixas condições de defesa frente aos efeitos dos riscos que estão expostos. Por outro lado, em um cenário de incertezas, os produtores dos riscos e aqueles que se beneficiam com os mesmos podem ser atingidos por esses efeitos. A diferença entre os dois grupos mais suscetíveis ao risco seria sua capacidade de promover barreiras de segurança para mitigar a situação.

A diferenciação espacial do risco pode ser exemplificada, continuando o raciocínio das explorações das terras, pelos riscos enfrentados ao adentrar em uma floresta tropical ou numa floresta temperada. Fatores climáticos, florísticos, de fauna e de estrutura dessas florestas determinam diferentes níveis da incidência do risco sobre algo

ou alguém. Salienta-se que essas são perspectivas de riscos físico-naturais, ou seja, a natureza percebida enquanto força destruidora.

As interações ecológicas influenciam a sociedade, essa, por sua vez, transforma os espaços. Ao fazer uma análise sobre a relação da ciência e a produção e discussão dos riscos, Beck (2010) defende a tese de que:

A origem da crítica e do ceticismo em relação à ciência e à tecnologia encontra-se não na “irracionalidade” dos críticos, mas no *fracasso* da racionalidade científico-tecnológica diante de **riscos e ameaças** [grifo nosso] civilizacionais crescentes. Esse fracasso não é mero passado, e sim um presente urgente e um futuro ameaçador. Tampouco é o fracasso de disciplinas ou cientistas isolados, mas se encontra fundado *sistematicamente* na abordagem institucional-metodológica das ciências em relação aos riscos. As ciências, portanto, da maneira como estão constituídas – em sua ultraespecializada divisão do trabalho, em sua compreensão de métodos e teorias, em sua heterônoma abstinência da práxis –, *não estão em condições* de reagir adequadamente aos riscos civilizacionais, de vez que têm destacado envolvimento em seu surgimento e expansão. Antes de mais nada, elas tornam-se – em parte com a boa consciência da “pura cientificidade”, em parte com peso na consciência – as *madrinhas legítimas* de uma poluição e contaminação industrial em escala mundial do ar, da água, dos alimentos etc., assim como da decrepitação generalizada com ela associada e da morte de plantas, animais e seres humanos (BECK, 2010, p. 71).

O *fracasso* que Beck se refere é percebido nas ameaças e riscos constantes, ressignificados a partir dos avanços tecnológicos que marcam a sociedade contemporânea. Se, em um passado não tão distante e ainda presente, as ameaças globais são relacionadas à explosão de bomba atômica e incertezas quanto aos efeitos da modificação genética de plantas e da utilização de agrotóxicos para a saúde humana, hoje, podemos elencar novos riscos, incertezas e ameaças com as soluções tecnológicas adotadas para sanar os riscos da falta de água, como a produção de chuva<sup>14</sup>.

Hoje, já existem técnicas de produção de chuvas. Uma delas é realizada por meio de drones que liberam cargas elétricas nas nuvens. Essas, por conseguinte, se aglutinam e formam as chuvas. Cidades em áreas desérticas da China e dos Emirados Árabes Unidos - a exemplo de Dubai, uma cidade localizada em região desértica, cuja a pluviosidade anual gira em torno de 100 mm -, produzem chuvas artificiais no intuito de amenizar as condições climáticas características da região. Contudo, Braun (2019) discorre que o uso de tais técnicas além de amenizar o clima e acumular água nas represas da cidade de

---

<sup>14</sup>A produção de chuvas artificiais existe desde a década de 1940, contudo, a tecnologia utilizada era fundamentada no bombardeio de produtos químicos nas nuvens.

Dubai, registram-se várias situações de alagamentos de ruas e estabelecimentos comerciais no ano de 2019.

Logo, podemos falar que chegamos em um novo patamar na produção de riscos? Quais as consequências no sistema climático local, regional e global? Quais grupos sociais e econômicos terão acesso à essas chuvas?

É possível afirmar nesse contexto que a ciência, também, se constitui numa das causadoras dos riscos e, paradoxalmente, a responsável pela identificação, análise e proposição de soluções dos mesmos. Beck (2010, p. 235) ressalta que “a ciência se converte em *causa (entre outras causas concorrentes), expediente definidor e fonte de soluções* em relação aos riscos e, precisamente desse modo, conquista novos mercados de cientificização”.

De toda forma, o risco existe a partir da percepção social da sua existência, sendo assim, uma construção social, objeto social percebido enquanto tradução de uma ameaça que coloca em perigo aquele que o percebe (VEYRET, 2007). Para Veyret,

O êxito evidente do termo e de seu conteúdo manifestou-se nos países ricos paralelamente ao aumento do nível de vida que levou as populações a demandar mais e mais segurança e a recusar a incerteza e o risco. Essa preocupação com a segurança máxima é onipresente em nossas sociedades ocidentais, onde às vezes é definido como risco aquilo que é, afinal, normal (a saber, a velhice e o desfile de doenças a ela relacionadas). Isso ocorre menos nos países em desenvolvimento, em que, em muitos casos, a luta pela vida é ainda a regra, e o risco, como a morte e a doença, é aceito com certo fatalismo (VEYRET, 2007, p. 13)

Ainda nessa perspectiva, Veyret e de Richemond (2007, p. 25) reconhecem que risco significa “[...] ao mesmo tempo, tanto um perigo potencial quanto sua percepção e indica uma situação percebida como perigosa na qual se está ou cujos efeitos podem ser sentidos.” Para as autoras, a noção de risco está mais próxima do campo da percepção do sujeito ou da sociedade que o percebe, mas, também, o entendem como a possibilidade de uma situação de perigo em potencial.

Assim, percebe-se distinções nas concepções de risco que orientam Veyret e de Richemond (2007, p. 25) daquelas expostas por Beck (2010) e Giddens (2010). Uma vez que, Beck (2010) entende que a ciência, por meio da aplicação de técnicas e desenvolvimento de tecnologia, modifica e interfere na natureza, o que acarreta na produção de riscos ambientais e sociais. Assim, o autor questiona o papel da ciência e a

forma como a sociedade busca incessantemente modos de vida mais confortáveis, mas, que ao mesmo tempo produz riscos. Apesar de concordar com o autor ao conceber o risco como um produto social, Giddens (2010) acredita que o risco é consequência da modernidade e que as dinâmicas da sociedade moderna realizam por si só os ajustes necessários, defendendo que a modernidade tem dois lados, um positivo e outro negativo.

Lenzi (2006), por sua vez, chama a atenção para os riscos que são imperceptíveis, reforçando o caráter muitas vezes imaterial e pouco palpável do risco. Assim como Veyret e de Richemond (2007), Lenzi (2006) enfatiza a característica de percepção do risco, no entanto, coloca como principal sujeito dessa percepção, a ciência, que seria a intermediadora entre o risco, a percepção e a sociedade.

Os distintos agentes de intermediação da percepção do risco, seja a ciência, a mídia, ou as redes sociais, podem provocar interpretações distintas quanto ao risco potencial e real. Se o risco é entendido a partir da percepção do indivíduo que está sujeito à uma situação de perigo, fatores como a falta de conhecimento científico; a desinformação; e, a especulação dos meios de comunicação podem acarretar em uma identificação deturpada do risco, resultando tanto na não identificação quanto na incapacidade de se proteger e reagir diante da situação.

Já, quando a ciência intermedia a percepção do risco e das consequências desse para o indivíduo ou para a sociedade com base no conhecimento científico e seus postulados, a avaliação e a medida do risco podem ser mensuradas, embasando um plano de ação para evitar o evento danoso ou mitigá-lo. Mas, vale lembrar, que a ciência não é dotada de imparcialidade ou neutralidade, podendo, sim, ser usada para atender os mais diversos interesses.

Há, portanto, uma diversidade de atores envolvidos na construção e análise do risco propriamente dito, bem como na percepção do mesmo. Veyret e de Richemond (2007) apontam para um sistema que articula práticas de gestão, atores e espaços, donde se verificam os seguintes aspectos:

- *gestão*: ocorre a identificação e o cálculo dos possíveis danos para então haver a tomada de decisão, conduzida por especialistas e políticos;
- *atores*: o papel dos atores da sociedade civil em denunciar, cobrar e responsabilizar a gestão dos riscos. Nesse ponto, a mídia desempenha

papel significativo no sentido de exacerbar uma situação, ou ignorar determinado fato - o que pode desencadear uma percepção deturbada da realidade por parte da sociedade. A mídia também pode confundir o expectador no que diz respeito às causas e os responsáveis pela situação de risco;

- *Espaços*: diz respeito à relação entre os diversos atores envolvidos, sociedade civil; especialistas; políticos (gestores); mídias; e, atores econômicos. Essas relações são permeadas por distintos interesses que, ora impulsionam a produção dos riscos, ora o utilizam de forma mercadológica e midiática.

A identificação da origem dos riscos é complexa, pois, há uma série de fatores envolvidos na gênese dos processos. Veyert e de Richemond (2007) atribuem essa complexidade à inerente característica do risco pertencer à variadas categorias. Apesar dessa complexidade, esses são categorizados em **riscos ambientais**; **riscos tecnológicos**; e **riscos sociais**.

Os riscos ambientais são aqueles resultantes “da associação entre os riscos naturais, oriundos dos processos físicos, aos riscos decorrentes de processos naturais agravados pela atividade humana e pela ocupação do território” (VEYERT e DE RICHEMOND, p. 19, 2007).

Para essas autoras fica notório a necessidade de distinção entre risco natural e risco ambiental, tendo em vista, que, o primeiro se constitui em um risco ao indivíduo ou grupo social, sujeito à processos físico-naturais que não estão necessariamente associados à uma ação humana, como por exemplo, a ocorrência de uma erupção vulcânica ou terremoto; já, a noção de risco ambiental seria a interação de processos físico-naturais e associados, agravados ou intensificados pela ação humana.

Autores como De Castro; Peixoto e Rio (2005) defendem a ideia de que essas distinções estão cada vez mais difíceis de especificar, justamente, devido à complexidade da produção de riscos. Nesse caso, eles desconsideram essa distinção e tratam todos os dois como risco natural. É válido questionar a relevância de realizar essa distinção de conceitos similares como o risco natural ou risco ambiental, contudo, ao considerar essas diferenças conceituais, o risco que incide no indivíduo ou na sociedade, dependendo do

local onde estão inseridos e do grau ou intensidade da interferência humana irá influenciar nas consequências dos eventos.

O risco tecnológico está inserido no rol de riscos relacionados aos processos produtivos, da atividade industrial e da evolução das técnicas desenvolvidas pela sociedade ao longo da história (VEYERT e DE RICHEMOND, 2007). Essa categoria, diferente dos riscos naturais, têm como única gênese, a ação humana, pois, se caracteriza na intrínseca relação do homem-natureza, a partir da sua apropriação e modificação.

O risco social compreende uma categoria com diversas perspectivas de análise, visto que, é o resultado de ações que podem causar danos à sociedade ou a parte dela e também é a própria sociedade, grupo social, ou indivíduo que provocam e recebem esses danos. Outra perspectiva considera sua ocorrência derivada de desastres naturais que atingem determinado grupo social, expondo-o à inúmeras consequências de ordem social e econômica com formas e intensidades diferenciadas (CASTRO; PEIXOTO; DO RIO, 2005).

A categorização dos tipos de risco permite identificar a complexidade que reside na própria gênese dos riscos, que se diferem no tempo e no espaço. Ao passo que as técnicas são desenvolvidas ao longo do tempo, mais elementos são agregados e interagem entre si, corroborando para a produção de riscos cada vez mais complexos em diferentes escalas.

Nessa perspectiva, riscos naturais se somam a outros tipos de riscos como os ambientais, tecnológicos e sociais, a ponto de ser difícil discernir qual tipo de risco está associado a um determinado evento. Tomamos como exemplo, a seca no sertão nordestino brasileiro que ocorre de forma natural, em função das características do clima semiárido. No entanto, diante da adoção de inovações tecnológicas que permitiram a intensificação da apropriação da natureza pelo ser humano, representada pela incorporação de novas terras ao sistema produtivo e a substituição da vegetação nativa, nesse caso, a substituição da caatinga pela atividade da agricultura, dentre os vários impactos gerados, um deles foi a desertificação de determinadas áreas<sup>15</sup>. Uma situação, até então natural, como a seca, se intensifica mediante a ação humana, representando uma condição de risco – risco ambiental e tecnológico. Ademais, a análise de tal evento não

---

<sup>15</sup> A degradação da terra em zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante, fundamentalmente, dos efeitos negativos de atividades humanas (PNUMA, 1990).

cessa nesse ponto, várias perspectivas do risco social e econômico podem ser elencadas, tais como: conflitos em função da disputa pela água, doenças como a desidratação e àquelas relacionadas à falta de saneamento básico, dentre outras. Levando, assim, a uma instabilidade na condição prévia de segurança.

A relação entre risco e segurança é datada desde o século XVI, quando os riscos enfrentados no período das grandes navegações demandaram a necessidade de elaborar um mecanismo que possibilitasse mensurá-los e minimizar os possíveis danos da concretização de algum evento adverso. Nesse contexto surgiram os seguros náuticos e se estabeleceu a intrínseca relação risco-seguro (GIDDENS, 2010). O seguro seria uma espécie de garantia prévia para o enfrentamento do risco. Os seguros são mecanismos de redistribuição dos riscos, na medida em que o segurado paga à uma empresa, determinado para valor para assegurar um bem. Mas, cabe ressaltar que o risco não deixa de existir (GIDDENS, 2007). Nesse sentido, o segurado tem a percepção de um certo grau de segurança, pois, os riscos financeiros foram transferidos para a empresa, que agora é a responsável por fornecer certas garantias ao segurado. Há, portanto, a redistribuição dos riscos e a transferência de responsabilidades. Podemos inferir que ao passo que o indivíduo se sente mais seguro, o risco tende a aumentar, visto que as atitudes e o comportamento serão, de certa forma, “destemidos” se comparado àqueles indivíduos que não tem seguro. Ao extrapolar a noção de seguro, como uma segurança do indivíduo para uma empresa e, considerando que esta atende vários indivíduos, tem-se uma transposição do risco individual para um representante coletivo – a empresa. Da mesma forma é possível ver os riscos individuais serem repassados aos interesses coletivos de uma sociedade; à essa noção são adicionadas outras nuances, uma dessas é o papel do Estado como objeto, mediador e responsável pela garantia de segurança.

### **2.3 Segurança, Estado e Indivíduo**

As discussões sobre segurança transitam entre concepções subjetivas, objetivas e discursivas (BUZAN e HANSEN, 2012). Trazendo as primeiras distinções epistemológicas sobre o tema, Buzan e Hansen (2012, p. 67) citam Wolfers (1952, p.

485)<sup>16</sup> que defendia que “a segurança, em um sentido objetivo, mede a ausência de ameaças a valores adquiridos; em um sentido subjetivo, a ausência do medo de que tais valores sejam atacados”. Para Buzan e Hansen (2012) não é possível medir a segurança do ponto de vista objetivo, uma vez que, essa estaria o tempo todo submetida à um juízo de valor subjetivo.

Segurança é uma palavra presente no vocábulo de instituições governamentais e não governamentais, em diversas ciências, como também no dia a dia das pessoas.

As principais definições no Dicionário Aurélio (2010) são:

1. Qualidade do que é ou está seguro;
2. Conjunto das ações e dos recursos utilizados para proteger algo ou alguém;
3. O que serve para diminuir os riscos ou os perigos;
4. Aquilo que serve de base ou que dá estabilidade ou apoio;
5. Força ou convicção nos movimentos ou nas ações;

Ao se considerar a *qualidade do que é ou está seguro*, segurança se expressa numa qualidade, em que é embutida uma noção de estado, ou seja, uma situação fixa, indicada pelo “é” e outra que remete à um estado transitório, não permanente, “está”. Essas ideias de mudança no estado do que é ou está seguro revelam uma característica da inconstância de segurança.

Como um *conjunto das ações e dos recursos utilizados para proteger algo ou alguém*, a segurança é vista como algo além de um conceito, uma coleção de medidas e recursos com o intuito de proteger, resguardar algo. Ela sugere um aglomerado de intervenções articuladas com a utilização de instrumentos para possibilitar uma condição de seguridade, intervenções essas aplicadas por pessoas ou instituições.

Quando se pensa a segurança como *o que serve para diminuir os riscos ou os perigos*, essa descrição inclui dois conceitos inerentes à ideia de segurança – risco e perigo, pois, a ameaça à segurança, ou, a falta dessa, se configura por causas que condicionam risco ou perigo a algo ou a alguém e conseqüentemente acarretam em níveis de segurança distintos ou até mesmo nulos. Quanto maior o risco, menor será a segurança.

---

<sup>16</sup> WOLFERS,Arnold. National Security as an Ambiguous Symbol. Political Science Quarterly, v.67, n.4, 1952, p.481-502.

Ao se tomar *aquilo que serve de base ou que dá estabilidade ou apoio*, as palavras ‘base’ e ‘apoio’ nos remetem ao suporte, o que permite a condição para que algo aconteça. Nesse caso, a segurança é aquilo que dá base, sustentação e estabilidade para que uma ação ou objeto sejam resguardados, não é o objetivo em si, mas o sustentáculo para um determinado propósito.

Por fim, quando expressamos segurança como *força ou convicção nos movimentos ou nas ações*, essa afirmação sugere que a execução de uma ação está relacionada à uma força ou confiança para atingir êxito, caso exista dúvida ou insegurança na condução de processos, conseqüentemente, instala-se um cenário de incertezas.

Portanto, segurança como: *qualidade, ação, redução de risco, estabilidade e força*, assume características e contextos distintos; ora é uma condição à priori, de um estado de determinada coisa, ora é um estado a posteriori que depende de ações prévias. Assim como, em outras situações, a segurança condiciona e está condicionada ao risco, se configura como base para processos bem-sucedidos, como também, se traduz numa força convicta para realização de algo, de caráter subjetivo em si. Logo, um conjunto de medidas podem acarretar em um estado de segurança; e a segurança acarreta em ações necessárias para um cenário de estabilidade.

As discussões acerca do conceito de segurança partiram de uma visão de segurança nacional fundada na capacidade do Estado-Nação em manter sua soberania e proteger seu território de ameaças exteriores. Ela, também, se aplica a uma perspectiva de segurança humana, em que múltiplos atores são considerados na análise sobre segurança. O foco passa a ser o indivíduo e não o Estado, ainda assim, esse último preserva o *status quo* de garantidor dessa segurança (DIAS et al. 2011). Numa linguagem weberiana, o Estado é o único que detém o monopólio legítimo de uso força para coerção física (WEBER, 1982). E isto como objetivo de manter sua segurança.

A construção do conceito de segurança perpassa por eventos de cunho mundial que proporcionaram a transformação da noção de segurança. As principais concepções desenvolvidas foram a de **segurança coletiva; segurança comum; segurança cooperativa e segurança humana**.

No período pós I Guerra Mundial evidenciou-se a capacidade e a necessidade dos países se organizarem em prol da defesa armada dos territórios. Este fato culminou na

formação da Sociedade das Nações – SDN, composta por Estados que objetivavam a segurança coletiva. A noção de segurança coletiva caracterizada no pós I Guerra ressalta a forma como os países se colocavam na perspectiva de inimigos X aliados, em que os grupos se organizavam para defender-se, coletivamente, dos inimigos, a partir de um aparato armamentício. As principais críticas à essa noção de segurança é seu caráter restrito às questões militares e à defesa dos territórios estritamente ligado ao viés militar (DIAS et al., 2011).

A SDN, no entanto, não conseguiu evitar a II Guerra Mundial, evidenciando, assim, a limitação da noção de segurança coletiva com viés exclusivamente militar. Os acontecimentos pós II Guerra resultaram na tentativa de uma nova forma de organização coletiva que culminaram na criação da Organização das Nações Unidas – ONU ampliou o que seria a noção de segurança coletiva, incluindo elementos além dos militares. As premissas de união e coletividade trazidas pela ONU logo seriam realinhadas para atender os interesses da divisão imposta no contexto mundial a partir da Guerra Fria, dividindo o mundo, ideologicamente, em dois. Nesse contexto, por um lado se formou a Organização do Tratado do Atlântico Norte – OTAN e de outro, o Pacto de Varsóvia.

Diante da divisão do mundo a partir de ideologias e da neutralidade de alguns que, não se identificavam com as premissas ideológicas impostas, surgiu uma noção distinta de segurança, a **segurança comum**, citado no relatório da Comissão Independente para Desarmamento e Questões de Segurança de 1982 pelo primeiro-ministro da Suécia, Olaf Palme. Dias et al. (2011) afirmam que premissas, tais como: a deslegitimação global do uso de força; reestruturação e redução do armamento militar; políticas de cooperação; partilha de tecnologia; adoção de padrões internacionais de direitos humanos e desmilitarização nuclear estão presentes nessa concepção de segurança. Contudo, a permanência de questões militares e políticas de Estado continuaram presentes nesse conceito, assim como na segurança coletiva.

Na década de 1960, a segurança cooperativa ganhou forma, mas ainda trazia em seu bojo as premissas militares e políticas, no intuito de evitar conflitos entre inimigos baseado na cooperação. Com o fim da Guerra Fria, em 1989, outras áreas compuseram os objetivos dessa noção de segurança, sendo: econômica, social e ambiental. Esse conceito é a base de várias organizações, como a Organização de Segurança e Cooperação na Europa – OSCE; a Associação das Nações do Sudeste Asiático – ASEAN e a OTAN.

O debate sobre o significado da ideia de segurança remonta a década de 1970, momento em que os avanços técnico-científicos possibilitaram identificar, quantificar, diagnosticar, monitorar e prognosticar ameaças aos seres humanos e recursos naturais. O entendimento de que os recursos naturais são finitos e estão sendo esgotados por práticas exploratórias insustentáveis são evidenciadas por meio do monitoramento via satélite da redução de florestas; dos efeitos da radiação nos seres humanos e plantas, causados por acidentes e bombas nucleares; da poluição e contaminação da água ocasionadas pelo uso intensivo de fertilizantes e agrotóxicos na agricultura convencional. Esses são alguns exemplos do que o desenvolvimento científico proporcionou para o estudo das atividades humanas na Terra e conseqüentemente contribuíram para fomentar o debate acerca da segurança dos indivíduos diante de tantas ameaças para além daquelas geradas pela violência das guerras (MEADOWS et al. 1972).

O pós Guerra Fria foi considerado o momento mais proeminente da ruptura entre a concepção de que o Estado, com todo o aparato militar e de força, concebido para defender o território era o centro da noção de segurança, para uma pauta em que problemas de cunho social e ambiental integrassem as agendas de seguridade. Há, portanto, uma mudança no que deve ser o foco da seguridade e a figura central deixa de ser o Estado e passa a ser o indivíduo. Nesse período, questionamentos acerca da capacidade do Estado em garantir segurança aos cidadãos emergiram, pois, os conflitos entre os Estados se configuravam na própria ameaça ao indivíduo, como também, a intensificação de problemas relacionados à fome, pobreza, ao meio-ambiente e aos direitos humanos evidenciavam a necessidade de se pensar outras escalas e outros objetos de segurança que permitissem abarcar tais realidades (CEPIK, 2001).

As mazelas sociais, que já existiam antes da Guerra Fria e foram sufocadas pelo Estado que se preocupava com as disputas e tensões ideológicas travadas nesse período foram, enfim, notadas pelos Estados e organizações. Conflitos internos nos países, fome, pobreza extrema e outras questões humanitárias emergiram com grande força e demonstraram a urgência de uma concepção de segurança em que o ser humano estivesse no cerne. Nesse contexto surge a noção de segurança humana, expressando a mudança do referencial paradigmático do Estado para o indivíduo. Do ponto de vista institucional, esse conceito começa a ser difundido no Conselho de Segurança da ONU em 1992, quando afirmam que a garantia de paz não está na falta de conflitos armados e de guerra, pois existem outras fontes, não militares, que geram instabilidade e ameaçam a paz, como

questões de cunho econômico, social, humanitário e ambiental (CEPIK, 2001). As definições dos distintos tipos de segurança podem ser visualizadas no Quadro 1.

**Quadro 1 – Definições de Segurança**

<b>Conceito</b>	<b>Definição</b>
Segurança Nacional	O Estado é o objeto de referência, protegido por meio do uso da força em defesa das ameaças externas.
Segurança Coletiva	Defesa armada de países, aliados, unidos coletivamente, contra ameaças de outros países considerados inimigos.
Segurança Comum	Defesa, mediada pelo Estado, visando políticas de cooperação; deslegitimação global do uso de força; reestruturação e redução do armamento militar; partilha de tecnologia; adoção de padrões internacionais de direitos humanos e desmilitarização nuclear.
Segurança Cooperativa	Defesa baseada na cooperação para evitar conflitos com inimigos. Após Guerra Fria, aspectos econômicos, sociais e ambientais foram aglutinados à essa noção.
Segurança Humana	Proteger os indivíduos das ameaças crônicas como a fome, as doenças, a repressão (freedom from want) e protegê-las de mudanças súbitas e nocivas nos padrões da vida cotidiana, por exemplo, das guerras, dos genocídios e das limpezas étnicas (freedom from fear).

Fonte: BUZAN; HANSEN, 2012; DIAS et al., 2011. Organizado pela autora.

A partir de então, a ideia de segurança humana somou-se a noção de desenvolvimento humano, o que culminou no delineamento da noção de segurança humana no Relatório de Desenvolvimento Humano do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD, em 1994, em que dois princípios foram considerados fundamentais para a garantia da segurança: proteção contra ameaças consideradas crônicas como fome, pobreza, racismo e doenças; e, a proteção contra as rupturas dos padrões cotidianos da vida.

Rocha (2017) destaca que o foco humano da segurança compreende quatro elementos:

1. *Universalidade de propósitos* – considera que os problemas tidos como ameaças à segurança humana afetam os indivíduos de forma geral, em todos os lugares, seja países ricos ou pobres;
2. *Interdependência entre seus componentes* – as ameaças e as consequências dessas em pessoas de qualquer lugar do planeta não tem repercussão isolada, os efeitos são transfronteiriços, tais como a poluição;
3. *Prevenção* – como forma de evitar a concretização das ameaças;
4. *Segurança humana centrada no ser humano* - com foco em como as pessoas vivem e exercem sua liberdade.

Existe um avanço na concepção de **segurança humana** quando comparada aos conceitos de **segurança coletiva, comum e cooperativa**, pois, considera como foco da segurança o ser humano, como também percebe outras ameaças para além dos conflitos armados e guerras, contudo, quando se observa os elementos que compõem esse conceito, destacados acima, é apreendida a generalização das premissas que o regem – a *universalidade de propósitos* desconsidera as diferenças de classes econômicas e sociais dos indivíduos e as diferenças espaciais. Ao propor a ideia de que a segurança humana é para todos, é preciso ponderar as especificidades, pois, as ameaças impactam em forma, grau e níveis distintos cada indivíduo, dependendo da sua capacidade de se proteger ou proteção conferida pelo Estado, o que se difere no espaço, no tempo e nos grupos.

Para Rocha (2017), o desenvolvimento humano e a segurança humana são conceitos conectados, na medida em que o primeiro se pauta nos processos que permitem a possibilidade de ampliação das escolhas das pessoas e melhorias em seus níveis de vida, que une produção e distribuição de bens e serviços; já, a segurança humana seria a capacidade das pessoas de poder ter escolhas de forma livre e segura em condições atuais e futuras. A conexão entre esses, estão no efeito em que um exerce no outro, pois se o desenvolvimento humano for baixo ou inexistente, haverá fome, pobreza e doenças, acumuladas essas condições, ou seja, as pessoas ao se sentirem ameaçadas, se tornam mais intolerantes, conduzindo à tensões e violência.

Ainda, segundo o Relatório de Desenvolvimento Humano, de 1994, uma série de ameaças à segurança humana são citadas e classificadas em sete categorias de segurança: segurança econômica; segurança alimentar; segurança ambiental; segurança pessoal; segurança comunitária; segurança política.

Distintas abordagens conceituais de segurança no pós-Guerra Fria foram protagonizadas pelos Estados Unidos da América – EUA e Europa, onde o primeiro enraizou sua ideia de segurança em questões de ordem militar, de carácter defensivo e ofensivo, enquanto que o segundo, preocupou em fundar-se em uma noção ligada à questões éticas e reflexões teóricas em uma abordagem mais crítica. Na abordagem mais crítica praticada no continente europeu, a ideia de que não há um conceito de segurança abrangente e globalizante remete à uma percepção e compreensão de que tal conceito depende da forma de organização de cada sociedade. Sendo assim, segurança e ameaças são construções sociais a partir da realidade das sociedades.

De forma paralela, escolas do pensamento crítico desenvolveram leituras sobre a noção de segurança. Cabe citar três, delas: a Escola de Frankfurt; a Escola de Copenhague e a Escola de Paris (DIAS et al., 2011).

A Escola de Frankfurt entende que o indivíduo é o foco da segurança em detrimento ao Estado e que esse último não consegue garantir a segurança, muitas vezes, sendo o precursor de crises e parte do problema. A noção de segurança ganha novas leituras, entendida por essa Escola como segurança individual. Para garantir a segurança individual deveria haver a emancipação do indivíduo, ou seja, a independência do indivíduo das normas de Estado possibilitaria a segurança individual e, conseqüentemente, a ausência de ameaças. Portanto, os indivíduos e os grupos, ao alcançarem uma emancipação política substituiriam os Estados. Algumas críticas à essa concepção sobre segurança da Escola de Frankfurt são de que a ideia de emancipação é lançada de forma vaga e imprecisa e ao mesmo tempo não propõe soluções alternativas ao que está posto (DIAS et al., 2011).

Em uma perspectiva também de crítica, apresenta-se a Escola de Copenhague que em seu bojo realiza uma distinção entre securitização e politização. Os setores econômico, ambiental e societal extrapolam o Estado, podendo assim, a segurança estar ou não ligada ao campo político. Ao realizar essa separação considera o seguinte questionamento: quem pode securitizar o quê e em que condições? Há, portanto, a relativização do objeto que se pretende segurar e o sujeito que garantirá a segurança. Percebe-se a introdução de um novo conceito, o de securitização, que se fundamenta no campo da prática discursiva e não como um objetivo em si, logo, a questão da segurança é tratada a partir de um processo para que uma ameaça não se concretize, antes dessa se tornar real e concreta (DIAS et al., 2011).

A Escola de Paris, de matriz crítica, entende a segurança por meio do espectro das relações de poder, de dominador e dominado, em que o Estado exerce o papel de dominador sobre os indivíduos, na figura dos profissionais das agências de segurança. Para os autores dessa corrente, o Estado age de forma a propagar um rol de ameaças em comum para a segurança interna e externa, representados, principalmente, naquelas relacionadas a migrações, tráfico de drogas e crime organizado que ocorrem intra e inter Estados, propagando um clima de insegurança (DIAS et al., 2011). No Quadro 2 é

possível verificar a distinção entre as diferentes Escolas do pensamento acerca das concepções de Segurança.

**Quadro 2 – Noções de Segurança, segundo concepções distintas**

<b>ESCOLAS</b>	<b>Noções de segurança</b>
Frankfurt	Emancipação das comunidades com o intuito de alcançar a segurança individual por meio da substituição das políticas de Estado.
Copenhague	Entende que as questões de segurança estão para além do Estado e incluem na agenda de segurança focos econômicos, ambiental e societal por meio de um método construtivista, diferenciando politização de securitização.
Paris	Escola crítica das formas de dominação dos Estados. Parte de uma abordagem empírica das práticas de segurança, principalmente, àquelas praticadas pelas agências de segurança.

Fonte: DIAS et al., 2011.

Percebe-se que o entendimento do conceito de segurança se distingue de acordo com a corrente de pensamento e o contexto político, histórico e institucional e que se modifica conforme os interesses envolvidos. O Estado se apresenta como protagonista nos discursos de segurança, seja para pensá-la e promovê-la, seja para ser o objeto da segurança, ou como a própria ameaça. Mesmo quando o indivíduo é o centro da segurança, o Estado se apresenta enquanto agente da garantia de segurança.

O papel institucional no delineamento do conceito de segurança é evidenciado pela formação de organizações e tratados ao longo da história constituídos como uma espécie de normatizadores e mediadores de conflitos e elementos que constituem ameaças à segurança, como o caso da ONU, que se formou nas bases do conceito de segurança coletiva e contribuiu para a construção de outros conceitos de segurança. Paralelamente, a academia se pautou por levantar questões críticas referente ao conceito, representado aqui pelas Escolas de Frankfurt, Copenhague e Paris – principalmente, no que tange o papel do Estado e das Instituições no foco, na promoção ou na ameaça à segurança.

A Escola de Frankfurt apresenta um tom utópico e até mesmo anarquista ao entender a plenitude da segurança como algo a ser alcançado quando comunidades politicamente emancipadas substituam o Estado; já, Copenhague se manifesta enquanto prática discursiva, ou seja, ao mesmo tempo em que a questão está posta age de forma preventiva para evitar a ameaça; enquanto que a Escola de Paris se fundamenta na compreensão das relações de poder exercidas pelos agentes de segurança em nome do Estado de forma a dominar e propagar um discurso de insegurança para justificar as práticas de combate às ameaças internas e externas.

## 2.4 Segurança Hídrica: um conceito em construção

Discussões levantadas por Rodrigues Júnior (2012), com base em Le Preste (2000), indicam que a segurança ambiental possui quatro concepções distintas: a primeira se apresenta enquanto **segurança do meio ambiente**, em que o foco principal é o ambiente e o objetivo é protegê-lo; a segunda se refere à **segurança dos indivíduos**, em que o objetivo é garantir seguridade aos indivíduos contra catástrofes naturais e impactos ambientais; a terceira é a **segurança dos Estados**, muito relacionada à noção de segurança nacional - a seguridade voltada à proteção ambiental para garantir a soberania nacional, o que envolve acesso aos recursos naturais e impactos das mudanças climáticas; já, a quarta concepção é a **segurança dos sistema internacional**, nesse sentido, a preocupação é com a possibilidade das questões ambientais serem o centro de disputas e conflitos internacionais pela busca incessante de recursos naturais.

A maior parte das concepções de segurança ambiental se apresenta como uma ramificação da segurança humana e da segurança nacional, tendo em vista que, o enfoque da seguridade é referente ao indivíduo ou a soberania do Estado. Em apenas uma das concepções apresentadas o meio ambiente por si só é relevante e ocupa o cerne das preocupações.

Se o território é desfrutado apenas temporariamente, a propriedade que se mantém aí é também temporária. Quanto mais sólido se torna o vínculo através do qual a alimentação e a moradia prendem a sociedade ao solo, tanto mais se impõe a sociedade a necessidade de manter a propriedade do seu território. Diante deste último, a tarefa do Estado continua sendo em última análise apenas uma: a da *proteção*. O Estado protege o território contra as violações vindas de fora que poderiam reduzi-lo.

(...) O Estado que quer se manter sobre o seu território, que não quer sair do isolamento no qual encontra proteção, entra então em luta contra a sociedade, buscando sobretudo obstacularizar o seu incremento natural. Todas as formas não naturais de destruição de parte da vida humana que são impostas à sociedade, desde o abandono dos recém-nascidos, ao canibalismo, à vingança familiar e à guerra, agem precisamente nesse sentido (Ratzel, 1990, p. 75, 76, 77 e 78).

É possível perceber que, mesmo em um contexto que procura estabelecer novos focos para a noção de segurança, o Estado se constitui no ator que atravessa os conceitos de diferentes formas, seja para prover a segurança, ou como foco da segurança, seja para

promover a insegurança – o que suscita os questionamentos: Qual o objeto de Segurança? Segurança para quem? Segurança por quem?

Os conceitos de segurança apresentados pelas instituições se diferem consideravelmente daqueles desenvolvidos no bojo das escolas críticas, principalmente, no que diz respeito ao papel do Estado nas questões de segurança e nos mecanismos para mantê-la ou alcançá-la. Enquanto as instituições se baseiam na relação causa e efeito por meio de um Estado capaz de promover a segurança, a razão crítica questiona o papel e o lugar do Estado nessas questões e propõem emancipação política do indivíduo e práticas discursivas para alcance da segurança.

No âmbito das instituições e nas suas articulações supranacionais, as primeiras discussões sobre água estavam presentes desde a Eco 92, com a Agenda 21<sup>17</sup>. No entanto, a partir dos anos 2000, o interesse pelo tema se intensificou (PORTO-GONÇALVES, 2012), embora a relevância da questão seja anterior a esse período. Nesse contexto, o termo segurança hídrica apareceu como pauta no 2º Fórum Mundial da Água no ano 2000, em que, em uma Declaração dos Países foi reconhecido que segurança hídrica

(...) significa garantir que ecossistemas de água doce, costeira e outros relacionados sejam protegidos e melhorados; que o desenvolvimento sustentável e a estabilidade política sejam promovidos; que cada pessoa tenha acesso à água potável suficiente à um custo acessível para levar uma vida saudável e produtiva, e que a população vulnerável seja protegida contra os riscos relacionados à água (AFFELTRANGER et al., 2012, p. 2).

Após o Fórum, a noção de segurança hídrica compôs as agendas internacionais de várias organizações, como a ONU, a Organização Mundial de Saúde – OMS, a Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura – UNESCO, a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE e demais organismos que trabalham especificamente temas relacionados à água, como o Conselho Mundial da Água, Parceria Mundial da Água e WaterAid (MELO, 2016).

O entendimento a respeito da segurança hídrica converge em vários aspectos entre essas instituições, palavras-chaves, tais como: qualidade, quantidade, acesso, produção e ecossistemas aparecem frequentemente em seus discursos. O Quadro 3 indica as principais conceituações dessas instituições.

---

<sup>17</sup> Documentado apresentado no contexto da Eco 92 que elenca princípios de defesa da Terra.

**Quadro 3 – Conceitos de Segurança Hídrica de organizações internacionais**

<b>Instituição</b>	<b>Conceito</b>
<b>ONU</b>	Assegurar o acesso sustentável à água de qualidade, em quantidade adequada à manutenção dos meios de vida, do bem-estar humano e do desenvolvimento socioeconômico; garantir proteção contra a poluição hídrica e desastres relacionados à água; preservar os ecossistemas em um clima de paz e estabilidade política.
<b>ONU-UN WATER</b>	A capacidade de uma população para garantir o acesso sustentável a quantidades adequadas de água, com qualidade aceitável para a subsistência, o bem-estar humano e o desenvolvimento socioeconômico, assegurando a proteção dos recursos hídricos contra a poluição e os desastres relacionados com a água, bem como a preservação dos ecossistemas em um clima de paz e estabilidade política.
<b>UNESCO</b>	A capacidade de uma população para salvaguardar o acesso a quantidades adequadas de água, em qualidade aceitável para a manutenção da saúde humana e do ecossistema com o referencial de bacia hidrográfica, e garantir uma proteção eficaz da vida e da propriedade contra perigos relacionados com a água - inundações, deslizamentos de terra e secas.
<b>OCDE</b>	Para a OCDE atingir a segurança hídrica requer manter aceitáveis quatro ameaças associadas à água: risco de armazenamento; risco de qualidade inadequada; risco relacionado ao excesso; risco de enfraquecer ou debilitar a resiliência dos sistemas de água doce.
<b>Conselho Mundial da Água</b>	Garantir que ecossistemas de água doce, costeira e outros relacionados sejam protegidos e melhorados; que o desenvolvimento sustentável e a estabilidade política sejam promovidos; que cada pessoa tenha acesso à água potável suficiente a um custo acessível para levar uma vida saudável e produtiva, e que a população vulnerável seja protegida contra os riscos relacionados à água.

Fonte: MELO, 2016.

O conceito cunhado pela UN Water imputa à população a faculdade de garantir a segurança hídrica – SH, ao mesmo tempo cita a necessidade de assegurar acesso à água em quantidade e qualidade suficientes. Sendo assim, colocam em pauta a necessidade de uma organização social complexa da população no sentido de garantir a SH e o estabelecimento de limites quantitativos e qualitativos do que seja aceitável para os usos identificados. As questões ambientais também são evidenciadas ao contemplar a proteção ambiental - relacionada à uma vertente da segurança ambiental, como também se baseia em preceitos da segurança nacional fundamentada na prevenção de conflitos.

É possível perceber uma preocupação recorrente com a quantidade e a qualidade da água e a garantia de manutenção da produção e dos ecossistemas como um alinhamento com as premissas do Desenvolvimento Sustentável, considerando este, a partir da perspectiva da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, também chamada de Comissão de Brundtland (1991). Nas particularidades, destaca-se a definição da OCDE, que inclui o entendimento de risco e da superação dos mesmos para alcançar a segurança hídrica, se configurando, portanto, em um objetivo; já,

o Conselho Mundial da Água inclui a noção de custo e a atenção às populações vulneráveis.

Essas articulações e instituições supranacionais contribuem para o debate sobre o tema e estabelecem, em termos gerais, recomendações, apresentam as fontes de perigos e os riscos e estabelecem metas e estratégias para a garantia da segurança hídrica.

Na comunidade científica e governamental essas ideias começam a ser incorporadas. O debate no meio acadêmico sobre o tema está apoiado em proposições acerca de procedimentos metodológicos para avaliação de risco e da segurança utilizando pesquisas empíricas, modelagens computacionais, discussões conceituais ou pesquisas experimentais em laboratório, conforme identificaram Cook e Bakker (2012). Os governos assumem uma postura de avaliação e gestão de risco, tomando como base o conceito difundido no âmbito de instituições internacionais institucional e como resposta prática desenvolvem diagnósticos e planos em âmbito nacional.

Podemos pensar que a noção de segurança empregada no bojo das questões sobre recursos hídricos pretende adicionar uma preocupação com a ascensão das disputas, dos conflitos e da mercantilização da água proveniente de situações de estresse ambiental, políticas ambientais insuficientes e ineficientes e da comercialização da água na forma de *commodities*. A soma desses fatores ameaça à soberania nacional, o que leva a elaborar mecanismos estatais de controle e contenção de fronteiras.

Cook e Bakker (2012) observaram um aumento significativo no quantitativo de publicações e organizações internacionais que utilizam tal conceito no âmbito de trabalhos relacionados à recursos hídricos. Para essas autoras, até a década de 1990 as definições de segurança hídrica utilizadas estavam relacionadas àquelas pensadas a partir dos conceitos de segurança nacional e segurança humana e que, apenas, após o Segundo Fórum Mundial em 2000, questões como acesso, e atendimento às necessidades humanas e ecológicas começam a ser levadas em consideração na elaboração do conceito.

A segurança hídrica é um objetivo a ser conquistado ou garantido pelo Estado, o que reforça a estreita relação desse conceito com o de segurança nacional; já, a relação com a segurança humana é evidenciada ao analisar quem precisa ter essa garantia – o indivíduo; a preocupação com os ecossistemas e riscos associados à água denotam o vínculo com as concepções de segurança ambiental. Dessa forma, a água, por si só, não

é o objeto de referência da segurança, mas sim, o indivíduo, o Estado e o ambiente. A primeira implicação dessa perspectiva é entender a água apenas do ponto de vista funcional, seja para o abastecimento humano, as atividades produtivas, a soberania estatal, o controle dos fluxos de água em meio à episódios de seca ou inundação e os fluxos ecossistêmicos, esse último, por sua vez, é considerado nos conceitos, mas nem sempre nas análises de segurança.

De Loë et al. (2007) consideram SH um conceito multidimensional que reconhece a necessidade de água suficiente e em boa qualidade para usos sociais, econômicos e culturais e ao mesmo tempo para sustentar e melhorar as funções ecossistêmicas. Entender a SH como multidimensional significa um avanço em relação aos conceitos preconizados anteriormente, no entanto, o cerne dessa noção não demonstra uma perspectiva inovadora, e não explana sobre a multidimensionalidade que os autores citam.

Swaminathan (2001) acredita que SH envolve a disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequada para atender os usos doméstico, agrícola, industrial e os ecossistemas. Já, Votoromask (2010) a caracteriza como o acesso à quantidade de água suficiente e de qualidade satisfatória para o consumo humano, continuidade de produção e manutenção dos ecossistemas.

Disponibilidade é diferente de acesso à água, pois a primeira está relacionada à elementos físico-naturais como característica da drenagem natural, e ocorrência e intensidade de chuvas e secas que interferem diretamente na disponibilidade desse recurso no ambiente. O acesso à água, mesmo que dependa da disponibilidade, se configura na possibilidade das populações alcançarem esse recurso, e isso depende de fatores ligados à infraestrutura, tais como das redes de abastecimento de água e instalação de sistemas produtores de água, políticas de saneamento, políticas de gestão de recursos hídricos entre outras. Nesse sentido, apenas a disponibilidade não garante acesso à água e a manutenção dos usos múltiplos.

Grey e Sadoff (2007, p. 22) definiram segurança hídrica como “disponibilidade de água em quantidade e qualidade aceitáveis para saúde, meios de subsistência, ecossistemas, juntamente com um nível aceitável de risco relacionado à água para as pessoas, para o ambiente e para a economia”.

Os níveis aceitáveis de risco pressupõem normalizações que determinem o que se entende como risco, ameaça e aceitabilidade. Sendo assim, além da compreensão de

conceitos como segurança, risco e seus desdobramentos, é necessário o estabelecimento da quantidade e qualidade específica de água e a capacidade do sistema produtor de águas.

Vorosmarty et al. (2010) ressaltam que garantir a segurança hídrica requer o desenvolvimento de mecanismos e estruturas capazes de diagnosticar as principais ameaças. Nessa perspectiva, os referidos autores realizaram um estudo de escala global para identificar os níveis de ameaça à segurança hídrica humana e para a biodiversidade considerando aspectos como a capacidade de diluição de rios, a precipitação e o quantitativo populacional. Identificaram diferentes graus de ameaça, em que o fator adensamento populacional se apresentou significativo, expressando os piores resultados e ainda concluíram que os problemas exigem investimentos e cooperação governamental.

O conceito de SH tem se difundido cada vez mais no meio técnico, científico e institucional por se tratar de uma noção que congrega interesses da sociedade – sobrevivência humana e atividades econômicas; interesses de Estado - obtenção de recursos, disputas pela água, econômicos, proteção de fronteiras e domínio territorial; e interesse global – disputas pela água, e por representarem uma espécie de “termômetro” das mudanças climáticas, em virtude da intensificação de secas, alagamentos e degelo polar.

## **2.5 Considerações Finais**

Entende-se que as discussões promovidas a partir da centralidade adotada segurança hídrica permitiram realizar um delineamento teórico-conceitual que traz subsídios para realizar uma leitura sobre segurança hídrica.

Com base no que foi apresentado podemos afirmar que a sociedade ao mesmo tempo fabrica e recebe os riscos produzidos e que a distribuição desses riscos é difusa e atinge as pessoas de forma desigual. Dessa forma, quanto mais vulnerável for um determinado grupo social, em função da renda, da educação, da classe social, mais este grupo está sujeito aos riscos, de tal maneira que os riscos podem intensificar as desigualdades sociais.

Apesar do conceito de segurança hídrica estar em construção, compreendemos que sua relevância consiste na ampliação da compreensão da temática da água para além

da oferta, disponibilidade, demanda e qualidade, pois, agrega discussões sobre o seu acesso, alertando para como o acesso pode ser afetado em função das desigualdades sociais.

Outro debate a ser destacado é o do papel do Estado para a garantia da segurança hídrica. Em meio às possibilidades de intensificação das privatizações no setor de água e a consequente transferência da responsabilidade da distribuição da água do Estado para a iniciativa privada, o Estado assume a função de regulador de mercado. Nesse cenário, as pessoas vulneráveis, que vivem nas grandes cidades e que já enfrentam restrições das condições básicas de existência como moradia, alimentação e água e que pouco ou de forma alguma são assistidas pelo Estado, podem ter o acesso à água ainda mais limitado. Mesmo considerando que o acesso ou a segurança hídrica não estão limitadas à distribuição de água; a sua privatização afeta todos os setores envolvidos, pois a lógica que rege a iniciativa privada é o lucro.

### **3 SEGURANÇA HÍDRICA: ESCALAS E ABORDAGENS**

### 3.1 Introdução

Ao longo do século XX, a avaliação da água, de forma geral, foi baseada no predomínio de dois paradigmas que dominaram os estudos sobre recursos hídricos: a qualidade e a quantidade (MAGALHÃES JÚNIOR, 2007).

A revisão bibliográfica sistemática e crítica sobre segurança hídrica de Cook e Bakker (2012), resultou na sistematização da SH como um conceito abrangente e representativo de um paradigma emergente, atribuindo a essas características o desafio de operacionalizar tal concepção. As autoras analisaram 418 publicações disponibilizadas na base *Web of Science*, datadas entre outubro de 2008 a novembro de 2010. Os trabalhos analisados por essas autoras fornecem subsídios para um panorama do uso do conceito; a definição de diferentes escalas geográficas de análise e as distintas formas de medição da SH.

As autoras identificaram trabalhos distribuídos em quatro principais categorias: empírica, modelagem, conceitual e de laboratório, sendo que quase 78% se concentram nas duas primeiras categorias. Em meio à diversidade de estudos, Cook e Bakker (2012) apontam uma inter-relação entre quatro temas: disponibilidade da água; perigo e vulnerabilidade; necessidades humanas e sustentabilidade.

Em disponibilidade de água, destacam-se o estudo de dois índices, o de *estresse hídrico*, que relaciona o uso e a disponibilidade da água baseados na demanda, medindo a quantidade de água azul que é retirada; e o índice de *escassez*, que mede o número de pessoas em relação a quantidade de água azul disponível. Nessa perspectiva, a disponibilidade de água é evidenciada como um dos principais indicadores de SH.

Nos estudos sobre ‘perigo e vulnerabilidade’, são destacados os eventos extremos como as secas e as inundações. Mas, também, questões de segurança de Estado, como a segurança nacional ganham relevância, no intuito de proteger a água de ameaças, como as ameaças (bio) terroristas.

**No tema ‘necessidades humanas’, as pesquisas abordam** questões de acesso à água, segurança alimentar e desenvolvimento humano (mais ligado à economia), enquanto nos estudos sobre ‘sustentabilidade’, apresenta uma abordagem mais ampla, identificando-se sete indicadores: atender as necessidades básicas, garantir o

abastecimento de alimentos, proteger os ecossistemas, compartilhar os recursos hídricos, gerenciar riscos, valorizar a água e governar a água com sabedoria.

Os estudos que têm como foco avaliar a segurança hídrica a partir da quantidade e disponibilidade da água revelam que o paradigma quantitativo que predominou durante o século XX ainda está presente. No entanto, ressalta-se que existem novas perspectivas sobre a questão, tanto é que algumas definições de SH tentam superar uma visão estritamente tecnicista para uma concepção que esboça uma preocupação com os ecossistemas e as pessoas. Contudo, a relação disponibilidade e demanda de água parecem ser variáveis indissociáveis da questão de SH. O que parece ser algo lógico: há água suficiente para todas as pessoas?

Esse questionamento é simples, objetivo e válido sob o aspecto da ciência positivista. No entanto, cabe ressaltar que existem muitas relações complexas que envolvem tal indagação e essa não deve ser a única pergunta a nortear a avaliação da SH. Ao se indagar, por exemplo, se a *‘água que é suficiente para as pessoas está disponível de forma igualitária a elas?’* Percebemos que a temática envolve situações de complexidade que ultrapassam a análise quantitativa. Assim, observa-se estudos que objetivam avaliá-la por meio de perspectivas, ferramentas e metodologias variadas e que se empenham em compreender esse intrincado cenário.

A amplitude do conceito de SH pode, por um lado, dificultar a definição de parâmetros que permitam determinar um estado de segurança, pois há uma vastidão de variáveis possíveis a serem identificadas, agrupadas, relacionadas, analisadas e sintetizadas; mas, por outro lado, a abrangência dessa noção tenta dar conta da complexidade que a envolve.

A SH, por constituir um paradigma considerado emergente, representativo de uma concepção transitória da problemática - de uma visão técnica, para uma visão holística - (COOK; BAKKER, 2012) ainda carece de estudos voltados para uma discussão crítica teórico-conceitual e metodológica.

Diante desse contexto, buscou-se sistematizar metodologias mais recentes empregadas para avaliação de SH, a partir de estudos publicados em 2019 e 2020 passíveis de busca no Portal de Periódicos da Capes. A sistematização dessas informações foi útil para ampliar a compreensão do conceito e identificar convergências e divergências

teórico-metodológicas sobre o tema. Com isso, consideramos que avançamos a partir da sistematização de Cook e Bakker (2012).

Para tal, esse capítulo é dividido em quatro partes, na primeira apresentou-se o delineamento metodológico utilizado para realizar a revisão sobre SH; na segunda parte, uma revisão teórica sobre os conceitos de indicadores e índices; na terceira, o Índice de Segurança Hídrica – ISH elaborado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento – ANA e na última parte, a abordagem e metodologia utilizadas nos artigos analisados.

### **3.2 Delineamento metodológico para a revisão bibliográfica sobre segurança hídrica**

A revisão bibliográfica ao ser conduzida de forma sistemática, auxilia na compreensão da temática e permite identificar o estado da arte de determinado conceito, assim como, reconhece as lacunas que, por sua vez, podem se tornar objetos de análise em outras pesquisas (LEVY e ELLIS, 2006). Ademais, a sua aplicação metódica permite quantificar as abordagens e outros aspectos pelo emprego de ferramentas cenciométricas.

Levy e Ellis (2006) indicam que uma revisão de literatura eficiente deve compor: análise metodológica; base sólida para um tema de pesquisa; base sólida para seleção de uma metodologia para a pesquisa; e demonstrar que a pesquisa proposta contribui para determinado campo de pesquisa.

Nesse estudo, partimos, primeiramente, para uma pesquisa exploratória da segurança hídrica no âmbito político-institucional brasileiro, sendo identificados Planos de Segurança Hídrica em fase de elaboração, a exemplo da Bahia, Ceará, Minas Gerais, e Rio de Janeiro. Em âmbito nacional, foi verificada a existência do Plano Nacional de Segurança Hídrica – PNSH, elaborado pela ANA e em seu contexto, o Índice de Segurança Hídrica – ISH. Tendo em vista o papel dessa Agência na regulação das águas de domínio da União e na edição de normas de referência, conduziu-se um estudo sistematizado desse Plano e, principalmente, do ISH, a fim de conhecer as bases teórico-metodológicas que orientaram sua elaboração, buscando salientar o entendimento da ANA sobre o que é segurança hídrica e como mensurá-la.

Posteriormente, realizou-se buscas no Portal de Periódico da Capes utilizando-se o termo de busca “*water security*”; com os marcadores: “é extato” e “no título”; no tipo

de recurso: “artigos” e “periódicos revisados por pares”; e sem limitação de data. O resultado preliminar foi um total de 613 arquivos. Ao refinar a busca para o ano de publicação, 1992 é a data do artigo mais antigo disponível na plataforma. Até o ano de 2000 apareceram 13 resultados; entre 2001 e 2010 constaram 58 arquivos; e, no período entre 2011 e 2020 concentrou-se a maior parte das publicações, com 513, contabilizando 84% do total de textos identificados no Portal sob o *string* de busca enunciado. Esses números demonstram a atenção que se tem dado à SH na última década. O fato do conceito segurança hídrica estar relacionado a questões como mudanças climáticas, pode justificar a maior intensidade de produção de textos na última década.

No intuito de identificar trabalhos mais recentes e reduzir esse universo para que fosse possível realizar uma revisão mais aprofundada, refinou-se a busca aos anos de 2019 e 2020. Sendo assim, o termo “*water security*” aparece em 129 artigos, 25% do que foi produzido entre 2011-2020.

Na tentativa de se obter uma amostra mais específica acerca do tema, considerando elementos chave que permitam identificar, do ponto de vista teórico-metodológico, as formas de qualificar e/ou quantificar e/ou avaliar e/ou analisar e/ou compreender a segurança hídrica, realizou-se a busca combinada à “*water security*” dos seguintes termos: “*assessment*”, “*analysis*”, “*evaluation*”, “*review*”.

A busca combinada dos termos, “*water security*” AND “*assessment*” com os marcadores “*é extato*” e “*no título*” para os anos de 2019 e 2020 resultaram em 20 registros. Desses, 19 atendiam aos parâmetros buscados. Ao combinar “*water security*” AND “*analysis*” com mesmos marcadores e período foram encontrados cinco registros. Nessa sequência para os termos “*water security*” AND “*evaluation*” apareceram quatro artigos. Por fim, “*water security*” AND “*review*” apresentaram seis textos. A combinação desses termos totalizou 34 registros, desses, dois se sobrepuseram, restando 32. Ao analisar os resumos dos artigos, constatou-se que três deles não apresentavam metodologia para avaliação de SH, portanto, não foram analisados por completo, tendo em vista o objetivo da pesquisa. Dessa forma, foram analisados de forma integral 29 artigos.

Após a aplicação sistemática do método de revisão escolhido, constatou-se a predominância do uso de indicadores e índices para avaliar a segurança hídrica. Dessa forma, optou-se por discorrer sobre tais ferramentas. Assim, a análise do ISH e dos artigos

identificados teve por objetivo identificar o foco adotado para segurança hídrica; a escala de análise empregada; as variáveis/indicadores utilizados; as ferramentas, os instrumentos e as metodologias utilizadas.

### **3.3 Indicadores de análise e índices de segurança hídrica**

Indicadores são ferramentas de cunho metodológico que contribuem para a compreensão de determinado tema a partir de dados e informações quantitativas e/ou qualitativas. A palavra indicador se origina do latim *indicare* (MAGALHÃES JÚNIOR, 2007) que significa descobrir, apontar, anunciar, estimar.

O indicador é uma medida que sintetiza dados e informações referentes a um aspecto da realidade, como aponta Van Bellen (2006). Janunuzzi (2006) destaca que os indicadores se constituem em um instrumento metodológico-conceitual que agrega dados e informações que permitem a compreensão de determinado fenômeno.

A utilização de indicadores foi incorporada no meio científico e institucional em meados dos anos de 1960. Ele visava acompanhar as transformações sociais e os resultados das políticas públicas implementadas ao longo do tempo, tendo em vista que, as desigualdades sociais se tornavam cada vez mais evidentes (JANNUZZI, 2006).

Após a utilização dessa ferramenta para análise dos aspectos econômicos e sociais, ela também foi destinada à análise dos aspectos ambientais e de sustentabilidade. Siche et al. (2007) remontam a Conferência Mundial sobre Meio Ambiente, conhecida como Rio 92 ou Eco 92, como um marco nas discussões sobre o uso de indicadores para avaliar a sustentabilidade. Desde então, a utilização de ferramentas e instrumentos para avaliar a sustentabilidade dos sistemas socioambientais vem sendo cada vez mais empregadas.

Magalhães Júnior (2007, p. 171) ressalta que “os indicadores são informações de caráter quantitativo resultantes do cruzamento de pelo menos duas variáveis primárias (informações espaciais, temporais, ambientais, etc.)”. Contudo, o autor salienta que, mesmo os indicadores sendo de base quantitativa, a escolha das variáveis que irão compor os indicadores está no campo da subjetividade, fato esse que confere críticas à utilização de índices e indicadores, principalmente devido aos riscos da simplificação e do juízo de valor o qual o pesquisador está sujeito (MAGALHÃES JÚNIOR, 2007).

Numa perspectiva mais ampla, Van Bellen (2006) enfatiza que os indicadores podem ser quantitativos ou qualitativos e ainda destaca as limitações encontradas em indicadores de ordem apenas numérica.

Se, por um lado, a apreensão, apresentação e divulgação dos aspectos da realidade por meio de informações quantitativas promovem melhor compreensão e comunicação tanto por parte da comunidade científica e instituições que utilizam os indicadores, quanto da população que acompanha tais indicações; por outro lado, como aponta Van Bellen (2006), indicadores apenas numéricos possuem alguns entraves, visto que, nem todos os atributos possuem dados numéricos ou são quantificáveis.

Em um estudo comparativo Van Bellen (2006, p. 90) elenca os principais sistemas de indicadores de desenvolvimento sustentável e as respectivas instituições, bem como utiliza um painel de especialistas de diversas áreas e segmentos da sociedade que respondem questionários sobre os distintos métodos de avaliação de sustentabilidade. O resultado do painel de especialistas demonstrou considerável fragmentação entre as indicações pelos especialistas. Nas seis metodologias mais votadas, que correspondem ao total de 54,43% das escolhas, a frequência de respostas foram: 11 indicações para a *Ecological footprint method* - EFM; 10 indicações para a *Dashboard of sustainability* - DS; sete para a *Barometer of sustainability*; e tanto a *Human development index* - HDI, a *Pressure, state, response*- PSR, e a *Driving force, state, response* – DSR cinco indicações cada.

A *Ecological Footprint Method*, conhecido como pegada ecológica em português, é baseada na noção de capacidade de carga ou suporte de determinado sistema. Consiste na transformação do consumo de matéria prima e assimilação de dejetos de um sistema ou população, em área correspondente de terra ou água produtiva. Algumas críticas, realizadas pelos próprios autores dessa proposta, Wackernagel e Ress (1996), incidem na variação de fatores culturais e produtividade ecológica da capacidade de carga e da carga imposta sobre determinado sistema. Outro aspecto está relacionado à globalização dos sistemas que, conseqüentemente, sofrem influências externas, portanto, não estão isolados uns dos outros, interferindo assim no cálculo desse método. Esse indicador foi adaptado à outras temáticas, originando na pegada de carbono e na pegada hídrica, em que a primeira quantifica os efeitos da utilização de recursos sobre o clima e a segunda, mede os impactos humanos na hidrosfera, monitorando os fluxos de água (WWF, 2021).

O *Dashboard of Sustainability*, representa um painel composto por três grupos que avaliam a performance econômica, a saúde social e a qualidade ambiental de uma unidade territorial ou de algum empreendimento. É representado graficamente com um marcador e seta, refletindo o momento atual do sistema. Ele é baseado no painel de um carro, o que o torna uma ferramenta que facilita a comunicação para o público em geral. Outro ponto positivo do método é a possibilidade de flexibilização do sistema que permite modificações de acordo com as necessidades de análise.

O *Barometer of sustainability* é composto pela combinação de indicadores e os resultados desses formam que, assim como o painel de sustentabilidade, são representados graficamente e avaliam, a partir de indicadores biofísicos e de saúde social, a evolução do sistema para a sustentabilidade. Nesse método é importante considerar a equidade de tratamento entre pessoas e ecossistemas na avaliação; definição de escalas de cinco setores e a facilidade de utilização, cálculos simples.

O *Human Development Index*, conhecido como IDH, mede a qualidade de vida sob uma perspectiva socioeconômica, baseando-se nas relações entre os indicadores de renda, longevidade e educação. Ele pode ser expresso para diferentes escalas.

O *Pressure, State, Response* - PER corresponde a indicadores de pressão ambiental, representados pelas atividades humanas que incidem no ambiente; indicadores de estado, referentes à qualidade e quantidade de recursos naturais; e os indicadores de resposta, que dizem respeito as condições das reações da sociedade diante das mudanças ocasionadas pelo ser humano (VAN BELLEN, 2006).

E, o *Driving Force, State, Response* é uma derivação do modelo PER. Ele adicionou o indicador de impacto ao PER. Em outra variação substituiu-se a pressão pela força motriz (VAN BELLEN, 2006).

Para Tayara e Ribeiro (2006, p.89),

“[...] é possível perceber em propostas de índices e indicadores de sustentabilidade, alguns problemas comuns aos indicadores até então construídos, como: ausência ou fragilidade da concepção conceitual, fragilidade dos critérios de escolha das variáveis representativas, falta de critérios claros de integração dos dados, baixa relevância dos dados utilizados”.

Questões, tais como: incompatibilidade de dados que permitam comparações e monitoramento ao longo do tempo; dificuldade na aquisição de dados e informações com escala espacial e temporal pertinentes à pesquisa também podem ser adicionados ao rol de problemas identificados na elaboração de indicadores.

Em estudo de indicadores, utilizando a técnica *Delphi* para verificar, entre os especialistas, os indicadores mais relevantes para análise da gestão da água no Brasil, Magalhães Júnior (2007) observou diferentes questões para o entendimento dos fatores que permeiam a seleção de indicadores.

Sobre o perfil dos especialistas, o estudo constatou que: a maioria desses se concentram em estados da região sudeste do país, um total de 47% dos participantes, cuja maioria possui o nível de qualificação de doutorado, 59%; e, a maior parte dos especialistas têm formação em engenharia civil, 63% (MAGALHÃES JÚNIOR, 2007).

Essa verificação permite inferir que há uma concentração espacial de pesquisadores dessa temática na região sudeste do Brasil e que a formação acadêmica básica desses é representada por uma ciência exata: a engenharia civil.

No processo de avaliação de indicadores, em nível local, os três indicadores com maiores índices de aprovação foram: densidade populacional total, urbana, rural (hab./km<sup>2</sup>); índice de cobertura vegetal (%); taxa de conformidade da água segundo o oxigênio dissolvido (% de amostras). Os três indicadores escolhidos como prioritários pelos especialistas foram: índice de cobertura vegetal (%); densidade populacional total, urbana, rural (hab./km<sup>2</sup>); índice de captação de água para abastecimento urbano (m<sup>3</sup>/hab.).

Os três indicadores com percentuais mais baixos de escolha como prioritárias foram: IDH – longevidade; índice de população rural servida por fossas sépticas (%); e, índice de população rural atendida por coleta de esgotos (%). Os três indicadores com maiores índices de rejeição foram: população ocupada por setor de atividade em relação à população economicamente ativa (%); índice de densidade de drenagem urbana (km/km<sup>2</sup>); e, rendimento nominal médio mensal *per capita* (R\$/hab.)

Além desse conjunto de indicadores listados para escolha dos especialistas, uma listagem foi produzida a partir de sugestões espontâneas. Sendo assim, os três indicadores sugeridos como prioritários pelos especialistas foram: índice de incidência de doenças de

transmissão hídrica (% hab/ano); taxa de conformidade da água potável quanto aos coliformes fecais (% de amostras sem coliformes); e índice de ocorrência de conflitos de usos d'água (% de área atingida).

Para Magalhães Júnior (2007), os resultados da aplicação da técnica *Delphi* para identificar um panorama sobre indicadores relacionados à gestão de recursos hídricos no Brasil não refletem o que pensa a sociedade de forma geral, no entanto, representam um grupo de pesquisadores da área no cenário nacional e, portanto, exprimem ideias e noções do que se tem produzido nessa área no meio acadêmico e institucional.

### 3.4 Índice de Segurança Hídrica – ISH proposto pela Agência Nacional de Águas - ANA

No contexto do Plano Nacional de Segurança Hídrica - PNSH, a ANA desenvolveu o ISH baseado nas quatro dimensões contidas no conceito de segurança hídrica da ONU: Dimensão Humana, Dimensão Econômica, Dimensão Ecológica, Dimensão Resiliência (Figura 2).

Figura 2 - As Dimensões da Segurança Hídrica



Fonte: PNSH (2019).

As quatro dimensões utilizadas no ISH se desdobram em dez indicadores e, esses, por sua vez, aglutinam variáveis e/ou atributos quantitativos e qualitativos, com predominância do primeiro (Quadro 4).

**Quadro 4 - Dimensão, indicador e variável do ISH**

<b>ISH</b>		
<b>Dimensão</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Variáveis</b>
Humana	Garantia de água para abastecimento humano Cobertura da rede de abastecimento	Balanco hídrico – demanda e disponibilidade; Demandas hídricas por tipo de uso; Pontos de captação para abastecimento urbano; População urbana municipal; Percentual de cobertura de rede de abastecimento urbano
Econômica	Garantia de água para irrigação e pecuária Garantia de água para atividade industrial	Balanco hídrico – demanda e disponibilidade; Demandas hídricas por tipo de uso; Área cultivada por município Área irrigadas por município; Valor da produção agrícola municipal; Quantitativo de rebanho por município; Valor de cabeça animal, por tipo de rebanho; Valor Agregado Bruto da indústria;
Ecossistêmica	Quantidade de água adequada para usos naturais Qualidade de água adequada para usos naturais Segurança das barragens de rejeito de mineração	Balanco hídrico – demanda e disponibilidade; Concentração de Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO por bacia; Categoria de risco e dano potencial de barragens de rejeito de mineração.
Resiliência	Reservação artificial Reservação natural Potencial de armazenamento subterrâneo Variabilidade pluviométrica	Volume potencial do reservatório; Vazões médias e Q95 por ottobacia; Tipos de aquíferos aflorantes e coeficientes de infiltração; Coeficiente de variação da chuva anual.

Fonte: PNSH (2019).

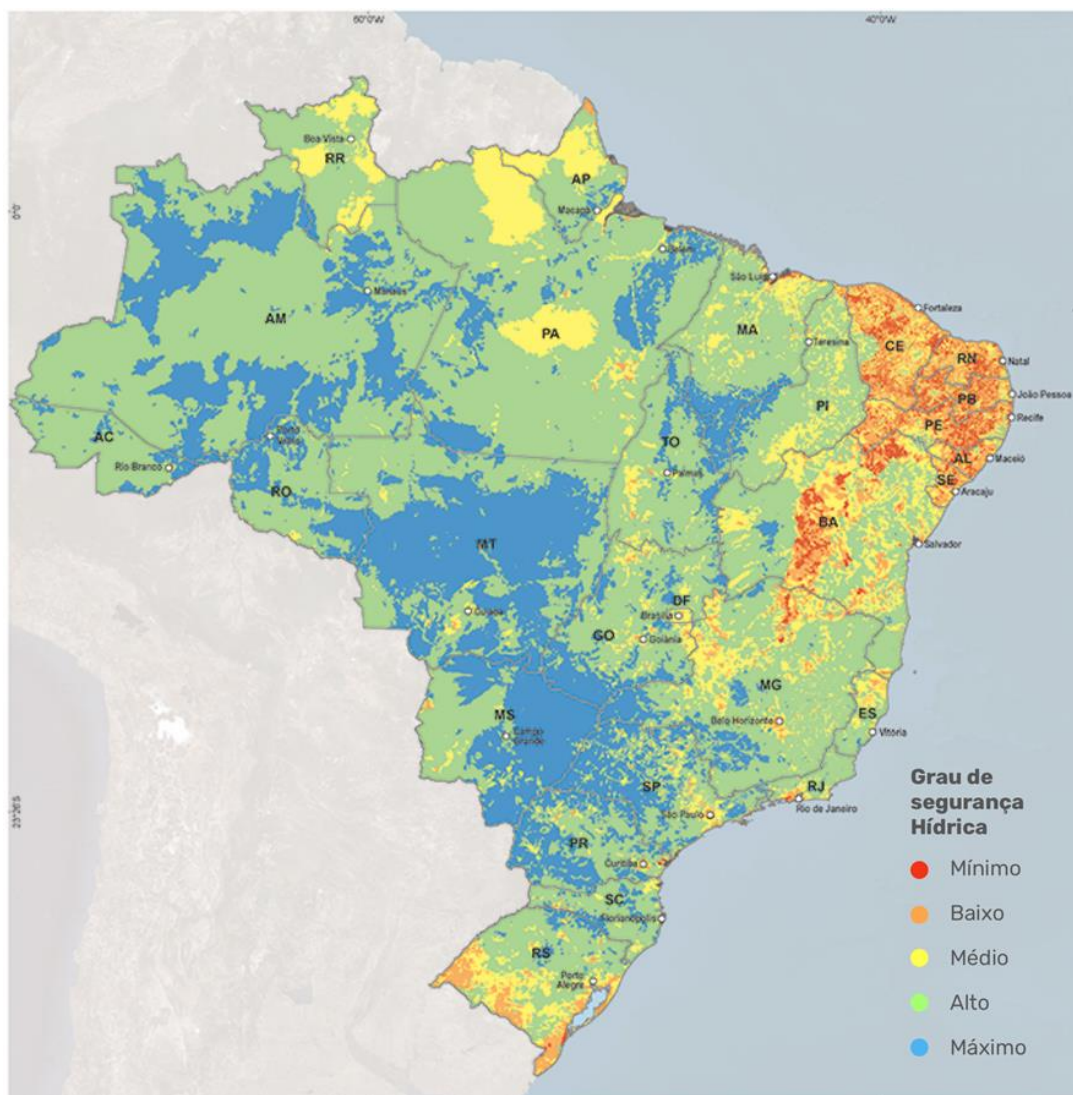
Cada indicador obedece uma classificação a partir dos seus valores normalizados, distribuídos em cinco classes de gradação, em ordem crescente de grau de segurança, em que 1 equivale o grau mínimo de segurança; 2, baixo; 3, médio; 4, alto e 5, grau máximo. Isso, com exceção do indicador de segurança de barragens de rejeito de mineração, que varia de 1 a 3, pois não consideram que exista alta ou máxima segurança ao se tratar desse tipo de barragem.

O grau de segurança hídrica das dimensões do índice é resultado de uma média simples ou ponderada dos graus de segurança de cada indicador, como também são atribuídos pesos distintos para cada indicador de determinada dimensão. Cada indicador e dimensão exigiu uma estrutura de cálculo distinta, uma vez que, há uma variedade considerável de dados e informações dispostos em múltiplas escalas e grandezas diversas.

A noção de risco é incorporada para formulação do índice por meio da aplicação de uma função de risco, que é aplicada nas dimensões humana, econômica e ecossistêmica, calculada a partir do balanço hídrico. Assim sendo, considera-se o *risco pós-deficit* como sendo o valor em risco quando uma parcela da demanda não está sendo suprimida, representada pela relação entre demanda e disponibilidade hídrica superior a 100%; já, o *risco iminente* corresponde ao valor que pode ocorrer no limiar do déficit, mas antes que esse ocorra, equivale à maior medida em que a relação entre demanda e disponibilidade se aproxima aos 100%.

O ISH é o resultado da média aritmética simples da composição das quatro dimensões, portanto, essas possuem o mesmo peso. Os dados e as possíveis análises do índice possuem características multiescalares que oscilam, principalmente, entre o município e a otobacia. O recorte temporal adotado para os cálculos do ISH foi o ano de 2017 e as projeções para o ano de 2035. Na Figura 3 é possível visualizar o ISH em âmbito nacional.

**Figura 3 - Índice de Segurança Hídrica do Brasil - 2035**



Fonte: PNSH (2019).

Nota-se, de modo geral, que a região nordeste é representada por uma predominância de grau de segurança hídrica baixo e mínimo. Por outro lado, em maior parte da região norte, e parte do centro-oeste sobressaem graus alto e máximo. Em uma primeira análise, essa classificação, apesar de ser resultado da combinação de diversas variáveis, na escala apresentada no mapa, está associada ao padrão do regime de chuvas e ao quantitativo populacional observado nessas regiões.

A priori, isso possibilita estabelecer a seguinte relação: quanto menor a população e maior disponibilidade de água, maior será a segurança hídrica. Contudo, as especificidades contidas em escala de maior detalhe e demais variáveis que compõem o índice revelam que existem outras relações possíveis.

### 3.5 A abordagem e a metodologia nas publicações científicas sobre Segurança Hídrica

A noção de segurança hídrica que perpassa a maior parte dos trabalhos e se reflete, principalmente, no enfoque dado às pesquisas e nas variáveis e indicadores empregados traduzem uma abordagem que supera a visão dualista quantidade-qualidade da água. Assim como já observado por Cook; Baker (2012), existe um empenho em incorporar uma visão holística para a questão da água, e ultrapassar o paradigma que dominou o século XX (MAGALHÃES JÚNIOR, 2007).

Nos trabalhos analisados identificou-se três focos distintos de segurança hídrica. Ressalta-se que, embora diferentes, não representam contraposições entre um e outro, mas, uma perspectiva mais sistêmica e complexa em relação a outra. Alguns trabalhos evidenciam a transição de uma visão mais restrita a respeito da questão da água, com ênfase na quantidade e qualidade, para uma concepção que pretende dar conta das complexas relações ecológicas, socioculturais, econômicas e políticas, em outros.

Os focos encontrados foram classificados da seguinte forma: quantitativa e/ou qualitativa; institucional, político e de governança; e, social, cultural e de gênero.

1. *Quantitativa e/ou qualitativa* - esse enfoque está muito relacionado ao padrão que predominou em trabalhos sobre a questão da água no século XX, em que esses se limitavam a quantificar os fluxos de água, principalmente, o pluviométrico e fluviométrico e a qualificar a água ao analisar parâmetros físicos, químicos e biológicos, comparando-os com os limites estabelecidos por órgãos reguladores para cada tipo de uso da água. Na perspectiva da SH é notório que essa noção ainda vigora em parte dos estudos que tomam esse conceito como referência. Parte disso se deve ao fato de que as pesquisas relacionadas à água são embasadas pelo paradigma que vigorou no último século; como também pela ideia central da importância de garantir água em quantidade e qualidade suficientes para atender as atividades humanas.
2. *Institucional, político e de governança* - o prisma relacionado aos fatores institucionais constitui-se de um espectro amplo que, aborda desde aspectos ligados à gestão da infraestrutura de redes de abastecimento de

água, passando por governança da água, até os conflitos pela água entre os atores envolvidos. As distintas compreensões sobre as interferências e relações desses fatores apontam para um cenário cada vez mais complexo para o entendimento da SH, tendo em vista que, tais elementos nem sempre são quantificáveis.

3. *Social, cultural e de gênero* – as questões sociais, culturais e de gênero demonstram que a SH vai além da garantia de água em quantidade e qualidade para as pessoas, pois, essa noção parte do pressuposto que todos possuem as mesmas condições de acesso aos recursos. Situação essa desconstruída quando essas questões são incorporadas para investigar, analisar e entender a SH.

Cabe ressaltar que o foco identificado nessas pesquisas e aqui categorizados representam uma amostra da produção sobre SH, mas possibilitam perceber as nuances da problemática que tem sido pautada. Também se salienta que os trabalhos podem sobrepor com uma categoria ou outra, no entanto, uma se sobressai em relação às demais e assim é enquadrada tendo um foco dentre os três.

As três categorias elencadas não negam uma a outra, sua leitura nos leva a interpretar que há um agrupamento de elementos ao passo que à categoria um vão se aglutinando mais elementos até culminar na última categoria. Isso pode estar ligado à necessidade de entender e explicar a diversidade de componentes existentes na esfera do que se entende por SH.

A tendência que se observa é que a leitura acerca da temática da água exige cada vez mais um olhar sistêmico e integrado e que as pesquisas começam a seguir nessa direção. A distribuição das publicações em cada categoria também sugere para esse movimento, tendo em vista que, dos 29 artigos, 20 foram classificados como pertencentes à categoria um, cinco à categoria dois e quatro à categoria três (Quadro 5). Isso demonstra e reforça o caráter transitório e em construção das concepções acerca da SH.

**Quadro 5 – O foco da Segurança Hídrica nos artigos analisados**

Foco da Segurança Hídrica	Fontes
Quantitativa e/ou Qualitativa	Ren et al. (2019); Veetil; Mishra (2020); Vieira et al. (2020) Saraswat (2019) D’Ambrosio et al. (2020) Snider; McBean (2020) Chawla et al. (2020) Dubey et al. (2020) Zhang et al. (2019) Ghosh et al. (2019) Kaur et al. (2019) Naderi (2020) Woyessa (2019) Su et al. (2019) Zhang et a. (2019) Yao et al. (2020) Shao et al. (2020) Wang et al. (2020) Mohammadpour et al. (2019) Hameed et al. (2019)
Fatores institucionais/gestão	Chiluwe; Claassen (2020); Zhu; Chang (2020) Jabari et al. (2020) Jabari et al. (2019) Su et al. (2020)
Questões sociais, culturais e de gênero	Turley; Caretta (2020) Huq et al. (2020) Mukherjee et al. (2020) Aboelnga et al. (2019)

Fonte: Organizado pela autora.

Limitar as análises apenas ao aspecto quantitativo e qualitativo da água e entender que isso garanta a SH é simplificar a própria noção de SH. Significa apontar para uma estagnação do tema, sobretudo, ao ignorar outros componentes que indicam se, por exemplo, algum grupo, comunidade ou parte da sociedade não tenha acesso a água em função de classe social, etnia, gênero ou localização geográfica. Não obstante, negar a necessidade de quantificar e qualificar a água retira da análise sobre SH subsídios relevantes para compreender se há ou não água suficiente e em qualidade. Acredita-se que, por essa razão, embora outros elementos sejam considerados na análise, esses ainda constituem uma base para os estudos de SH.

Sobre as abordagens, as mudanças climáticas trazem para os estudos sobre a água um contexto de incertezas que exige uma análise dos riscos associados aos eventos extremos causados por essas, bem como os riscos associados à falta de água para os seres humanos, as atividades produtivas e os ecossistemas. Nessa perspectiva, grande parte dos

estudos abordam essa concepção, seja ao realizar uma análise de risco, seja ao incorporar dados climáticos e demanda hídrica para a composição de cenários futuros, como também acrescentando os já observados efeitos de eventos extremos.

Considerando os elementos de quantidade e qualidade de água, num cenário de riscos e incertezas diante das mudanças climáticas, os estudos que pensam a segurança a partir do sistema água-energia-alimento representaram dois trabalhos. Esse quantitativo pode estar ligado ao fato de que o pensamento sistêmico tem sido incorporado gradativamente às produções, como também à multiplicidade de conexões e relações a serem observadas quando se propõe investigar três subsistemas, cada um com suas especificidades para compor um único sistema.

Ainda, no movimento de identificação das abordagens, os trabalhos voltados a compreender a SH a partir da articulação institucional e de gestão dos recursos hídricos são representados por cinco estudos, sendo dois do mesmo autor. O número reduzido desses pode ser reflexo da interpretação dos conceitos, uma vez que, a maioria desses não explicita o papel institucional na garantia da SH.

As questões sociais, culturais e de gênero, tal como os fatores institucionais e de gestão não são comumente empregados na conceituação de SH. Apresentam-se como resultado de uma compreensão crítica da problemática da água diante das desigualdades e disparidades impostas no mundo e como a insegurança hídrica e os riscos associados podem impactar em forma e graus distintos os diferentes segmentos da sociedade. Diante disso, avaliar a SH de forma pragmática por meio da quantificação e previsão de cenários e ao mesmo tempo apresentar uma perspectiva crítica pode justificar o reduzido número de publicações com essas características, tendo sido identificado quatro.

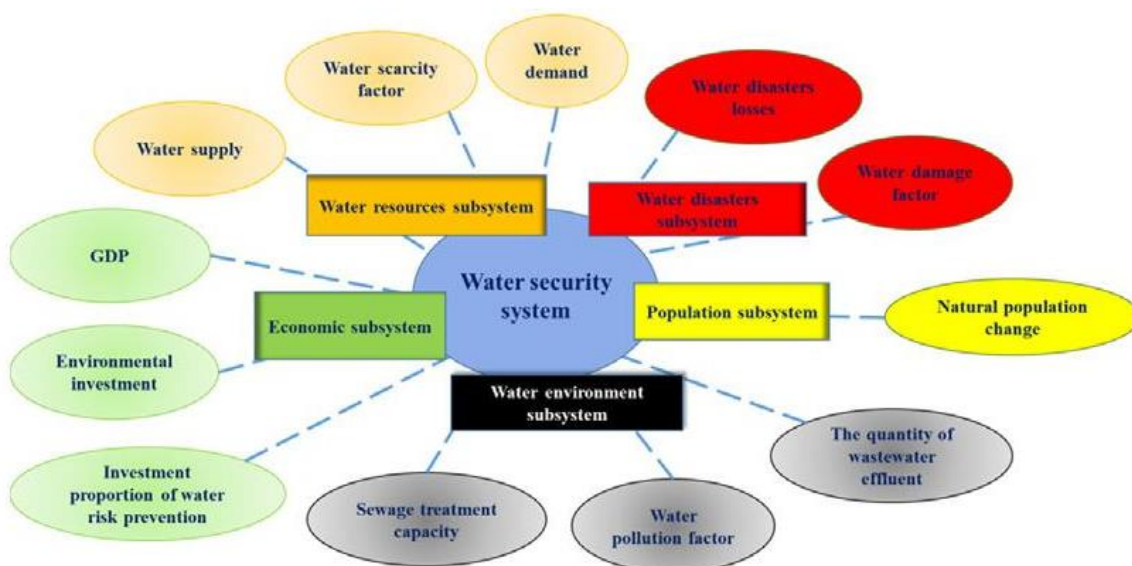
Observa-se uma variedade de procedimentos metodológicos que incorporam distintas variáveis nas análises. Ainda assim é possível identificar semelhanças, padrões e similaridades, como também a convergência entre os pressupostos e as ferramentas metodológicas.

Para avaliar a SH, Vieira et al. (2020), cujo estudo foi classificado com foco da SH para *quantidade e/ou qualidade*, basearam a noção de SH de forma restrita à qualidade das águas subterrâneas e avaliaram amostras de água do lençol freático de uma área rural, considerando períodos de estação seca e da estação chuvosa, dos parâmetros: temperatura

da água, turbidez, pH, total de sólidos dissolvidos, potencial ox-redox e condutividade elétrica e metais pesados. Apesar dos autores considerarem as ideias básicas do conceito de SH, se limitaram a focar em um único componente dessa noção, fato esse que limita a potencialidade do conceito.

Su et al. (2019), com enfoque na *quantidade e qualidade da água* elaboram um índice de SH composto por sub índices e utilizaram um modelo de Sistema Dinâmico para realizar estimativas e projetar quatro cenários futuros para um país. A Figura 4 mostra a composição do modelo de Sistema Dinâmico do índice de SH.

**Figura 4 - Sistema de Segurança Hídrica no Modelo de Sistema Dinâmico**



Fonte: SU et al. (2019).

Os subsistemas que compõem o sistema de segurança hídrica são: subsistema de recursos hídricos; subsistema de desastres hídricos; subsistema econômico; subsistema de população; e, subsistema de ambiente aquático, cada um com seus respectivos indicadores.

Ao comparar os artigos de um foco mais restrito para um mais amplo percebemos que os indicadores possuem um maior grau de agregação. Para o último caso, tendem a ser usados vários sub índices para a composição de um índice geral. Isso requer uma correlação de muitos dados e indicadores na tentativa de apreender a maior quantidade de

aspectos da realidade e da compreensão do que seja SH. Além disso, esses indicadores funcionam como presságios do que está por vir, uma vez que, consideram as possíveis mudanças nos estoques internos do sistema ao longo do tempo (SICHE et al. 2007).

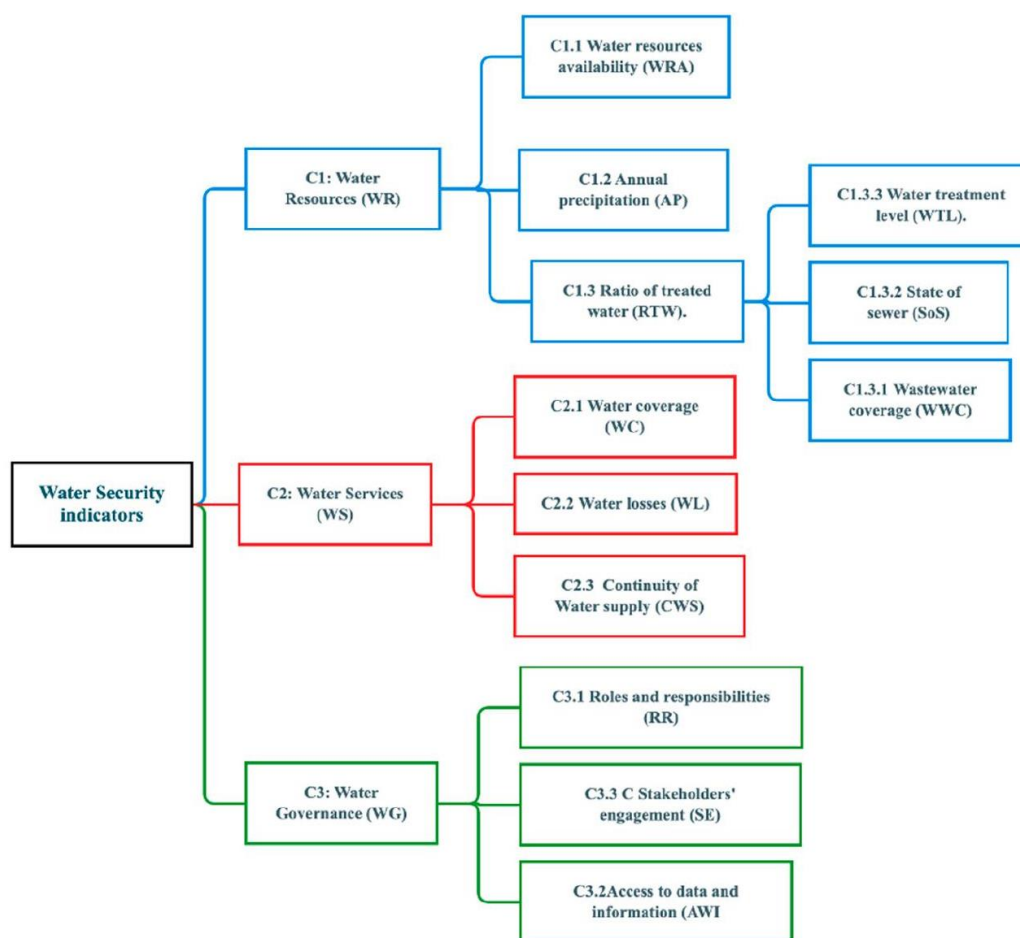
Mohammadpour et al. (2019), a partir de uma abordagem do sistema *água-energia-alimento*, elaboram sub índices para cada componente desse sistema, aplicado para três países da América do Sul: Equador, Peru e Bolívia, com o intuito de analisar a interconexão entre esses recursos. Na perspectiva da segurança procuraram quantificar os componentes desse sistema de forma alinhada aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS, considerando as mudanças climáticas e seus impactos nesses três recursos. A definição da segurança hídrica, energética e alimentar é o acesso a água limpa e saneamento, acesso a serviços de energia limpa, confiável e acessível, e disponibilidade e acesso a alimentos seguros e nutritivos de forma suficiente. Nessa perspectiva a SH é um componente interconectado e interdependente ao de energia e de alimento e sua compreensão é realizada a partir, principalmente, da quantificação da água e da população. A base para composição dos sub índices de alimento, energia e água são os indicadores de disponibilidade e acessibilidade e seus respectivos medidores.

Ao se articular o sistema *água-energia-alimento*, reconhece-se os elementos essenciais para o desenvolvimento das sociedades e da sobrevivência humana. Contudo, a água se configura numa centralidade, uma vez que, sem essa, os outros componentes do sistema ficam comprometidos, já; o contrário, não necessariamente ocorre. Outros problemas dessa abordagem podem ser elencados, o primeiro reside na essência do próprio subsistema identificado – água, energia ou alimento - que, ao considerarmos as etapas do processo de produção/captação de cada componente, concluímos que são distintas e de difícil comparação; ademais, pode haver a sobreposição ou uma lacuna de indicadores, tendo em vista que, para produzir alimento e energia também se utiliza água e essa para ser distribuída necessita de energia. Percebemos, então, uma análise que pretende ser sistêmica, mas pode se tornar insuficiente e conduzir a erros de leitura.

Na categoria *fatores institucionais e gestão*, Jabari et al. (2020) determinaram uma pontuação de risco para cada indicador usando, além dos dados coletados, e do uso da técnica *Delphi*. Os autores estipularam, também, uma pontuação global para segurança hídrica e um índice de segurança hídrica a partir de uma matriz de avaliação de risco.

Os indicadores de SH abrangem três campos: recursos hídricos (C1); serviços de água (C2) e governança da água (C3). Cada um se desdobra em três indicadores. No C1: recursos hídricos que, vê-se mais três indicadores, e o último C1.3 se desdobra em outros três. Chama a atenção o fato desse parecer estar mais ligado à categoria de serviços de água do que a de recursos hídricos (Figura 5)

**Figura 5 - Conjunto de indicadores utilizados no estudo**



Fonte: JABARI et al. (2020).

A matriz de risco é baseada na probabilidade de ocorrência, nível de impacto e gravidade e, assim, determinar a pontuação de SH. Feito isso, estabelece-se os níveis de risco em baixo, médio, alto e extremo, alinhado ao índice de segurança hídrica, 4,3,2,1, respectivamente e o nível de segurança hídrica em bom, desafiador, pobre e alarmante.

Nesse caso, a noção de risco e as ferramentas para estabelecer seus níveis estão na base para a compreensão da SH, fazendo uma análise do que está em risco e em que

patamar. Essa avaliação possibilita estipular os limites aceitáveis para cada sistema e subsistemas e emitir sinais de alerta, o que permite destinar atenção para uma ou outra situação num determinado momento.

No campo institucional, representado pelo campo de governança da água, os indicadores: papel e responsabilidade, acesso à informação sobre a água e envolvimento das partes interessadas foram selecionados pelos autores que relatam a dificuldade em obter dados e informações referentes a esses aspectos e recorreram à opinião do grupo de especialistas que compuseram a pesquisa para determinar de forma qualitativa esse indicador e conseqüentemente a pontuação de risco.

Jabari et al. (2020), ainda relatam que a dificuldade em se obter informação sobre governança da água ocorre em razão da fragmentação dos dados e até mesmo entraves burocráticos na obtenção de documentos. Outra dificuldade metodológica reside no próprio tipo de informação, de caráter qualitativo e que depois precisa ser transformada em um número por meio de um índice. Contudo, Van Bellen (2006) alerta para a limitação de indicadores de base apenas quantitativa. Sendo assim, dados qualitativos são de extrema importância na composição de indicadores, mas, essa inclusão provoca uma situação que se torna mais inevitável – a subjetividade do pesquisador na escolha e análise dessas informações.

Na categoria *questões sociais, culturais e de gênero* percebe-se a utilização de abordagens e ferramentas metodológicas diferentes das demais categorias, a começar pela escala de análise, as informações e a forma como são coletadas. Huq et al. (2020), por exemplo, realizam um estudo de caso do tipo exploratório em uma favela de uma cidade na Índia, por meio da análise de registros de arquivos; questionário estruturado com questões relacionadas ao uso da tecnologia móvel para utilização de um aplicativo que objetiva melhorar a água, saneamento e higiene. Os indicadores utilizados são: extensão e número de ligações de água; tipo de sistema sanitário melhorado ou não; existência de latrina; anos de vida ajustados por idades para doenças diarreicas. Dentre os sub índices utilizados, elencamos os dispostos na Tabela 1.

**Tabela 1 – Critérios para o subíndice de abastecimento de água, saneamento e higiene**

Valor do sub-índice	Critérios para o abastecimento de água	Critérios para o saneamento	DALY <sup>18</sup>
5	90% das pessoas com acesso a água encanada	90% das pessoas com acesso a saneamento	< 100
4	80-89% das pessoas com acesso a água encanada	80-89% das pessoas com acesso a saneamento	100–199
3	70-79% das pessoas com acesso a água encanada	70-79% das pessoas com acesso a saneamento	200–299
2	60-69% das pessoas com acesso a água encanada	60-69% das pessoas com acesso a saneamento	300-999
1	< 60% das pessoas com acesso a água encanada	< 60% das pessoas com acesso a saneamento	> 1000

Fonte: Huq et al. (2020)

O estudo evidencia, além da problemática situação econômica e social, as deletérias condições sanitárias das pessoas que vivem em favelas estão sujeitas, sem a infraestrutura básica necessária para o bem-estar e a saúde, condicionada a falta de acesso à água nas condições propostas nas noções de SH. Esse estudo olha para o sujeito que representa um grupo social e por isso precisa utilizar de outras ferramentas para fazer essa leitura.

As ideias e instrumentos desenvolvidos no contexto da sustentabilidade influenciam sobremaneira a forma como as ciências mensuram e avaliam sistemas ecológicos, principalmente, quando esses englobam aspectos sociais, ambientais, econômicos e culturais (SICHE et al. 2007), e ainda na escolha da abordagem, das variáveis, dos dados, das informações e do sistema de indicadores e índices elencados.

A principal ferramenta utilizada em grande parte dos trabalhos são os indicadores, compostos por dados e informações quantitativas e qualitativas, com predominância da primeira, utilizados, na maioria dos casos, para compor índices de segurança hídrica.

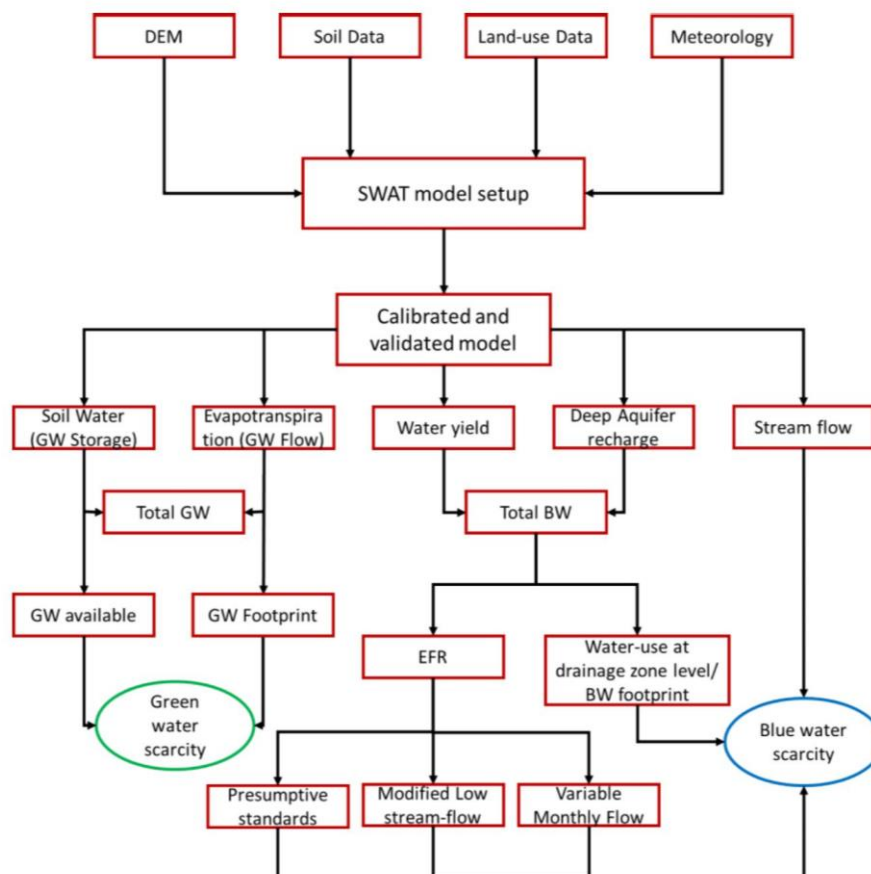
A Pegada Hídrica é identificada em alguns dos trabalhos investigados. Esses, por sua vez, utilizam os conceitos de água azul e água verde<sup>19</sup> para quantificar os fluxos de

<sup>18</sup> *Disability Adjusted Life Years* – DALY é um indicador de anos de vida perdidos ajustados por incapacidade. Mede-se, simultaneamente, o efeito da mortalidade e dos problemas de saúde que afetam a qualidade de vida dos indivíduos (GADELHA et al. 1998)

<sup>19</sup> Água azul é a porção de água doce que flui em superfície por meio dos rios e em subsuperfície nos lençóis freáticos e que podem ser utilizadas diretamente; já, a água verde é a porção de água doce presente nas partículas de solo e nas plantas, estando assim disponíveis de forma indireta (NADERI, 2020).

água. Kaur et al. (2019) utilizam esse índice para avaliar a SH por meio da ferramenta *Soil and Water Assessment Tool* – SWAT que permite a contabilização dos fluxos de água verde e azul, de uma bacia hidrográfica no Canadá (Figura 6).

**Figura 6 - Estrutura da modelagem utilizando a ferramenta SWAT para avaliação da Segurança Hídrica**



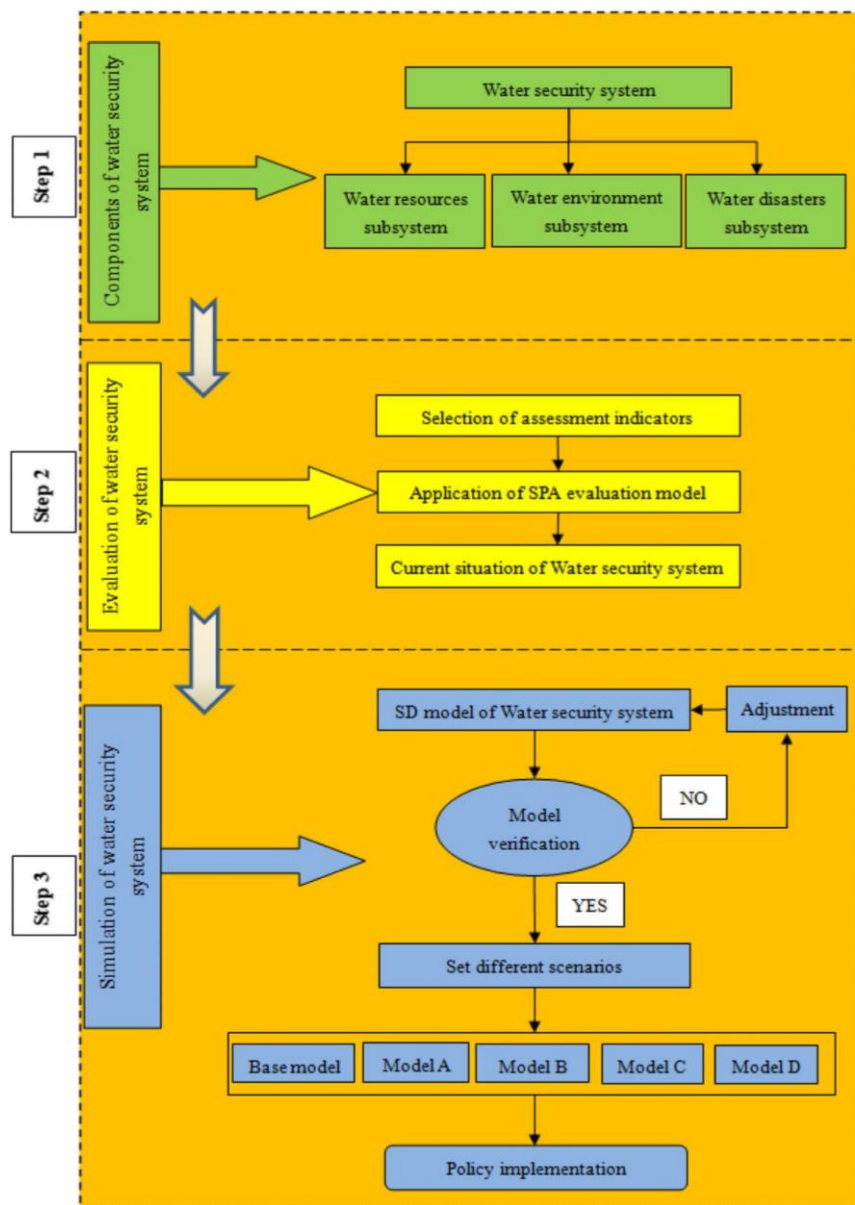
Fonte: Kaur et al. (2019).

Apesar dos autores entenderem a SH quanto a garantia de acesso a água em quantidade e qualidade suficientes, assegurando para as futuras gerações, objetivam analisa-la, exclusivamente, do ponto de vista quantitativo. Os dados do modelo digital de elevação; de solo; do uso da terra e, meteorológicos são inputs no modelo SWAT. O emprego dessa ferramenta também aparece nos trabalhos de Woyessa (2019); Dubey et al. (2020); já, Naderi (2020) e D’Ambrosio et al. (2020). Além de usarem o SWAT, Kaur et al. (2019) também recorrem ao conceito de pegada hídrica, assim como Veettil e Mishra (2020).

Outro instrumento bastante explorado são os modelos de previsão que visam projetar possíveis cenários de SH mediante as projeções dos dados e assim estabelecer se

determinada situação apresentará futuramente um contexto tendendo à segurança ou insegurança, a Figura 7 exemplifica a estrutura do modelo para aplicação.

Figura 7 - Visão geral da estrutura do modelo



Fonte: Su et al. (2019).

Em contraposição à larga utilização de cenários, Souza (2018) critica o processo de construção dos mesmos e afirma que

[...] construir cenários não significa (ou, pelo menos, não deveria significar), na verdade, tentar “prever” o futuro, em sentido forte, como se a história fosse passível de completa determinação ou, pelo menos, como se fosse razoável, em nome de um pretenso pragmatismo, ignorar a dimensão de contingência que sempre existe nos processos históricos. Construir cenários significa (ou deveria significar) apenas simular desdobramentos, sem a preocupação de

quantificar probabilidades e sem se restringir a identificar um único desdobramento esperado, tido como a tendência mais plausível (SOUZA, 2018, p. 48).

As incertezas que envolvem as mudanças climáticas e outros elementos de difícil quantificação, principalmente os relacionados às dinâmicas sociais reforçam a fragilidade dos prognósticos que, geralmente, são elaborados com as características expostas por Souza (2018). Mais importante que mensurar cenários futuros de quantidade de água para ‘x’ habitantes é criar mecanismos para que essa conta seja equilibrada.

O sistema de indicadores PEIR também figura entre alguns artigos revisados. Nessa direção, Mukherjee et al. (2020) avaliam a SH de pessoas socialmente excluídas em Calcutá, na Índia, a partir do modelo conceitual pressão (disponibilidade e acessibilidade), estado (qualidade da água), e impacto (riscos e perigos relacionados a água). Há um esforço em incluir na compreensão da SH a relevância de fatores relacionados à gênero e religião em áreas carentes levando em conta elementos físicos e sociais que determinam as condições de fornecimento de água, saneamento e serviços de higiene, congregando dados físicos e sociais a partir de dados do censo, imagens de satélites e entrevistas com famílias e grupos GLBTQI. Os resultados dessa pesquisa apontam para uma relação entre classe social, gênero e a disponibilidade e acesso ao saneamento, em que, os pertencentes às mais altas classes sociais, na Índia, conhecido como castas, mais acesso às melhores condições de saneamento, como também pessoas cis possuem mais acesso ao saneamento que pessoas transgênero.

No Quadro 6 a seguir estão agrupados os principais estudos analisados nesse texto e algumas características dos mesmos.

**Quadro 6 – Síntese dos principais estudos analisados, respectivos autores, título, abordagem, escala, metodologia e indicadores**

<b>Autores</b>	<b>Título</b>	<b>Abordagem</b>	<b>Escala</b>	<b>Metodologia</b>	<b>Indicadores/Variáveis</b>
ANA (2019)	Plano Nacional de Segurança Hídrica - PNSH	Quantitativa e/ou Qualitativa	Nacional	Baseado no conceito de Segurança Hídrica da ONU, definem 4 dimensões: humana, econômica, ecossistêmica e resiliência. Cada dimensão possui 1 ou mais indicadores e esses, por sua vez, têm variáveis multiescalares. Desenvolvem um Índice de Segurança Hídrica geral e para cada uma das dimensões a nível nacional por bacia.	<i>Dimensão Humana:</i> Garantia de água para abastecimento humano <i>Dimensão Econômica:</i> Garantia de água para irrigação e pecuária; Garantia de água para atividade industrial <i>Dimensão Ecossistêmica:</i> Quantidade de água adequada para usos naturais; Qualidade de água adequada para usos naturais; Segurança das barragens de rejeito de mineração <i>Dimensão Resiliência:</i> Reservação artificial Reservação natural Potencial de armazenamento subterrâneo Variabilidade pluviométrica
SU et al. (2019)	Integrated assessment and scenarios simulation of water security system in Japan	Quantitativa e/ou Qualitativa	Nacional	Analisa a SH enquanto um sistema composto de 3 subsistemas: recursos hídricos, ambiente hídrico e desastres hídricos	<i>Subsistema recursos hídricos:</i> população, retirada de água e disponibilidade de água; <i>Subsistema meio ambiente hídrico:</i> dados de qualidade de água. <i>Subsistema desastres hídricos:</i> precipitação anual, área erodida, frequência de inundação; disponibilidade de água per capita; PIB per capita; número de departamentos de água e densidade populacional
JABARI et al. (2020)	Assessment of the Urban Water Security in a Severe Water Stress Area– Application to Palestinian Cities	Fatores Institucionais/Gestão	Municipal	Determinam uma pontuação de risco para cada indicador usando, além os dados coletados, a técnica Delphi - opinião dos especialistas; estipulam uma pontuação global para segurança hídrica e um índice de segurança hídrica a partir de uma matriz de avaliação de risco.	<i>Indicador de recursos hídricos:</i> disponibilidade, precipitação anual e proporção de água tratada, esse último se subdivide em: nível de tratamento de água, condições de esgoto e cobertura de águas residuais; <i>Indicador de serviços de água:</i> cobertura dos serviços de água, perdas de água e continuidade do abastecimento de água; e <i>Indicador de governança da água:</i> papel e responsabilidade, acesso à informação sobre a água e envolvimento das partes interessadas.

MUKHERJEE et al. (2020)	Assessment of Water Security in Socially Excluded Areas in Kolkata, India: An Approach Focusing on Water, Sanitation and Hygiene	Questões sociais, culturais e de gênero	Municipal	Utilizam dados físicos e sociais a partir de entrevistas com famílias e grupos GLBTQI, dados do Censo e imagens de satélite. Aplicam o modelo conceitual pressão (disponibilidade e acessibilidade), estado (qualidade da água), e impacto (riscos e perigos relacionados a água). Cruzam os dados de saneamento e higiene com os dados dos grupos sociais.	Fonte de abastecimento de água; presença de banheiro na casa; castas; grupos étnicos; religião; gênero; nível de educação; ocupação (trabalho).
-------------------------	--	---	-----------	---	---

Fonte: Elaboração da autora.

Quanto à escala espacial, esta variou desde a microescala até a macroescala. Foram identificados estudos que focaram a infraestrutura de distribuição de água (SNIDER; MCBEAN, 2020), portanto, uma escala micro; e outros que variaram entre o local (HUQ et al., 2020), (TURLEY; CARETTA, 2020); zona rural (VIEIRA et al., 2020); áreas urbanas e periurbana (ABOELNGA et al., 2019); município (ZHU; CHANG, 2020), (JABARI et al., 2020), (SARASWAT, 2019); regional (YAO et al., 2020), (SHAO et al., 2020), (ZHANG et al., 2019); e bacia hidrográfica (CHILUWE; CLAASSEN, 2020), (VEETIL; MISHRA, 2020), (KAUR et al., 2019), (NADERI, 2020), (WOYESSA, 2019), (D'AMBROSIO et al., 2020).

Vorosmarty et al. (2010), por exemplo, avaliam a segurança hídrica global a partir de uma estrutura espacial que quantifica estressores sobre a segurança hídrica e concluem que 80% da população mundial está exposta a altos níveis de ameaça.

Em escala nacional, Su et al. (2019) realizam simulação de cenários para examinar a segurança hídrica no Japão. Zhang et al. (2019) realizam a análise de segurança hídrica a partir da metodologia: forças motrizes-pressões-capacidade de suporte-estado-impactos-resposta para uma região da China.

Veettil e Mishra (2020) utilizam os conceitos de água azul e água verde para avaliar a segurança hídrica de 18 bacias hidrográficas que cobrem toda a área dos Estados Unidos.

Aboelnga et al. (2019) propõem uma abordagem sistemática de segurança hídrica para ser aplicado em área urbana e periurbana. Esse sistema se limita ao tamanho físico dessas áreas, por um lado, o que corresponde a escala espacial de análise, por um lado, a escala temporal é definida por aquela que possibilita representar a dinamicidade da cidade sob a perspectiva da segurança hídrica.

É possível perceber, portanto, que ao se falar de SH faz-se necessário certificar-se quais são os pressupostos suas abordagens e escalas.

### 3.6 Considerações Finais

Os estudos investigados revelaram o emprego de distintas abordagens e escalas. Verificou-se a relação intrínseca entre ambas e o conceito de SH abordado por cada autor. Percebeu-se que os trabalhos focam mais em avaliar e analisar a segurança hídrica de forma aplicada em vez de discuti-la em profundidade do ponto de vista teórico-epistemológico. Dessa maneira, a maioria das pesquisas utilizou indicadores e índices para mensurar a segurança, o que demonstra a prevalência da ciência positivada, buscando ferramentas e formas de quantificar a realidade. Além disso, muitos trabalhos se propõem a fazer projeções para o futuro, mesmo que vivenciamos cenários cada vez mais incertos, buscam selecionar variáveis capazes de alertar para possíveis situações ou riscos eminentes.

A maioria dos trabalhos entende a segurança hídrica a partir da matriz quantidade e qualidade da água, incluindo o ISH desenvolvido pela ANA; por outro lado, outros, mesmo em menor proporção, incorporam elementos da gestão da água e aspectos sociais para compreendê-la.

Dessa forma, entendemos que as pesquisas voltadas a discutir e analisar a SH ainda carecem de aprofundamento teórico-epistemológico, o que, conseqüentemente implicaria no desenvolvimento de metodologias que consigam realizar uma leitura complexa da realidade.

#### **4. ESCALAS E ABORDAGENS PARA A REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA**

## 4.1 Introdução

A segurança hídrica é compreendida como os níveis aceitáveis de risco para humanos e ecossistemas somado à disponibilidade e acesso à água em quantidade e qualidade suficientes para a saúde, subsistência, produção e manutenção dos ecossistemas (COOK e BAKKER, 2012). Cook e Bakker (2012), consideram que o principal desafio relacionado à leitura que se faz da segurança hídrica perpassa pela operacionalização desse conceito, portanto, pelas diferentes metodologias que se apresentam; dado a diversidade de variáveis possíveis e, pela definição da escala adequada e compatível para a análise. Sobre as possibilidades de leitura da segurança hídrica, Cook e Bakker (2012) identificaram em revisão bibliográfica sistemática sobre o tema, escalas que vão desde um nível nacional até local. As autoras ressaltam que, a investigação da segurança hídrica em escala nacional pode mascarar situações que só são percebidas em maior nível de detalhamento. Cook e Bakker (2012) ainda salientam que, mais importante que a escala é uma análise que permita a identificação e avaliação de questões problemáticas específicas. Nesse sentido, sugerem a alternância entre análises mais amplas e mais específicas. Entende-se, dessa forma, que uma análise multiescalar deve orientar as pesquisas voltadas às leituras de segurança hídrica.

Na revisão sistemática da literatura envolvendo o período de 2019-2020 no Portal de Periódicos da Capes, apresentado no Capítulo 2, viu-se que as abordagens e metodologias, incluindo-se as escalas, são diversas.

Philippi Jr. et al. (2009) salientam a dificuldade que órgãos técnicos e Conselhos vinculados ao planejamento metropolitano enfrentam para emplacar estratégias de desenvolvimento regional. Entende-se que a relação entre os elementos que constituem a segurança hídrica no contexto metropolitano requer uma combinação de variáveis e informações em vários níveis escalares, pois, as Regiões Metropolitanas encontram-se em bacias hidrográficas que não coincidem com os limites político-administrativos, além disso, esses agrupamentos regionais mantêm autonomia administrativa, necessitando de outros níveis de intermediação interfederativa, a exemplo, de uma instância colegiada metropolitana sugerido pelo Estatuto das Metrôpoles (BRASIL, 2015). Assim, a governança dos recursos hídricos oscila entre entes municipais, estaduais e federal.

Em escala metropolitana, por exemplo, Santos (2016) realiza um debate sobre segurança hídrica na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), apresentando duas linhas de investigação, uma que contextualiza a segurança hídrica da RMRJ, cujo abastecimento público é feito a partir de um manancial em disputa; e outra, que analisa os desafios dos órgãos e instâncias ligadas à gestão da bacia hidrográfica do rio Guandu.

No caso da Região Metropolitana de Goiânia (RMG), essa foi criada pela Lei Complementar nº 27, de 30 de dezembro de 1999 que estabeleceu que os municípios que a integram compartilham os seguintes interesses: I - planejamento; II - política de habitação e meio-ambiente; III - desenvolvimento econômico; IV - promoção social; V - modernização institucional.

Porém, desde sua criação, à exceção de ações setoriais pontuais, como transporte e saneamento básico, a região não teve um Plano de gestão comum até a instituição do Estatuto da Metrópole. Na perspectiva de atendimento da Lei nº 13089 de 12 de janeiro de 2015 iniciou-se o Plano de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Goiânia (PDI-RMG). Porém, até início de 2022, o mesmo ainda encontrava-se não finalizado.

Diante dos aspectos apresentados sobre regiões metropolitanas e a definição de escalas e abordagens, este capítulo se propôs: apresentar a Região Metropolitana de Goiânia e as bacias hidrográficas de interesse metropolitano; a caracterizar os elementos físico-naturais, econômicos, sociais e infraestruturas de água e esgoto; e analisar os aspectos de governança da água em uma perspectiva multiescalar, a fim de identificar os aspectos mais relevantes para uma análise sobre a segurança hídrica na Região Metropolitana de Goiânia – RMG.

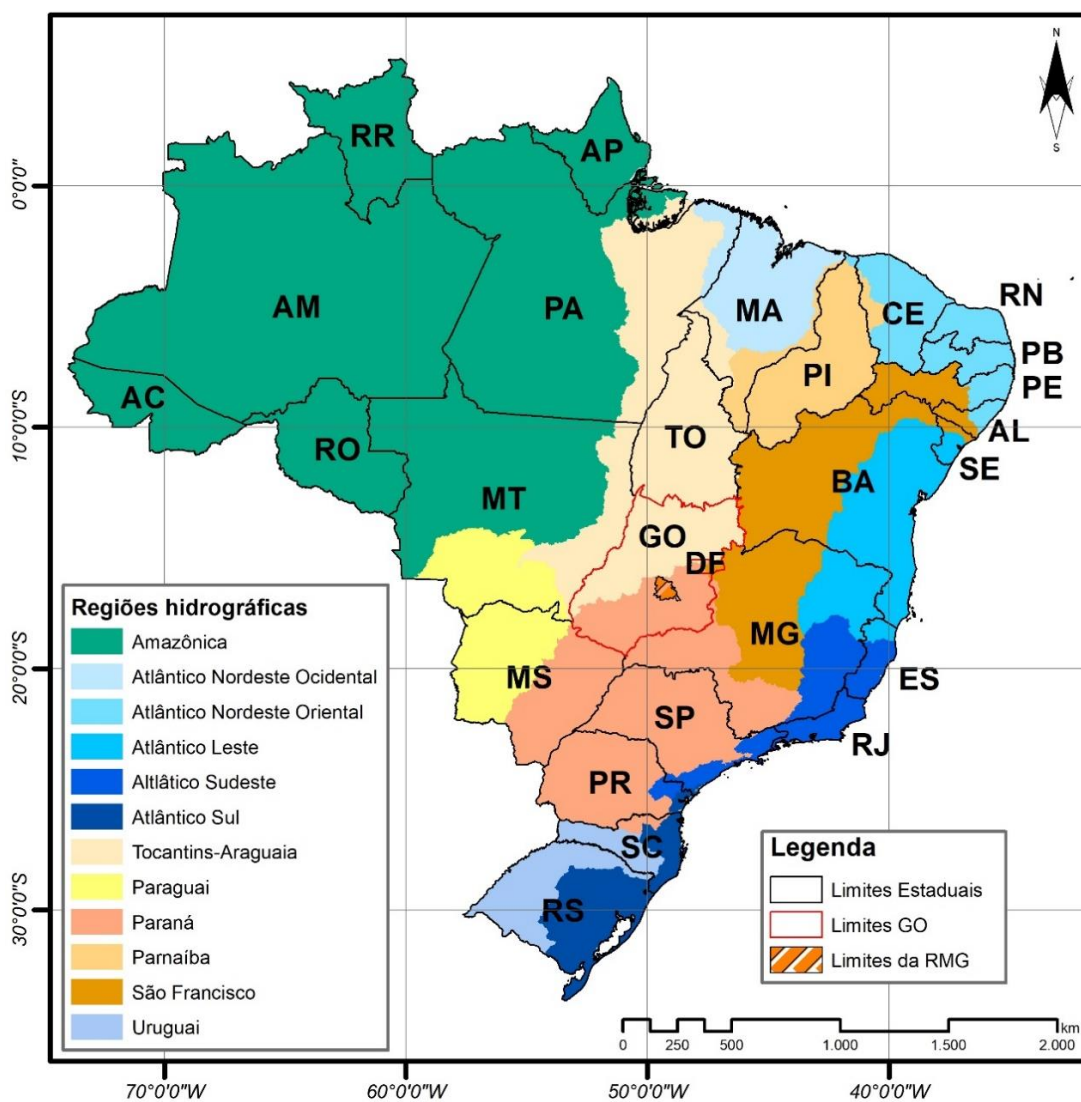
#### **4.2 Delineamento metodológico para a análise de SH na RMG**

Um primeiro desafio a ser superado para análise da segurança hídrica da RMG é a definição da escala espacial de investigação. Para esta aproximação foi considerado a inserção da região em “bacias hidrográficas de interesse metropolitano”. Entende-se por “bacias hidrográficas de interesse metropolitano” aquelas bacias hidrográficas que estão espacialmente sobrepostas, total ou parcialmente, aos limites da RMG. Considerando a

perspectiva multiescalar necessária para a análise da segurança hídrica, a análise partiu de uma escala mais abrangente para uma escala de detalhe do contexto metropolitano. As unidades espaciais mais abrangentes consultadas foram das regiões hidrográficas do Brasil e as Bacias Hidrográficas codificadas pelo método de Otto Pfafstetter em nível 1. Para este estudo foram consultadas as bases cartográficas disponível na base de dados da ANA.

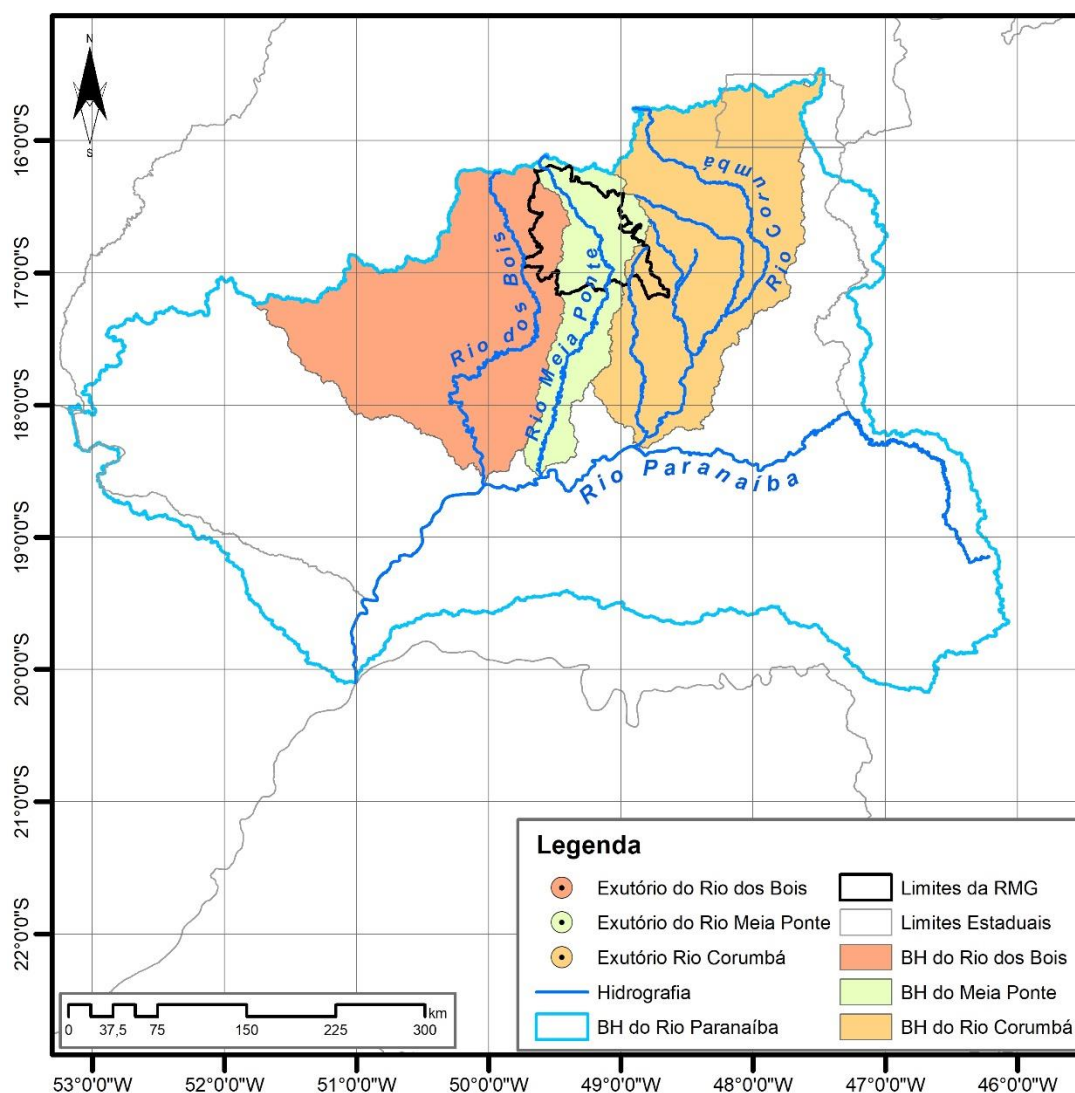
As Regiões Hidrográficas Brasileiras são apresentadas na Figura 8, na qual se denota a inserção da RMG na região hidrográfica do Paraná e as bacias de interesse metropolitano na Figura 9.

**Figura 8 - Regiões Hidrográficas Brasileiras**



Nota: Elaboração da autora. Fonte: ANA (2017)

**Figura 9 - Bacias de Interesse Metropolitano / Nível 1**



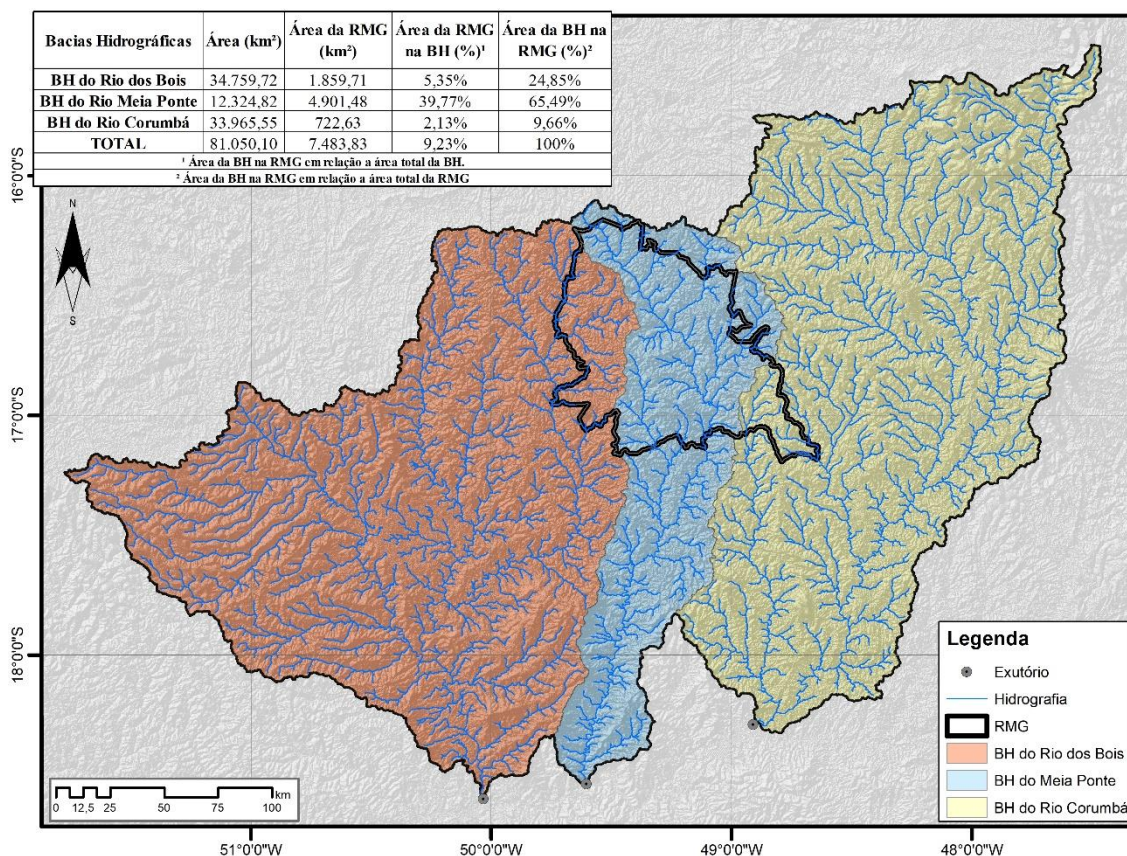
Nota: elaboração da autora. Fonte: ANA (2017)

Considerando esse primeiro nível de abordagem destaca-se a relação entre as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos - UPGRH do Rio do Bois, do Rio Meia Ponte e do Rio Corumbá em relação a RMG. Estas sub bacias, fazem parte da bacia do rio Paranaíba, que se encontra na região hidrológica do Paraná. O rio Paranaíba está na divisa dos Estados de Goiás, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais.

A UPGRH do Rio dos Bois possui 34.759,72 km<sup>2</sup> dos quais 1.859,71 km<sup>2</sup> (5,35%) estão em áreas sobrepostas a RMG. A UPGRH do Rio Meia Ponte possui 12.324,82 km<sup>2</sup> dos quais 4.901,48 km<sup>2</sup> (39,77%) estão em áreas sobrepostas a RMG. A UPGRH do Rio Corumbá possui 33.965,55 km<sup>2</sup> dos quais 722,63 km<sup>2</sup> (2,13%) estão em áreas sobrepostas a RMG. Em relação a área total da RMG destaca-se que 24,85% da sua área corresponde

a áreas de contribuição da UPGRH do Rio dos Bois; 65,49% corresponde a áreas de contribuição da UPGRH do Rio Meia Ponte e; 9,66% corresponde a áreas de contribuição da UPGRH do Rio Corumbá conforme pode ser identificado na Figura 10.

**Figura 10 - Detalhe das BH de interesse metropolitano / Nível 1**



Nota: elaboração da autora. Fonte: ANA (2017)

A noção de segurança hídrica adotada nesse estudo dialoga com Cook e Bakker (2012). Para aplicá-la à RMG, a escolha das variáveis baseou-se nos trabalhos que compreenderam a SH do ponto de vista amplo. No Quadro 7 são apresentadas as variáveis selecionadas para o contexto da RMG, a sua relação com a segurança hídrica e os autores que fundamentaram a escolha.

**Quadro 7 – Variáveis selecionadas para o estudo e a relação com a segurança hídrica**

Variável	Relação com a segurança hídrica	Autor
População	A dinâmica do crescimento populacional associada à outras variáveis indicam, por exemplo, a relação população x consumo de água.	ANA (2019); Aboelnga et al. (2019).
Renda	A renda da população assinala para possíveis condições de vulnerabilidade econômica e social que determinadas classes da sociedade vivem, o que implica nas condições de acesso ao saneamento básico.	Huq et al. (2020); Mukherjee et al. (2020)

Taxa água e esgoto	O abastecimento de água e esgoto inadequados pode ser resultante de condições de vulnerabilidade social ou de questões estruturais dos serviços de saneamento, ou até mesmo de equívocos nas políticas habitacionais. Independente da causa, reforça situações de vulnerabilidade, indicando a proporção da população em condições de insegurança hídrica.	Huq et al. (2020)
Mortalidade infantil	Altas taxas de mortalidade infantil se desdobram, dentre outras coisas, das condições de salubridade, do acesso aos serviços de saúde e saneamento.	Drachler et al. (2014); Barbosa et al. (2019)
Uso do solo	A análise do uso do solo permite traçar um perfil sócio-econômico regional, que por sua vez, influencia no maior ou menor consumo de água e no uso de insumos potencialmente poluentes e/ou contaminantes, a depender do tipo de produção. A transformação de áreas de vegetação natural em áreas antropizadas também podem revelar alterações na dinâmica dos fluxos de água.	Naderi (2020); Kaur et al. (2019);
Estrutura econômica	Complementa a análise do uso do solo, e, também, possibilita identificar desigualdades entre os municípios que compõem a região.	
Indicadores de água e esgoto	Os dados dos serviços de água e esgoto revelam desigualdades na oferta dos serviços entre os municípios. Ademais, o consumo de água <i>per capita</i> , aliado a outras variáveis indicam variações no consumo, permitindo inferir possíveis causas de redução ou aumento.	ANA (2019); Huq et al. (2020).
Precipitação e vazão	A relação precipitação x vazão dos rios indicam se essas variáveis são diretamente proporcionais, em caso negativo, relacioná-las com outras variáveis podem revelar outras questões que interfiram nessa correlação.	ANA (2019); Kaur et al. (2019); Naderi (2020).
Governança da água	Entendida como o que orienta os processos de gestão e tomada de decisão relacionada aos recursos hídricos, propicia caracterizar a relação entre os atores envolvidos nesses processos, a forma como a segurança hídrica é entendida e os mecanismos e instrumentos utilizados para garanti-la.	Jabari et al. (2020); Su et al. (2020).

Fonte: Organização da autora.

A partir destas escolhas preliminares, os dados foram organizados de acordo com sua disponibilidade, tanto do ponto de vista temporal, quanto espacial, privilegiando-se o recorte espacial mais detalhado e temporal mais atualizado, nessa ordem. Assim, os dados de população da RMG, por município, para o ano de 2019, foram obtidos através do site do IBGE.

Os dados de renda, 2010, foram levantados junto ao banco de dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. O IPEA divide as RMs em Unidades de Desenvolvimento Humano – UDHS<sup>20</sup>. Esse recorte foi escolhido no intuito de identificar as diferentes nuances dessa variável dentro de um mesmo município. Os dados que correspondem à estrutura econômica dos municípios para o ano de 2010 e 2018 foram extraídos do bando de dados do Instituto Mauro Borges - IMB.

<sup>20</sup> Unidades territoriais dentro de regiões metropolitanas, podendo compreender parte de um bairro, um bairro inteiro ou até mesmo um município de pequeno porte.

Os gráficos de precipitação e vazão foram compilados do diagnóstico do Plano da UPGRH do Rio Meia Ponte<sup>21</sup>. Os dados sobre água e esgoto para os anos de 2010 e 2019 dos municípios que compõem a RMG foram obtidos por meio do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. O mapa de uso e cobertura do solo foi elaborado a partir da base de dados do Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil – MapBiomas para o ano de 2020.

E as análises sobre a governança da água na RMG foram realizadas com base na revisão de literatura, leis, diagnósticos, planos e portarias que versam sobre a questão dos recursos hídricos.

### 4.3 Ambiente e Território da Região Metropolitana de Goiânia

#### 4.3.1. População

Em 2010 e 2019, o município de Goiânia, seguido por Aparecida de Goiânia, Trindade e Senador Canedo concentraram o maior número de habitantes da RMG. O menor número foi registrado em Santa Bárbara de Goiás (Tabela 2). A capital Goiânia concentrou 60% da população total da RMG em 2010 e 61% em 2019 e Aparecida de Goiânia 21% e 23%, respectivamente. A distribuição da população dos municípios da RMG no ano de 2019 pode ser visualizada na Figura 11.

**Tabela 2 – População dos municípios da RMG – 2010 e 2019**

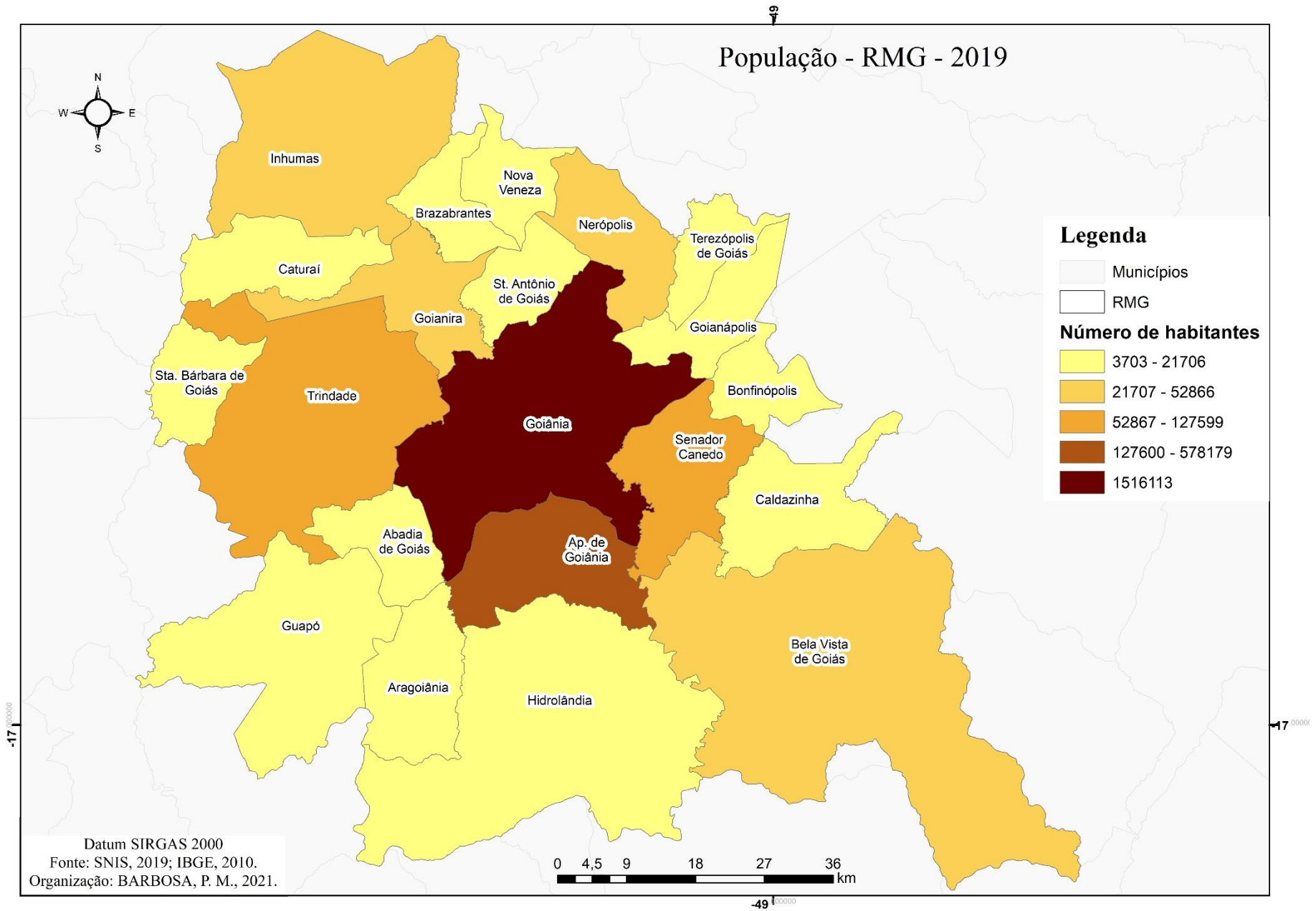
<b>Municípios</b>	<b>2010</b>	<b>2019</b>
<b>Abadia de Goiás</b>	6876	8773
<b>Aparecida de Goiânia</b>	455657	578179
<b>Aragoiânia</b>	8365	10308
<b>Bela Vista de Goiás</b>	24554	29975
<b>Bonfinópolis</b>	7536	9706
<b>Brazabrantes</b>	3232	3703
<b>Caldazinha</b>	3325	3804
<b>Caturai</b>	4686	5070

<sup>21</sup> [http://pbapgo.meioambiente.go.gov.br/?page\\_id=1689](http://pbapgo.meioambiente.go.gov.br/?page_id=1689)

<b>Goianópolis</b>	10695	11231
<b>Goiânia</b>	1302001	1516113
<b>Goianira</b>	34060	44289
<b>Guapó</b>	13976	14209
<b>Hidrolândia</b>	17398	21706
<b>Inhumas</b>	48246	52866
<b>Nerópolis</b>	24210	29850
<b>Nova Veneza</b>	8129	9853
<b>Santa Bárbara de Goiás</b>	2015	6560
<b>Santo Antônio de Goiás</b>	4703	6283
<b>Senador Canedo</b>	84443	115371
<b>Terezópolis de Goiás</b>	6561	8043
<b>Trindade</b>	104488	127599
<b>Total</b>	2175156	2485892

Fonte: IBGE, 2021.

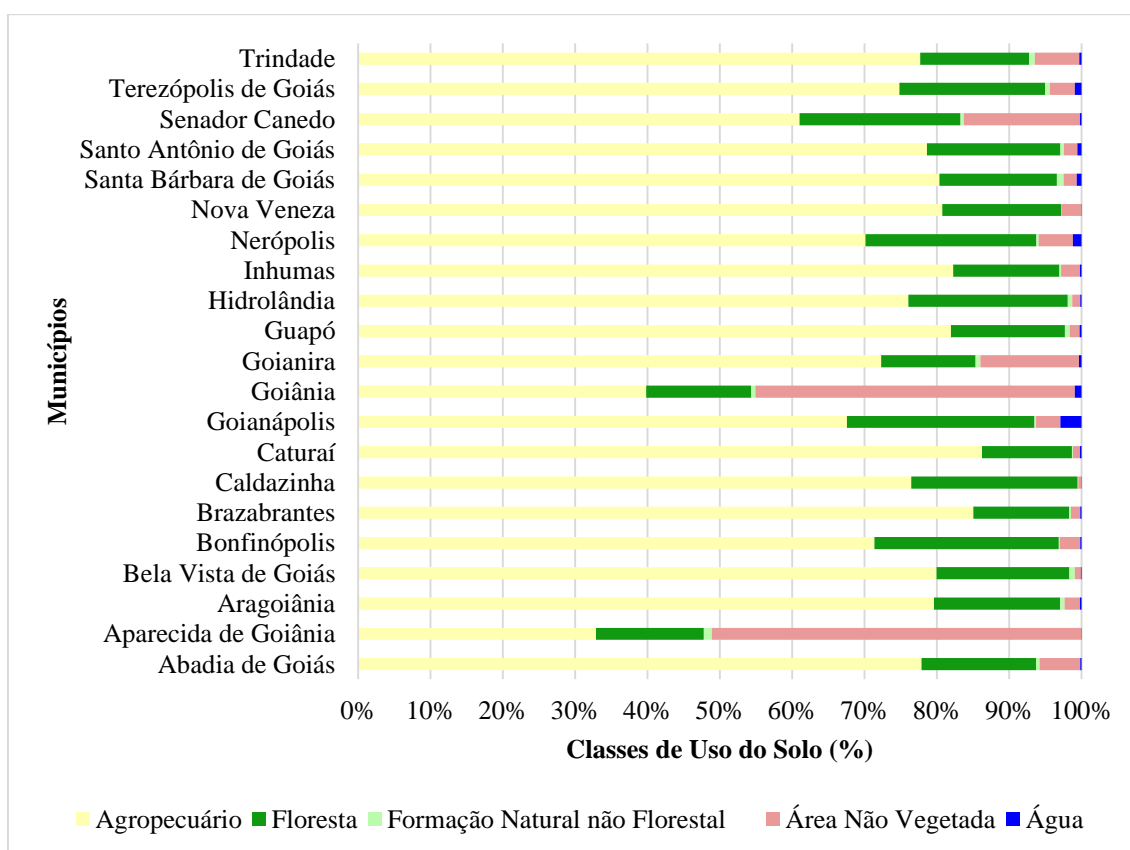
Figura 11 - Mapa da distribuição da população da RMG por Município - 2019



#### 4.3.2. Uso e ocupação do solo

Com base no MapBiomas, ano de 2020<sup>22</sup>, podemos identificar que o uso do solo na RMG é diverso, no entanto, observa-se o predomínio da agropecuária, que ocupa 72,38% da área total dessa região; 17,71% são ocupados por formação natural do tipo Floresta; Formação Natural não Florestal ocupa 0,57%; Corpos d'água 0,38% e Área não Vegetada, 8,96% (Figura 12 e Figura 13). Todos os municípios, com exceção de Aparecida de Goiânia e Goiânia tem o uso preponderante da agropecuária, nesses há predomínio de Área não Vegetada, representada, principalmente por área urbana.

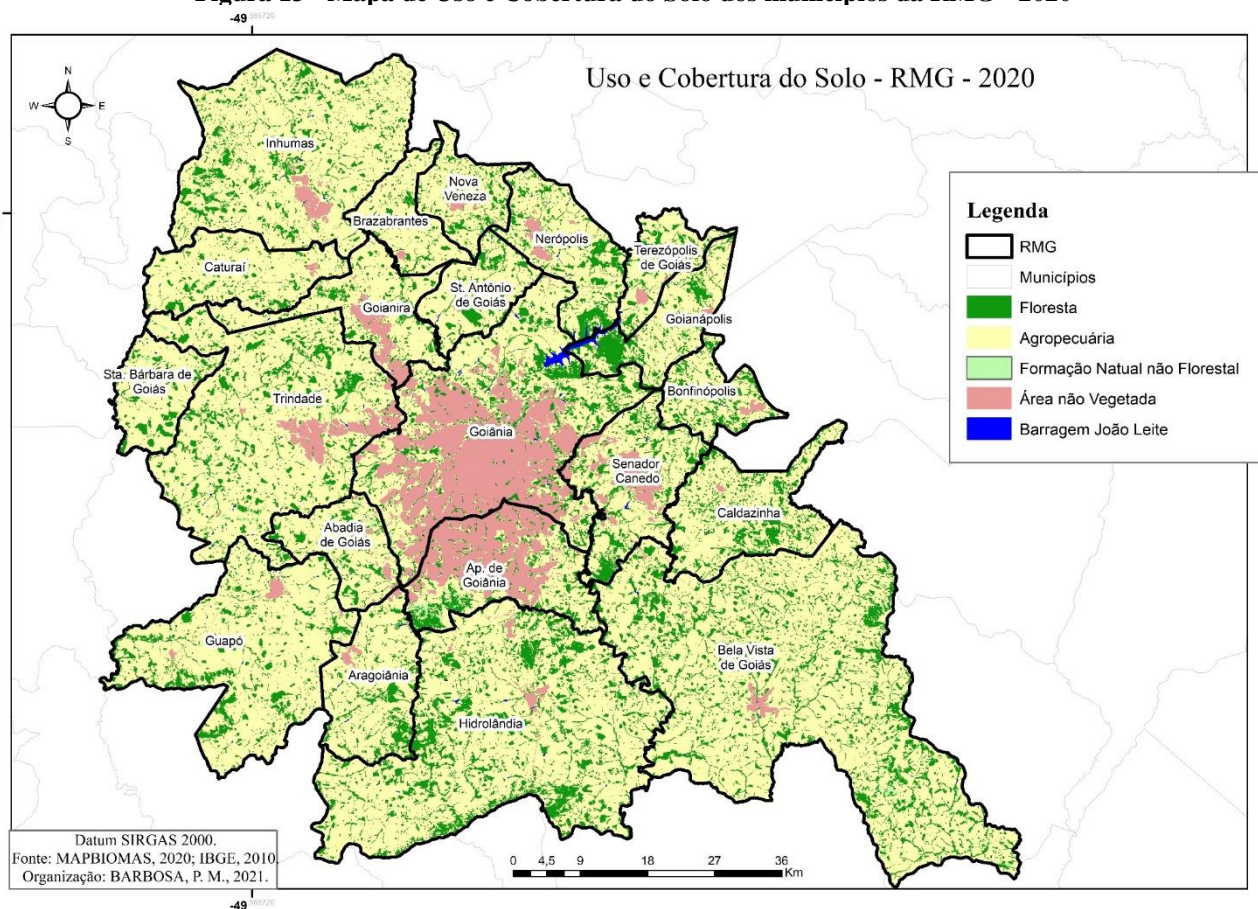
**Figura 12 - Gráfico do percentual das classes de uso e ocupação do solo da RMG - 2020**



Fonte: MAPBIOMAS, 2020. Organizado pela autora.

<sup>22</sup> Mosaicos de imagens de satélite com resolução espacial máxima de 30 m formado pela composição dos pixels representativos de cada conjunto de imagens.

**Figura 13 - Mapa de Uso e Cobertura do Solo dos municípios da RMG - 2020**



Fonte: MAPBIOMAS, 2020. Organizado pela autora.

Caturai é o município que apresenta maior proporção de Agropecuária em sua área, 86,25%. Goianápolis soma a maior proporção de vegetação nativa representada pelos usos Floresta e Formação Natural não Florestal – 26,19% e corpos d’água, 2,92%. Em Aparecida de Goiânia há predomínio de Área não Vegetada que corresponde à 51,05%.

No que diz respeito a parcela das diferentes classes de uso em relação à área total da RMG, destacam-se Bela Vista de Goiás, principalmente por ser o maior município em área, também possui a maior área de uso Agropecuário o que corresponde à 18,84% da área dessa classe de uso na RMG, Floresta (17,66%) e Formação Natural não Florestal (22,25%); e, Goiânia com Área não vegetada – 48,06% e Corpos d’água com 23,70% (Tabela 3).

Tabela 3 – Área em hectare e proporção das classes de uso do solo dos municípios em relação à área total da RMG - 2020

Município	Agropecuário	%	Floresta	%	Formação Natural		Área Não Vegetada	%	Água	%	Total	%
					Florestal	Florestal						
Abadia de Goiás	11467	2,12	2335	1,76	71	1,67	828	1,24	25	0,88	14726	1,97
Ap. de Goiânia	9160	1,69	4148	3,13	314	7,41	14219	21,21	13	0,46	27854	3,72
Aragoiânia	17407	3,21	3804	2,87	137	3,23	468	0,70	50	1,76	21866	2,92
Bela Vista de Goiás	102022	18,84	23403	17,66	943	22,25	1087	1,62	131	4,62	127586	17,05
Bonfinópolis	8810	1,63	3145	2,37	15	0,35	351	0,52	21	0,74	12342	1,65
Brazabrantes	10466	1,93	1627	1,23	34	0,80	156	0,23	25	0,88	12308	1,64
Caldazinha	19090	3,52	5741	4,33	22	0,52	101	0,15	17	0,60	24971	3,34
Caturai	17688	3,27	2547	1,92	25	0,59	201	0,30	47	1,66	20508	2,74
Goianópolis	11415	2,11	4387	3,31	39	0,92	568	0,85	493	17,39	16902	2,26
Goiânia	29011	5,36	10571	7,98	419	9,88	32211	48,06	672	23,70	72884	9,74
Goianira	15364	2,84	2774	2,09	139	3,28	2898	4,32	80	2,82	21255	2,84
Guapó	42385	7,83	8142	6,14	342	8,07	712	1,06	144	5,08	51725	6,91
Hidrolândia	72554	13,40	20981	15,83	590	13,92	1086	1,62	163	5,75	95374	12,75
Inhumas	50604	9,34	9032	6,81	139	3,28	1609	2,40	146	5,15	61530	8,22
Nerópolis	14318	2,64	4827	3,64	63	1,49	968	1,44	244	8,61	20420	2,73
Nova Veneza	9963	1,84	2031	1,53	4	0,09	332	0,50	7	0,25	12337	1,65
Sta.Bárbara de Goiás	11107	2,05	2246	1,69	129	3,04	249	0,37	94	3,32	13825	1,85
Sto Antônio de Goiás	10439	1,93	2450	1,85	64	1,51	250	0,37	76	2,68	13279	1,77
Senador Canedo	15143	2,80	5527	4,17	107	2,52	3996	5,96	54	1,90	24827	3,32
Terezópolis de Goiás	8001	1,48	2152	1,62	70	1,65	367	0,55	102	3,60	10692	1,43
Trindade	55189	10,19	10672	8,05	573	13,52	4367	6,52	231	8,15	71032	9,49
<b>Total</b>	541603	100	132542	100	4239	100	67024	100	2835	100	748243	100

Fonte: Elaboração da autora com base no MapBiomias (2020).

#### 4.3.3. Estrutura econômica

O Produto Interno Bruto – PIB representa a soma (em valores monetários) de todos os bens e serviços finais produzidos numa determinada região, podendo ser também utilizada para países, estados ou municípios. O PIB é um dos indicadores mais utilizados na macroeconomia e tem por objetivo quantificar a atividade econômica de determinada localidade.

Em 2018, o PIB da RMG registrou o valor total de R\$ (mil) 75.115.955. Goiânia representou 65,72% desse total, Aparecida de Goiânia aparece com o segundo maior PIB, apresentando 17,66%. O PIB menos expressivo foi o de Caldazinha, que não chegou à 1%, registrou 0,07%, Caturai está na sequência com 0,09% (Tabela 4).

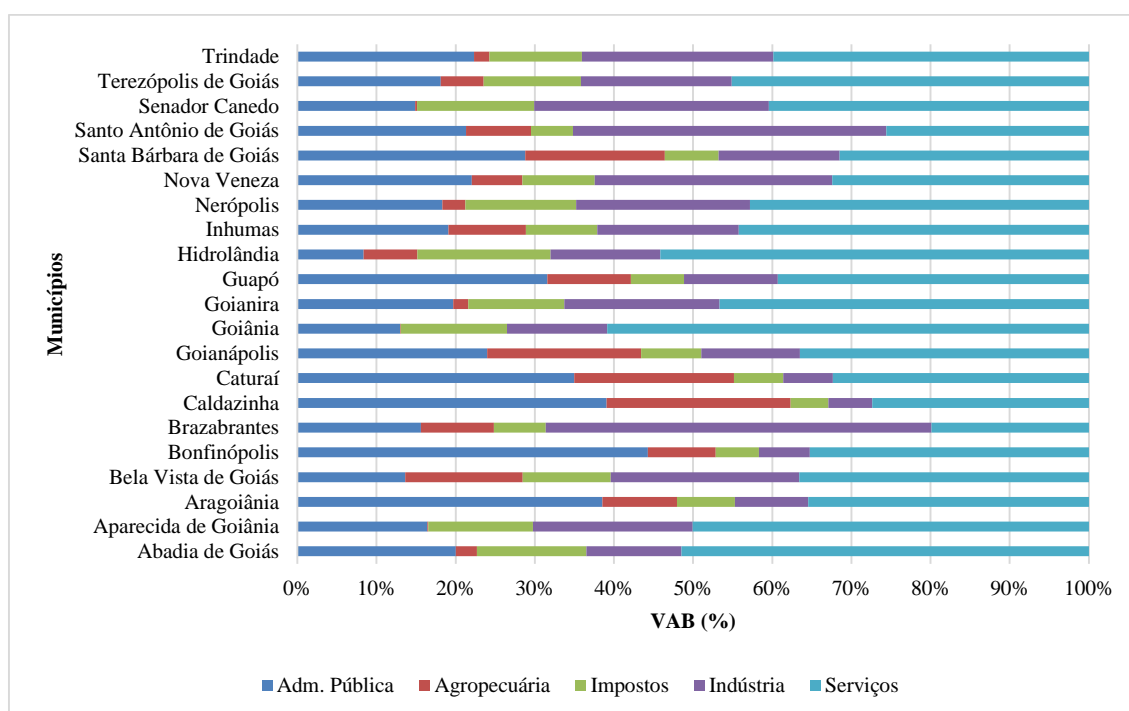
**Tabela 4 – PIB dos municípios da RMG - 2018**

<b>Municípios</b>	<b>(R\$ mil)</b>	<b>%</b>
<b>Abadia de Goiás</b>	227500	0,30
<b>Aparecida de Goiânia</b>	13265875	17,66
<b>Aragoiânia</b>	108335	0,14
<b>Bela Vista de Goiás</b>	971073	1,29
<b>Bonfinópolis</b>	87077	0,12
<b>Brazabrantes</b>	108910	0,14
<b>Caldazinha</b>	50662	0,07
<b>Caturai</b>	68278	0,09
<b>Goianápolis</b>	209906	0,28
<b>Goiânia</b>	49364258	65,72
<b>Goianira</b>	938970	1,25
<b>Guapó</b>	204154	0,27
<b>Hidrolândia</b>	1145751	1,53
<b>Inhumas</b>	1136229	1,51
<b>Nerópolis</b>	729809	0,97
<b>Nova Veneza</b>	182680	0,24
<b>Santa Bárbara de Goiás</b>	93755	0,12
<b>Santo Antônio de Goiás</b>	131521	0,18
<b>Senador Canedo</b>	3739802	4,98
<b>Terezópolis de Goiás</b>	199995	0,27
<b>Trindade</b>	2151415	2,86
<b>Total Geral</b>	75115955	100,00

Fonte: IBGE, 2021.

A compreensão de como cada setor da economia contribui para a estrutura produtiva de determinada região pode ser observada por meio do Valor Adicionado a Preços Básicos – VAB. Nesse sentido, a estrutura econômica produtiva da RMG é fundamentalmente baseada no setor de Serviços, que, por sua vez ocupa a maior proporção do VAB da maioria dos municípios que a integra, seguido pela Administração Pública (Figura 14).

**Figura 14 - Gráfico do percentual do VAB dos municípios da RMG - 2018**



Fonte: IBGE, 2021.

Goiânia concentrou, em 2018, quase 66% do total do VAB da RMG, seguida por Aparecida que aglutinou aproximadamente 18%, somando 84% desse valor. Esses municípios possuem características similares no que diz respeito à distribuição dessas proporções, em que o setor de Serviços prepondera com relação aos demais, seguido pela Administração Pública e ambos não apresentam VAB significativo oriundo da agropecuária. Se diferenciam apenas no setor da indústria, que, proporcionalmente, contribui mais para o VAB total de Aparecida do que de Goiânia.

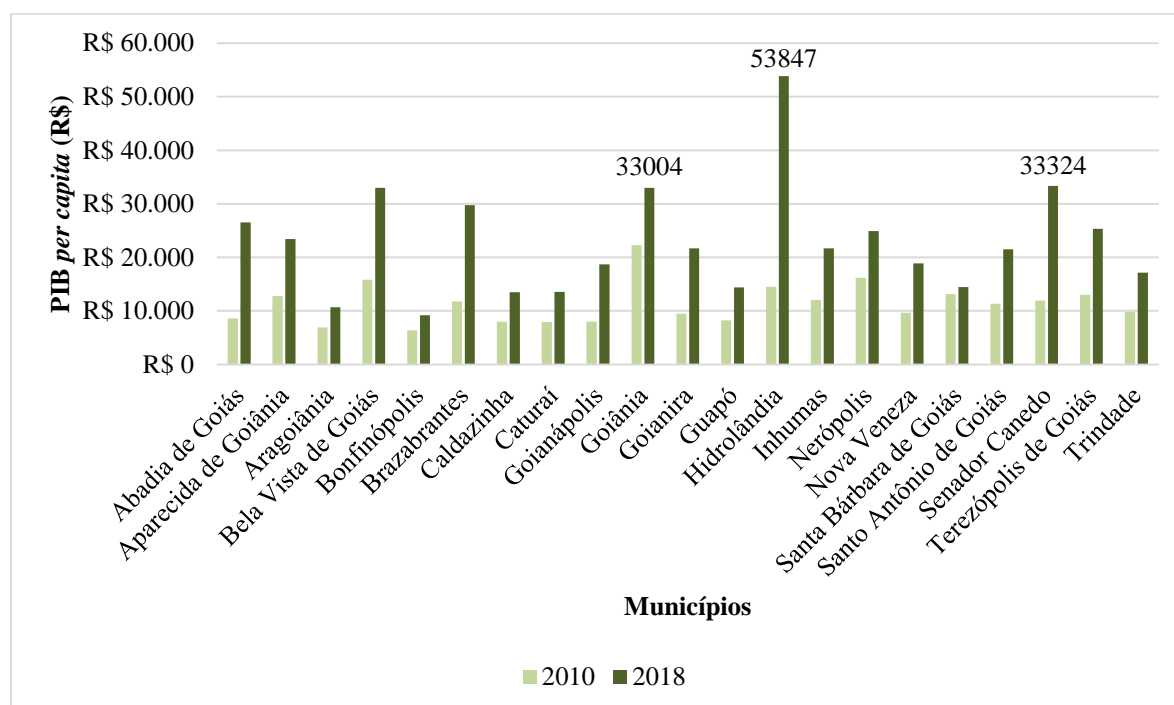
Na comparação proporcional dos VABs entre os municípios, o maior percentual de VAB da Administração Pública está em Bonfinópolis; a agropecuária está presente em maior proporção em Caldazinha; Impostos em Hidrolândia; a indústria em Brazabrantes;

e, serviços, Goiânia. Apesar da agropecuária predominar em termos de área, como visto no mapa de uso do solo, a maior parte dos VABs municipais são de serviços. Esses podem ser indicativos de que a agropecuária desenvolvida na RMG possui pouco valor agregado; e ocupa muito espaço.

O PIB *per capita* possibilita analisar de forma mais equilibrada a economia da região, que, por exemplo, descentraliza o papel que Goiânia teve nos outros indicadores econômicos listados. Em 2010 esse ainda vigorava com o mais alto PIB *per capita*, mas, que, no entanto, em 2018 passou para a terceira posição, ficando atrás de Senador Canedo e Hidrolândia, esse último apresentou o mais expressivo aumento entre os períodos analisados e ainda o mais alto PIB nesse ano. Por outro lado, Bonfinópolis detém o menor valor entre os municípios, tanto em 2010, como em 2018 (Figura 15).

O aumento do PIB, em virtude do crescimento dos setores de Serviços, Indústria e consequentemente Impostos observados no VAB contribuíram para o expressivo acréscimo do PIB *per capita* entre os períodos analisados no município de Hidrolândia.

**Figura 15 - Gráfico do PIB *per capita* (R\$) dos municípios da RMG – 2010 e 2018**



Fonte: IBGE, 2021.

A estrutura econômica vigente na RMG aponta para uma continuidade das desigualdades entre os municípios que a integram, tendo em vista que essa estrutura é responsável por direcionar investimentos tanto do setor público, como do privado. Logo, municípios que possuem menos recursos têm menores condições de investimento em infraestrutura, saúde, educação e políticas ambientais. Dessa forma, os interesses em comum que deveriam subsidiar as ações municipais intra região reforçam cada vez mais a centralidade da capital.

#### 4.3.4. Renda

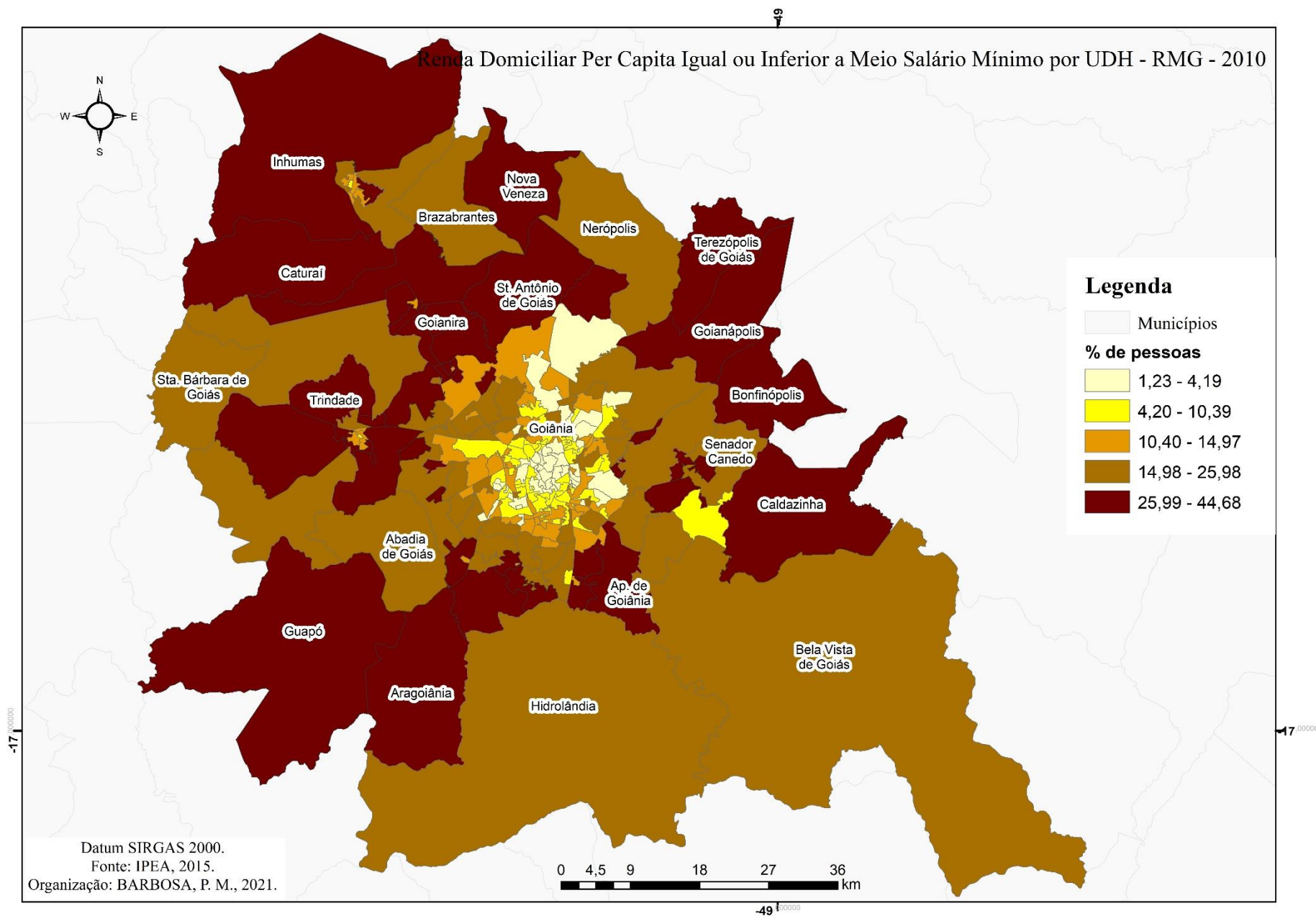
A proporção de pessoas com renda domiciliar per capita igual ou inferior a R\$ 255,00 mensais, equivalente à meio salário mínimo de 2010, no ano 2000, oscilou entre 1,21 e 70,95%. No ano 2010, variou entre 1,23 – 44,68% - o que representa considerável redução na proporção de pessoas que ganham meio salário mínimo ou menos (Figura 16).

Os menores valores percentuais, ou seja, a menor proporção de pessoas com rendimento igual ou inferior à meio salário mínimo em 2000 se localiza no núcleo de Goiânia, a exemplo das UDHs Oeste: Praça Tamandaré (1,21%); Marista (1,5%); Bueno (1,5%); Jardins Milão (1,5%); Aldeia do Vale (1,5%); e, em Aparecida de Goiânia UDH Região Garavelo: Condomínio Jardins/Viena (1,5%). No ano de 2010, essas taxas continuaram a se concentrar na parte central de Goiânia, nas UDHs Bela Vista (Av. T-63) e Estádio Serrinha, ambas com 1,23%.

As mais altas taxas de pessoas com rendimento igual ou inferior à meio salário mínimo, em 2000, são notadas em toda a borda da RMG, mas, de forma mais intensa, na região sudoeste, oeste, noroeste e norte. Em 2010, esse padrão se altera um pouco e passa a ser observado de forma mais esparsa e além das regiões observadas anteriormente, avança na borda leste da região. As UDHs de piores situações no ano 2000 estão localizadas em Aparecida de Goiânia, na Região do Tiradentes e Independência Mansões com 68,82 e 70,95%, respectivamente. No ano 2010, localizam-se no município de Trindade, UDHs Residencial Santa Fé; Samarah e Condomínio Imperial, ambas com 44,68%.

O percentual de pessoas consideradas que ganhavam igual ou inferior a R\$ 255,00 diminuiu consideravelmente no período analisado, no entanto, as piores situações observadas ainda correspondem à uma considerável parcela da população da RMG – 17% no ano de 2010. Ademais, há uma disparidade extrema quando se observa o menor e o maior valor e onde se concentram.

Figura 16 - Mapa da distribuição da renda domiciliar *per capita* igual ou inferior a meio salário mínimo, por UDH, na RMG - 2010

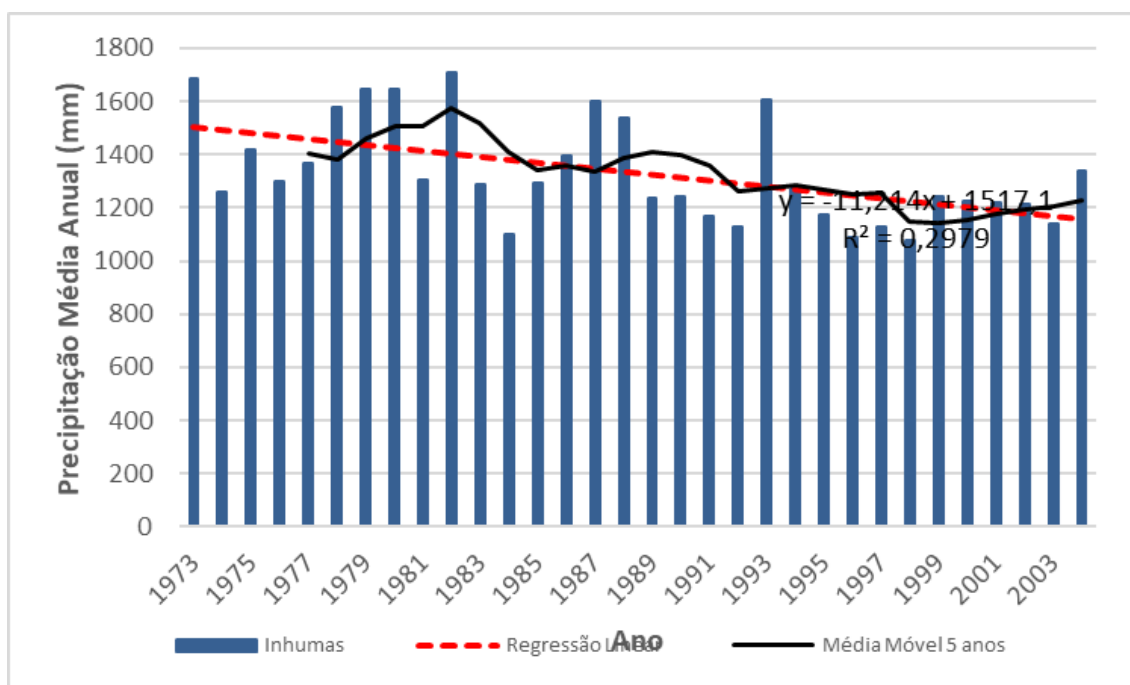


#### 4.3.5. Precipitação e vazão

A precipitação se configura como elemento climático que mais influencia na qualidade e disponibilidade de água em um determinado sistema, por isso é preciso compreender como ocorrem as dinâmicas de seca e umidade no espaço e ao longo do tempo. Esse elemento, associado à outras características físico-naturais de uma bacia hidrográfica, assim como de fatores de origem antrópica como o uso, ocupação e manejo do solo contribuem para determinar a vazão dos rios. Nesse sentido são apresentados dados de precipitação e vazão identificados na RMG.

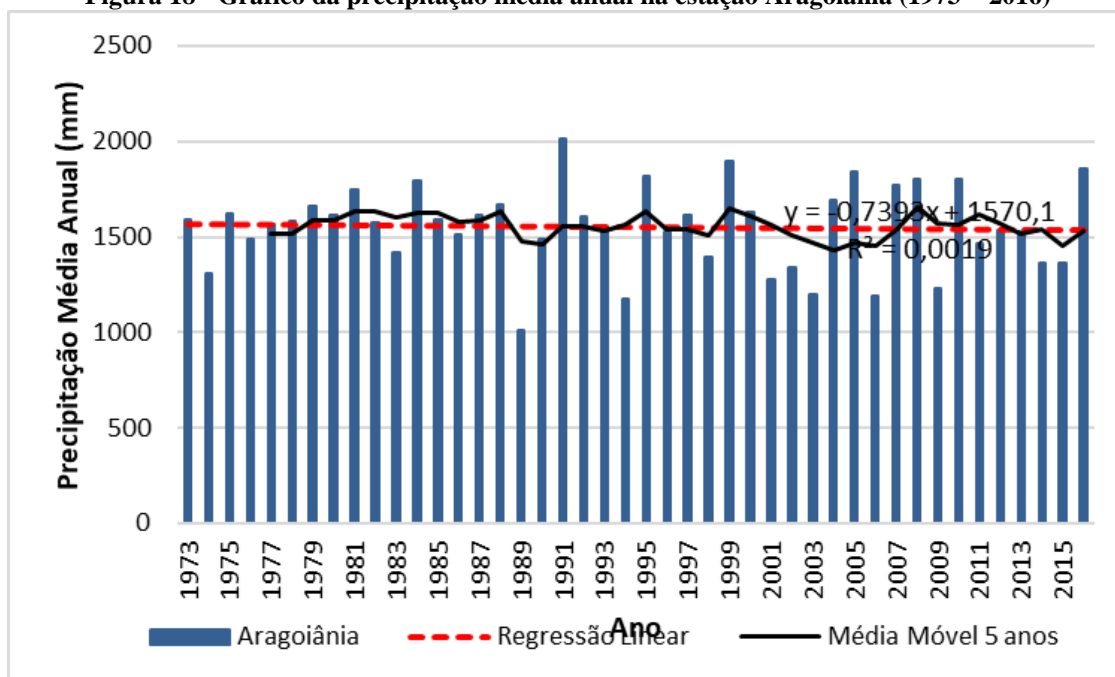
Os dados pluviométricos são referentes à precipitação média anual (mm) das estações localizadas em Inhumas (1973 – 2004) (Figura 17), Aragoiânia (1973 – 2016) (Figura 18) e Goiânia (1973 – 2015) (Figura 19). As 3 estações apresentam tendências de precipitação distintas, Inhumas exibe um padrão decrescente, com regressão linear ( $R^2$ ) igual a 0,2979, enquanto que a estação Aragoiânia mostra também uma tendência de queda, porém com  $R^2=0,002$ ; já, a estação Goiânia apresentou uma ligeira tendência crescente, com  $R^2=0,001$  (GOIÁS, 2020).

**Figura 17 - Gráfico da precipitação média anual na estação Inhumas (1973 – 2004)**



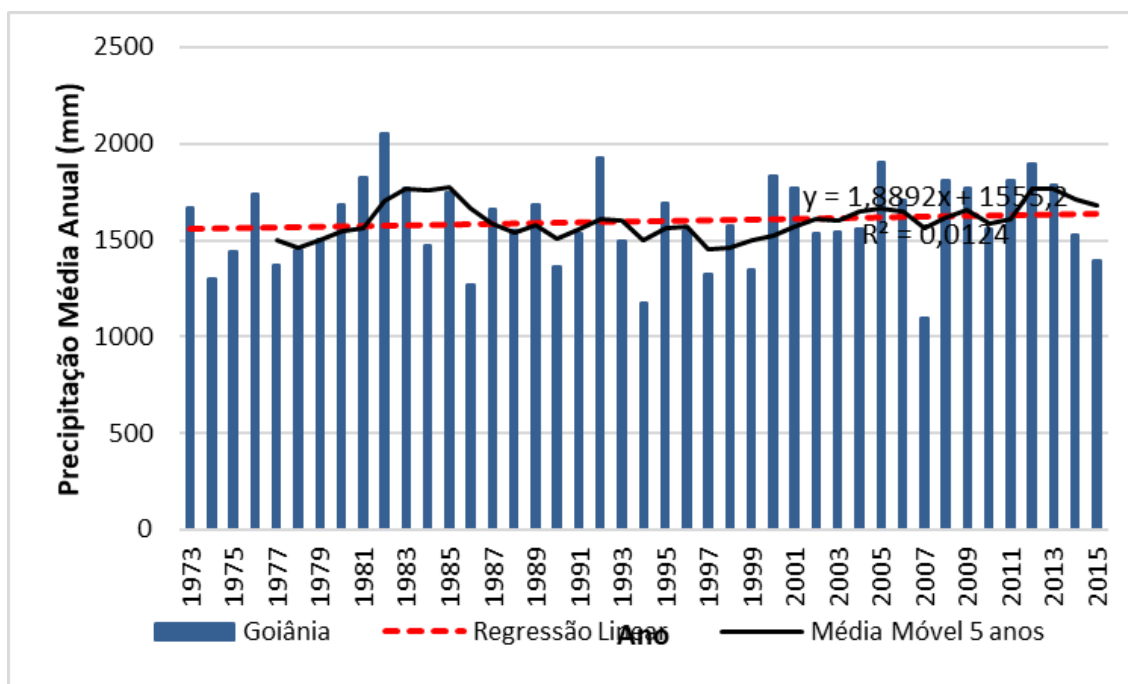
Fonte: GOIÁS, 2020.

Figura 18 - Gráfico da precipitação média anual na estação Aragoiânia (1973 – 2016)



Fonte: GOIÁS, 2020.

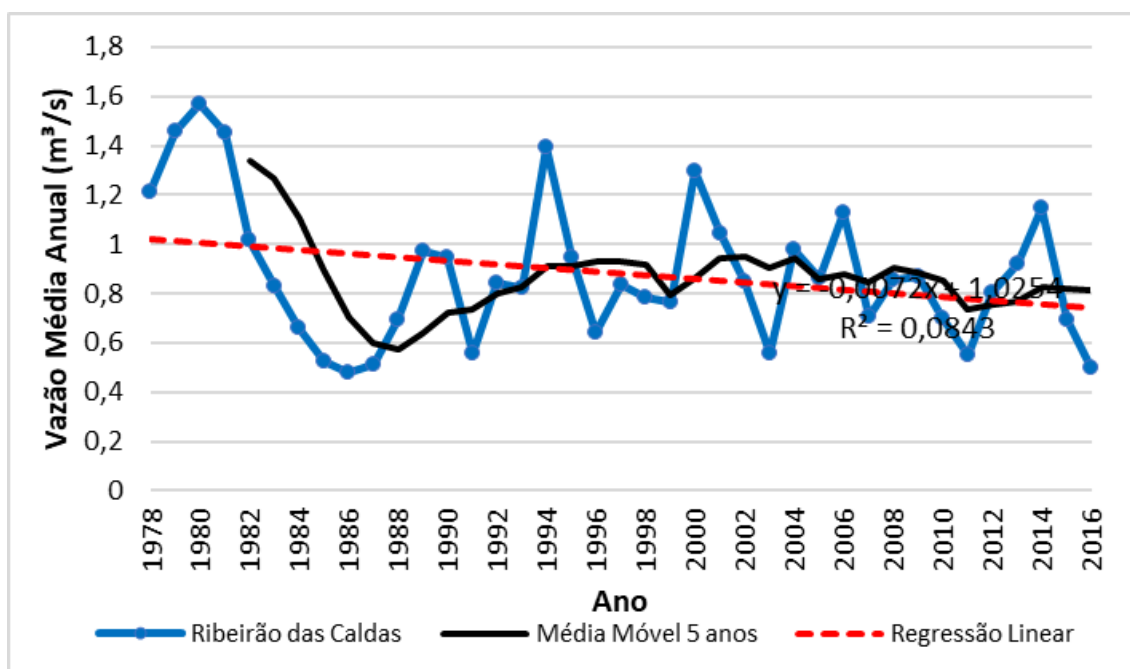
Figura 19 - Gráfico da precipitação média na estação Goiânia (1973 – 2015)



Fonte: GOIÁS, 2020.

Os dados fluviométricos são referentes à vazão média anual ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) na estação Ribeirão das Caldas (1978 – 2016) (Figura 20), que apresentou um padrão de decréscimo da vazão, com  $R^2=0,0843$ . Para a estação Montante Goiânia (1976 – 2016) (Figura 21) e Jusante Goiânia (1979 – 2017) (Figura 22) são apresentados dados de vazão mínima 7 dias ( $\text{m}^3/\text{s}$ )<sup>23</sup>, que expressa um decréscimo ainda maior, com regressão linear igual a 0,5445 na primeira e um pouco menor, mas ainda alto na segunda, com  $R^2= 0,4877$ .

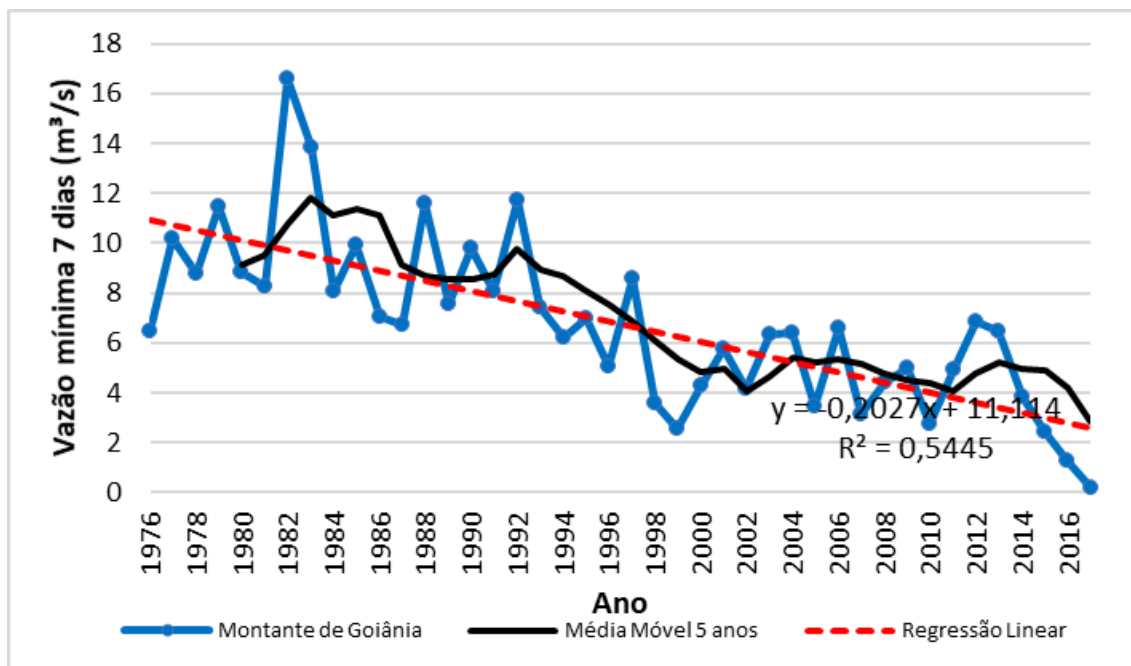
**Figura 20 - Gráfico da vazão média anual ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) da estação Ribeirão das Caldas (1978 – 2016)**



Fonte: GOIÁS, 2020.

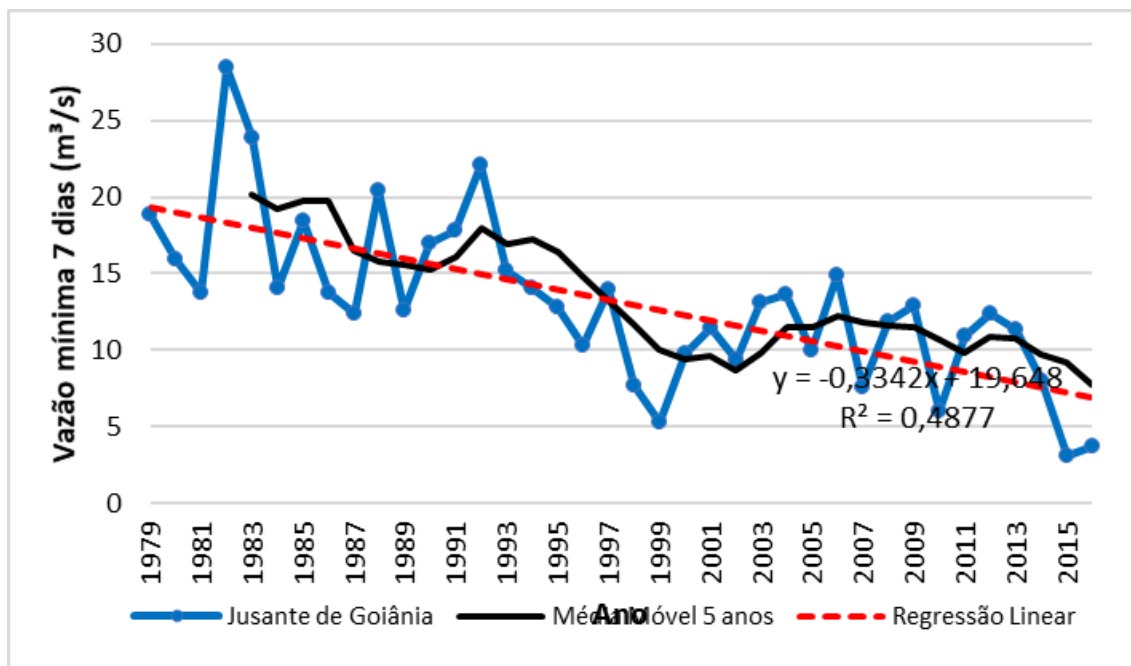
<sup>23</sup> A vazão Q7 representa o valor médio da série histórica das vazões mínimas das médias móveis de sete dias, ao longo do período de dados das estações fluviométricas

Figura 21 - Gráfico da vazão mínima 7 dias (m³/s) da estação Montante de Goiânia (1976 – 2018)



Fonte: GOIÁS, 2020.

Figura 22 - Gráfico da vazão mínima 7 dias (m³/s) da estação Jusante de Goiânia (1979 – 2015)



Fonte: GOIÁS, 2020.

O Quadro 8 sintetiza as tendências com base no  $R^2$  de acordo com as estações pluviométricas e fluviométricas destacadas.

**Quadro 8 - Tendência com base no  $R^2$  das estações pluviométricas e fluviométricas**

<b>Estação Pluviométrica - Precipitação</b>	<b>Tendência</b>		<b>Estação Fluviométrica - Vazão</b>	<b>Tendência</b>
Inhumas	Negativa		Ribeirão Caldas (Qmed)	Negativa
Aragoiânia	Negativa		Montante de Goiânia (Q7)	Negativa
Goiânia	Positiva		Jusante de Goiânia (Q7)	Negativa

Fonte: GOIÁS, 2020.

A precipitação é responsável pelos *inputs*, ou seja, entrada de energia, enquanto que os fluxos e a evapotranspiração são alguns dos processos que correspondem aos *outputs*, saída de energia ou matéria (CHRISTOFOLETTI, 1999). Esses processos responsáveis pela dinâmica fluvial são fundamentais para a manutenção e equilíbrio do ciclo hidrológico. Contudo, as atividades humanas, territorializadas nas bacias hidrográficas, comprometem a dinâmica natural. O uso e cobertura do solo, aliado ao manejo se configuram nas formas mais expressivas de degradação ambiental e a água fluvial receptora da matéria produzida nas bacias torna-se vulnerável as ações que nelas ocorrem.

A vegetação preservada ou o solo exposto, além de influenciarem em maior taxa de infiltração e escoamento, respectivamente, são determinantes na natureza e quantidade das partículas e elementos transportados no escoamento, pois o solo desprotegido pode ser erodido com o impacto das chuvas e assim aumentar a quantidade de material transportado. (SÁNCHEZ, 2013).

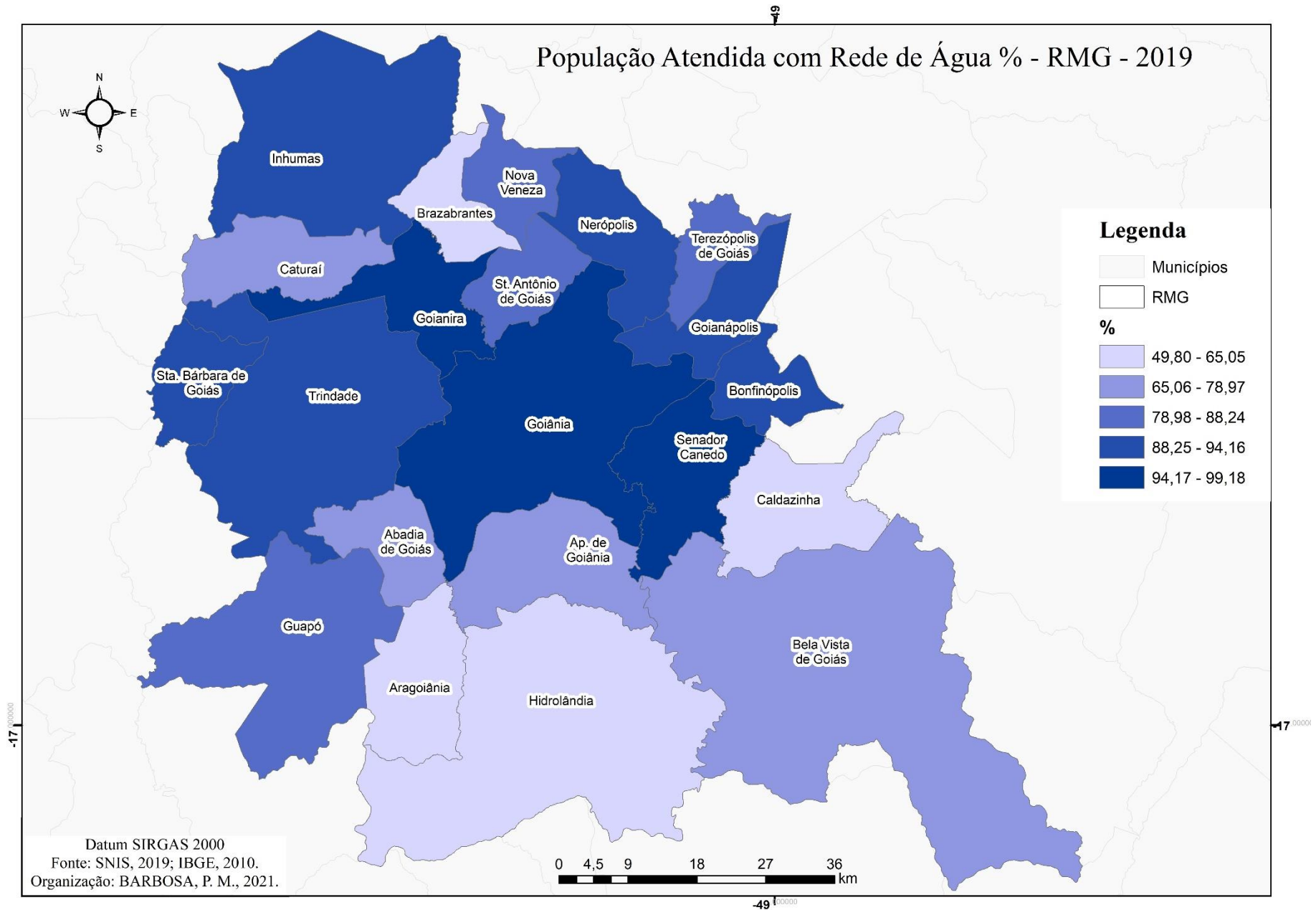
A interceptação, infiltração, percolação e escoamento são os principais processos responsáveis pela dinâmica dos fluxos em uma bacia hidrográfica. A interceptação das chuvas pela vegetação faz com que parte da água seja armazenada pelas árvores e pela serrapilheira acumulada no solo (GUERRA, 2009). A vegetação promove a proteção do solo contra o impacto das gotas das chuvas, que dependendo da intensidade podem provocar processos erosivos.

#### 4.3.6. *Indicadores de água e esgoto*

O sistema de abastecimento de água e a coleta de esgoto no estado de Goiás é realizado, principalmente, pela Companhia Saneamento de Goiás S.A. - SANEAGO, que atua no estado desde junho de 1969, por meio da Lei nº 6680, de 13 de setembro de 1967, que autoriza sua criação e dá outras providências. A Saneago, em 2020, detinha a concessão e gestão de abastecimento de água e a coleta de esgoto em 225 municípios do Estado, o que representa um total de 91% dos 246 municípios. Dos municípios da RMG, apenas de Senador Canedo não tem o saneamento básico administrado pela SANEAGO, mas pela Agência de Saneamento de Senador Canedo – SANESC, que se constitui enquanto uma autarquia municipal.

A SANEAGO chega a um índice de 96% de cobertura no abastecimento de água e 51,9% de esgoto coletado em todo estado. O índice de abastecimento de água é relativamente satisfatório quando se observa o Estado como um todo, no entanto, existem disparidades quando comparamos os municípios, como é o caso dos municípios da RMG. (Figura 23).

Figura 23 - Mapa da distribuição percentual da população atendida com rede de água, por município, na RMG - 2019



Entre em 2010 e 2019, a cobertura da população abastecida com água passou de 88,61% e 92,23%, números que representam uma melhoria no do atendimento. No entanto, observa-se um contraste na oferta de serviços na RMG, revelando uma heterogeneidade em relação ao percentual da população atendida, uma vez que se apresentam extremos: a capital, Goiânia, juntamente com Senador Canedo possuíam, já em 2010 quase 100% da população atendida, 99,61% e 98,02%, respectivamente. Na outra ponta, Hidrolândia reduziu de 59,59% para 49,81% da população abastecida com água e Caldazinha manteve em 2010 e 2019, os mesmos 57,68%. Dos 21 municípios, 15, apresentaram índice menor do que o total da região em 2010 (88,61%) e 2019 (92,23%).

Em 2010, a rede de esgoto atendia na RMG 53,44% de sua população; já, em 2019, esse número passou para 71,17%, o que representa um avanço significativo, no entanto, ao observar os dados municipais de forma isolada, as desigualdades entre municípios são ainda mais evidenciadas (Figura 24).

A rede de água atendia todos os municípios nos períodos analisados, contudo, o mesmo não se observa com relação à rede de esgoto, uma vez que, em 2010, 13 municípios não eram atendidos com a rede de esgoto e em 2019 esse número foi reduzido à 11.

Dentre os que possuíam rede de esgoto, Goiânia se destaca pelo maior percentual, 76,64 e 92,67% em 2010 e 2019, respectivamente. Por outro lado, em 2010, Goianira apresenta o menor valor percentual de cobertura 14,79%; já, em 2019, essa posição ficou com Senador Canedo, que passou de 0% em 2010 para 8,68 no referido ano.

O consumo de água *per capita*<sup>24</sup> na RMG apresentou uma média de 119,6 l/hab./dia em 2010. No ano de 2019 essa média atingiu 131 l/hab./dia, representando um aumento percentual de 9,5% entre os referidos períodos (Figura 25).

Bonfinópolis foi o município com menor consumo de água *per capita* em 2010, com 71,8 l/hab./dia. Na outra ponta, Goiânia apresenta um consumo de 164,4 l/hab./dia. No ano de 2019, Goianira apresentou o menor consumo 101,4 l/hab./dia, enquanto que Brazabrantes alcançou a marca de 186 l/hab./dia, chegando próximo à média brasileira

---

<sup>24</sup> É a média diária, por indivíduo, dos volumes utilizados para satisfazer os consumos domésticos, comercial, público e industrial.

Figura 24 - Mapa da distribuição percentual da população atendida com rede de esgoto, por município, na RMG - 2019

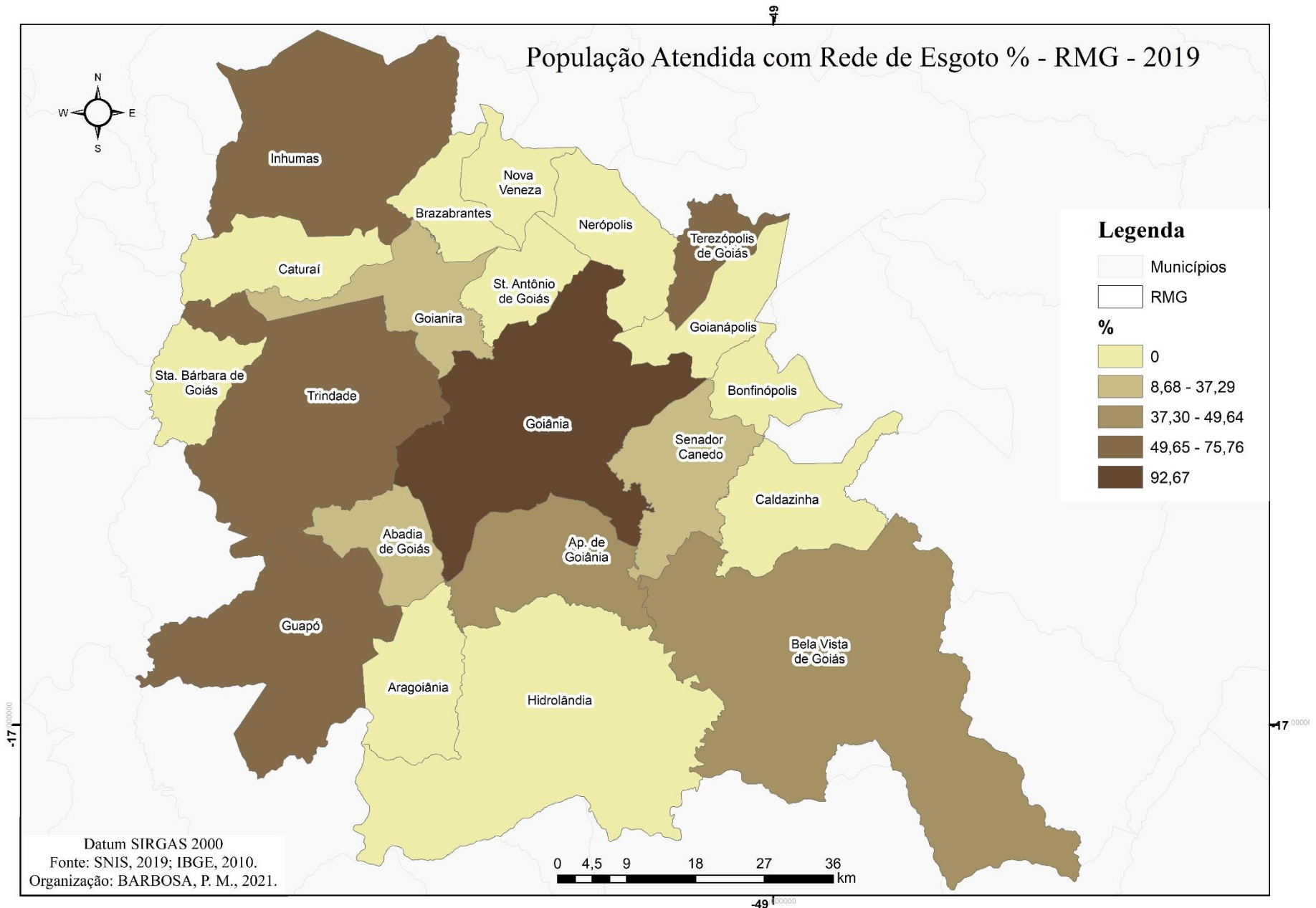
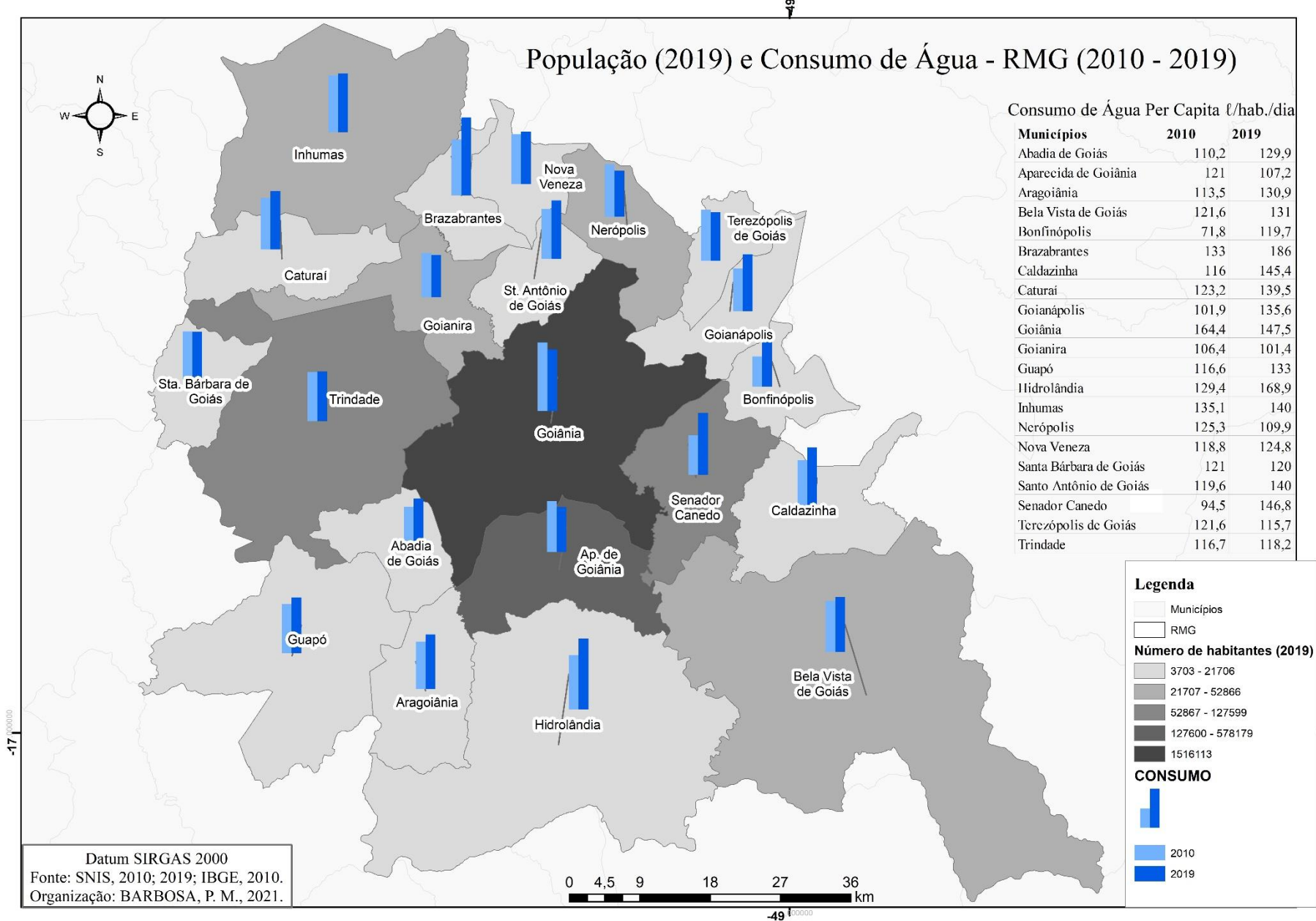


Figura 25 - Mapa da distribuição da população e do consumo de água per capita l/hab./dia, por município, na RMG (2010 e 2019)



registrada em 2013 de 187 litros, mas distante da média nacional de 2017 que marcou 116 l/hab./dia (ANA, 2020).

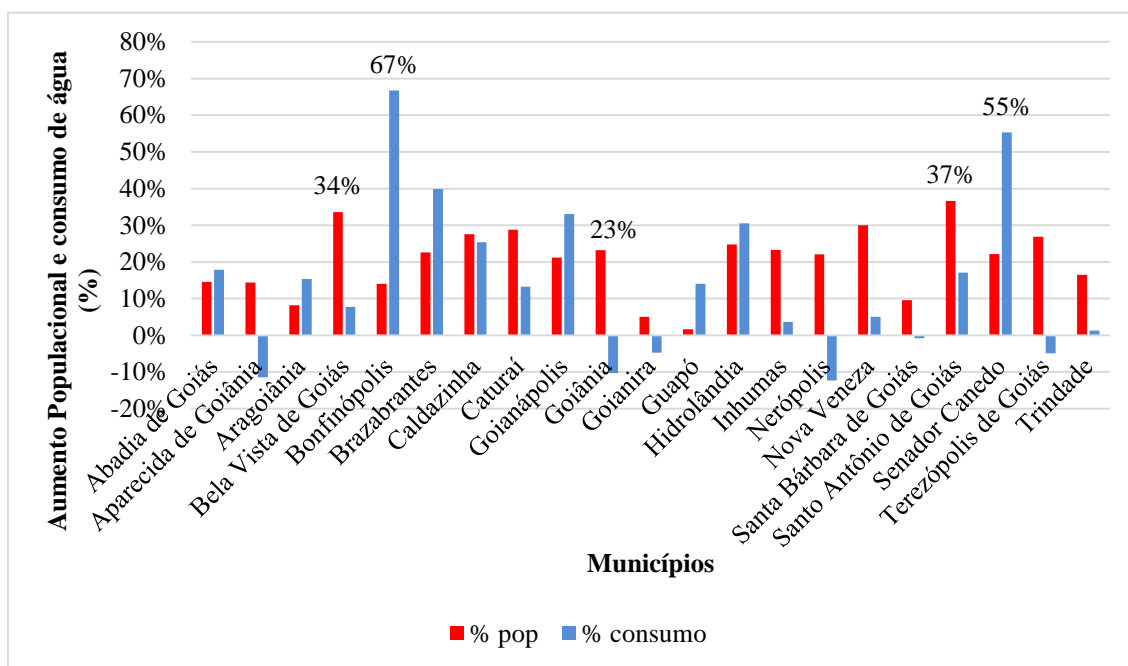
A maior parte dos municípios (15) apresentou aumento no consumo *per capita* de água, 6 desses foi superior à 20%. Houve variação percentual entre -12% (Nerópolis) e 67% (Bonfinópolis).

A Organização Mundial da Saúde – OMS recomenda que para o ser humano viver com conforto e saúde são necessários 110 litros de água por dia. Nesse sentido, 4 (Bonfinópolis, Senador Canedo, Goianópolis e Goianira) dos 21 municípios da RMG consumiram menos água do que o recomendado pela OMS e em 2019, 3 (Goianira, Aparecida e Nerópolis), o que pode indicar que esses municípios já enfrentam situação de escassez hídrica. Por outro lado, o consumo excessivo em outros municípios pode ser reflexo do desperdício ou do consumo em excesso por parte da indústria, tendo em vista que essa atividade utiliza alto quantitativo de água na produção.

A estrutura econômica fundamentada na indústria parece influenciar no consumo médio *per capita* de água na RMG, isso é observado quando comparamos o maior consumo em 2019 e a estrutura produtiva de Brazabrantes, que possui, proporcionalmente, maior expressão do VAB da indústria entre os municípios da RMG.

O crescimento populacional não se mostra como fator determinante no aumento do consumo de água, visto que, na RMG, ao passo que a população aumentou entre 2010 e 2019, 2% (Guapó) e 37% (Santo Antônio de Goiás), nesses mesmos municípios, o consumo cresceu 14% e 17%, respectivamente. Ao mesmo tempo, Terezópolis de Goiás observou um aumento da população de 27% e o consumo reduziu -5% (Figura 26).

**Figura 26 - Gráfico do percentual do aumento populacional e da variação do consumo de água nos municípios da RMG – 2010 e 2019**



Fonte: SNIS, 2021.

O aumento no consumo de água pode ser explicado por um conjunto de fatores como o excesso de água utilizado nas atividades produtivas que mais utilizam água, como a agropecuária e a indústria, como também a ausência do uso de mecanismos que reduzem o consumo de água, como por exemplo, o reúso; o aproveitamento de água das chuvas, e técnicas de irrigação mais eficientes. Por outro lado, a redução no consumo pode indicar mudanças nas práticas cotidianas de uso doméstico e de atividades produtivas que levaram à diminuição do consumo, como também indicar que alguns municípios já vivenciem déficit hídrico, uma vez que, suas populações aumentaram e o consumo foi reduzido.

#### 4.3.7. Abastecimento de água e esgoto inadequados

A taxa percentual de pessoas com abastecimento de água e esgoto inadequados nas UDHs da RMG, no ano 2000, variou entre 0 e 30,54%; já, em 2010, o percentual ficou entre 0 e 28,06%, o que demonstra uma melhora sutil entre os períodos analisados (Figura 27). No ano 2000, as taxas mais baixas, inferiores à 6%, se concentravam na região central da RMG, mais precisamente na parte nuclear do município de Goiânia e

em parte da região sudeste, sudoeste, oeste e sul da região. Em 2010, as áreas com valores mais baixos se expandiram para além dessas, alcançando demais localidades da RMG.

Os mais altos percentuais (20,9%) de pessoas com abastecimento de água e esgoto inadequados, em 2000, se concentraram em UDHs na região periférica de Goiânia, mais precisamente região noroeste e sudoeste – UDH Jardim Primavera e Residencial Itapuã, respectivamente, e, na divisa entre Goiânia e Aparecida, com os mesmos percentuais aparece a UDH Madre Germana/Itaipu; já, o máximo valor encontrado (30,54%) se localizou na UDH Independência Mansões, no município de Aparecida de Goiânia.

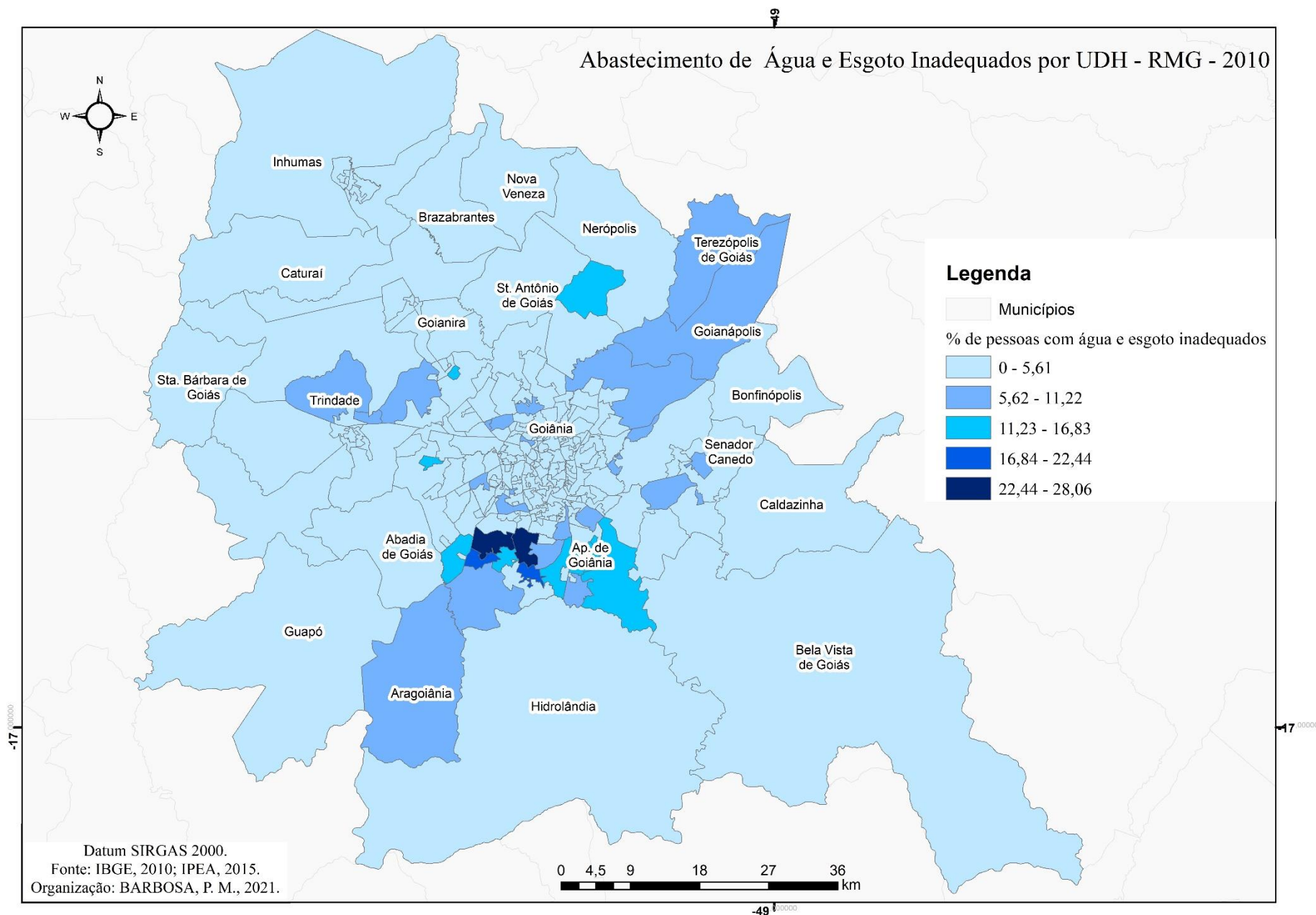
No ano de 2010 houve uma melhora nos percentuais de todas as UDHs que figuraram entre os piores valores em 2000. No entanto, a região noroeste de Aparecida que apresentava números relativamente baixos, obteve um aumento de suas taxas, como o caso da UDH região do Tiradentes e Independência/Cidade Livre, ambas com 18,3%; e, as UDHs Garavelo (26,96%) e Papillon com (28,6%).

A melhora nos percentuais entre 2000 e 2010 se deve à uma expansão das redes de água na RMG, principalmente, no município de Goiânia, que estendeu sua rede de água<sup>25</sup> em quase 1500 km entre 2000 e 2010 (SNIS, 2010); já, Aparecida de Goiânia, aumentou 243,82 km, entre 2005 e 2010 (SNIS, 2010) o que não foi suficiente mediante o aumento populacional nesse município, uma vez que, os piores percentuais de água e esgoto são ali encontrados.

---

<sup>25</sup> Cabe ressaltar que a cobertura da rede de água não corresponde ao mesmo dado aqui analisado, pois, correspondem a fontes diferentes e metodologias de cálculo distintas, mas, que pode corroborar com a análise em destaque.

Figura 27 - Mapa da distribuição percentual de pessoas com abastecimento de água e esgoto inadequados, por UDH, na RMG - 2010



#### 4.3.8. *Mortalidade infantil*

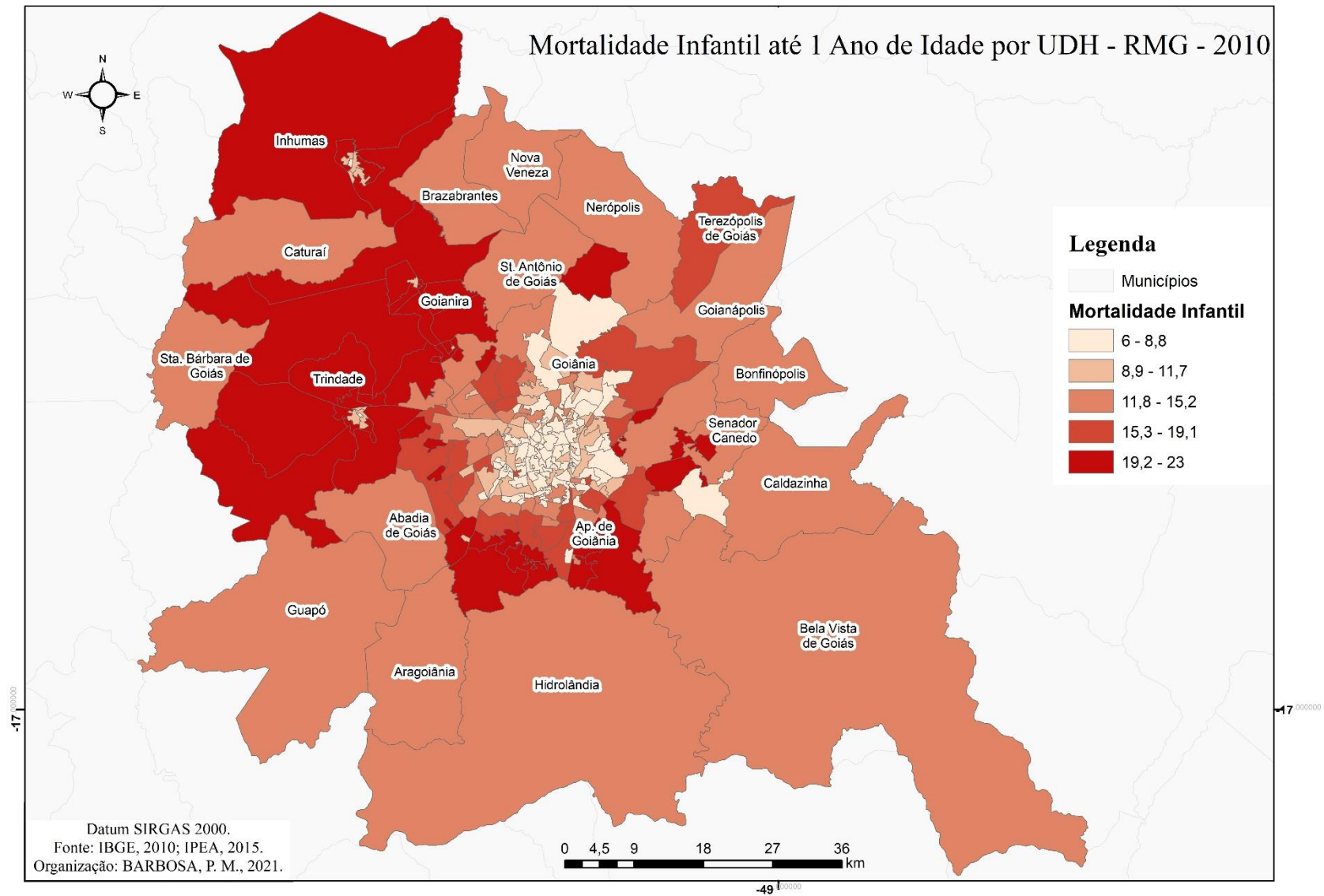
O número da mortalidade infantil de crianças de até 1 ano de idade nas UDHs da RMG variou entre 12,8 e 35,4 no ano 2000 e 6 - 23 no ano de 2010, o que expressa uma melhora significativa dessa variável (Figura 28). No mesmo período, a média brasileira em 2000 foi de 29,2 e em 2010, 17,22 (IBGE, 2021). Verifica-se que, ainda assim, os piores valores encontrados são superiores aos da média nacional no período analisado. Em se tratando de UDHs de todo país, a pior situação encontrada foi de 52, 5.

Assim como a variável água e esgoto inadequados, aqui, o padrão de melhor situação também se localizava, em 2000, na região central da RMG, contudo, de forma ainda mais centralizada, se restringindo à parte mais nobre da capital Goiânia, região sul, central e oeste. As piores situações são observadas em todas as bordas da RMG, mas se concentram com mais intensidade na parte norte, oeste e leste e em quase toda área de Aparecida de Goiânia. Entre 2000 e 2010 há uma melhoria dos números e da sua concentração espacial, mas os melhores números ainda continuam se concentrando na parte central de Goiânia e os piores valores em grande parte de Aparecida e na parte oeste e noroeste da RMG.

Em 2000, os mais altos números da mortalidade infantil foram identificados na UDH na Unidade Territorial de Planejamento São Domingos, em Goiânia (35,1) e em Aparecida de Goiânia, na UDH Independência Mansões. Já, em 2010, isso foi observado em Aparecida, onde as UDHs Região Central: Jardim das Acácias e Região do Tiradentes: Maranata apresentaram 23.

Fatores como as melhorias no saneamento básico, nível de escolaridade, queda da taxa fecundidade e políticas públicas de saúde podem justificar a melhoria identificada entre os dois censos. O déficit desses mesmos fatores pode explicar os altos índices de mortalidade infantil nessas localidades específicas.

Figura 28 - Mapa da distribuição da Mortalidade Infantil até 1 ano de idade por UDH – RMG - 2010



#### 4.3.9. Governança da água e o limite da SH na RMG

A leis e instrumentos que visam a integração dos aglomerados urbanos preconizam a continuidade da autonomia política, financeira e administrativa dos municípios integrantes da RMG.

Chagas et al. (2017) corroboram com o entendimento de que os municípios têm um papel fundamental na gestão das águas, tendo em vista que, detém mecanismos que possibilitam a implementação de uma política hídrica por meio da regulamentação do zoneamento municipal, constituindo áreas prioritárias para proteção ambiental em seus territórios no âmbito dos Planos Diretores, como também na composição dos Comitês de Bacias Hidrográficas - CBHs.

Os Comitês de Bacias Hidrográficas se constituem enquanto organismos colegiados consultivos e deliberativos para a gestão dos recursos hídricos na bacia hidrográfica. Os colegiados são definidos por meio de escolha entre seus pares, incluindo integrantes de usuários de água, de organizações da sociedade civil e poderes públicos. Os objetivos da instituição dos CBHs, em atendimento ao previsto na Lei nº 9433/1997, é integrar o poder público e privado com os diversos setores da sociedade civil no âmbito dos recursos hídricos com vistas ao gerenciamento descentralizado e democrático da bacia hidrográfica (MATOS et al., 2019). Dentre as principais competências dos CBHs destaca-se:

- I) promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes;
- II) arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados aos recursos hídricos;
- III) aprovar o plano de recursos hídricos da bacia;
- VI) estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados;
- VII) estabelecer critérios e promover o rateio de custo das obras de uso múltiplo de interesse comum ou coletivo.

De acordo com o Art. 4º da Resolução Conselho Estadual de Recursos Hídricos e de Meio Ambiente - CERHi nº 003/2001, a instituição de um CBH é fundamentada na:

- I – Justificativa circunstanciada da necessidade e oportunidade de criação do Comitê, com diagnóstico da situação dos Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica e, quando couber identificação dos conflitos entre usos e usuários, dos riscos de racionamento dos Recursos Hídricos ou de sua poluição e de degradação ambiental em razão da má utilização desses recursos;

II – Caracterização da Bacia Hidrográfica que permita propor a composição do respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica e identificação dos setores usuários de Recursos Hídricos, tendo em vista o que estabelece o art. 12 desta Resolução;

III – Indicação da Diretoria Provisória;

IV – A proposta do que trata o art. 3º desta Resolução.

Os critérios para a instalação de um CBH se fundamentam muito mais em características de reparação e remediação do que em prevenção e precaução, pois impõem condicionantes a priori que exigem a identificação da degradação da bacia hidrográfica antes da constituição do comitê. Outro aspecto que revela o caráter corretivo, é a exigência de diagnósticos da situação dos recursos hídricos que poderiam ser realizados após a instalação do CBH, tendo em vista que, ao considerar os objetivos da constituição dos comitês, é de extrema relevância a participação desses comitês, já formados, na elaboração dos diagnósticos, promovendo assim a gestão mais democrática e participativa dos recursos hídricos.

No Brasil, em 2015, existiam um total de 197 CBHs, dentre os quais, cinco no estado de Goiás: Baixo Paranaíba, Rio dos Bois; Meia Ponte; Rio Vermelho e CBH Corumbá, Veríssimo e São Marcos (CHAGAS et al., 2017) (MATOS et al., 2019) (TRINDADE e SCHEIBE, 2019). Desses, três estão localizados na RMG: Rio dos Bois; Meia Ponte; e, Corumbá Veríssimo e São Marcos (BELTRÃO, 2019).

Trindade e Scheibe (2019) apontam limitações e contribuições dos CBHs em diferentes estudos sobre o tema. As principais limitações encontradas foram: à ausência de suporte técnico, físico e financeiro por parte dos Estados; poucos ou inexistência de instrumentos de gestão previstos na PNRH; e, baixa participação dos governos e sociedade civil. Os autores ainda reforçam a necessidade de atuação e maior articulação do poder municipal e da sociedade civil na composição dos CBHs. Nessa perspectiva, quando há a participação, a mesma é desacompanhada de conhecimento técnico e visão do todo – da bacia hidrográfica em questão, no caso do poder municipal e falta de compreensão dos processos que envolvem os instrumentos de gestão pertinentes aos CBHs.

Pensando as diferentes escalas que envolvem as bacias hidrográficas, com seus limites naturais; Estados e Municípios, com seus limites administrativos e, conseqüentemente, a abordagem que requer o Gerenciamento Integrado de Recursos

Hídricos, é de suma importância a perspectiva local que atores municipais, representantes do governo e sociedade civil, possam introduzir no debate e no auxílio à tomada de decisão no âmbito dos CBHs. Essa visão, acompanhada de articulação interinstitucional promove a compreensão da bacia como um todo.

Cabe salientar que a instituição dos Comitês e os debates promovidos pelos distintos atores não são por si só, garantia de eficiência dessa instância. O conhecimento e suporte técnico que deve ser promovido pelo Estado, representatividade dos diversos atores envolvidos na questão hídrica e a prioridade de interesses coletivos em detrimento de interesses privados são subsídios essenciais para alcance dos objetivos dos CBHs.

Um dos principais instrumentos de gestão dos CBHs são os Planos de Bacias Hidrográficas, nesse sentido, Trindade e Scheibe (2019) investigaram a situação dos planos dos 197 Comitês Estaduais de Bacia do país e constataram que 52% não apresentaram nenhum tipo de informação. Os comitês goianos faziam parte dessa estatística, tendo em vista que, os Planos de quatro Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos - UPGRH, afluentes à Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba estão em elaboração: Afluentes Goianos do Baixo Paranaíba; Corumbá, Veríssimo e Porção Goiana do Rio São Marcos; Meia Ponte; e, Rio dos Bois (GOIÁS, 2020). Alguns dos produtos dos planos das UPGRH já estão disponíveis para consulta: diagnóstico; prognóstico; diretrizes, programas e metas e proposta de enquadramento.

O estado de Goiás, por meio da SEMAD e decretos estaduais assumem a existência de uma crise hídrica na Bacia do Rio Meia Ponte. Por três anos consecutivos decretos foram editados para declarar situações de crise referente a essa bacia:

1. Decreto n.º 9.438, de 30 de abril de 2019 – Declara situação de emergência na Bacia do Rio Meia Ponte e define ações para garantir o uso prioritário da água.
2. Decreto nº 9.670, de 02 de junho de 2020 - Declara situação de risco de emergência hídrica nas Bacias Hidrográficas do Alto Rio Meia Ponte e do Ribeirão Piancó e define ações para garantir o uso prioritário da água.
3. Decreto nº 9.872, de 26 de maio de 2021- Declara situação de risco de emergência hídrica nas Bacias Hidrográficas do Rio Meia Ponte e do Ribeirão Piancó e define ações para garantir o uso prioritário da água.

Nesse sentido, o CBH-MP, acatando o estabelecido no Decreto nº 9.670, de 02 de junho de 2020, elaborou a deliberação nº 015, de 01 de julho de 2020 do CBH-MP que definindo diretrizes para o enfrentamento de crise hídrica na bacia hidrográfica do rio meia Ponte, à montante de Goiânia. Nele, estabeleceu-se seis níveis de segurança relacionados à vazão da água do rio meia ponte para que, ao passo que um nível é atingido, determinadas ações sejam desencadeadas, a saber:

- I. Nível de Atenção – Vazão de escoamento menor ou igual a 12.000 L/s;
- II. Nível de Alerta – Vazão de escoamento menor ou igual a 9.000 L/s;
- III. Nível Crítico 1 – Vazão de escoamento menor ou igual a 5.500 L/s;
- IV. Nível Crítico 2 – Vazão de escoamento menor ou igual a 4.000 L/s;
- V. Nível Crítico 3 - Vazão de escoamento menor ou igual a 3.000 L/s;
- VI. Nível Crítico 4 – vazão de escoamento menor ou igual a 2.000 L/s.

Até o nível de alerta, as ações se baseiam em campanhas de comunicação para a sociedade indicando a situação da bacia, como também reuniões e articulações entre os usuários da bacia e ao passo que os limites calculados ultrapassam para os níveis críticos outras ações são somadas a essas (Quadro 9). A coordenação das ações fica a cargo da SEMAD e o CBH-MP é responsável pela articulação entre os usuários da bacia e prefeituras.

**Quadro 9 – Nível de segurança e respectivas ações adotadas pelos atores envolvidos baseadas na vazão do rio Meia Ponte**

<b>Níveis</b>	<b>Ações</b>
Nível Crítico 1	Manter a vazão de 2.000 L/s para o abastecimento público da Região Metropolitana de Goiânia – RMG;
	Reduzir gradativamente a vazão remanescente até o mínimo de 2.000 L/s;
	Intensificar campanhas de orientação e fiscalização dos usuários;
Nível Crítico 2	Redução de 25% dos volumes diários outorgados que realizam captação direta do corpo d'água ou dispensados de outorga, exceto Abastecimento Público e Dessedentação Animal;
	Manter a vazão de 2.000 L/s para o abastecimento público;
	Reduzir gradativamente a vazão remanescente até o mínimo de 1.000 L/s;
	Apresentar Plano de Racionamento de uso da água aos órgãos reguladores AGR/ARG.
Nível Crítico 3	Redução de 50% dos volumes diários outorgados que realizam captação direta do corpo d'água ou dispensados de outorga, exceto Abastecimento Público e Dessedentação Animal.
	Reduzir gradativamente a vazão para o abastecimento público até 1.000 L/s;
	Manter a vazão remanescente de 1.000 L/s.

	Implementar Plano de Racionamento de uso da água em função da redução dos volumes captados pela Saneamento de Goiás S/A – SANEAGO, com ampla divulgação.
Nível Crítico 4	Manter a redução de 50% dos volumes diários outorgados que realizam captação direta do corpo d'água ou dispensados de outorga, exceto Abastecimento Público e Dessedentação Animal.
	Manter a vazão de 1.000 L/s para o abastecimento público, com consequente redução progressiva da vazão remanescente tendendo a zero.

Fonte: Elaboração da autora com base na deliberação do CBH-MP, 2020.

A atenção dada à bacia do rio Meia Ponte, principalmente ao trecho à montante da RMG, é em função da própria localização, onde está inserida a capital do estado; do alto quantitativo populacional – a que concentra o maior número de habitantes dentre as bacias goianas; alta densidade populacional, abarca a maior população, mas em termos de área é a segunda menor; é onde se localiza os principais pontos de captação de água para abastecimento urbano; e ainda apresenta vários tipos de usuários de água.

O último decreto estabeleceu o papel das instituições e usuários nas diretrizes e ações voltadas a minimizar a situação de risco de emergência hídrica, dentre essas, a SEMAD; a Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento – SEAPA; a SANEAGO; o CERHI; e o Conselho Estadual de Meio Ambiente – CEMAM.

Parte das diretrizes elencadas no decreto são de cunho mais genérico, relacionadas por exemplo à fiscalização e monitoramento das vazões, contudo, ações específicas também o compõe, como o cercamento de trezentos mil metros de Área de Preservação Permanente - APP. Salienta-se também que a maioria das medidas ocorrem enquanto durar a situação de risco; já, poucas se constituem enquanto providências continuadas que visam evitar ou atenuar outras possíveis situações críticas ao longo do tempo, dessas ações destaca-se a de cercamento de APP e a recomposição florística de seiscentas mil mudas em um prazo de 3 anos.

As instituições relacionadas e as respectivas ações contidas no decreto denotam a ideia de articulação entre as mesmas, no entanto, o fato de um decreto, que vem sendo editado, há pelo menos três anos seguidos, determinando procedimentos a serem executados para a situação de emergência hídrica constatada, sinaliza a centralização do poder na figura de quem os edita, restando às instituições o dever de cumprir – o que indicam causas como: a ineficácia, desatualização ou não utilização do atual Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Goiás de 2015; a necessidade de um plano voltado aos recursos hídricos da bacia do rio Meia Ponte, o que deve ser sanado

totalmente ou parcialmente com a consolidação do Plano de Recursos Hídricos da UPGRH; a falta de envolvimento, engajamento e participação popular nas instâncias dos Comitês e Conselhos; e, a falta de uma política de Estado voltada para os recursos hídricos que trabalhe com horizontes de médio e longo prazo.

Os decretos que tratam da situação de emergência e situação de risco de emergência hídrica têm em comum o período de edição, pois, são datados em abril (2019), junho (2020) e maio (2021), períodos do ano marcados pelo clima seco, e baixa precipitação na região, o que conseqüentemente reduz a vazão dos rios. Esse fato nos leva a pensar que as ações se concentram nos períodos de seca, ou seja, que a governança da água não seja um processo, mas sim, ações isoladas, paliativas e de remediação.

A política atual de gestão da crise hídrica, ou a falta dessa, pode ser uma brecha para facilitar a privatização dos serviços de água e esgoto do estado, em alinhamento ao Novo Marco Legal do Saneamento Básico do Brasil - a Lei Federal nº 14.026, de 15 de julho de 2020, uma vez que, a adequação do Estado ao novo marco já foi aprovado em segunda votação por meio da alteração da Lei Estadual nº 6.680, de 13 de setembro de 1967 que autoriza a criação de uma sociedade de economia mista, sob a denominação de Saneamento de Goiás S.A., e dá outras providências. As alterações previstas nessa lei ampliam a abertura de capital da SANEAGO para a iniciativa privada e permite aos municípios a opção de municipalizar os serviços.

A SEMAD entende que a SH é fundamentada na governança da água e por isso ressalta a necessidade de diálogo e articulação entre os diversos setores da sociedade e usuários da água. Todavia, a partir da análise dos documentos associados à essa noção disponível no endereço eletrônico, a demanda e a disponibilidade de água parecem ser determinantes no entendimento do que seja SH. Essa percepção é igualmente evidenciada nos decretos editados em 2019, 2020 e 2021, e na deliberação acima mencionada do CBH – MP, em que o mesmo estabelece níveis de segurança baseados estritamente nas vazões da água do rio. Nesse ponto, o termo SH parece ser utilizado de forma superficial, para representar tão somente uma situação genérica que contempla a quantidade de água, desconsiderando outros fatores que compõem a garantia de SH.

Tomando como base apenas o caráter quantitativo do conceito de SH; os níveis de segurança e as respectivas ações constantes no Quadro 8, podemos inferir que a partir do nível crítico 2 não há uma situação de SH, visto que, para garanti-la é necessário a

água para as necessidades humanas, dos ecossistemas e das atividades econômicas, o que é impossibilitado a partir de então, uma vez que, há redução da vazão de água, o que não contempla todos os usos.

Alguns estados brasileiros iniciam a inclusão da noção de SH em planos estaduais, seguindo o proposto no PNSH. Dentre esses, destaca-se os estados da Bahia, Ceará, Minas Gerais, e Rio de Janeiro que estão em fase de elaboração do Plano Estadual de Segurança Hídrica; já, os estados de São Paulo e Paraíba, na atualização dos Planos Estaduais de Recursos Hídricos, consideram a SH enquanto um conceito norteador de ações.

Considerar as noções de SH e as reflexões que permeiam tal conceito significa conceber a temática para além dos aspectos quantitativos e qualitativos da água e consequentemente um olhar mais global dos fenômenos e atores envolvidos na questão. Portanto, entende-se que SH não é sinônimo de recursos hídricos, crise hídrica, emergência hídrica ou outras classificações utilizadas para se referir às situações relacionadas à água. Portanto, o simples fato de a palavra segurança hídrica aparecer em um documento técnico-científico não necessariamente expressa essa concepção.

Em âmbito regional, existe o documento Segurança Hídrica e Conservação Ambiental, que se constitui enquanto eixo estratégico do Plano Regional de Desenvolvimento do Nordeste – PRDNE. Nesse contexto a SH é considerada a partir do conceito da ONU e considera a gestão do risco, gestão da oferta e gestão da demanda como pilares para a atuação e ampliação da SH.

#### **4.4 Considerações Finais**

O processo de formação da RMG, associado à distribuição populacional; concentração de capital, serviços, bens e infraestrutura, saneamento e governança moldam a configuração espacial da RMG dentre outros, obedecem uma lógica que reforça a concentração do melhores indicadores na capital metropolitana, enquanto que nos demais municípios da região, as desigualdades são ampliadas. As disparidades podem ser identificadas a partir da distribuição desigual da renda; da concentração da rede de água e esgoto; e da estrutura econômica heterogênea observada.

A instituição da RMG com o objetivo de formar uma unidade do ponto de vista econômico, social e ambiental se mostra ineficaz, considerando que, as leis, os decretos e as instâncias que a regem se apresentam de forma desarticulada. Dessa forma, essa região apresenta diversos pontos de desigualdade entre os municípios e intramunicipal.

A variação pluviométrica e vazão anual; os fatores econômicos, ilustrados pelo uso do solo e estrutura econômica; os fatores sociais, representados pela renda, taxa de água e esgoto adequados e mortalidade infantil; os indicadores de água e esgoto; e, as políticas voltadas para a governança da água deram indícios do quão complexa é a questão hídrica na RMG e indicaram a necessidade de se pensar a segurança hídrica em uma perspectiva multiescalar.

Constata-se que as políticas que visam gerir os recursos hídricos no âmbito da RMG desconsideram a questão do acesso à água, assim, as desigualdades sociais não entram nem na legislação, nem nos planos de gestão, o que coloca a população de baixa renda em situação ainda mais vulnerável, uma vez que, são negligenciadas nas tomadas de decisão.

## **5 SEGURANÇA HÍDRICA: RECONSTRUINDO O ISH DA ANA PARA A RMG**

## 5.1 Introdução

O processo de elaboração de indicadores perpassa pelo levantamento de dados, quantitativos seguido por um tratamento estatístico que permite integrar as informações, produzindo uma síntese: os indicadores. Esses, por sua vez, podem ser ainda mais sintetizados na forma de índices. Mas, também é possível a utilização de informações qualitativas e sua ponderação numérica como incremento à proposição dos indicadores.

Desde a etapa de levantamento de dados até a elaboração dos índices, o nível de agregação é crescente. Essa agregação tende a aumentar o conhecimento de uma situação como um todo, no entanto, também distancia cada vez mais das especificidades contidas nos dados, e indicadores de forma mais isolada (VAN BELLEN, 2006). Por isso, considera-se importante a capacidade de desagregação dos indicadores para proporcionar a compreensão do todo e das partes que os compõem e assim identificar quais variáveis mais influenciam nos indicadores e índices.

Siche et al. (2007, p. 139) esclarece que “um índice é o valor agregado final de todo um procedimento de cálculo onde se utilizam, inclusive, indicadores como variáveis que o compõem. [...] É importante salientar que um índice pode ser transformado num componente de outro índice.”

No meio acadêmico e nas instituições de Estado e internacionais, se concentram esforços no sentido de normalizar a mensuração dos problemas de cunho econômico, social e ambiental por meio da elaboração de indicadores e índices, visando tanto seu monitoramento quanto comparabilidade. Nesse sentido, a ANA desenvolveu um Índice de Segurança Hídrica no âmbito do PNSH.

O PNSH tem por objetivo definir conceitos, critérios e diretrizes para a seleção das principais ações estratégicas no Brasil para garantir a oferta de água, o abastecimento humano e o uso em atividades produtivas, como também reduzir os riscos relacionados a eventos de secas e inundações.

A construção do ISH baseia-se no conceito de segurança hídrica da ONU. Este se apresenta no PNSH,

A Segurança Hídrica, de acordo com o conceito da Organização das Nações Unidas (ONU), existe quando há disponibilidade de água em quantidade e qualidade suficientes às necessidades humanas, à prática das atividades

econômicas e à conservação dos ecossistemas aquáticos, acompanhada de um nível aceitável de risco relacionado a secas e cheias, devendo ser consideradas as suas quatro dimensões como balizadoras do planejamento da oferta e do uso de água em um país (ANA, 2019, p. 13).

O aumento populacional, o crescimento econômico e as consequências das mudanças climáticas, associados à falta de planejamento coordenado e investimentos em infraestrutura hídrica e saneamento são consideradas ameaças à segurança hídrica nacional (ANA, 2019).

O entendimento da noção de segurança hídrica direciona todo o processo de construção do índice que compreende quatro dimensões: Humana, Econômica, Ecológica, e Resiliência.

Há que se considerar que a elaboração do ISH é resultado de um grande esforço técnico no que se refere ao agrupamento de dados e dos diferentes planos de informação. Contudo, observa-se que o conceito empregado, refletido nas dimensões mensuradas, desconsidera as desigualdades sociais e as condições de vida da população brasileira como parte das condicionantes para o acesso a água.

A falta de água atinge de forma distinta os diferentes setores da sociedade, mas, principalmente, afeta sobremaneira pessoas em situação de vulnerabilidade social, que possuem baixa ou nenhuma renda; que não possuem abastecimento de água e tratamento de esgoto adequados e que são atingidos por altos índices de mortalidade infantil, dentre outros aspectos que as tornam vulneráveis.

A vulnerabilidade se caracteriza por ser um conceito capaz de possibilitar a operacionalização da compreensão de novos arranjos socioespaciais originados pelo risco e seus próprios mecanismos de reprodução social (MARANDOLA, 2006). A vulnerabilidade social se fundamenta no acesso, ausência ou insuficiência de determinada população à direitos sociais básicos como saúde, educação, saúde, etc. Para Yunes e Szymanski (2001, p. 28) “a vulnerabilidade opera apenas quando o risco está presente; sem risco, vulnerabilidade não tem efeito”. A vulnerabilidade, também, é entendida como a incapacidade de enfrentar os riscos ou a impossibilidade de criar condições que permita proteger-se (MARANDOLA, 2006).

Sob tais perspectivas, esta pesquisa objetivou problematizar o ISH e propor a inclusão de mais uma dimensão para compor o índice – Dimensão Social, com o intuito de incorporar uma noção de vulnerabilidade social. Para verificar sua viabilidade aplicou-a

na mensuração da segurança hídrica da RMG. Para discorrer sobre isto, este capítulo está estruturado em cinco partes, na primeira foi apresentado o delineamento metodológico que possibilitou aplicar o ISH da ANA, como também propor a inclusão da dimensão social ao índice; na segunda parte realizou-se a contextualização do ISH; na terceira aplicou-se o ISH a partir das quatro dimensões que o compõem; na quarta parte foi proposto a dimensão social para compor o ISH e na última parte é apresentado e analisado o ISH com cinco dimensões.

## **5.2 Delineamento metodológico para revisão e aplicação do ISH na RMG**

Visando alcançar o empreendimento de revisitar e aplicar o ISH na Região Metropolitana de Goiânia incorporando uma dimensão ambiental, realizou-se as seguintes etapas:

- Organização de um banco de dados com variáveis relacionadas ao tema segurança hídrica e análise exploratória dos dados;
- Análise do PNSH e do ISH
- Análise exploratória dos dados;
- Escolha das variáveis para elaboração do sub índice proposto para compor o ISH, denominado Dimensão Social;
- Tratamento estatístico dos dados;
- Aplicação de técnicas de geoprocessamento para análise, produção e tratamento de dados, como também, apresentação dos resultados;
- Análise descritiva e comparativa dos resultados.

### *Organização do banco de dados*

A partir da leitura sobre segurança hídrica foi organizado um banco de dados e informações, na forma de tabelas e gráficos, no intuito de se obter um panorama sobre a temática e, por conseguinte dispor de subsídios para compreender o complexo processo que demandou a elaboração do ISH desenvolvido pela ANA. As principais fontes de dados foram:

- IBGE (base cartográfica, dados demográficos e dados das características da população);

- ANA (PNRS, ISH, Atlas Esgotos e outros disponível no catálogo de metadados);
- SANEAGO (captação de água, qualidade de água e capacidade futura);
- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA (base cartográfica e Atlas de Vulnerabilidade Social – AVS nos Municípios e Regiões Metropolitanas Brasileiras);
- Artigos, teses de doutorado, planos estaduais sobre segurança hídrica e/ou com recortes da RMG relacionados à recursos hídricos;
- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (informações sobre saneamento dos municípios da RMG).

O banco de dados permitiu realizar uma análise exploratória e, posteriormente, a proposição de uma nova dimensão a ser incorporada ao índice, assim como das variáveis para compor a Dimensão Social.

O AVS produzido pelo IPEA (2015) foi importante instrumento que subsidiou a análise exploratória dos dados sociais que, juntamente com estudos que incorporaram variáveis sociais para avaliar a segurança hídrica possibilitaram a escolha das variáveis para compor a Dimensão Social. Os dados disponibilizados pelo AVS, além de serem obtidos na escala do município e região metropolitana, ele disponibiliza dados e informações, dos censos demográficos do IBGE de 2000 e 2010, por meio de recortes territoriais qualificados como UDHS.

As UDHS são adotadas no contexto do AVS, mas, sobretudo, no Atlas de Desenvolvimento Humano - ADH e se constituem enquanto unidades territoriais dentro de regiões metropolitanas, podendo compreender parte de um bairro, um bairro inteiro ou até mesmo um município de pequeno porte. A delimitação das UDHS apresenta áreas mais homogêneas do ponto de vista socioeconômico quando comparadas às áreas de ponderação<sup>26</sup>, resultantes da aglutinação de setores censitários<sup>27</sup>. Os critérios estabelecidos para delimitação das UDHS são:

- Áreas contíguas (não necessariamente precisava ser atendido);
- Identidade local (nomes dos bairros/localidade);

---

<sup>26</sup> Uma unidade geográfica formada por um agrupamento de setores censitários contíguos, para a aplicação dos procedimentos de calibração das estimativas obtidas com a amostra com as informações conhecidas para a população como um todo.

<sup>27</sup> Áreas contíguas, delimitadas para atender aos parâmetros da coleta e para controle cadastral.

- Homogeneidade socioeconômica;
- Critério de agregação mínimo estabelecido pelo IBGE – 400 domicílios.

Os 21 municípios da RMG possuem um total de 256 UDHS. Desses, 15 municípios inteiros correspondem a apenas um (01) UDH cada um, e os seis (6) restantes são divididos em mais de uma. O município de Goiânia abarca mais de 60% desse total, conforme Tabela 5.

**Tabela 5 - Quantidade de UDHS da RMG – 2010**

<b>Município</b>	<b>UDHS</b>
<b>Goiânia</b>	154
<b>Aparecida de Goiânia</b>	41
<b>Trindade</b>	17
<b>Senador Canedo</b>	11
<b>Goianira</b>	11
<b>Inhumas</b>	08
<b>Outros</b>	15
<b>Total</b>	257

Fonte: IPEA, 2015.

#### *Análise do PNSH e ISH*

A análise do PNSH e do ISH visou compreender os pressupostos conceituais, políticos e técnicos norteadores da proposta de elaboração do plano e dessa forma discernir os elementos que constituem o índice de segurança hídrica elaborado pela ANA. A metodologia utilizada no ISH está parcialmente presente no PNSH e de forma mais detalhada no documento intitulado “Manual Metodológico”.

A base de dados para a composição do índice é ampla, sendo composta por dados do: Atlas Esgotos; Atlas Irrigação; Atlas Brasil; Base de disponibilidade Hídrica e Estudo de Demandas e à nível Regional e Estadual, Planos de Bacias; Planos e Projetos de Infraestrutura Hídrica. Dessa forma, a escala dos dados e os planos de informações, ora correspondem a escala municipal e de setor censitário, ora ao nível de otobacias. Para realizar a análise espacial integrada dessas informações, as bacias hidrográficas foram agrupadas e deram origem à uma nova delimitação, denominada, Unidades Territoriais de Análise – UTAs. Nos limites da RMG foram identificadas 242 UTAs.

### Dimensão social

Os dados utilizados são do censo demográfico do IBGE 2010, mas extraídos via Biblioteca do IVS/IPEA, pois, esses estão vinculados ao recorte territorial das UDHs. A escolha das variáveis para compor a dimensão social buscou representar aspectos que julga-se mais representativos das desigualdades sociais que têm relação com a segurança hídrica, sob o aspecto acesso à água (Tabela 6).

**Tabela 6 – Dimensão, indicador, variáveis, pesos, relação com a SH e cálculo da Dimensão Social propostos na pesquisa**

Dimensão	Indicador	Variáveis	Peso	Relação com a SH	Cálculo da Dimensão Social
Social	Vulnerabilidade Social	% de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados (VAR1)	0,4	Quanto maior o percentual de domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados, menor o grau de SH	$VAR1*0,4+VAR2*0,3+VAR3*0,3$
		Mortalidade até 1 ano de idade <sup>28</sup> (VAR2)	0,3	Quanto maior a mortalidade de crianças até 1 ano de idade, menor o grau de SH	
		Proporção de pessoas com renda domiciliar <i>per capita</i> igual ou inferior a R\$ 255,00 mensais (VAR3)	0,3	Quanto maior a proporção de pessoas com renda domiciliar <i>per capita</i> igual ou inferior a R\$ 255,00 mensais, menor o grau de SH	

Fonte: Elaboração da autora.

Dessa forma, o percentual de pessoas em domicílios com abastecimento de água e coleta de esgotamento sanitário inadequados indica se as pessoas que vivem em determinada UDH têm mais ou menos acesso à água em relação às demais.

A mortalidade infantil pode indicar que as condições sanitárias de determinada UDH são desfavoráveis e, conseqüentemente, resultar em maior mortalidade. Já, outra relação entre mortalidade infantil e acesso à água pode ser compreendida pela própria

<sup>28</sup> Número de crianças que não deverão sobreviver ao primeiro ano de vida, em cada mil crianças nascidas vivas.

vulnerabilidade que a primeira revela, em que, mesmo tendo acesso à água e infraestrutura de coleta de esgoto, outros elementos podem ser a causa da mortalidade, ou ainda, situações de indisponibilidade hídrica podem intensificar esse fator.

A variável renda indica as possibilidades de condição material de obter bens e serviços básicos para a sobrevivência, incluindo os serviços de água e esgoto. Sendo assim, mesmo que a infraestrutura desses serviços esteja disponível em determinada UDH, as pessoas de baixa renda podem ter alguma dificuldade em acessar tais serviços em quantidade e condições adequadas, e ainda, em um cenário de escassez hídrica se tornam ainda mais vulneráveis, uma vez que, faltarão recursos e esses estarão mais caros – o que dificultará o acesso dessas pessoas.

#### *Procedimentos para o cálculo da Dimensão Social*

As três variáveis utilizadas para o determinar a Dimensão Social foram manipuladas no programa *Excel* com o intuito de normalizar e compatibilizar os dados de acordo com a composição das demais dimensões contidas no ISH da ANA. Dessa forma, os valores das variáveis foram normalizados entre cinco classes, que correspondem aos graus de segurança hídrica, variando entre 1 (mínimo) e 5 (máximo).

Sendo assim, os valores para percentual (%) de *pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário* inadequados foram reclassificados no intervalo entre 1 – 5, em que, 1 significa os mais altos % de abastecimento e esgotamento inadequados, conseqüentemente, grau de segurança mínimo e 5, os menores valores percentuais, portanto, segurança máxima. A *Mortalidade* até 1 ano de idade segue a mesma lógica, quanto maior a mortalidade, menor o grau de segurança. A proporção de pessoas com *Renda per capita* igual ou inferior a R\$ 255,00 mensais também foi classificada no intervalo entre 1 e 5, quanto maior a proporção de pessoas com baixa renda, menor o grau de segurança.

Após a normalização das variáveis entre os valores que correspondem aos graus de segurança hídrica foi possível realizar o cálculo da Dimensão Social. Assim, aplicou-se uma média ponderada, considerando os pesos de cada variável. Como resultado, obteve-se o grau de segurança hídrica para cada uma das UDHS da RMG (Equação 1).

#### **Cálculo da Dimensão Social proposta na pesquisa**

$$VAR1*0,4+VAR2*0,3+VAR3*0,3 \quad (1)$$

### *Aplicação de técnicas de geoprocessamento*

As bases cartográficas, em formato *shapefile* e suas respectivas tabelas de atributos com os dados e informações dos municípios; das UTAs e das UDHs que compõem a RMG foram adicionadas ao programa de geoprocessamento *ArcGis v. 10.5®*, a fim de analisar, produzir e tratar as informações, como também para elaborar os mapas para apresentação de variáveis, das dimensões e do ISH espacializados na RMG.

### *Procedimentos para inclusão da Dimensão Social ao ISH*

No *ArcGis* utilizou-se a ferramenta *Geoprocessing*, seguida por *Intersect* para realizar a sobreposição das camadas referentes aos dados do ISH produzidos pela ANA, que estão em escala de UTAs, com a Dimensão Social desenvolvida nessa pesquisa, em escala de UDHs. Após a intersecção dessas camadas obteve-se um novo *shape* que integra espacialmente as informações das UTAs e UDHs. Exportou-se a tabela do *ArcGis* para o *Excel* para o cálculo do novo ISH com a Dimensão Social, a partir do cálculo de uma média simples que combinou as quatro dimensões do ISH da ANA com a Dimensão Social aqui proposta, ambas de mesmo peso. Diante disso, somou-se cada dimensão e dividiu por 5 (o que corresponde ao número de dimensões), conforme a Equação 2:

#### **Cálculo do ISH considerando a Dimensão Social proposta na pesquisa**

$$\frac{dimH + dimE + dimSS + dimR + dimS}{5} \quad (2)$$

### *Análise descritiva e comparativa dos resultados*

A partir dos mapas das variáveis escolhidas, das dimensões e do ISH realizou-se uma análise descritiva, comparativa e um confronto dos resultados, que são retratos de um determinado momento passado, tendo em vista que, a escala temporal dos dados não coincide com a atualidade, com situações atuais que corroboram com os resultados encontrados.

### *Análise de reportagens de jornal*

Por fim, realizou-se uma pesquisa documental sobre assuntos relacionados à falta de água em municípios da RMG disponíveis no veículo de mídia de maior circulação na região, para o período compreendido entre janeiro de 2020 a setembro de 2021 a fim de

identificar localidades que, independente da razão, enfrentaram problemas de falta de água.

### **5.3 O contexto do Índice de Segurança Hídrica – ISH**

O ISH é o instrumento utilizado para responder, no contexto do PNSH, quais e onde existem problemas e riscos à segurança hídrica, a fim de subsidiar o direcionamento de recursos empregados para realização de obras de infraestrutura. A concepção do ISH incorpora no seu entendimento a noção de risco, o que denominam de risco hídrico, identificado a partir do valor resultante do balanço hídrico entre demanda e oferta de água. Segundo ANA (2019),

A exposição e a vulnerabilidade a determinado evento são os elementos-chave quando se estuda risco ou segurança. Assim, se de um lado tem-se em uma região, população que dependa da água para sua sobrevivência e para suas atividades econômicas, portanto, exposta à ocorrência de eventos extremos, do outro, caberiam medidas de engenharia e de gestão de risco para reduzir tal vulnerabilidade (ANA, 2019, p. 20).

Nesse sentido, o risco é considerado a partir da exposição de pessoas à intempéries climáticas. Os níveis de criticidade ou níveis de risco ditos como aceitáveis permeiam as análises sobre SH, sendo utilizada muitas vezes a gestão de riscos como ferramenta para identificar os patamares de risco ou segurança. A questão de se encarar o risco em algum nível como aceitável ao pensar a SH, significa também hierarquizar prioridades dentre regiões e componentes que apresentam maior risco.

As dimensões delineadas no ISH, a priori, não apontam para prioridades, visto que, não há peso para seus respectivos indicadores, contudo, as atividades econômicas, além da própria dimensão econômica, também atravessam a dimensão ecossistêmica – representada pelo indicador de segurança de barragens de rejeito da mineração. Ademais, há uma desproporcionalidade com relação a quantidade de variáveis para a dimensão econômica em relação às demais – o que pode apontar para uma supervalorização dessa dimensão.

O indicador de segurança de barragens se configura enquanto um importante elemento de SH, principalmente, devido aos rompimentos de barragens de rejeito da mineração no município de Mariana e Brumadinho em Minas Gerais. Contudo, acredita-se que esse indicador seja transversal as outras dimensões e por isso atrelá-lo apenas à

dimensão ecossistêmica significa limitar as possibilidades de sua leitura e apreensão das nuances que esse representa, assim, induz a pensar que os efeitos do rompimento de barragens se restringe ao aspecto ambiental.

Nesse sentido, pode-se inferir que o foco da segurança hídrica é difuso, pois, ora pretende garantir água para abastecimento humano, ora visa assegurar água para distintos setores da economia, e ainda proteger os ecossistemas. E para isso conta com a resiliência dos ambientes naturais, representados por reservatórios naturais superficiais e subterrâneos, assim como a variação pluviométrica que abastece esses reservatórios e os artificiais resultado de obras estruturais propostas no PNSH. Esse, juntamente com o ISH expressam o entendimento de que a segurança hídrica é o resultado de obras estruturantes aliado a fatores demográficos e naturais.

Entende-se que o ISH elaborado pela ANA não dá subsídios para a discussão de questões que consideramos essenciais para a compreensão: SH por quem e para quem? Pois, o papel das instituições que regulam, instituem leis e promovem a governança da água são desconsiderados – a atribuição das instituições fica direcionada às obras estruturais propostas no PNSH; ao mesmo tempo, as disparidades regionais dizem respeito somente à fatores climáticos, de ecossistemas e de uso e ocupação da terra, outros aspectos que refletem as desigualdades sociais e econômicas são desprezados, o que compromete a compreensão da SH para além da quantidade e da qualidade da água.

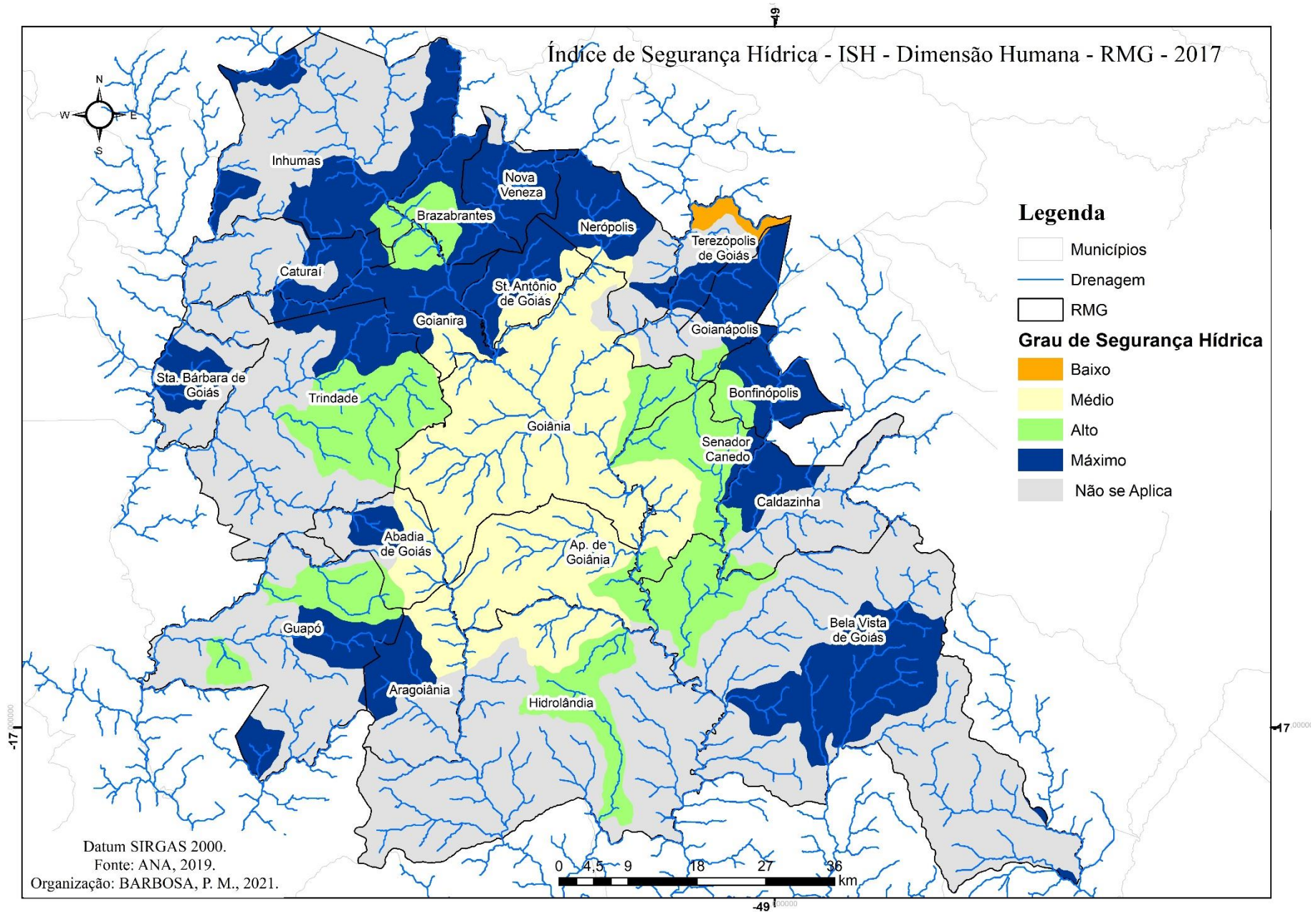
## **5.4 Aplicação do Índice de Segurança Hídrica - ISH na Região Metropolitana de Goiânia – RMG**

### *5.4.1. Dimensão Humana*

A espacialização da dimensão humana do ISH está diretamente relacionada aos aglomerados urbanos municipais, por essa razão, para parte da RMG, esse não se aplica. Nessa dimensão, os *scores* do grau de segurança hídrica se distribuem entre baixo e máximo (Figura 29).

Na parte central da RMG há predomínio de uma mancha contínua de grau de SH médio, que engloba grande parte de Goiânia e Aparecida de Goiânia, ao norte, cobre uma pequena porção de Goianira e Santo Antônio de Goiás; ao sul, avança em Hidrolândia; à nordeste há uma estreita faixa nas bordas de Nerópolis e Goianópolis; na região sudeste ocupa considerável área em Senador Canedo; e à sudoeste, as bordas de Aragoiânia e Hidrolândia.

Figura 29 – Mapa da Dimensão Humana do ISH - RMG



Os demais graus de segurança apresentam uma configuração distinta do anterior, uma vez que, são representados por fragmentos, em sua maioria, não contínuos. O grau alto margeia a porção central da RMG, está presente em Trindade, Guapó, Brazabrantés, Inhumas e Goianira, Senador Canedo, Bonfinópolis, Caldazinha, Bela Vista de Goiás, Aparecida de Goiânia, Hidrolândia, Guapó e Abadia de Goiás. O extremo nordeste do município de Terezópolis de Goiás é o único a apresentar grau de segurança baixo.

O grau de segurança máximo predomina na porção norte da RMG, mas também é observado em suas bordas a nordeste, sudeste, noroeste e sudoeste. Com destaque para os municípios de Goianira, Santo Antônio, Nerópolis e Nova Veneza, Goianópolis e Bonfinópolis que são abarcados em sua quase totalidade por esse grau, como também Bela Vista de Goiás com considerável área.

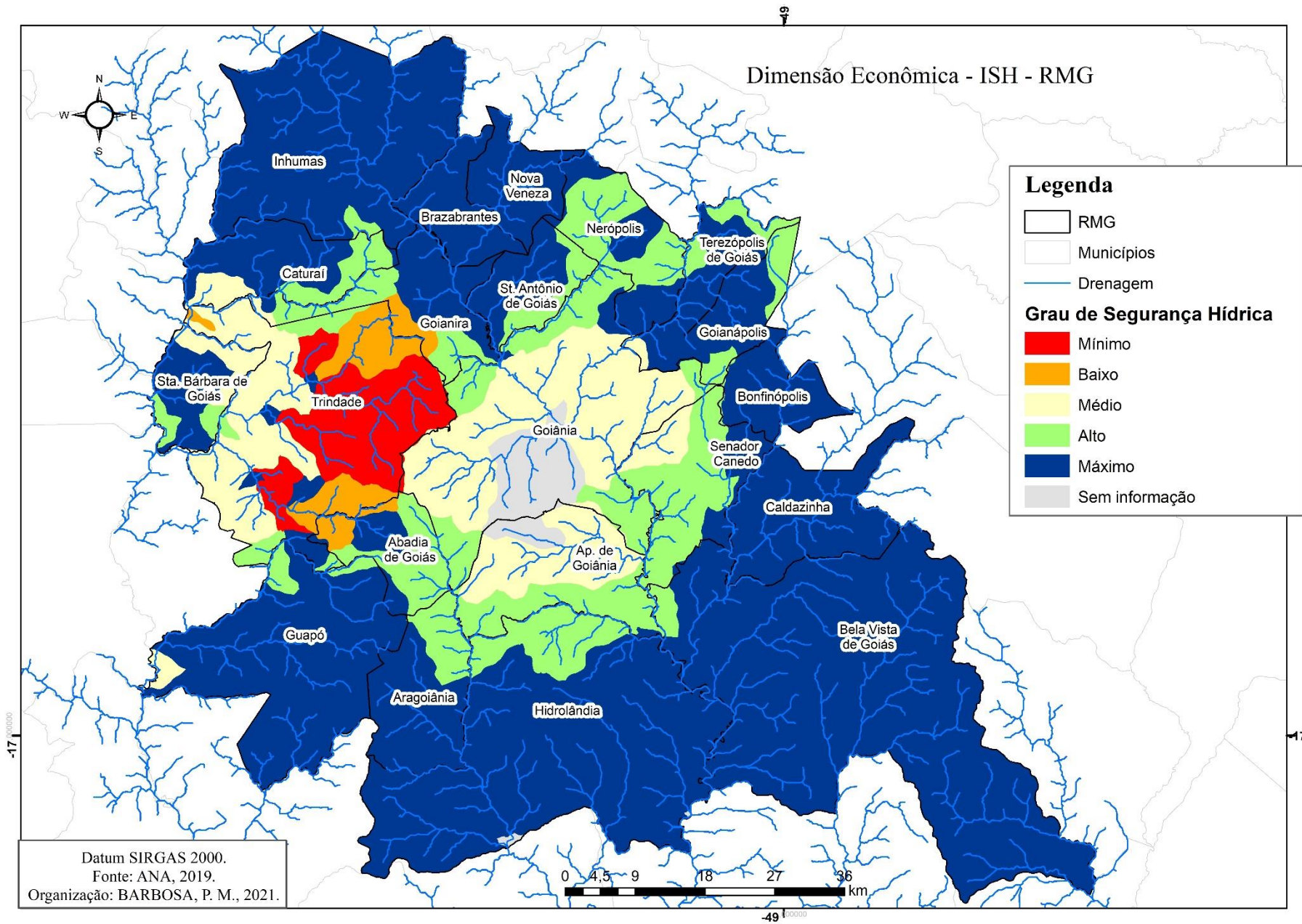
A configuração da dimensão humana expressa uma relação com as áreas urbanas contidas na RMG, onde observa-se um padrão que obedece ao sentido do avanço da mancha urbana ao longo do período de metropolização dessa região. Nessa perspectiva, o grau de segurança piora das margens para o centro - sentido contrário ao da expansão urbana que se deu do centro para as margens.

#### *5.4.2. Dimensão Econômica*

A dimensão econômica apresenta todos os graus de segurança, que vão desde o mínimo ao máximo. Dentre os graus, há a maior proporção de regiões classificadas como de segurança hídrica máxima, essa espacialização se dá, principalmente, nos municípios limítrofes da RMG, sobretudo na porção norte, sul, sudeste e sudoeste. Destacam-se municípios como Terezópolis, Goianópolis, Bonfinópolis, Bela Vista de Goiás, Caldazinha, Hidrolândia, Aragoiânia, Guapó, Santa Bárbara de Goiás, Caturai, Inhumas, Brazabrantés, Nova Veneza, Santo Antônio e Goianira (Figura 30).

A segurança alta é verificada no entorno da Capital e de Aparecida de Goiânia e em suas bordas. Na área nuclear desses municípios prepondera o grau médio, que também se observa na parte oeste da RMG – em parte dos municípios de Santa Bárbara, Caturai e Trindade.

Figura 30 - Mapa da Dimensão Econômica do ISH - RMG



O grau de segurança baixo está presente em um trecho entre Abadia de Goiás e Trindade e desse último com Goianira. Contudo, a maior parte do município de Trindade apresenta o grau mínimo.

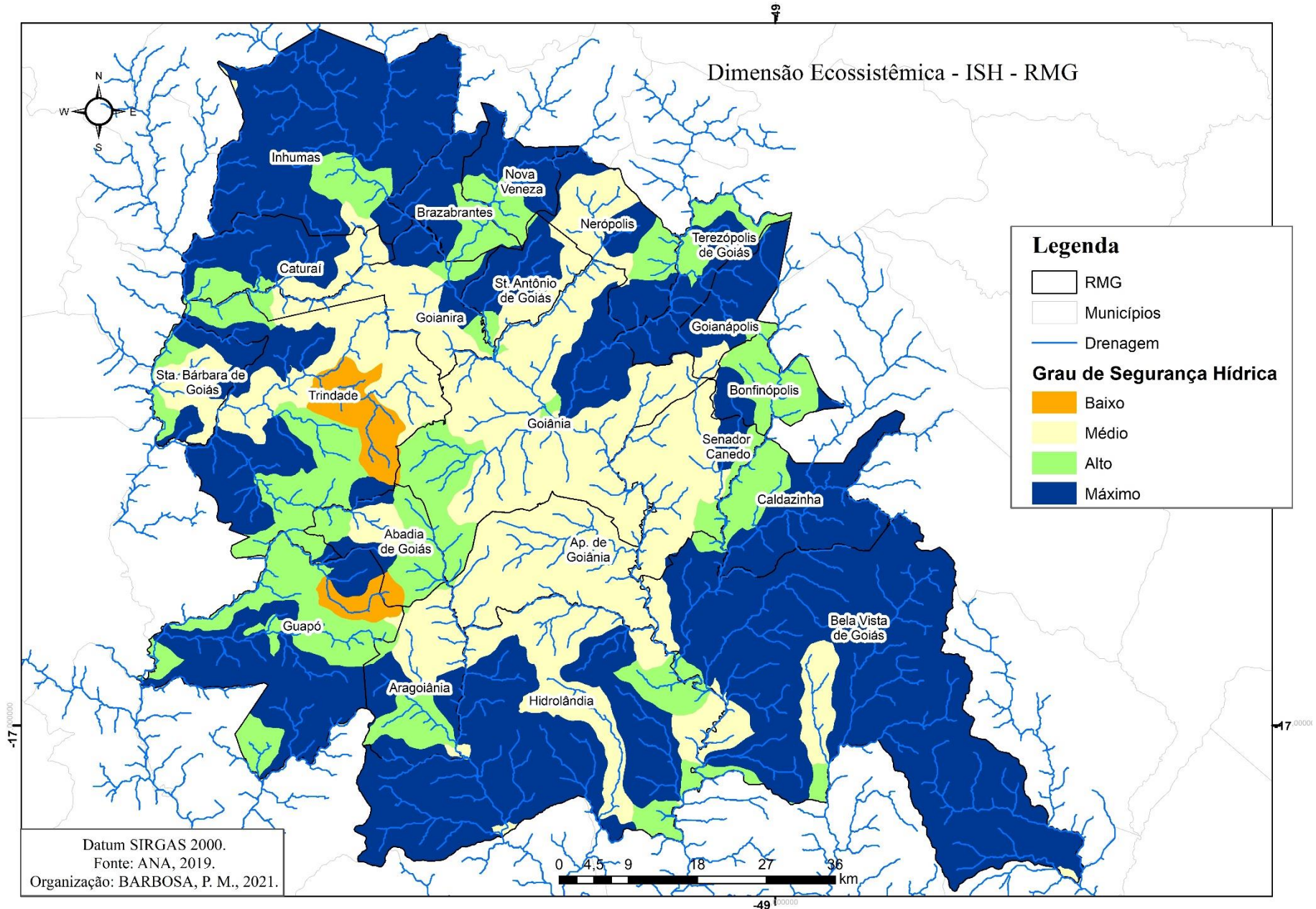
#### *5.4.3. Dimensão Ecológica*

A dimensão ecológica possui scores de classificação nas faixas de baixo; médio; alto e máximo grau. Os níveis máximos de SH se localizam nas bordas da RMG, a exemplo de Bela Vista, Hidrolândia, Terezópolis de Goiás, Guapó, Inhumas, Nova Veneza e a parte nordeste de Goiânia (Figura 31).

O grau médio se apresenta no sentido longitudinal da RMG e nas extremidades com um formato que se diferencia das demais dimensões, pois seu delineado acompanha alguns tributários e parte da planície drenada pelo Rio Meia Ponte, isso deve ser reflexo do tipo de variável que compõe a dimensão e onde essa é coletada, visto que, foi avaliada a quantidade e a qualidade da água por meio do cálculo de vazão e concentração de Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO, portanto, acompanhando o curso dos córregos, ribeirões e rio.

Os níveis de segurança altos são observados nas cabeceiras de algumas nascentes e coincidem com áreas onde o declive é ondulado e forte ondulado, configurando os locais onde estão com a vegetação nativa mais preservada, pois, se constituem em APPs ou pelo fato de serem nascentes ou em função da declividade, sendo assim, dificulta a ocupação e usos específicos como agricultura, pecuária e áreas urbanas. Essas características podem influenciar tanto na qualidade da água, visto que, a vegetação funciona como uma barreira filtrante de poluição e contaminantes, como também na vazão, porque a vegetação promove maior infiltração da água que tende a recarregar os aquíferos que alimentam as nascentes, assim, o fluxo da água, sem barreiras antrópicas como áreas urbanas e agropecuária, segue seu curso natural.

Figura 31 - Mapa da Dimensão Ecológica – ISH - RMG



Os graus máximos de segurança em Inhumas, Nova Veneza e Santo Antônio também têm relação com a declividade; já, em Terezópolis e Goianápolis o que mais influencia tal nível é a existência da unidade de conservação de proteção integral, o Parque Estadual Altamiro de Moura Pacheco - PEAMP, na Bacia Hidrográfica do João Leite, onde se localiza o reservatório de água para abastecimento humano da RMG e que leva o mesmo nome da bacia, dessa forma, uma área protegida tende a apresentar melhor qualidade de água.

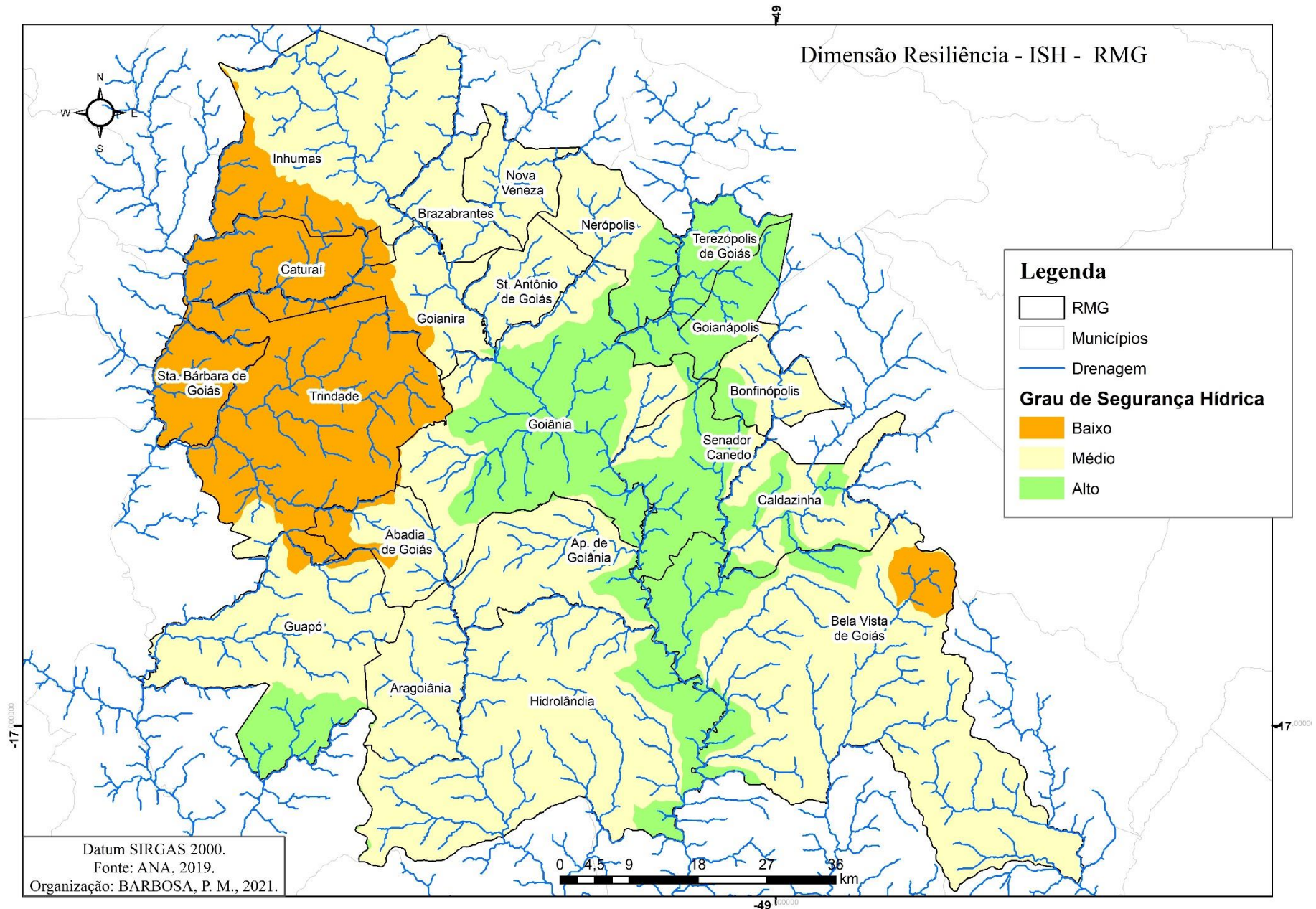
#### *5.4.4. Dimensão Resiliência*

Os níveis de segurança hídrica encontrados foram de baixo a alto, ou seja, nenhuma área da RMG obteve grau mínimo ou máximo. Observa-se a preponderância do nível médio, que se concentra nas porções sudeste, sudoeste e nordeste da RMG (Figura 32).

O grau de segurança baixo está presente na porção noroeste dessa região, englobando os municípios de Trindade, Caturai e Santa Bárbara de Goiás e uma parte do extremo leste do município de Bela Vista de Goiás.

No sentido centro-sul, passando por municípios como Goiânia, Senador Canedo, Bela Vista de Goiás e Hidrolândia, como também no sentido nordeste-centro, passando por Terezópolis de Goiás e Goianápolis se concentram níveis de segurança altos.

Figura 32 - Mapa da Dimensão Resiliência do ISH - RMG



#### 5.4.5. Índice de Segurança Hídrica da RMG

O ISH é resultante da composição de suas quatro dimensões apresentadas anteriormente: humana, econômica, ecossistêmica e de resiliência. Os níveis de SH variaram entre baixo e máximo.

Ao aplica-lo à RMG (Figura 33), verifica-se que o ISH alto predomina na maior parte da RMG e que, semelhante às dimensões econômica e ecossistêmica, os melhores índices se localizam nas extremidades da RMG, ou seja, mais afastadas dos grandes aglomerados urbanos. Nesse sentido, municípios como Goiânia, Aparecida de Goiânia, Senador Canedo e Trindade concentram o índice médio, e Trindade é o único a apresentar níveis de SH baixo para o primeiro período

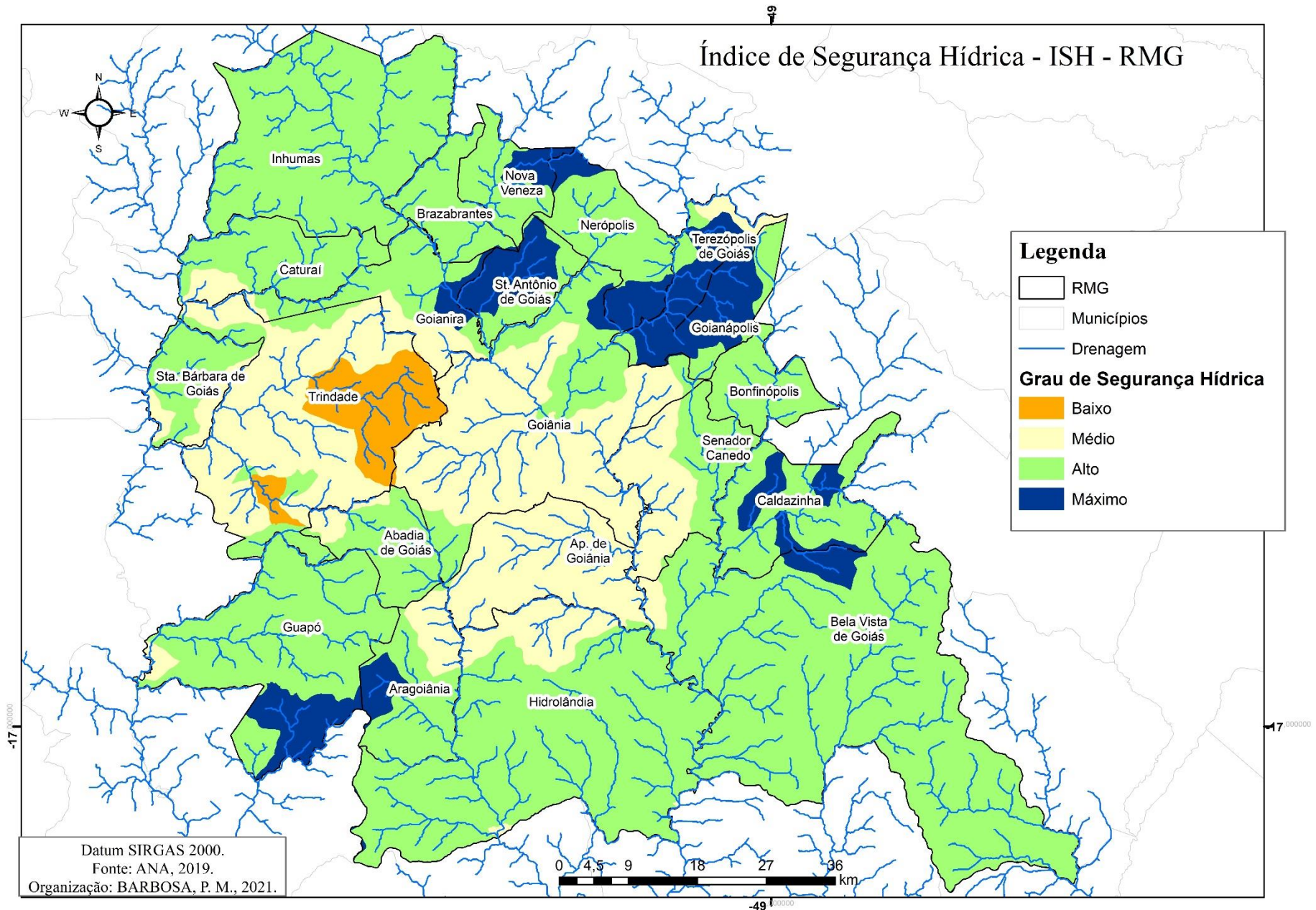
A área do PEAMP, juntamente com a Área de Proteção Ambiental João Leite – APA João Leite parecem influenciar o grau de segurança máximo em Terezópolis, Goianópolis e alto na parte nordeste de Goiânia, respectivamente.

As áreas urbanas e de conurbação entre os municípios de Goiânia, Aparecida de Goiânia, Aragoiânia, Hidrolândia, Senador Canedo, Trindade, Goianira, Santa Bárbara de Goiás dever, consideradas na dimensão humana, repercutiram no ISH médio dessa área.

A dimensão econômica refletiu no grau alto na maior parte da RMG, nas bordas dessa, excetuando, apenas, a parte leste, representada pelo município de Trindade. A maior parte dos municípios da borda da RMG têm sua economia voltada para a pecuária e agricultura, e essas tiveram papel de destaque na referida dimensão, acredita-se que isso justifica tal grau de segurança nesses municípios.

O grau de segurança baixo observado no município de Trindade deve ter tido influência da dimensão resiliência, uma vez que, essa avalia o reservatório de abastecimento e seu volume. Esse município é abastecido em 72% pela captação do córrego Arrozal, que, por sua vez requer novo manancial em função do déficit entre oferta e demanda (ANA, 2015).

Figura 33 - Mapa do ISH - RMG



## 5.5 Inserindo uma nova dimensão ao ISH

A dimensão social foi composta por três variáveis: percentual de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados; mortalidade até 1 ano de idade; proporção de pessoas com renda domiciliar *per capita* igual ou inferior a R\$ 255,00 mensais. A partir da combinação dessas variáveis chegou-se ao novo índice.

Dessa forma, o grau de segurança hídrica, na dimensão social, variou de mínimo à máximo. Os graus médio e baixo preponderam com relação aos demais, em que o primeiro se concentra na porção oeste, norte e parte leste, e o último, na parte noroeste e nordeste, e, de forma esparsa nos limites da capital (Figura 34).

O grau máximo se concentra na parte central e algumas periféricas de Goiânia e Senador Canedo, como também em uma pequena porção na parte central de Trindade e Inhumas e na parte norte de Aparecida de Goiânia. O grau alto aparece nas adjacências de onde foram encontrados grau máximo na capital e também em Goianira, Trindade, Inhumas e Aparecida de Goiânia.

Os piores níveis de segurança (baixo e mínimo) foram observados em grande parte de Inhumas, em toda a área de Terezópolis de Goiás e Goianópolis, na parte central de Trindade e nos limites dessa com Goiânia, em parte de Goianira, em pequenas ilhas na periferia de Goiânia e na maior parte do município de Aparecida de Goiânia.

De forma geral, os indicadores sociais que compuseram a dimensão social apresentaram um mesmo padrão espacial, a melhor cobertura de água e esgoto adequados; os menores números da mortalidade infantil e a menor proporção de pessoas com renda *per capita* igual ou inferior à meio salário mínimo se concentraram na parte central da RMG; já, as mais altas taxas de água e esgoto inadequados; os maiores números da mortalidade infantil e os maiores percentuais de pessoas com renda *per capita* igual ou inferior à meio salário mínimo, isto é, consideradas vulneráveis, estão distribuídas na parte periférica, seja da capital, seja da RMG.

A renda e a mortalidade infantil foram os indicadores de maior repercussão no índice, mesmo com pesos inferiores, quando comparados à taxa de água e esgoto inadequados. Esse último não possui uma distribuição de frequência alta e seus piores índices estão em localidades bem específicas.

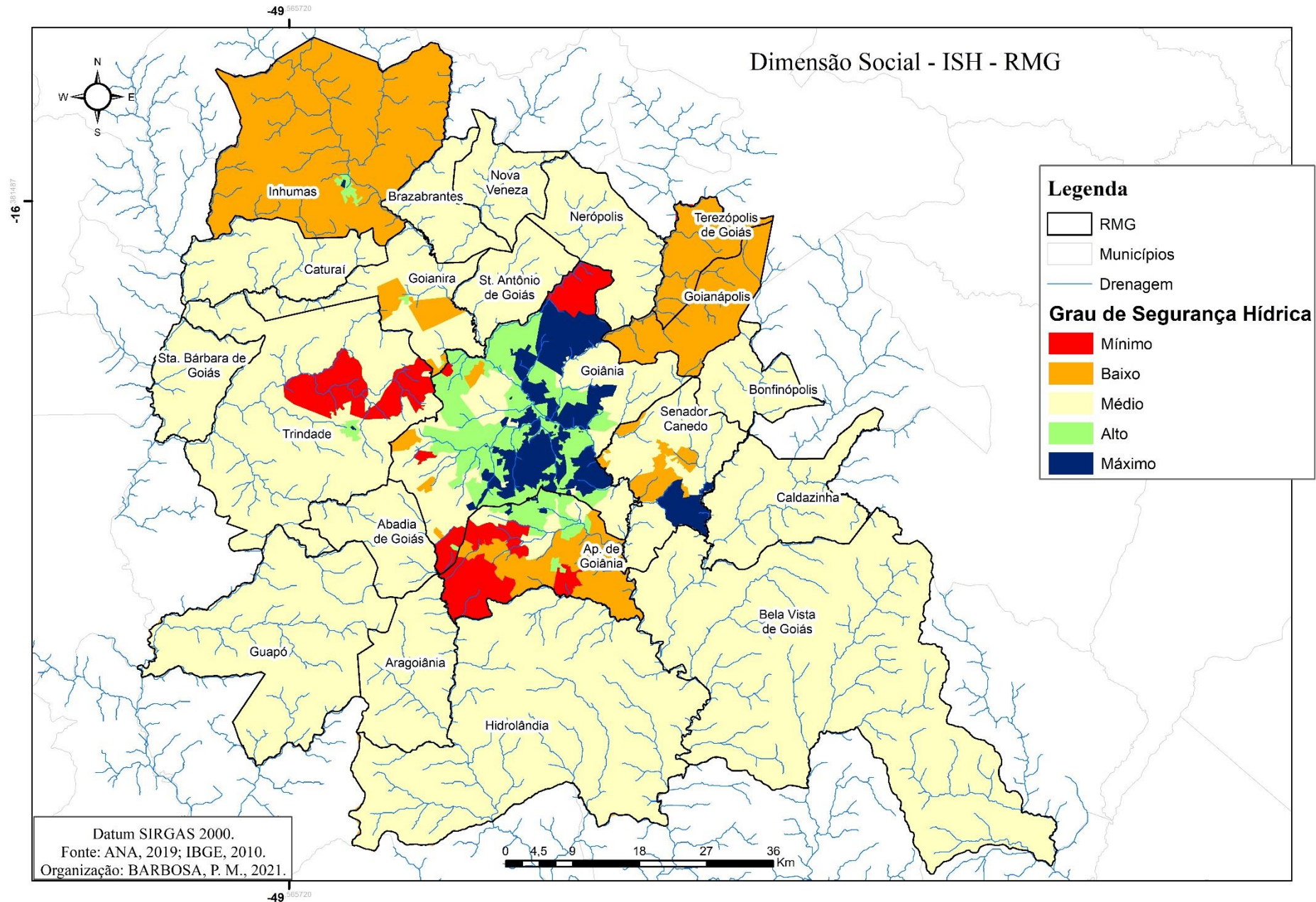
O fato de alguns municípios não serem divididos em UDHs refletiu na homogeneidade de resultados nesses, o que pode mascarar pontos de disparidades locais. No entanto, nos municípios delimitados por essas unidades, os quadros de desigualdades socioeconômicas distribuídas no território foram evidenciados e que possibilitaram verificar dois padrões espaciais:

1. O grau de segurança hídrica tende a diminuir no sentido centro-periferia da RMG;
2. Condomínios fechados localizados na periferia da RMG e da capital rompem o padrão espacial identificado no item 1.

Graus mínimos e máximos e baixos e máximos ou baixos e altos, lado a lado, de forma fragmentada, revelam as desigualdades sociais observadas, principalmente, no município de Goiânia. Os condomínios fechados representam uma quebra da lógica centro-periferia, pois, espacialmente se localizam na periferia, contudo, concentram as rendas mais altas e seus moradores possuem mais acesso à infraestrutura básica, como também educação e saúde. Esses condomínios são vendidos e entregues com toda a infraestrutura já instalada; e o acesso à educação e saúde, em função da média e alta renda, são adquiridas, geralmente, em instituições da iniciativa privada. Por outro lado, na periferia da capital ou da RMG, há uma concentração maior de pessoas com baixa renda, e o acesso à educação, saúde e outros serviços é por meio dos serviços públicos, que são condicionados pelas políticas públicas praticadas pelo poder público, essas por sua vez, se dão de maneira difusa, a depender do local – o que deixa a população de baixa renda mais vulnerável e sujeitas à precarização das condições de vida.

Em Goiânia, têm-se, por exemplo, de um lado o condomínio de alto padrão, o Aldeia do Vale (grau máximo) que, em 2010 a renda média per capita era de R\$ 6.361,16 e ao lado desse, o Vale dos Sonhos (grau médio) com renda média per capita de R\$ 531,3. Na região norte da capital têm-se o condomínio Parque dos Cisnes (grau máximo) com a mortalidade infantil que girou em torno de 8 em 2010, ao lado da Vila Rica (grau mínimo), que apresentou no mesmo ano a mortalidade de 22,4.

Figura 34 - Mapa da Dimensão Social do ISH - RMG



Em Senador Canedo algo parecido é observado; de um lado existe o Condomínio Alto da Boa Vista (grau máximo) e, do outro o Distrito Agroindustrial (grau mínimo), que, além do último apresentar altos números de mortalidade infantil e renda mais baixa, também possuía, em 2010, uma taxa de água e esgoto inadequados 8 vezes maior que o primeiro.

Na contramão do que é observado em condomínios fechados de médio a alto padrão, verifica-se a necessidade de intervenção do poder judiciário para que loteamentos só sejam aprovados mediante a implantação prévia da infraestrutura de água e esgoto adequados, como no caso de Goianira, onde foi identificado a existência de loteamentos clandestinos e irregulares, dificultando o acesso à água e esgotamento sanitário adequados (MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE GOIÁS, 2015).

De forma ainda mais problemática, e que demonstra a situação de vulnerabilidade que muitas famílias da RMG enfrentam, são situações de despejo de ocupações urbanas de pessoas sem teto. Portanto, a própria ocupação já caracteriza a precária condição de vida, ademais, associada ao despejo revelam total situação de vulnerabilidade. Essa situação ocorreu em setembro de 2021, na ocupação Beira-Mar, no bairro Independência Mansões (grau máximo), em Aparecida de Goiânia, onde 56 famílias foram despejadas de forma forçada por agentes públicos do município. A justificativa para a ação é de que a área, parte pública e parte privada, compõe uma zona da Área de Proteção Ambiental - APA Serra das Areias e, portanto, proibida edificações no local (MACEDO, 2021).

Os aspectos levantados indicam a vulnerabilidade a qual grupo populacional de baixa renda e acesso inadequados aos serviços básicos estão submetidos na RMG. Dessa forma, infere-se que, mesmo diante de um cenário com disponibilidade hídrica satisfatória, o acesso à água pode estar comprometido, seja pela própria condição da renda, seja pela ausência ou inadequação de infraestrutura, – que, conseqüentemente reverbera nas condições de saúde da população, a exemplo das taxas de mortalidade infantil.

Em um cenário de escassez hídrica, a população vulnerável estará ainda mais suscetível aos efeitos provocados pela escassez, potencializando suas condições de vulnerabilidade, num ciclo de perpetuação das desigualdades.

## 5.6 Índice de Segurança Hídrica – ISH com a Dimensão Social para a Região Metropolitana de Goiânia – RMG

Ao adicionar a dimensão social ao ISH percebemos mais nuances dos graus de segurança, como também da sua distribuição no território. Têm-se todos os níveis de segurança, do mínimo ao máximo (Figura 35).

O grau alto e médio ocupa mais destaque em relação aos demais e se apresentam de maneira associada. O grau alto foi observado em maior proporção na parte central da RMG e nos limites entre Goiânia e a parte nordeste e sudeste dessa Região, como também em parte de Santa Bárbara, Abadia de Goiás, Aragoiânia, Caldazinha, Inhumas e Guaporé. Apenas os municípios de Santo Antônio de Goiás, Nerópolis, Nova Veneza e Brazabrantes apresentaram em sua totalidade o grau alto. O grau máximo se restringe à porção extremo leste de Goiânia limítrofe ao município de Nerópolis.

Porções individualizadas de grau baixo foram identificadas nos limites oeste e noroeste da capital e em Senador Canedo. Parte representativa do município de Trindade na porção leste, próximo à divisa com Goiânia apresentou grau de segurança baixo, e o único município a expor grau de segurança hídrica mínimo. A maior parte do município de Aparecida de Goiânia obteve grau de segurança baixo.

Os graus de segurança mínimo e baixo abrangem 21 UDHs totalmente, onde residiam, em 2010, 278.957 habitantes; e, de forma parcial 9 UDHs, habitadas por 65659. As UDHs atingidas total ou parcialmente representam 11,67% do total das 257 existentes na RMG. Do ponto de vista populacional, os graus mínimo e máximo afetam parcial ou integralmente 15,84% do total dos 2.175.156 habitantes da RMG em 2010.

Considera-se que a dimensão social influenciou sobremaneira a nova configuração do ISH, pois, possibilitou demonstrar que a RMG é mais heterogênea do que o que foi visto no ISH que não aglutina essa dimensão. Ao comparar a distribuição espacial do ISH sem e com a Dimensão Social (Figura 36), percebe-se que com a adição dessa dimensão há a formação de descontinuidades espaciais dos graus de segurança, principalmente, na Capital, em Aparecida de Goiânia, Trindade e Senador Canedo. Essa nova configuração revela as heterogeneidades desses locais com relação aos

condicionantes de segurança hídrica, influenciados, sobretudo, pelas variáveis socioeconômicas.

Figura 35 - Mapa do ISH com a Dimensão Social - RMG

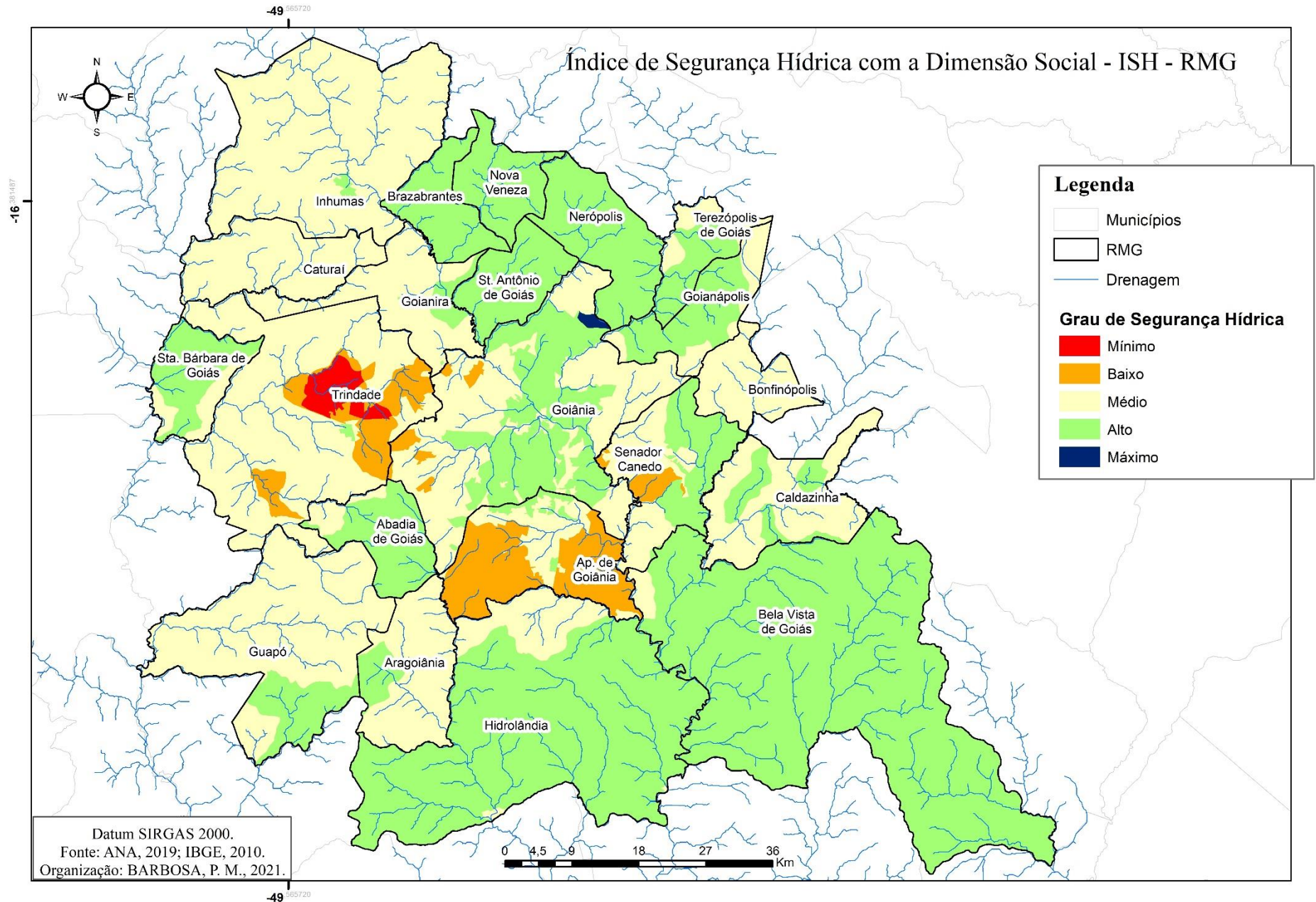


Figura 36 - Mapas do Índice de Segurança Hídrica sem e com a Dimensão Social – ISH - RMG

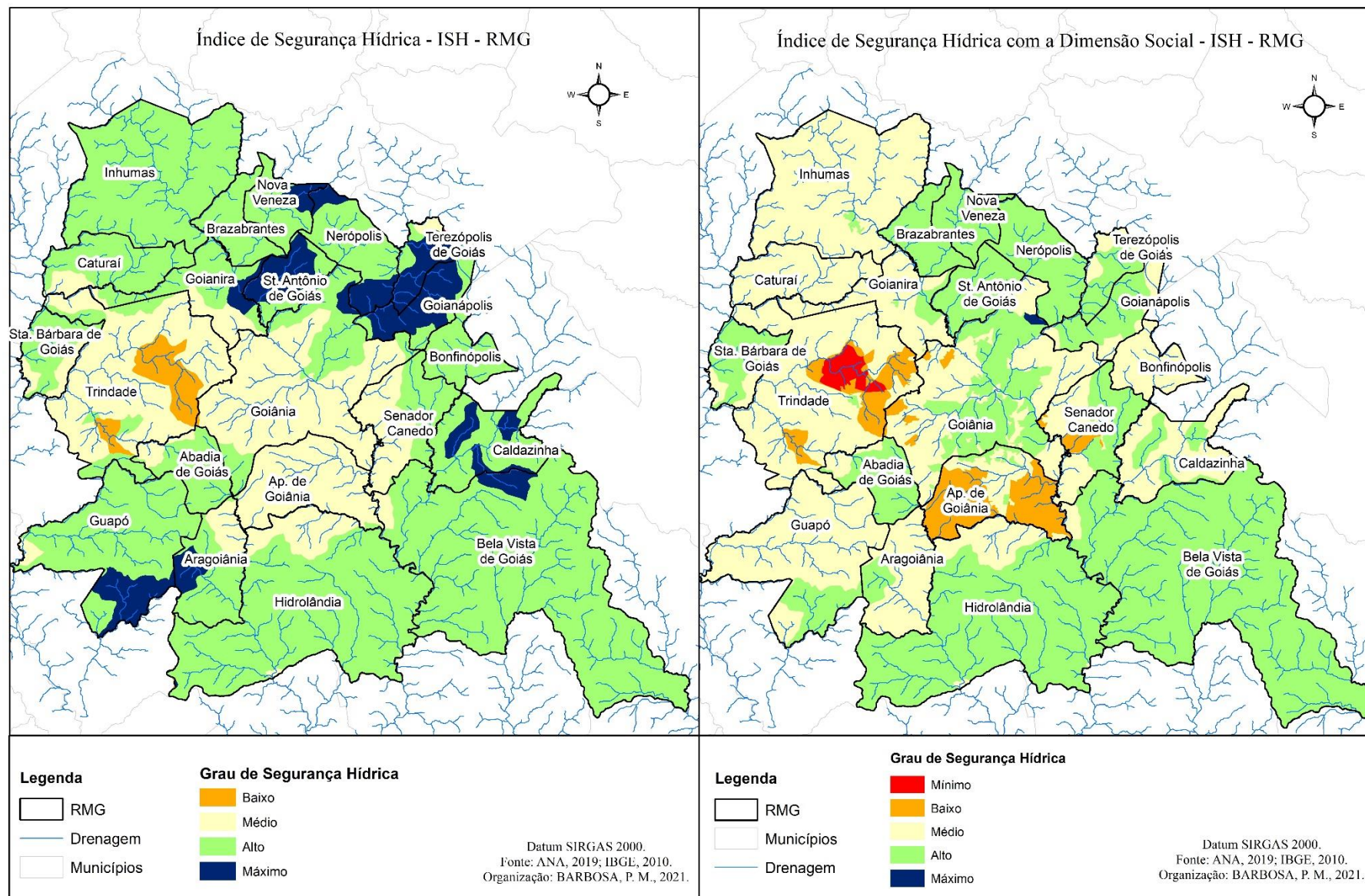


Tabela 7 – Índice de Segurança Hídrica sem e com a Dimensão Social, por área dos municípios da RMG (%)

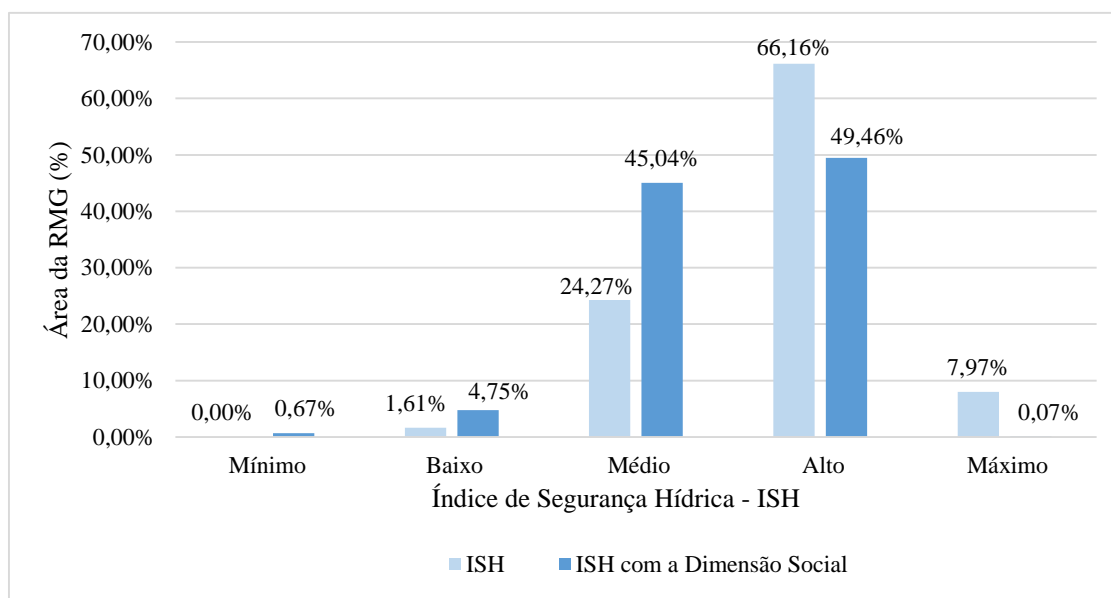
Municípios	ISH Mínimo (%)		ISH Baixo (%)		ISH Médio (%)		ISH Alto (%)		ISH Máximo (%)	
	<i>ISH sem a Dim. Social</i>	<i>ISH com a Dim. Social</i>	<i>ISH sem a Dim. Social</i>	<i>ISH com a Dim. Social</i>	<i>ISH sem a Dim. Social</i>	<i>ISH com a Dim. Social</i>	<i>ISH sem a Dim. Social</i>	<i>ISH com a Dim. Social</i>	<i>ISH sem a Dim. Social</i>	<i>ISH com a Dim. Social</i>
Abadia de Goiás	0,00%	0,00%	0,07%	0,00%	16,19%	16,26%	83,74%	83,74%	0,00%	0,00%
Aparecida de Goiânia	0,00%	0,00%	0,00%	69,38%	98,62%	25,06%	1,38%	5,56%	0,00%	0,00%
Aragoiânia	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	22,74%	84,91%	62,17%	15,09%	15,09%	0,00%
Bela Vista de Goiás	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,42%	1,42%	95,88%	98,58%	2,70%	0,00%
Bonfinópolis	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	99,97%	99,97%	0,03%	0,03%	0,00%
Brazabrantes	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	99,25%	100,00%	0,75%	0,00%
Caldazinha	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	77,03%	77,03%	22,97%	22,97%	0,00%
Caturai	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	12,41%	100,00%	87,59%	0,00%	0,00%	0,00%
Goianópolis	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,55%	30,82%	30,28%	69,18%	69,18%	0,00%
Goiânia	0,00%	0,00%	0,20%	2,79%	71,75%	56,73%	26,32%	39,74%	1,73%	0,74%
Goianira	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	26,68%	88,50%	62,39%	11,50%	10,93%	0,00%
Guapó	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,45%	84,14%	81,69%	15,86%	15,86%	0,00%
Hidrolândia	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	11,47%	11,47%	88,37%	88,53%	0,16%	0,00%
Inhumas	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	98,98%	100,00%	1,02%	0,00%	0,00%
Nerópolis	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	71,94%	100,00%	28,06%	0,00%
Nova Veneza	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	78,91%	100,00%	21,09%	0,00%
Santa Bárbara de Goiás	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	25,97%	25,97%	74,03%	74,03%	0,00%	0,00%
Santo Antônio de Goiás	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	36,22%	100,00%	63,78%	0,00%
Senador Canedo	0,00%	0,00%	0,00%	8,92%	56,56%	46,46%	43,44%	44,62%	0,00%	0,00%
Terezópolis de Goiás	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	19,34%	35,41%	16,07%	64,59%	64,59%	0,00%
Trindade	0,00%	7,08%	16,62%	15,71%	71,57%	76,85%	11,82%	0,36%	0,00%	0,00%
<b>RMG</b>	0,00%	0,67%	1,61%	4,75%	24,27%	45,04%	66,16%	49,46%	7,97%	0,07%

Fonte: Elaboração da autora.

O ISH com a dimensão social indicou a existência de grau mínimo de segurança hídrica na RMG, localizado no município de Trindade, que totalizou 7,08% de sua área. A distribuição do grau baixo foi expandido, abarcando além de Trindade, pontos de Goiânia e representativa parte de Aparecida de Goiânia, ocupando 69,38% do total de sua área. Outro ponto de destaque do ISH sem e com a Dimensão Social, é a redução da distribuição do grau máximo, que passou a constar apenas no extremo leste de Goiânia com área percentual de 0,07% (Figura 35 e Tabela 7).

Em síntese, a adição da Dimensão Social ao ISH, resultou na manifestação do grau mínimo; no aumento da proporção do grau baixo, que passou de 1,61% para 4,75% na RMG; no acréscimo de grau médio, que antes ocupava 24,27% e passou a ocupar 45,04% da área total da RMG, em decorrência da redução de área ocupada por grau alto, que, por sua vez representava 66,16% e passou a representar 49,46%; já, o grau máximo, que, anteriormente era de 7,97% da área, corresponde a 0,07% (Figura 37).

**Figura 37 - Índice de Segurança Hídrica sem e com a Dimensão Social, por área da RMG (%)**



Fonte: Elaboração da autora.

Isso se deve à duas questões principais: a primeira, corresponde aos diferentes níveis das escalas utilizadas para desenvolver essa proposta de ISH, que integra as UTAs – derivadas de bacias hidrográficas e as UDHs, provenientes dos setores censitários; a segunda, diz respeito à própria natureza das informações, visto que, concerne à questões sociais que revelam a forma desigual com que os sujeitos sociais são atingidos a partir dos diferentes graus de segurança hídrica e onde esses sujeitos estão.

As UDHs, enquanto escalas de análise, propiciaram estabelecer relações mais próximas da realidade social dos indivíduos de determinada localidade da RMG e assim, perceber os distintos níveis de vulnerabilidade que esses indivíduos estão submetidos.

Nesse cenário de falta de água em Goiânia e Aparecida no ano de 2021, uma matéria de veículo de comunicação de maior circulação na RMG, de setembro desse ano chama a atenção: “Falta de água gera corrida por caminhões-pipa e valores dobram em Goiânia<sup>29</sup>”. A reportagem levantou junto à algumas empresas de caminhões-pipa que todos os caminhões disponíveis estavam abastecendo condomínios nos setores Marista, Bueno e Jardim Goiás e ainda que a falta de água generalizada fez o preço dessa disparar, pois, em questão de dias, o preço por 25 mil litros de água passou de R\$ 350,00 para R\$ 700,00, ou seja, dobrou de valor.

Dessa situação pode ser considerado duas questões relevantes que corroboram com o entendimento de que o acesso está relacionado às condições econômico-sociais e é, pois, afetado em função dessas. Primeiro, os bairros em questão são constituídos em sua maioria por pessoas com alto poder aquisitivo e, que, conseqüentemente, no caso da falta de água, têm condições materiais de viabilizar seu acesso por outros meios, uma vez que o sistema de abastecimento não o faz, e assim recorrendo à caminhões-pipa. Por outro lado, para a população de bairros também afetados pela falta de água, mas que possuem baixa ou nenhuma renda, existe a dificuldade de encontrar outras formas de acessar esse recurso. A segunda questão reforça a primeira, pois, o mercado, representado pelas empresas de caminhões-pipa se alto regulam no que diz respeito à oferta e demanda, assim, aumentam o preço da água em um cenário de escassez e isso coloca as pessoas de baixa renda em situação de maior vulnerabilidade.

---

<sup>29</sup> <https://opopular.com.br/noticias/cidades/falta-de-%C3%A1gua-gera-corrída-por-caminh%C3%B5es-pipa-e-valores-dobram-em-goi%C3%A2nia-1.2323611>

## 5.7 Considerações Finais

Há de se considerar que o ISH desenvolvido pela ANA é resultado de um esforço teórico-conceitual e técnico, como também uma contribuição relevante para a avaliação da segurança hídrica em nível de bacia hidrográfica e de município. Todavia, não consegue captar, destacando, as diferentes condições socioeconômicas da população no acesso à água.

Assume-se que para compreender a segurança hídrica é preciso ampliar a análise para além da oferta e demanda ou disponibilidade e demanda, pois, atentar-se apenas a elementos da infraestrutura de saneamento e do meio físico-natural associados aos aspectos demográficos populacionais mascaram parte da população mais vulnerável.

Dessa forma, para preencher a lacuna do ISH sobre o acesso à água, considera-se que a dimensão social proposta para compor o ISH possibilitou espacializar os diferentes graus de segurança hídrica da RMG a partir das nuances sociais, assim como apontar onde estão as áreas que requerem mais atenção do poder público e das políticas públicas no que tange a relação segurança hídrica e população vulnerável.

Contudo, admitimos as limitações que a pesquisa enfrenta no que diz respeito à disponibilidade de dados e informações para diferentes escalas de análise. Tendo em vista a metodologia adotada, o ISH, mesmo com as adaptações propostas é insuficiente para retratar a complexidade que envolve a segurança hídrica, seja pela densidade conteúdo, seja pela diversidade de atores sociais atravessados pelo modelo de governança em vários níveis e aspectos instituídos na RMG, e que de uma maneira ou de outra refletem nos resultados encontrados.

Trindade, Goiânia e Aparecida de Goiânia são os municípios que concentram a maior população da RMG e estão entre os que possuem os piores níveis de segurança hídrica. Esse último, apesar da dimensão social como um todo e outros elementos aqui levantados que demonstram sua situação de risco da falta de água e da vulnerabilidade de grande parte da população, não aparece com índices de SH tão preocupantes, muito, em função de outras dimensões. Contudo, cabe ressaltar que sua situação também exige ações voltadas para reduzir as desigualdades sociais que, por sua vez, são fatores de vulnerabilidade diante de um cenário de escassez hídrica.

## 6 CONCLUSÕES

O Índice de Segurança Hídrica da ANA, modificado e aplicado nessa pesquisa expressou, em parte, a espacialização dos níveis de segurança hídrica da RMG. Dizemos, em parte, uma vez que faz-se necessário salientar que toda pesquisa tem suas limitações, seja frente aos dados disponíveis, seja frente a metodologia escolhida.

Essa pesquisa compreendeu a relação intrínseca entre segurança hídrica e riscos. Ela buscou superar as análises de SH que se ancoram nas abordagens quali-quantitativas sob o viés da razão moderna. A SH foi compreendida como uma condição complexa, multifacetada e cuja análise requer uma aproximação a partir de múltiplas escalas.

No caso desta pesquisa, a opção por trabalhar com planos multiescalares nos conduziu a integrar escalas temporais e espaciais diversas e em função da disponibilidade nos bancos de dados existentes sobre os temas discutido, e sempre priorizando o dado que pudesse ser retratado em nível de maior detalhe.

Considerando as perguntas de partida: quais arcabouços teóricos auxiliam na compreensão da segurança hídrica, mensurando-a? Essas proposições podem ser aplicadas a realidades distintas? Como se manifesta isso na RMG? Quais dados e informações permitem perceber estas distinções especializando a segurança hídrica da RMG? E as hipóteses delineadas:

- A ideia de segurança hídrica é um conceito em disputa nos espaços de governança da água, ora tende a se focar na manutenção da vida humana e animal, ora nos usos múltiplos da água, com viés econômico.
- A RMG apresenta uma distribuição espacial desigual de segurança hídrica entre seus municípios componentes, considerando o aporte de infraestrutura de abastecimento de água e coleta de esgoto e as características socioeconômicas da população.

Podemos afirmar, que ambas foram comprovadas ao longo dos capítulos

O delineamento teórico-conceitual presente no capítulo 1 nos conduziu às reflexões relacionadas à origem dos variados tipos de riscos; como os riscos são distribuídos de forma desigual atingindo pessoas mais vulneráveis; e como esses riscos afetam as sociedades, produzindo cenários de insegurança hídrica. Foi possível constatar

que para compreender uma situação de segurança hídrica é preciso refletir sobre quais os riscos envolvidos

A sistematização das metodologias de avaliação de segurança hídrica no capítulo 2 permitiu obter uma perspectiva teórico-metodológica do que vem sendo produzido no âmbito acadêmico e institucional para mensurar a segurança hídrica. A partir disso, alguns apontamentos são possíveis: nem sempre a avaliação da SH perpassa por um alinhamento crítico em relação à interpretação do conceito; a maioria das análises sobre SH dão enfoque somente na quantidade e na qualidade de água; os caminhos para definição de SH precisam ser mais discutidos para que, talvez, consigamos alinhar noções, procedimentos e metodologias.

A caracterização dos aspectos ambientais, territoriais, socioeconômicos e das políticas de gestão da água da RMG apresentada no capítulo 3, permitiram refletir sobre as escalas a serem utilizadas, nesse caso, optamos por uma análise multiescalar, em que cada componente exigiu uma determinada escala. Também contribui para definirmos como cada aspecto apresentado pôde fornecer subsídios para pensarmos a RMG sob a ótica da SH, e assim, abordar o assunto, de forma a considerar as disparidades presentes nessa região.

A aplicação do ISH da ANA para o contexto metropolitano de Goiânia e a consequente proposta de incorporação da dimensão social ao índice contida no capítulo 4 permitiu validar as duas hipóteses iniciais: de que existem conflitos relacionados à água em função do consumo, do acesso desigual ao saneamento básico e das desigualdades sociais e que isso só é possível verificar se considerarmos a SH para além da oferta e demanda de água; e de que essa segurança possuiu uma distribuição espacial diferencial, reflexo da combinação de fatores físico-naturais, socioeconômicos, econômicos, e serviços de distribuição de água.

Na comparação do ISH da ANA e do ISH com a nova dimensão social fica evidente que essa dimensão interfere sobremaneira no índice e foram expostas as desigualdades contidas no território da RMG; intensificou níveis já preocupantes e também, em consequência do uso de variáveis em uma escala com maior nível de detalhe intra municipal, também revelou que além de desigualdades entre municípios, essas também são expressivas dentro do próprio município e até lado à lado.

Considera-se a governança da água como componente importante na configuração da SH, apesar disso, esse aspecto não foi agregado ao índice. No capítulo 3 vimos que há uma complexa rede de governança e que, em uma primeira análise, parece desarticulada e isso pode interferir direta ou indiretamente na SH da RMG. Diante disso, pesquisas futuras podem se debruçar sobre o estudo das relações entre a governança da água e a SH de modo a propor a junção de mais uma dimensão ao ISH, perfazendo um total de seis (6) dimensões.

## REFERÊNCIAS

ABOELNGA, H. T. et al. Urban Water Security: Definition and Assessment Framework. **Resources**, v. 8, n. 178, 2019. ISSN doi.org/10.3390/resources8040178.

AGÊNCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. Ageitec. **Ageitec**, 2021. Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01\\_8\\_168200511157.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_8_168200511157.html)>. Acesso em: 20 dez. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. portal1.snirh. **Site do portal1.snirh**, 2017. Disponível em: <<https://portal1.snirh.gov.br/ana/home/item.html?id=9d3f554bfff3459abe1b95ef7e297af4>>. Acesso em: 17 Outubro 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Plano Nacional de Segurança Hídrica**. Brasília, p. 112. 2019. (ISBN: 978-85-8210-059-2).

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. Agência Nacional de Águas - ANA. **Agência Nacional de Águas - ANA**, 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias/ana-e-ibge-atualizam-levantamento-que-aponta-o-papel-da-agua-na-economia-brasileira#:~:text=Segunda%20edi%C3%A7%C3%A3o%20das%20Contas%20Econ%C3%B4micas,R%24%201%20gerado%20pela%20economia.>>. Acesso em: 18 Agosto 2021.

AIFENGREN et al. State-of-the-Art in Terahertz Sensing for Food and Water Security – A Comprehensive Review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 85, p. 241-251, 2019. ISSN doi.org/10.1016/j.tifs.2019.01.019.

ANA. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil**. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. Brasília, p. 35. 2017.

BARBOSA, T. A. G. da S. et al. Mortalidade infantil evitável e vulnerabilidade social no vale do jequitinhonha, Minas Gerais, Brasil. **Revista Mineira de Enfermagem**, Belo Horizonte, v. 23, n. e-1246, p. 1 - 7, 2019. ISSN DOI: <http://www.dx.doi.org/10.5935/1415-2762.20190094>.

BARLOW, M. **Água - Futuro Azul. Como proteger a água potável para o futuro das pessoas e do planeta para sempre.** São Paulo: M. Books do Brasil Editora Ltda., 2015.

BECK, U. **Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade.** Tradução de Sebastião Nascimento. São Paulo: 34, 2010.

BELLEN, H. M. V. **Indicadores de Sustentabilidade: uma Análise Comparativa.** [S.l.]: FGV, 2006.

BELTRÃO, G. N. F. D. S. **Abastecimento de água em espaços urbanos: políticas públicas e gestão na Região Metropolitana de Goiânia (1988-2018).** Universidade Federal de Goiás. Goiânia, p. 181. 2019.

BRASIL. LEI Nº 13.089, DE 12 DE JANEIRO DE 2015 que Institui o Estatuto da Metrópole, 2015. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2015/lei/113089.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/113089.htm)>. Acesso em: 16 março 2021.

BRASIL. LEI Nº 14.026, DE 15 DE JULHO DE 2020, Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000., 2020. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/lei-n-14.026-de-15-de-julho-de-2020-267035421>>. Acesso em: 16 jun. 2021.

BRAUN, J. Veja. **Veja.** Disponível em: <<https://veja.abril.com.br/mundo/chuva-artificial-em-dubai-provoca-alagamentos-e-esvazia-shopping-de-luxo/>>. Acesso em: ago. 2021.

BUZAN, B.; HANSEN, L. **A evolução dos Estudos de Segurança Internacional.** Tradução de Flávio Lira. São Paulo: Unesp, 2012. ISBN ISBN 978-85-393-0266-6.

CARETTA, B. T. E. M. A. Household Water Security: An Analysis of Water Affect in the Context of Hydraulic Fracturing in West Virginia, Appalachia. **Water**, v. 147, n. 12, p. 1 - 22, 2020. ISSN doi:10.3390/w12010147.

CARSON, R. **Primavera Silenciosa.** [S.l.]: Gaia, 2010.

CASTRO, C. M. D.; PEIXOTO, M. N. D. O.; RIO, G. A. P. D. Riscos Ambientais e Geografia: Conceituações, Abordagens e Escalas. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**, v. 28-2, p. 11-30, 2005. ISSN ISSN 0101-9759.

CASTRO, S. D. A. D. Riesgos y peligros: una visión desde la geografía. **Scripta Nova**, Barcelona, v. 60, p. 1 - 13, mar. 2000. ISSN ISSN 1138-9788.

CEPIK, M. Segurança Nacional e Segurança Humana: Problemas Conceituais e Consequências Políticas. **Security and Defense Studies Review**, v. 1, p. 1 - 19, 2001.

CHAGAS, A. H. B. D. et al. Gestão das Águas no Estado de Goiás: Perspectivas para a participação da Universidade na instalação e atuação do Comitê das Bacias Hidrográficas do Rio das Almas e Afluentes Goianos do Rio Maranhão. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 6, n. 2, p. 147 - 166, mai.-ago. 2017. ISSN DOI <http://dx.doi.org/10.21664/2238-8869.2017>.

CHAWLA, I.; KARTHIKEYAN, L.; MISHRA, A. K. A Review of Remote Sensing Applications for Water Security: Quantity, Quality, and Extremes. **Journal of Hydrology**, v. 585, p. 1 - 28, 2020. ISSN [doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.124826](https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.124826).

CHILUWE, Q. W.; CLAASSEN, M. Systems perspectives on water security: An applied review and conceptual framework. **Environmental Policy and Governance**, v. 30, n. 6, p. 332-344, 2020. ISSN DOI: 10.1002/eet.1889.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso Futuro Comum**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MEIA PONTE. Deliberação nº 015, de 01 de julho de 2020 do CBH-MP Define diretrizes para o enfrentamento de crise hídrica na bacia hidrográfica do rio meia Ponte, à montante de Goiânia., 2020. Disponível em:

<[https://www.meioambiente.go.gov.br/files/Resolucoes/Deliberacao\\_15\\_2020\\_CBH\\_Meia\\_Ponte\\_CriseHidrica\\_Assinada.pdf](https://www.meioambiente.go.gov.br/files/Resolucoes/Deliberacao_15_2020_CBH_Meia_Ponte_CriseHidrica_Assinada.pdf)>. Acesso em: 16 jun. 2021.

COOK, C.; BAKKER, K. Water security: Debating an emerging paradigm. **Global Environmental Change**, n. 22, p. 94 - 102, 2012. ISSN [doi:10.1016/j.gloenvcha.2011.10.011](https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.10.011).

DAS CHAGAS, A. H. B. et al. Gestão das Águas no Estado de Goiás: Perspectivas para a participação da Universidade na instalação e atuação do Comitê das Bacias Hidrográficas do Rio das Almas e Afluentes Goianos do Rio Maranhão. **Fronteiras:**

**Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 6, n.2 mai.-ago. 2017. 147-166.

DIAS, V. A.; MOTA, S. C. D.; RANITO, J. J. Retrospectiva do conceito de segurança: alargamento e aprofundamento da agenda securitária no pós-guerra fria. **Univ. Rel. Int**, Brasília, v. 9, n. 2, p. 1 - 23, jul./dez. 2011. ISSN Doi: 10.5102/uri.v9i2.1448.

DRACHLER, M. de L. et al. Desenvolvimento e validação de um índice de vulnerabilidade social aplicado a políticas públicas do SUS. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 19, n. 9, p. 1 - 8, Set. 2014. ISSN <https://doi.org/10.1590/1413-81232014199.12012013>.

DUBEY, S. K. et al. Application of hydrological model for assessment of water security using multi-model ensemble of CORDEX-South Asia experiments in a semi-arid river basin of India. **Ecological Engineering**, v. 143, p. 1 - 14, 2020. ISSN [doi.org/10.1016/j.ecoleng.2019.105641](https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2019.105641).

D'AMBROSIO, G. F. R. F. Using water footprint concepts for water security assessment of a basin under anthropogenic pressures, v. 748, p. 1 - 33, 2020. ISSN [doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141356](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141356).

FERNANDES, A. H. O conceito de segurança um obstáculo à paz. **RELAÇÕES INTERNACIONAIS**, n. 48, p. 139-164, DEZEMBRO 2015.

FERREIRA, A. B. D. H. **Míni Aurélio - O Dicionário da Língua Portuguesa**. [S.l.]: Positivo, 2010.

GHOSH, R.; KANSAL, A.; VENKATESH, G. Urban Water Security Assessment Using an Integrated Metabolism Approach—Case Study of the National Capital Territory of Delhi in India. **Resources**, v. 8, n. 62, p. 1 - 15, 2019. ISSN [doi.org/10.3390/resources8020062](https://doi.org/10.3390/resources8020062).

GIDDENS, A. **Mundo em descontrole: o que a globalização está fazendo de nós**. 6. ed. Rio de Janeiro: Record, 2007.

GOIÁS. LEI N 6680, de 13 de setembro de 1967, Autoriza a criação de uma sociedade de economia mista, sob a denominação de Saneamento de Goiás S.A., e dá outras providências, 1967. Disponível em:

<[https://legisla.casacivil.go.gov.br/pesquisa\\_legislacao/91487/lei-6680](https://legisla.casacivil.go.gov.br/pesquisa_legislacao/91487/lei-6680)>. Acesso em: 2018.

GOIÁS. Lei Complementar n 87, de 7 de julho de 2011. Introduz alterações na Lei Complementar nº 27, de 30 de dezembro de 1999, que cria a Região Metropolitana de Goiânia, entre outras providências., 2011. Disponível em: <[https://legisla.casacivil.go.gov.br/pesquisa\\_legislacao/101074/lei-complementar-087](https://legisla.casacivil.go.gov.br/pesquisa_legislacao/101074/lei-complementar-087)>.

GOIÁS. A Lei Complementar nº 139, de 22 de janeiro de 2018, Dispõe sobre a Região Metropolitana de Goiânia, o Conselho de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Goiânia, cria o Instituto de Planejamento Metropolitano e dá outras providências., 2018. Disponível em: <[https://legisla.casacivil.go.gov.br/pesquisa\\_legislacao/101126/lei-complementar-139](https://legisla.casacivil.go.gov.br/pesquisa_legislacao/101126/lei-complementar-139)>. Acesso em: 2020.

GOIÁS. Decreto n.º 9.438, de 30 de abril de 2019, Declara situação de emergência na Bacia do Rio Meia Ponte e define ações para garantir o uso prioritário da água, 2019. Disponível em: <[https://legisla.casacivil.go.gov.br/pesquisa\\_legislacao/72008/decreto-9438](https://legisla.casacivil.go.gov.br/pesquisa_legislacao/72008/decreto-9438)>. Acesso em: 16 jun. 2021.

GOIÁS. Decreto nº 9.670, de 02 de junho de 2020, Declara situação de risco de emergência hídrica nas Bacias Hidrográficas do Alto Rio Meia Ponte e do Ribeirão Piancó e define ações para garantir o uso prioritário da água, 2020. Disponível em: <[https://legisla.casacivil.go.gov.br/pesquisa\\_legislacao/103227/decreto-9670](https://legisla.casacivil.go.gov.br/pesquisa_legislacao/103227/decreto-9670)>. Acesso em: 16 jun. 2021.

GOIÁS. Diagnóstico - Plano de Recursos Hídricos das Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos do Estado de Goiás Afluentes ao Rio Paranaíba - Rio Meia Ponte. Estado de Goiás. [S.l.]. 2020.

GOIÁS. Decreto nº 9.872, de 26 de maio de 2021, Declara situação de risco de emergência hídrica nas Bacias Hidrográficas do Rio Meia Ponte e do Ribeirão Piancó e define ações para garantir o uso prioritário da água, 2021. Disponível em: <[https://legisla.casacivil.go.gov.br/pesquisa\\_legislacao/103989/decreto-9872](https://legisla.casacivil.go.gov.br/pesquisa_legislacao/103989/decreto-9872)>. Acesso em: 16 jun. 2021.

GOMES, P. C. D. C. **ambientes e territórios**. sao paulo: modelo, v. 1, 2000.

GREY, D.; SADOFF, C. Sink or Swim? Water security for growth and development. **Water Policy**, v. 9, p. 545 -571, 2007.

HAMEED, M. et al. **Water**, v. 11, n. 682, p. 1 - 20, 2019. ISSN doi:10.3390/w11040682.

HARVEY, D. O enigma do capital: e as crises do capitalismo. São Paulo: Boitempo, 2011.

HUQ, F. F.; HOLVOET, N.; HUQ, M. Application of mobile technology in monitoring and evaluation of household water security for Dhaka city. **Technology in Society**, v. 62, p. 1 - 9, 2020. ISSN doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101308.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE**, 2021. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 08 jan 2021.

IPCC. **IPCC**, 2007. ISSN ISBN 92-9169-122-4. Disponível em: <[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4\\_syr\\_full\\_report.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4_syr_full_report.pdf)>. Acesso em: 25 set. 2021.

JABARI, S.; SHAHROUR, I.; KHATABI, J. Use of Risk Analysis for Water Security Assessment. **MATEC Web of Conferences**, v. 295, p. 1 - 6, 2019. ISSN doi.org/10.1051/mateconf /201929.

JABARI, S.; SHAHROUR, I.; KHATTABI, J. E. Assessment of the Urban Water Security in a Severe Water Stress Area—Application to Palestinian Cities. **Water**, v. 12, p. 1 - 18, 2020. ISSN <https://doi.org/10.3390/w12072060>.

JANNUZZI, P. D. M. **Indicadores sociais no Brasil: conceitos, fontes de dados e aplicações**. [S.l.]: Alínea, 2006. ISBN 8586491950.

KAUR, B. et al. Water Security Assessment of the Grand River Watershed in Southwestern Ontario, Canada. **Sustainability**, v. 11, p. 1 - 22, 2019. ISSN doi:10.3390/su11071883.

LEI nº 9433/1997, Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, 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, 1997.

Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm)>. Acesso em: 2018.

LENZI, C. L. **Sociologia ambiental: risco e sustentabilidade na modernidade**. Bauru : EDUSC, 2006.

LEVY, Y.; ELLIS, T. J. A Systems Approach to Conduct an Effective Literature Review in Support of Information Systems Research. **Informing Science Journal**, v. 9, p. 181 - 212, 2006.

MACEDO, G. 56 famílias são despejadas de ocupação em Aparecida de Goiânia. **Jornal Opção**, Aparecida de Goiânia, 27 set. 2021. 1 - 8. Disponível em: <<https://www.jornalopcao.com.br/ultimas-noticias/56-familias-sao-despejadas-de-ocupacao-em-aparecida-de-goiania-354671/>>.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. **Indicadores Ambientais e Recursos Hídricos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

MAPBIOMAS BRASIL. MapBiomass Brasil Coleção 6. **MapBiomass Brasil**, 2021. Disponível em: <<https://mapbiomas.org/agropecuaria-cresce-258-no-matopiba-desde-1985-e-ocupa-area-maior-que-o-amapa>>. Acesso em: 20 dez. 2021.

MARANDOLA JÚNIOR. E.; HOGAN, D. J. O risco em perspectiva: tendências e abordagens. **Geosul**, Florianópolis, v. 19, n. 38, p. 25 - 58, jul./dez. 2004.

\_\_\_\_\_. As dimensões da vulnerabilidade. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 33 - 43, jan./mar. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>.

\_\_\_\_\_. Vulnerabilidade do lugar vs. vulnerabilidade sociodemográfica: implicações metodológicas de uma velha questão. **R. bras. Est. Pop**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 2, p. 161-181, jul./dez. 2009.

MARENGO, J. A. et al. A Seca e a Crise Hídrica de 2014-2015 em São Paulo. **Revista USP**, São Paulo , julho/agosto/setembro 2015. 31-44.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M. Crise Hídrica em São Paulo em 2014: Seca e Desmatamento. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online)**, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 485-494, 2015. ISSN DOI: 10.11606/issn.2179-0892.geousp.2015.100879.

MATOS, F.; SIMIONE, A. A.; CHAGNAZAROFF, I. B. Governança dos recursos hídricos e os Comitês de Bacia no estado brasileiro de Goiás. **Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo**, v. 4, p. 138-171, set. 2019. ISSN ISSN: 2448-2889.

MCBEAN, B. S. E. E. A. Improving Urban Water Security through Pipe-Break Prediction Models: Machine Learning or Survival Analysis. **J. Environ. Eng.**, v. 146, n. 3, 2020. ISSN DOI: 10.1061/(ASCE)EE.1943-7870.0001657.

MEADOWS, D. H. et al. **The Limits to growth**: a report for the club of Rome's Project on the predicament of mankind. [S.l.]: Universe Books, 1972. ISBN ISBN 0-87663-165-0.

MELO, M. C. D. **Segurança Hídrica para Abastecimento Urbano: proposta de modelo analítico e aplicação na bacia do Rio das Velhas, Minas Gerais**. Rio de Janeiro. 2016.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE GOIÁS. Ministério Público do Estado de Goiás, 2015. Disponível em: <<http://www.mpggo.mp.br/portal/noticia/promotora-recomenda-que-municipio-de-goianira-nao-autorize-loteamento-sem-infraestrutura>>. Acesso em: 25 ago. 2021.

MOHAMMADPOURA, P. et al. From national indices to regional action—An Analysis of food, energy, water security in Ecuador, Bolivia, and Peru. **Environmental Science and Policy**, v. 101, p. 291 - 301, 2019. ISSN doi.org/10.1016/j.envsci.2019.08.014.

MUKHERJEE, S.; SUNDBERG, T.; SCHÜTT, B. Assessment of Water Security in Socially Excluded Areas in Kolkata, India: An Approach Focusing on Water, Sanitation and Hygiene. **Water**, v. 12, n. 746, p. 1 - 36, 2020. ISSN doi:10.3390/w12030746.

NADERI, M. Assessment of water security under climate change for the large watershed of Dorudzan Dam in southern Iran. **Hydrogeology Journal**, v. 28, p. 1553–1574 , 2020. ISSN Hydrogeology Journal.

O POPULAR. **O Popular**, 2021. Disponível em: <<https://opopular.com.br/>>. Acesso em: 15 out. 2021.

OBSERVATÓRIO de Conflitos Socioambientais do MATOPIBA. **Oservatório MATOPIBA**, 2022. Disponível em:

<<https://drive.google.com/file/d/1WADAJfxjEECDv3VnjeKb0L-IVX7lR8sB/view>>.

Acesso em: 14 fev. 2022.

PHILIPPI JÚNIOR, A. ; MARCON, G.; GRISOTTO, L. E. G. Desafios para a gestão de recursos hídricos e o desenvolvimento urbano. **REGA**, v. 6, n. 2, p. 65-91, jul./dez. 2009.

PLANELLES, M. El País. **El País**, 2021. Disponível em: <<https://brasil.elpais.com/internacional/2021-08-09/relatorio-da-onu-sobre-mudanca-climatica-responsabiliza-humanidade-por-aumento-de-fenomenos-extremos-atuais.html>>. Acesso em: 21 outubro 2021.

PORTO-GONÇALVES, C. W. **A Globalização da Natureza e a Natureza da Globalização**. 3. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2012.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS (PNUD); FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A INFÂNCIA (UNICEF); ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO A CIÊNCIA E A CULTURA (UNESCO); ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (OPAS). **COVID-19 e desenvolvimento sustentável**. 1. ed. Brasília: [s.n.], 2021.

RATZEL, F. **Ratzel**. Tradução de Fátima Murad e Denise Bottman. [S.l.]: Ática S. A, 1990. ISBN ISBN 85 08 03571 3.

RIBEIRO, F. V. Produção contraditória do espaço urbano e resistências. In: CARLOS, A. F. A. **Crise Urbana**. São Paulo: Contexto, 2015. p. 171 - 186.

ROCHA, R. M. D. A. Segurança Humana: histórico, conceito e utilização. **Tese de doutorado, Universidade de São Paulo - USP**, 2017. Disponível em: <[https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/101/101131/tde-08092017-155459/publico/Raquel\\_Maria\\_Almeida\\_Rocha.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/101/101131/tde-08092017-155459/publico/Raquel_Maria_Almeida_Rocha.pdf)>. Acesso em: 03 jun. 2019.

RODRIGUES, D. B. B. et al. A blue/green water-based accounting framework for assessment of water security. **Water Resour. Res**, n. 50, p. 7187–7205, 2014. ISSN doi:10.1002/2013WR014274.

RODRIGUES JUNIOR, G. S. A questão dos recursos hídricos no debate sobre segurança ambiental. **GEOUSP – espaço e tempo**, São Paulo, v. 32, p. 176 - 197, 2012.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

SANTOS, B. B. M. Segurança hídrica da Região Metropolitana do Rio de Janeiro: contribuições para o debate. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. XIX, n. 1, p. 103-120, jan.-mar. 2016.

SARASWAT, C. et al. Sustainability assessment of the groundwater quality in the Western India to achieve urban water security. **Appl Water Sci**, v. 9, n. 73, p. 1 - 17, 2019. ISSN doi.org/10.1007/s13201-019-0956-2.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - SEMAD. **Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SEMAD**, 2021. Disponível em: <<https://www.meioambiente.go.gov.br/meio-ambiente-e-recursos-h%C3%ADricos/crise-h%C3%ADrica.html>>. Acesso em: 20 Maio 2021.

SHAO, W. et al. Evaluation of regional water security in China and recommendations for counter measures. **Arabian Journal of Geosciences**, v. 13, n. 107, p. 1 - 12, 2020. ISSN doi.org/10.1007/s12517-020-5098-1.

SICHE, R. et al. Índices versus indicadores: precisões conceituais na discussão de sustentabilidade de países. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. X, p. 137 - 148, jul. - dez. 2007.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto**, 2010. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-agua-e-esgotos/diagnostico-dos-servicos-de-agua-e-esgotos-2019>>. Acesso em: 19 jun 2020.

SOUZA, M. L. D. **Ambientes e Territórios: uma introdução à ecologia política**. 1. ed. Rio de Janeiro : Bertrand Brasil, 2019.

SU, Y. et al. Achieving Urban Water Security: a Review of Water Management Approach from Technology Perspective. **Water Resources Management**, v. 34, p. 4163-4179, 2020. ISSN doi.org/10.1007/s11269-020-02663-9.

SU, Y.; GAO, W.; GUAN, D. Integrated assessment and scenarios simulation of water security system in Japan. **Science of the Total Environment**, v. 671, p. 1269–1281, 2019. ISSN doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.373.

SWAMINATHAN, M. S. Ecology and equity: key determinants of sustainable water security. **Water Science and Technology**, v. 43, p. 35 - 44, 2001. ISSN DOI 10.2166/wst.2001.0172.

SWYNGEDOUW, E. Privatizando o H2O: Transformando Águas Locais em Dinheiro Global. **R. B. Estudos Urbanos e Regionais**, v. 6, n. 1, p. 33 - 53. ISSN DOI: <http://dx.doi.org/10.22296/2317-1529.2004v6n1p33>.

TAYRA, F.; RIBEIRO, H. Modelos de indicadores de sustentabilidade: síntese e avaliação crítica das principais experiências. **Saúde e Sociedade**, v. 15, n. 1, p. 84 - 95, jan. - abr. 2006.

TRINDADE, L. D. L.; SCHEIBE, L. F. Gestão das Águas: limitações e contribuições na atuação dos comitês de bacias hidrográficas brasileiros. **Ambiente & Sociedade**, v. 22, p. 1 - 20, 2019. ISSN 2019;22:e02672.

VEETTIL, A. V.; MISHRA, A. Water security assessment for the contiguous United States using water footprint concepts. **American Geophysical Union**, v. 47, n. 7, p. 1 - 26, 2020. ISSN doi: 10.1029/2020GL087061.

VEYRET, Y. **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2007.

VEYRET, Y.; RICHEMOND, N. M. **Definições e vulnerabilidades do risco**. In: VEYRET, Yvette (org.) **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2007.

VIEIRA, I. F. B. et al. Water Security Assessment of Groundwater Quality in an Anthropized Rural Area from the Atlantic Forest Biome in Brazil. **Water**, v. 12, n. 623, p. 1 - 18, 2020. ISSN doi:10.3390/w12030623.

VOROSMARTY, C. J. et al. Global threats to human water security and river biodiversity. **Nature**, v. 467, p. 555 - 561, 2010. ISSN doi:10.1038/nature09440.

WANGA, X. et al. Development and utilization of water resources and assessment of water security in Central Asia. **Agricultural Water Management**, v. 240, p. 1 - 11, 2020. ISSN doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106297.

WEBER, M. **Ensaio de sociologia**. Rio de Janeiro: LTC, 1982.

WOYESSA, Y. Climate change impact assessment on water security in South Africa: A case study in a semi-arid river basin. **EDP Sciences**, v. 98, p. 1 - 5, 2019. ISSN doi.org/10.1051/e3sconf/20199806014.

WWF. **WWF**. Disponível em: <[https://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/especiais/pegada\\_ecologica/a\\_familia\\_das\\_pegadas/](https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/especiais/pegada_ecologica/a_familia_das_pegadas/)>. Acesso em: 10 Agosto 2021.

YAO, I. et al. Identification of regional water security issues in China, using a novel water security comprehensive evaluation model. **Hydrology Research**, v. 51, n. 5, p. 854 – 866, 2020. ISSN doi: 10.2166/nh.2020.014.

ZHANG, Y.; XU, Z.; LIAO, H. Water security evaluation based on the TODIM method with probabilistic linguistic term sets. **Soft Computing**, v. 23, p. 6215-6230, 2019. ISSN doi.org/10.1007/s00500-18-3276-9.

ZHANG, Z. et al. Water Security Assessment of China's One Belt and One Road Region. **Water**, v. 11, n. 607, 2019. ISSN doi:10.3390/w11030607.

ZHU, D.; CHANG, Y.-J. Urban water security assessment in the context of sustainability and urban water management transitions: An empirical study in Shanghai. **Journal of Cleaner Production**, v. 275, p. 1 - 13, 2020. ISSN doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122968.

### APÊNDICE A - Relação dos artigos consultados na revisão bibliográfica sistemática

<b>Título</b>	<b>Autor</b>	<b>Ano</b>	<b>Classificação atribuída no estudo</b>
Household Water Security: An Analysis of Water Affect in the Context of Hydraulic Fracturing in West Virginia, Appalachia	Bethani Turley e Martina Angela Caretta	2020	Questões sociais, culturais e de gênero
Improving Urban Water Security through Pipe-Break Prediction Models: Machine Learning or Survival Analysis	Brett Snider e Edward A. McBean	2020	Quantitativa e/ou Qualitativa
From national indices to regional action—An Analysis of food, energy, water security in Ecuador, Bolivia, and Peru	Paniz Mohammadpoura, Tasnuva Mahjabina, Jose Fernandez, Caitlin Gradya	2019	Quantitativa e/ou Qualitativa
Urban Water Security: Definition and Assessment Framework	Hassan Tolba Aboelnga, Lars Ribbe, Franz-Bernd Frechen e Jamal Saghir	2019	Questões sociais, culturais e de gênero
Using water footprint concepts for water security assessment of a basin under anthropogenic pressures	Ersilia D'Ambrosio, Giovanni Francesco Ricci, Francesco Gentile, Anna Maria De Girolamo	2020	Quantitativa e/ou Qualitativa
Application of hydrological model for assessment of water security using multi-model ensemble of CORDEX-South Asia experiments in a semi-arid river basin of India	Swatantra Kumar Dubey, Devesh Sharma, Mukand S. Babel, Nitika Mundetia	2020	Quantitativa e/ou Qualitativa
Urban Water Security Assessment Using an Integrated Metabolism Approach—Case Study of the National Capital Territory of Delhi in India	Ruchira Ghosh, Arun Kansal, e G Venkatesh	2019	Quantitativa e/ou Qualitativa
Use of Risk Analysis for Water Security Assessment	Samah Jabari, Isam Shahrour, Jamal khatabi	2019	Fatores institucionais/gestão
Assessment of the Urban Water Security in a Severe Water Stress Area—Application to Palestinian Cities	Samah Jabari, Isam Shahrour e Jamal El Khattabi	2020	Fatores institucionais/gestão
Water Security Assessment of the Grand River Watershed in Southwestern Ontario, Canada	Baljeet Kaur, Narayan Kumar Shrestha, Prasad Daggupati, Ramesh Pal Rudra, Pradeep Kumar Goel, Rituraj Shukla e Nabil Allataifeh	2019	Quantitativa e/ou Qualitativa
Assessment of Water Security in Socially Excluded Areas in Kolkata, India: An Approach Focusing on Water, Sanitation and Hygiene	Subham Mukherjee, Trude Sundberg e Brigitta Schütt	2020	Questões sociais, culturais e de gênero
Assessment of water security under climate change for the large watershed of Dorudzan Dam in southern Iran	Mostafa Naderi	2020	Quantitativa e/ou Qualitativa
Sustainability assessment of the groundwater quality in the Western India to achieve urban water security	Chitresh Saraswat, Pankaj Kumar, Rajarshi Dasgupta, Ram Avtar, Prashant Bhalani	2019	Quantitativa e/ou Qualitativa

Integrated assessment and scenarios simulation of water security system in Japan	Yin Su, Weijun Gao e Dongjie Guan	2019	Quantitativa e/ou Qualitativa
Achieving Urban Water Security: a Review of Water Management Approach from Technology Perspective	Yin Su <sup>1,2</sup> & Weijun Gao <sup>2</sup> & Dongjie Guan <sup>3</sup> & Tai'an Zuo <sup>4</sup>	2020	Fatores institucionais/gestão
Water security assessment for the contiguous United States using water footprint concepts	Anoop Valiya Veettil, Ashok Mishra	2020	Quantitativa e/ou Qualitativa
Water Security Assessment of Groundwater Quality in an Anthropized Rural Area from the Atlantic Forest Biome in Brazil	Igor Fellipe Batista Vieira <sup>1</sup> , Fernando Cartaxo Rolim Neto <sup>1</sup> , Marilda Nascimento Carvalho <sup>2</sup> , Anildo Monteiro Caldas <sup>1</sup> , Renata Cristina Araújo Costa <sup>3</sup> , Karolyne Santos da Silva <sup>4</sup> , Roberto da Boa Viagem Parahyba <sup>5</sup> , Fernando Antonio Leal Pacheco <sup>6</sup> , Luís Filipe Sanches Fernandes <sup>7</sup> and Teresa Cristina Tarlé Pissarra	2020	Quantitativa e/ou Qualitativa
Development and utilization of water resources and assessment of water security in Central Asia	Xuanxuan Wanga,b , Yaning Chena, *, Zhi Lia , Gonghuan Fanga , Yi Wanga	2020	Quantitativa e/ou Qualitativa
Climate change impact assessment on water security in South Africa: A case study in a semi-arid river basin	Yali Woyessa	2019	Quantitativa e/ou Qualitativa
Water Security Assessment of China's One Belt and One Road Region	Zhaofang Zhang <sup>1</sup> , Weijun He <sup>2,*</sup> , Min An <sup>1,2,*</sup> , Dagmawi Mulugeta Degefu <sup>3</sup> , Liang Yuan <sup>2</sup> , Juqin Shen <sup>1,4</sup> , Zaiyi Liao <sup>3</sup> and Xia Wu <sup>5</sup>	2019	Quantitativa e/ou Qualitativa
Urban water security assessment in the context of sustainability and urban water management transitions: An empirical study in Shanghai	Demi Zhu a, b, <sup>1</sup> , Ya-Ju Chang	2020	Fatores institucionais/gestão
Application of mobile technology in monitoring and evaluation of household water security for Dhaka city	Ferdous Farhana Huq a,* , Nathalie Holvoet b , Mazharul Huq	2020	Questões sociais, culturais e de gênero
Evaluation of regional water security in China and recommendations for counter measures	Weiwei Shao <sup>1</sup> & Haizhen Liu <sup>2</sup> & Haifeng Wang <sup>3</sup> & Jiahong Liu <sup>1</sup> & Dianyi Yan <sup>1</sup> & Weijia Li <sup>4</sup> & Jinjun Zhou <sup>1</sup> & Hao Wang	2020	Quantitativa e/ou Qualitativa
Water security evaluation based on the TODIM method with probabilistic linguistic term sets	Yixin Zhang <sup>1</sup> · Zeshui Xu <sup>1,2</sup> · Huchang Liao	2019	Quantitativa e/ou Qualitativa
Identification of regional water security issues in China, using a novel water security comprehensive evaluation model	Jiping Yao, Guoqiang Wang , Baolin Xue, Gang Xie and Yanbo Peng	2019	Quantitativa e/ou Qualitativa
A Review of Remote Sensing Applications for Water Security: Quantity, Quality, and Extremes	Ila Chawla, L. Karthikeyan, Ashok K. Mishra	2020	Quantitativa e/ou Qualitativa

Systems perspectives on water security: An applied review and conceptual framework	Quinex W. Chiluwe e Marius Claassen	2020	Fatores institucionais/gestão
A Review of the 21st Century Challenges in the FoodEnergy-Water Security in the Middle East	Maysoun Hameed, Hamid Moradkhani *, Ali Ahmadalipour, Hamed Moftehari, Peyman Abbaszadeh, and Atieh Alipour	2019	Quantitativa e/ou Qualitativa
State-of-the-Art in Terahertz Sensing for Food and Water Security – A Comprehensive Review	Aifeng Ren, Adnan Zahid, Dou Fan, Xiaodong Yang, Muhammad Ali Imran, Akram Alomainy, Qammer H. Abbasi	2019	Quantitativa e/ou Qualitativa