



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
CAMPUS CORA CORALINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGeo
MESTRADO EM GEOGRAFIA**

ADRIANO CÉSAR FURTADO

**FRAGILIDADE AMBIENTAL DA ALTA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MEIA
PONTE (GOIÁS) E CONFLITOS PELO USO DA ÁGUA**

**GOIÁS – GO
2023**

ADRIANO CÉSAR FURTADO

FRAGILIDADE AMBIENTAL DA ALTA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MEIA
PONTE (GOIÁS) E CONFLITOS PELO USO DA ÁGUA

Relatório de Qualificação apresentado ao Programa da Pós-Graduação em Geografia/PPGGeo-*Stricto Sensu*-Universidade Estadual de Goiás – UEG, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de concentração: Organização do Espaço nos Domínios do Cerrado Brasileiro.

Linha de Pesquisa: Análise Ambiental do Cerrado.

Orientador: Prof. Dr. José Carlos de Souza

Co-orientadora: Prof^a Dr^a Janete Rego Silva



TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DE TESES E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL (BDTD)

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Estadual de Goiás a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UEG), regulamentada pela Resolução, CsA nº 1.087/2019 sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9.610/1998, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data¹. Estando ciente que o conteúdo disponibilizado é de inteira responsabilidade do(a) autor(a).

Dados do autor (a)

Nome completo: Adriano César Furtado

Email: adriano.geografia84@yahoo.com.br

Dados do trabalho

Título: FRAGILIDADE AMBIENTAL DA ALTA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MEIA PONTE (GOIÁS) E CONFLITOS PELO USO DA ÁGUA

Tipo:

☐ Tese ☒ Dissertação

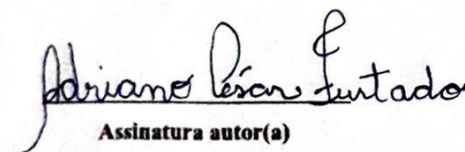
Curso/Programa: Mestrado

Concorda com a liberação documento

☒ SIM ☐ NÃO

¹Período de embargo é de até um ano a partir da data de defesa.

Goiás, 23 de novembro de 2023.


Assinatura autor(a)

Documento assinado digitalmente
JOSE CARLOS DE SOUZA
Data: 23/11/2023 12:01:22-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Assinatura do orientador(a)

CATALOGAÇÃO NA FONTE

Biblioteca Frei Simão Dorvi – UEG Câmpus Cora Coralina

F992f	Furtado, Adriano César. Fragilidade ambiental da alta bacia hidrográfica do Rio Meia Ponte (Goiás) e conflitos pelo uso da água [manuscrito] / Adriano César Furtado. – Goiás, GO, 2023. 115 f. ; il. Orientador: Prof. Dr. José Carlos de Souza. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Câmpus Cora Coralina, Universidade Estadual de Goiás, 2023. 1. Análise ambiental - Cerrado. 1.1. Bacias hidrográficas - gestão. 1.2. Segurança hídrica. 1.3. Solo - uso e ocupação. 1.4. Paisagem. I. Título. II. Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Cora Coralina. CDU: 556.51 (817.3)
-------	--

Bibliotecária responsável: Marília Linhares Dias – CRB 1/2971

Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Coordenação de Pós-Graduação Stricto Sensu
UEG CÂMPUS CORA CORALINA

ATA DE EXAME DE DEFESA 15/2023

Aos onze dias do mês de novembro de dois mil e vinte e três às dezessete horas, realizou-seo Exame de Defesa de dissertação do mestrando **Adriano César Furtado**, intitulado: **FRAGILIDADE AMBIENTAL DA ALTA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIOMEIA PONTE (GOIÁS) E CONFLITOS PELO USO DA ÁGUA**. A banca examinadora foi composta pelos seguintes professores doutores: Prof. Dr. José Carlos de Souza (PPGEO/UEG), Prof. Dr. Vinícius Gomes Aguiar (UFNT), e Prof. Patrick Martins, (UEG). Os membros da banca fizeram suas observações e sugestões, as quais deverão ser consideradas pelo mestrando e seu orientador. Em seguida, a banca examinadora reuniu-se para proceder a avaliação do exame de defesa. Reaberta a sessão, o presidente da banca examinadora, Prof. Dr. José Carlos de Souza proclamou que a dissertação encontra-se aprovada (x) ou não aprovada () ou aprovada com ressalva () e com as seguintes exigências (se houver):

Cumpridas as formalidades de pauta, às 19h10min horas a presidência da mesa encerrou esta sessão do Exame de Defesa e lavrou a presente ata que, após lida e aprovada, será assinada pelos membros da banca examinadora.

Goiás-GO, 11/11/2023.

Documento assinado digitalmente
 JOSE CARLOS DE SOUZA
Data: 13/11/2023 07:37:49-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

ORIENTADOR: Prof. Dr. José Carlos de Souza
PPGEO/UEG – Câmpus Cora Coralina

Documento assinado digitalmente
 VINICIUS GOMES DE AGUIAR
Data: 16/11/2023 09:56:36-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

TITULAR: Prof. Dr. Vinícius Gomes Aguiar
Membro Externo (UFNT)

Documento assinado digitalmente
 PATRICK THOMAZ DE AQUINO MARTINS
Data: 13/11/2023 08:42:32-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

TITULAR: Prof. Dr. Patrick Thomaz de Aquino Martins
Membro Interno PPGEO-UEG

GOIÁS-GO
2023

Dedico a meus pais, meus filhos, amigos e professores e
agradeço pelo apoio, compreensão e confiança.

AGRADECIMENTOS

Nesses anos de mestrado, de muito estudo, esforço e empenho, gostaria de agradecer a algumas pessoas que me acompanharam e foram fundamentais para a realização de mais este sonho. Através de palavras sinceras, expresso um pouquinho da importância que elas tiveram, e ainda têm, nesta conquista e a minha sincera gratidão a todas elas. Ao meu orientador Professor Doutor José Carlos de Souza, sobretudo, grande amigo e minha co-orientadora Janete Rego da Silva pelas orientações, paciência, conhecimento, aprendizagem e dedicação durante a caminhada. Profissionais dedicados, dinâmicos, competentes, comprometidos e sempre presentes nesse tempo de convivência e de aprendizado, por isso, agradeço por todo o tempo dedicado a mim, acompanhando cada passo da realização desse trabalho. Agradeço a Deus, pela força, proteção e coragem, e, por ter determinado o tempo certo para a realização deste trabalho.

Aos meus pais WALDISON e LOURDES, aos meus filhos AUGUSTO e SAULO, que entendendo a necessidade de esforço e concentração que o estudo exige, foram incondicionais que durante todo o tempo participaram do processo incentivando-me e entendendo que as privações de convivência eram necessárias para que eu pudesse me dedicar aos estudos.

Agradeço à coordenação e a todos os professores e professoras do PPGEIO – Campus Cora Coralina, pelo excelente trabalho desenvolvido no programa, nas disciplinas e, em especial ao Prof. Dr. RICARDO, que prontamente ajudou-me na compreensão e solução de problemas ocorridos no processo de desenvolvimento de algumas metodologias. Aos professores das bancas de qualificação e de defesa, pelo tempo dedicado à leitura do trabalho e apontamentos que só agregaram qualidade à pesquisa e ao meu processo de aprendizado. Por fim, agradeço aos meus colegas discentes que, mesmo de forma remota, tornaram-se amigos, pelas trocas de experiência e apoio em momentos de desânimo.

Como se fosse um prefácio

Nikolaus Von Behr

O cerrado é milagre
(e também é pedaço do Planeta
que desaparece)
abraço meu irmão pequizeiro.
Ando de mãos dadas
Com minha irmã sucupira.
Meu pai jatobá sorri.
Mãe peroba não diz nada,
Apenas sente.
Minhas amigas abelhas
são filhas das flores.

Agora prepare seu coração:
Correntão vai passar e levar tudo:
Ninho de passarinho rasteiro também.
Depois do correntão
Brotou o que tinha que brotar,
Mas já era tarde.
Faca fina cortou raiz pela raiz.
Aí não brotou mais nada.
Aliás, brotou coisa melhor:
Soja, verdinha, verdinha
Que beleza, diziam.

Olhe bem os cerrados
da próxima vez.
Rastejar por entre cupins
E capins
E sentir o cheiro do anoitecer.

Antes de terminar pergunto:
Quem vai pagar a conta
De tanta destruição?
"tudo bem, daqui a 100 anos
estaremos todos mortos"
disse alguém.
Certo, estaremos todos mortos.
Mas nossos netos não.
O cerrado é milagre,
Minha gente.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.
(Marthin Luther King)

RESUMO

O estudo foi desenvolvido na Alta Bacia Hidrográfica do Rio Meio Ponte que está localizada na região central do estado de Goiás, a montante da região metropolitana de Goiânia. O seu território é composto por 11 municípios: Brazabrantes, Caturai, Damolândia, Goiânia, Goianira, Inhumas, Ituaçu, Nerópolis, Nova Veneza, Ouro Verde de Goiás e Santo Antônio de Goiás. A área de estudo possui 1674,07 Km² e se posiciona entre coordenadas geográficas de latitudes: 16° 06' e 16° 36' Sul e longitudes: 49° 42' e 49° 06' Oeste. O objetivo da dissertação foi avaliar a fragilidade ambiental e os conflitos pelo uso da água na Alta Bacia Hidrográfica do Rio Meio Ponte, Goiás, seguindo as metodologias propostas por Ross (1994), visando compreender a dinâmica da área de estudo em relação aos seus aspectos físicos e ocupação antrópica. Foram utilizadas bases cartográficas de órgãos como Mapbiomas, IBGE e informações e dados da Embrapa, Saneago, Cimhego, IMB (Instituto Mauro Borges), Semad (Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento sustentável) entre outros, obtidas junto ao Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), imagens Topodata para análise empírica e mapeamento da Fragilidade Ambiental. De acordo com os dados obtidos sobre sistema de pivô central e outorgas existentes na ABHRMP, coloca a região da alta bacia em uma situação de conflitos pelos usos da água e comprometimento da disponibilidade e balanço hídrico. Os resultados indicaram que ABHRMP em relação às variáveis chuvas se encontram nas classes de fragilidade moderada e alta, em relação à geologia fragilidades baixa e moderada, quanto aos tipos de solos fragilidades baixa e moderada, quanto à declividade baixa e moderada e em relação ao uso e cobertura da terra fragilidades baixa e muita baixa. O grau de proteção ambiental, na ABHRMP, determinada Fragilidade Ambiental Potencial (FAP) baixa onde ocorre o latossolo vermelho ácrico e distrófico e moderada com predomínio do argissolo vermelho-amarelo. A condição dos solos determinada pela Fragilidade Ambiental Emergente (FAE) está entre as classes de fragilidades baixas com ocorrência das culturas temporárias e alta com predomínio das pastagens. A ação antrópica na ABHRMP pelos diversos usos da terra e a retirada da cobertura vegetal conduz a um cenário de elevados graus de fragilidade ambiental.

Palavras-Chaves: Paisagem. Gestão de Bacias. Uso e Ocupação da Terra. Segurança Hídrica. Cerrado.

ABSTRACT

The study was developed in the Upper River Basin of the Meio Ponte River which is located in the central region of the state of Goiás, upstream of the metropolitan region of Goiânia. Its territory consists of 11 municipalities: Brazabrantes, Caturai, Damolândia, Goiânia, Goianira, Inhumas, Ituaçu, Nerópolis, Nova Veneza, Ouro Verde de Goiás and Santo Antônio de Goiás. The study area is 1674.07 km² and is positioned between the geographical coordinates latitudes 16° 06' and 16° 36' South and longitudes 49° 42' and 49° 06' West. The objective of the dissertation was to evaluate the environmental fragility and the conflicts for water use in the Upper Basin of Meia Ponte River, Goiás, following the methodologies proposed by Ross (1994), aiming to understand the dynamics of the study area in relation to its physical aspects and anthropic occupation. We used cartographic bases from agencies such as Mapbiomas, IBGE and information and data from Embrapa, Saneago, Cimhego, IMB (Mauro Borges Institute), Semad (State Secretariat of Environment and Sustainable Development) among others, obtained from the State System of Geoinformation of Goiás (SIEG), SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) images for empirical analysis and mapping of Environmental Fragility. The results indicated that ABHRMP in relation to the rainfall variables are in the moderate and high fragility classes, geology low and moderate fragility, soil types low and moderate fragility, slope low and moderate, and land use and land cover low and very low fragility. The degree of environmental protection in the ABHRMP, determined by the Potential Environmental Fragility (PAF), is low where the acidic/dystrophic red latosols occur, and moderate with predominance of yellow-red argissolos. The condition of the soils determined by the Emerging Environmental Fragility (EFA) is between low fragility classes with the occurrence of temporary crops and high with the predominance of pastures. Anthropogenic action in the ABHRMP by the various land uses and the removal of vegetation cover leads to a scenario of high degrees of environmental fragility.

Keywords: Landscape; Basin management; Land use and occupation; Water security; Savannah.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização da Alta Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte (Goiás)	23
Figura 2 – Mapa de Uso e Cobertura da Terra - ABHRMP	29
Figura 3 – Mapa de Uso e Cobertura da Terra – ABHRMP	30
Figura 4 – Fotografias – Áreas Naturais do Cerrado – ABHRMP (2023)	32
Figura 5 – Fotografias - Plantação de Eucalipto – ABHRMP (2023)	33
Figura 6 – Fotografias - Áreas de Pastagens da ABHRMP (2023)	34
Figura 7 – Fotografias – Poluição no Rio Meia Ponte (Inhumas/Goiânia/2023) – ABHRMP	36
Figura 8 – Fotografias - Lavouras Temporárias e Sistemas de Irrigação (ABHRMP/2023)	36
Figura 9 – Rio Meia Ponte (2023)	37
Figura 10 - Mapa Hipsométrico – ABHRMP	38
Figura 11 – Mapa de unidades geomorfológicas da ABHRMP	39
Figura 12 – Mapa de Totais de Chuva - ABHRMP	52
Figura 13 – Mapa de Fragilidade Pluviométrica – ABHRMP	53
Figura 14 – Mapa de Geologia - ABHRMP	54
Figura 15 – Classes de Fragilidade Geológica - ABHRMP	56
Figura 16 – Mapa de Tipos de Solos - ABHRMP	58
Figura 17 – Classes de Fragilidade dos Solos - ABHRMP	59
Figura 18 – Mapa de Declividades - ABHRMP	61
Figura 19 – Classes de Fragilidade: Declividades - ABHRMP	62
Figura 20 – Mapa de Grau de Proteção: Uso e Cobertura da Terra - ABHRMP	64
Figura 21 – Classes de Fragilidade Potencial - ABHRMP	66
Figura 22 – Fragilidade Emergencial – ABHRMP	68
Figura 23 - Mapa de Outorgas - ABHRM	86
Figura 24 - Mapa de Pivô Central – ABHRMP	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Uso e Cobertura do Solo (1985-2021) – ABHRMP	31
Tabela 2 – Unidades Geomorfológicas e suas respectivas áreas - ABHRMP	40
Tabela 3 - Média Histórica de Chuvas (1991-2019) - ABHRMP	50
Tabela 4 – Classes de Fragilidade Pluviométrica - ABHRMP	53
Tabela 5 – Unidades Geológicas e suas Respectivas Áreas - ABHRMP	55
Tabela 6 – Classes de Fragilidades das unidades Geológicas - ABHRMP	57
Tabela 7 – Tipos de solos e suas respectivas áreas - ABHRMP	57
Tabela 8 – Classes de Fragilidade – Tipos de Solo - ABHRMP	59
Tabela 9 – Declividades e suas Respectivas Áreas - ABHRMP	61
Tabela 10 – Áreas das Classes de Fragilidades das Declividades – ABHRMP	63
Tabela 11 – Classes de Fragilidade em Relação ao Uso e Cobertura da Terra – ABHRMP	64
Tabela 12 – Fragilidade Potencial – ABHRMP	66
Tabela 13 - Fragilidade Emergencial - ABHRMP	67
Tabela 14 – Atribuições dos comitês de bacias segundo a Lei Federal nº 9.433/97	80
Tabela 15 – Ações realizadas pelo COBAMP – 2003 a 2014	81
Tabela 16 – Percentual de área do município na UPGRH do Rio Meia Ponte	82
Tabela 17 – Outorgas da Alta Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte (2005-2020)	86
Tabela 18 – Quantidade de Pivô Central e respectivas áreas em Km² ABHRMP - (2000-2021)	90
Tabela 19 – Parâmetros e Pesos – IQA	92
Tabela 20 – Classificação do IQA	93
Tabela 21 – Pontos de monitoramento da qualidade da água Rio Meia Ponte – 2022	94
Tabela 22 – Análise da Qualidade das Águas: Inhumas/Brazabrantes – 2016	94
Tabela 23 – Vazão - ABHRMP – 2018	97
Tabela 24 – Níveis de Segurança Hídrica	98
Tabela 25 – Providências em relação ao Nível de Criticidade da ABHRMP - (SEMAD, 2018)	98
Tabela 26 – População dos municípios da ABHRMP (1991, 2010 e 2022)	99
Tabela 27 – Quantitativo de rebanho bovino, suíno e aves e produção de leite dos municípios ABHRMP – 2020	99

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

ABHRMP - Alta Bacia hidrográfica do Rio Meia Ponte

APPS - Áreas de Proteção Permanente

CERH-GO - Conselho estadual de Recursos Hídricos do Estado de Goiás

CIMHE-GO Centro de Informações Meteorológicas e Hidrológicas do Estado de Goiás

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

CERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos

COBAMP - Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

EMATER - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FUNAPE – Fundação de Apoio à Pesquisa

GXVe - Gleissolo Háptico eutrófico

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDW - Inverso da Distância Ponderada

pIV - Infravermelho Próximo

IQA - Índice de Qualidade da Água

IMB - Instituto Mauro Borges de Estatística e Estudos Socioeconômicos de Goiás

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

LVw - Latossolo Vermelho ácrico

LCd - Latossolo Vermelho distrófico

MFP - Mapa de Fragilidade Potencial

MFE - Mapa de Fragilidade Emergencial

MAPBIOMA - Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil

mEc - Massa Equatorial Continental

PEARSON - Coeficiente de Correlação de Person

PERH-GO – Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Goiás

PBAPGO - Plano de Bacias dos Afluentes do Paraíba do Estado de Goiás

pH – Potencial de Hidrogênio

PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos

PVAe - Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico

PRODES CERRADO - Projeto de Detecção de Desmatamento do Cerrado

QGIS - Software Libre Quantum GIS

QUALIÁGUA - Programa de Estímulo a Divulgação de Dados de Qualidade de Água

RMHS - Rede de Monitoramento Hidrológico da Saneago

RGM – Região Metropolitana de Goiânia

SANEAGO - Saneamento de Goiás S/A

SEMARH - Superintendência de Recursos Hídricos

SEMAD - Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

SiBCS - Sistema Brasileiro de Classificação de solos

SIDRA - Sistema de Recuperação Automática

SIGA-GO - Sistema de Informações Geográficas Ambientais do Estado de Goiás

SIEG-GO - Sistema Estadual de Geoinformação do Estado de Goiás

SIGs - Sistemas de Informações Geográficas

SIGRH-GO - Sistema Integrado de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Estado de Goiás

SRA - Superfície Regional de Aplainamento

SRTM - Shuttle Radar Topography Mission

S.D.T. - Sólidos Dissolvidos Totais

SNIRH/HIDROWEB - Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura

UPGRH - Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos

USGS - United States Geological Survey

UTM - Universal Transversa de Mercator

UFG – Universidade Federal de Goiás

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	17
REFERÊNCIAS.....	21
ÁREA DE ESTUDO.....	23
Objetivo geral.....	24
Objetivos Específicos.....	24
1 DINÂMICA TEMPORAL E ESPACIAL DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA ALTA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MEIA PONTE (GOIÁS)	25
1.1 – INTRODUÇÃO	25
1.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	27
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	28
1.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
REFERÊNCIAS	43
2 INDICADOR DE FRAGILIDADE AMBIENTAL DA ALTA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MEIA PONTE (GOIÁS).....	46
2.1 INTRODUÇÃO	46
2.1 MATERIAL E MÉTODOS.....	48
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	50
2.3.1 Fragilidade em relação à precipitação pluviométrica – ABHRMP	50
2.3.2 Fragilidade ambiental em relação às unidades geológicas	54
2.3.3 Fragilidade ambiental em relação aos tipos de solos.....	57
2.3.4 Fragilidade ambiental em relação à Declividade.....	60
2.3.5 Fragilidade ambiental em relação ao Uso e Ocupação da Terra.....	63
2.3.6 Fragilidade Potencial e Emergente - ABHRMP.....	65
2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
REFERÊNCIAS	70
03 USOS DA ÁGUA NA ALTA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MEIA PONTE: CONFLITOS, GOVERNANÇA, DISPONIBILIDADE E QUALIDADE.....	75
INTRODUÇÃO	75
3.1 MATERIAL E MÉTODOS.....	77
3.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	77
3.2.1 Gestão e conflitos pelo uso da água	77
3.2.2 Comitê da bacia hidrográfica do Rio Meia Ponte.....	80
3.2.3 Outorgas de direito de usos da água	83
3.2.4 Irrigação por pivô central	88
3.2.5 Rede de Monitoramento na ABHRMP.....	96
3.2.6 Caracterização demográfica e econômica da ABHRMP	100
CONSIDERAÇÕES FINAIS	105
CONCLUSÃO GERAL	107
REFERÊNCIAS	109

APRESENTAÇÃO

Apropriar, transformar e degradar, ações que estão diretamente relacionadas ao homem no processo de ocupação do espaço geográfico se inserindo como componente importante das paisagens. Sauer (2014) refere-se ao homem como o último agente que modifica a superfície da terra. Para o autor, o homem deve ser considerado diretamente como agente transformador da paisagem no contexto histórico-cultural e relacionado às questões sociais, econômicas e políticas.

Dentre várias transformações ambientais antrópicas a substituição da paisagem natural para atividades como agricultura, pecuária, construção de barragens, drenagens de áreas úmidas, depósitos de esgoto e poluentes industriais, constituem ações humanas de apropriação dos ambientes (SCHUBART, 2000). Essa realidade tem gerado permanente pressão sobre os recursos hídricos comprometendo a dinâmica hidrogeológica em bacias hidrográficas.

Segundo Oliveira e Hecht (2016), o Cerrado é compreendido como zona de sacrifício, por ter leis ambientais menos rígidas em relação aos outros domínios naturais do Brasil. Ainda segundo estes autores os produtores rurais têm menos restrições legais, já que o estado tem regulamentado a apropriação fundiária com um novo significado de apropriação da natureza, colocando o Cerrado como área de expansão da fronteira agrícola.

O Cerrado como zona de sacrifício tem sido um dos domínios da natureza mais afetados nas últimas décadas pela expansão das atividades do agronegócio, atividades que tem provocado a fragmentação das paisagens, o aumento na emissão de gases de efeito estufa, a lixiviação e a perda de solos por erosão, além do assoreamento dos cursos d'água, a contaminação e superexploração dos recursos hídricos, o rebaixamento do lençol freático, o comprometimento do ciclo hidrológico, a perda e redução da biodiversidade, a invasão de espécies vegetais exóticas, dentre outros impactos ambientais (ALHO, 2005; CUNHA, 2008).

No Cerrado, a partir da introdução de novas técnicas na produção agrícola com forte presença de maquinários e uso intenso de insumos agrícolas, inúmeros agricultores, camponeses, arrendatários, dentre outros, se viram expropriados, e logo, desterritorializados de seus espaços de vivência (HAESBAERT, 2007). O autor explica que essa política agrícola no Cerrado tem desenvolvido estratégias avançadas na produção com a ocupação de extensas áreas de terras e o elevado consumo hídrico, beneficiando o agronegócio e as relações de produção capitalista. Para Tundisi et al. (2011), a diversificação dos usos múltiplos, com o desenvolvimento econômico e social, produziu pressões sobre o ciclo hidrológico e sobre as

reservas de águas superficiais e subterrâneas, culminando em intensos conflitos pelos usos da água.

O agronegócio é uma atividade econômica que interfere diretamente nos recursos hídricos e no uso e ocupação dos solos. Para Klink e Machado, (2005), essa interferência vem ocorrendo de forma acelerada. Para estes autores o uso de equipamentos autônomos para aplicação intensiva de fertilizantes e pesticidas agrícolas tem contaminado a água causando riscos e impactos nos recursos naturais, como consequência afeta a qualidade e a disponibilidade hídrica.

Segundo Oliveira et al. (2006) e Silvério et al. (2012), o uso excessivo de agrotóxicos na agricultura vem sendo considerado um importante agente de contaminação do solo, das águas e do ar devido à sua toxicidade, sua permanência no solo e o crescente aumento de seus teores encontrados no ambiente. Para Sambuichi et al. (2012), os fertilizantes químicos, se aplicados intensivamente, também causam impactos significativos no ambiente, podendo levar à eutrofização de cursos d'água, lagos e mananciais.

A intensa ocupação e expansão do agronegócio em áreas de Cerrado, somado ao desmatamento, ao crescente processo de urbanização e à demanda de recursos naturais, sobretudo da água, tem provocado um processo de fragilidade em bacias hidrográficas. Segundo Ab'sáber (2003) e Miziara (2006), a intensa ocupação e exploração de áreas do Cerrado, a interferência e as alterações da paisagem ampliam o processo de fragilidade dos sistemas ambientais naturais. Os autores explicam que o processo de fragilidade ambiental dos recursos hídricos está diretamente relacionado com a ação antrópica na forma de uso e ocupação do solo em bacias hidrográficas.

De acordo com Milly et al. (2005) e Taylor et al. (2013), no contexto do aquecimento global, as mudanças climáticas interferem no ciclo da água, aumentam as incertezas sobre o futuro dos recursos hídricos e os novos desafios exigem uma gestão integrada das bacias hidrográficas. Vörösmarty et al. (2000) e Wang et al. (2010) ressaltam que os impactos ambientais somados às atividades humanas colocaram uma pressão sem precedentes sobre os recursos hídricos do mundo.

A fragilidade ambiental, para Ross (1994), é constituída pela análise das características de cada sistema ambiental, que apresentam particularidades próprias na sua dinâmica, com diferentes níveis que podem ser avaliados de acordo com seu equilíbrio dinâmico. Para Ross (1994), o nível de fragilidade é classificado quanto a sua intensidade, levando em consideração o grau de intervenção humana no ambiente, logo, são documentos

importantes para o planejamento ambiental, considerando a conservação e a recuperação dos ambientes.

Segundo Kawakubo (2005), o estudo de fragilidade ambiental constitui uma das principais ferramentas que pode ser utilizada pelos órgãos públicos na elaboração do planejamento territorial ambiental. Identificar os níveis de fragilidade ambiental em uma bacia hidrográfica possibilita conhecimentos sobre a forma de uso e ocupação da terra de forma racional através da gestão e planejamento de conservação destes ambientes. O planejamento dos recursos hídricos em bacias hidrográficas busca, sobretudo, segurança hídrica para garantir os múltiplos usos da água em quantidade e qualidade. No mundo todo, mais de quatro milhões de pessoas são afetadas pela escassez hídrica (MEKONNEN; HOEKSTRA, 2016).

Segurança hídrica é a capacidade de assegurar a uma população o acesso a quantidades adequadas de água de qualidade aceitável com a finalidade de sustentar a saúde humana e a dos ecossistemas em uma bacia hidrográfica (UNESCO, 2012). Para ANA (2017) e Tundisi et al.(2015), alguns fatores são comumente vistos como componentes importantes para a segurança hídrica, sendo eles: o controle da qualidade da água para usos diversos, a garantia de oferta de água tanto para abastecimento humano quanto para as atividades produtivas, a cobertura da vegetação natural de bacias hidrográficas, serviços ecossistêmicos e a redução de riscos advindos de eventos extremos.

Tundisi et al. (2011) afirmam que, quando as retiradas de água para irrigação, abastecimento público e atividades industriais excedem a quantidade de água que retorna pela precipitação e a recarga, há um desequilíbrio que causa sua escassez. Para os autores, este desequilíbrio entre a retirada e reposição pela precipitação tem causado sérios problemas de disponibilidade hídrica, majoritariamente nos grandes centros urbanos levando a um cenário de privação e racionamento. Este monitoramento acontece em algumas cidades que compõem a ABHRMP (ALTA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MEIA PONTE), como é o caso de Goiânia e sua região metropolitana (SANEAGO, 2022).

As análises utilizadas neste trabalho foram norteadas por uma abordagem sistêmica e de análise integrada da paisagem, que permitiram a elaboração de um cenário das questões relacionadas ao uso e ocupação da terra e os conflitos pelo uso da água, bem como a correlação com informações espaciais, por meio de modelagem ambiental, para diagnóstico da fragilidade ambiental da área de estudo. Foi realizado um levantamento e estudo das características do meio físico, para identificar os índices de fragilidade e a dinâmica de uso e cobertura da terra, no período de 1985 a 2021, considerando dados de mapeamentos de dez

em dez anos. Conforme as leis brasileiras (CONAMA, 2005), o rio Meia Ponte está classificado como rio classe 02, destinado para o consumo humano, agricultura, lazer e a pesca. A ABHRMP é responsável pelo abastecimento de aproximadamente 50% da população de Goiânia e Região Metropolitana (SEMAD, 2022).

Esta dissertação está estruturada em três artigos. No 1º artigo, foi discutida a questão espacial de uso e ocupação da terra e da água na Alta Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte (ABHRMP), abordando a relevância do estudo voltado para a análise sistêmica integrada da paisagem na região da alta bacia.

No 2º artigo, o indicador de fragilidade ambiental foi elaborado e discutido tendo como bases fundamentais de análise as abordagens metodológicas propostas por Ross (1994, 2011), por meio de produção de mapas temáticos e tabelas descritivas, fundamentadas em leituras de referências relacionadas ao objeto de pesquisa, para caracterização da fragilidade ambiental da alta bacia.

No 3º artigo, serão apresentados e discutidos os problemas gerados pela disponibilidade hídrica e discussões sobre questões fundamentais para a compreensão dos múltiplos usos da água. Isto é, os conflitos pelo uso da água, outorgas de direito pelo uso da água, segurança hídrica e comitê de bacia hidrográfica.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, Aziz. **Os domínios da natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- ALHO, C. J. R. **Desafios para a conservação do Cerrado: em face das atuais tendências de uso e ocupação**. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005.
- ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: 2017**. Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2017.
- CARLOS, A.; KLINK R.; MACHADO, B. **Conservação do Cerrado brasileiro** - Departamento de Ecologia. Instituto de Biologia. Universidade de Brasília (UnB), 2005.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005.
- CUNHA, C. N.; PIEDADE, M. T. F.; JUNK, W. J. **Classificação e delineamento das áreas úmidas brasileiras e de seus macrohabitats**. Cuiabá: Ed. UFMT, 2015.
- HAESBAERT, R. **O mito da desterritorialização: do “fim dos territórios” à multiterritorialidade**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.
- KAWAKUBO F. S.; MORATO, R. G.; CAMPOS, K. C.; LUCHUARI, A.; ROSS, J. L. S. Caracterização Empírica da Fragilidade Ambiental Utilizando Geoprocessamento. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 2005.
- MEKONNEN, M.M.; HOEKSTRA, A.Y. Four billion people facing severe water scarcity. **Science Advances**, n. 2, e1500323, 2016.
- MIZIARA, F. Condições estruturais e opções individuais na formulação do conceito de Fronteira Agrícola. In: Luis Sérgio Duarte da Silva. (Org.). **Relações Cidade-Campo: Fronteiras**. 1ed. Goiânia: CEGRAF, 2006.
- OLIVEIRA, E.; MAGGI, M. F.; MATOS, E.; RAMOS, M. S.; VAGNER, M. W.; LOPES, E. C. (2006) Tecnologia de aplicação de defensivos e relações com o risco de contaminação da água e do solo.
- OLIVEIRA, G. E.; HECHT, S. Bosques Sagrados, Zonas de Sacrício e Produção de Soja: Globalização, Intensificação e Neo-Natureza na América do Sul, 2016.
- ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 8, p. 63-74, 1994.
- SAMBUICHI, R. H. R; OLIVEIRA, M. A. C; SILVA, A.P.M; LUEDEMANN, G. **A sustentabilidade ambiental da agropecuária brasileira: impactos, políticas públicas e desafio**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. IPEA, 2012.
- SANEAGO - Saneamento de Goiás S.A., 2022.

SAUER, C. O. Geografia cultural. *In: Introdução à Geografia Cultural*. 6ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.

SEMAD - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2022.

SILVÉRIO, F. O.; SILVA, J. G. S.; AGUIAR, M. C. S.; CACIQUE, A. P.; PINHO, G. P. Análise de agrotóxicos em água usando extração líquido-líquido com partição em baixa temperatura por cromatografia líquida de alta eficiência. **Química Nova**, n. 35, v. 10, 2012.

SCHUBART, H.O.R. O Zoneamento Ecológico-Econômico e a Gestão dos Recursos Hídricos. *In: MUÑOZ, H.R. (org). Interface da Gestão dos Recursos Hídricos: Desafios da Lei de Águas de 1997*. 2ª ed., Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 2000.

TAYLOR, R. G.; TODD, M. C.; KONGOLA, L.; MAURICE, L.; NAHOZYA, E.; SANGA, H.; MACDON-ALD, A. M. Evidence of the dependence of groundwater resources on extreme rainfall in East Africa. **Nature Climate Change**, n. 3, v. 4, p. 374-378, 2013.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; CIMINELLI, V. S.; BARBOSA, F. A. Disponibilidade de água, qualidade da água governança da água: o futuro à frente. Ciências Hidrológicas e Segurança Hídrica: Passado, Presente e Futuro. *In: Anais do 11º Colóquio Kovacs*, Paris, França, junho de 2014. IAHS, 2015.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA, T. **Recursos Hídricos no Século XXI**, São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, 2012.

VÖRÖSMARTY, C.J., DORK, S., 2000. **Anthropogenic disturbance of the terrestrial water cycle**. *BioScience* 50 (9), 753–765.

WANG, J., HONG, Y., GOURLEY, J., ADHIKARI, P., LI, L., SU, F., 2010. **Quantitative assessment of climate change and human impacts on long-term hydrologic response: A case study in a sub-basin of the Yellow River, China**. *Int. J. Climatol.*

ÁREA DE ESTUDO

A área objeto da pesquisa é a Alta Bacia do Rio Meia Ponte, está localizada na região central do estado de Goiás e seu território é composto por 11 municípios: Brazabrantes, Caturai, Damolândia, Goiânia, Goianira, Inhumas, Itauçu, Nerópolis, Nova Veneza, Ouro Verde de Goiás e Santo Antônio de Goiás, (Figura 1). O Rio Meia Ponte nasce na Serra dos Brandões, na zona rural do município de Itauçu, possuindo extensão de 415 km. A área de estudo possui 1.674,07 Km² e se posiciona entre coordenadas geográficas de latitudes: 16° 06' e 16° 36' Sul e longitudes: 49° 42' e 49° 06' Oeste. A alta bacia compõe a cabeceira de drenagem da Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte, que por sua vez faz parte da Região Hidrográfica do Rio Paraná. O rio Meia Ponte percorre 60 km até chegar à capital Goiânia e segue no sentido sul para desaguar no Rio Paranaíba, perfazendo um percurso de 471,6 km (SEMAD, SANEAGO, 2023).

Figura 1 – Localização da Alta Bacia do Rio Meia Ponte – ABHRMP.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Objetivo geral

- Avaliar a fragilidade ambiental e os conflitos pelo uso da água na Alta Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte, Goiás.

Objetivos Específicos

- Avaliar a dinâmica de uso da terra e o processo de ocupação da alta bacia, considerando os últimos 35 anos, com vistas à definição de padrões em relação aos aspectos geomorfológicos.
- Gerar um índice de fragilidade ambiental a partir da álgebra de mapas, considerando múltiplas variáveis, para diagnosticar as condições geoambientais da alta bacia.
- Caracterizar os múltiplos usos da água e avaliar as condições de crise hídrica e conflitos gerados pela relação demanda-disponibilidade para o consumo urbano e irrigação.

1 DINÂMICA TEMPORAL E ESPACIAL DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA ALTA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MEIA PONTE (GOIÁS)

1.1 – INTRODUÇÃO

Uma das mais importantes contribuições referentes ao conhecimento e comportamento do uso e cobertura da terra está no auxílio para a gestão, ou seja, o planejamento e o monitoramento ambiental, entendimentos dos efeitos sobre as mudanças nos ciclos ambientais naturais e nos seus impactos sociais e econômicos, resultantes destes processos.

Tucci (1993) reforça que o mapeamento de uso da terra para identificar suas potencialidades e fragilidades permite chegar ao uso racional, que leva em conta as características naturais da bacia, tais como: a cobertura vegetal, topografia, drenagem, tipo de solo, entre outros. O autor ressalta ainda que os estudos em bacias hidrográficas apontam a importância de realizar o mapeamento de uso e cobertura da terra, pois permite identificar as mudanças ocorridas em relação ao modelo de ocupação adotado pelo homem.

Para Rosa (2017) o uso e a ocupação da terra significam a forma pela qual o ser humano ocupa o espaço. Para Araújo Filho et al. (2007), o mapeamento do uso e ocupação da terra é essencial por fornecer subsídios aos programas de monitoramento ambiental, preservação da biodiversidade, zoneamento ambiental e socioeconômico e ocupação racional do espaço físico.

De acordo com Donadio et al. (2005), a dinâmica do uso e cobertura da terra é responsável pela influência negativa ou positiva na qualidade e quantidade de água em bacias hidrográficas, pois a qualidade das águas superficiais próximas de atividades agropecuárias, indústrias ou áreas urbanizadas são inferiores a áreas que possuem vegetação nativa. A Lei das Águas (Nº 9.433/1997) institui as bacias hidrográficas como unidades espaciais de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), com vistas à mitigação dos impactos ambientais e sociais, bem como dos conflitos pelos múltiplos usos da água.

Novo (1989) explica que o termo “uso da terra” se refere à utilização cultural da terra, enquanto que o termo “cobertura da terra” ou “land cover” refere-se ao seu revestimento”. A autora exemplifica esta diferenciação onde áreas florestais que, embora sejam de um só tipo sob o ponto de vista de cobertura, podem ter diferentes usos: lazer, exploração de madeira, reservas biológicas etc.

Alves et al. (2007) reforçam que o acompanhamento e a avaliação dos impactos do uso e ocupação da terra são de fundamental importância, considerando a crescente

urbanização e o aumento da população, associado ao desenvolvimento tecnológico e expansão das atividades agrícolas. Segundo Ross (1994), a importância do conhecimento das informações sobre o uso e ocupação da terra está no direcionamento de políticas ambientais de preservação e conservação de áreas antropizadas.

Nogueira et al. (2015) ressaltam a importância sobre o conhecimento do uso e cobertura da terra diante das questões ambientais e socioeconômicas. O autor reforça que o mapeamento do uso e ocupação da terra é importante porque possibilitam o conhecimento da organização espacial e o nível de interferência antrópica com possibilidade de planejar de forma racional as potencialidades e fragilidades da área estudada.

Para Penna Rosa et al. (2017), o mapeamento de uso e ocupação da terra torna-se importante ferramenta na interpretação da distribuição espacial dos tipos de ações causadas pelo ser humano, demonstrando grande importância para os estudos geoambientais. Portanto, os conhecimentos sobre a forma de uso e cobertura da terra consistem em um processo importante para os estudos geoambientais, uma vez que permitem identificar e individualizar a análise das atividades antrópicas. Para Santos (2004), o uso e ocupação da terra é um tema básico para planejamentos ambientais, porque retrata as atividades humanas que podem significar pressão e impacto sobre os elementos naturais.

Araújo Filho et. al. (2007, p. 171) explicam que:

A obtenção de informações detalhadas e precisas sobre o espaço geográfico é uma condição necessária para as atividades de planejamento e tomada de decisões. Os mapas de uso da terra e de cobertura da terra são instrumentos que auxiliam a cumprir essa função, constituindo-se em mecanismos bastante adequados para promoverem o desenvolvimento sustentável do ponto de vista ambiental, e são imprescindíveis para o planejamento regional ou local do terreno.

A relação entre os aspectos físicos da ABHRMP possibilitou a ocupação da fronteira agropecuária da região, atividades em larga escala, que são desenvolvidas preferencialmente em relevos planos com baixa dissecação, de baixas ou moderadas declividades e associadas às políticas de incentivo e investimentos pelo Estado, no contexto da revolução verde a partir da década de 1970, consolidando as práticas do agronegócio (EMBRAPA, 2022).

Segundo Cunha (1994) as inovações tecnológicas como a mecanização, tem por objetivo aumentar a produtividade da mão de obra e consequentemente reduzir o custo de produção total. Essa realidade é percebida no agronegócio com a utilização de sistemas de produção inovadores, buscando aumento da competitividade por meio da diferenciação de mercado pela qualidade, redução de custos em função de produtividade e adoção de novas tecnologias de produção (MARTIN et al., 1995; GROSSI, 1998).

Para Ross (2007), na natureza nada está desarticulado, além das relações dos diversos componentes físicos serem interdependentes. O relevo e o solo são partes de grande importância para a sociedade, pois constituem palco de suas atividades. O objetivo geral deste trabalho é avaliar a dinâmica de uso e da terra e o processo de ocupação da ABHRMP, considerando os últimos 35 anos, com vistas à definição de padrões em relação aos aspectos geomorfológicos. As diversas formas de uso e cobertura da terra na ABHRMP ocorreram com altas taxas de desmatamento da vegetação nativa, promovendo processos de degradação ambiental e poluição dos solos (SEMAD, 2022).

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

O mapeamento das classes de uso e cobertura da terra foi realizado a partir de técnicas de geoprocessamento. Os dados utilizados para processamento foram adquiridos por meio das bases matriciais elaboradas pelo Projeto Mapbiomas disponibilizadas na plataforma do Google Earth Engine (<https://code.earthengine.google.com>).

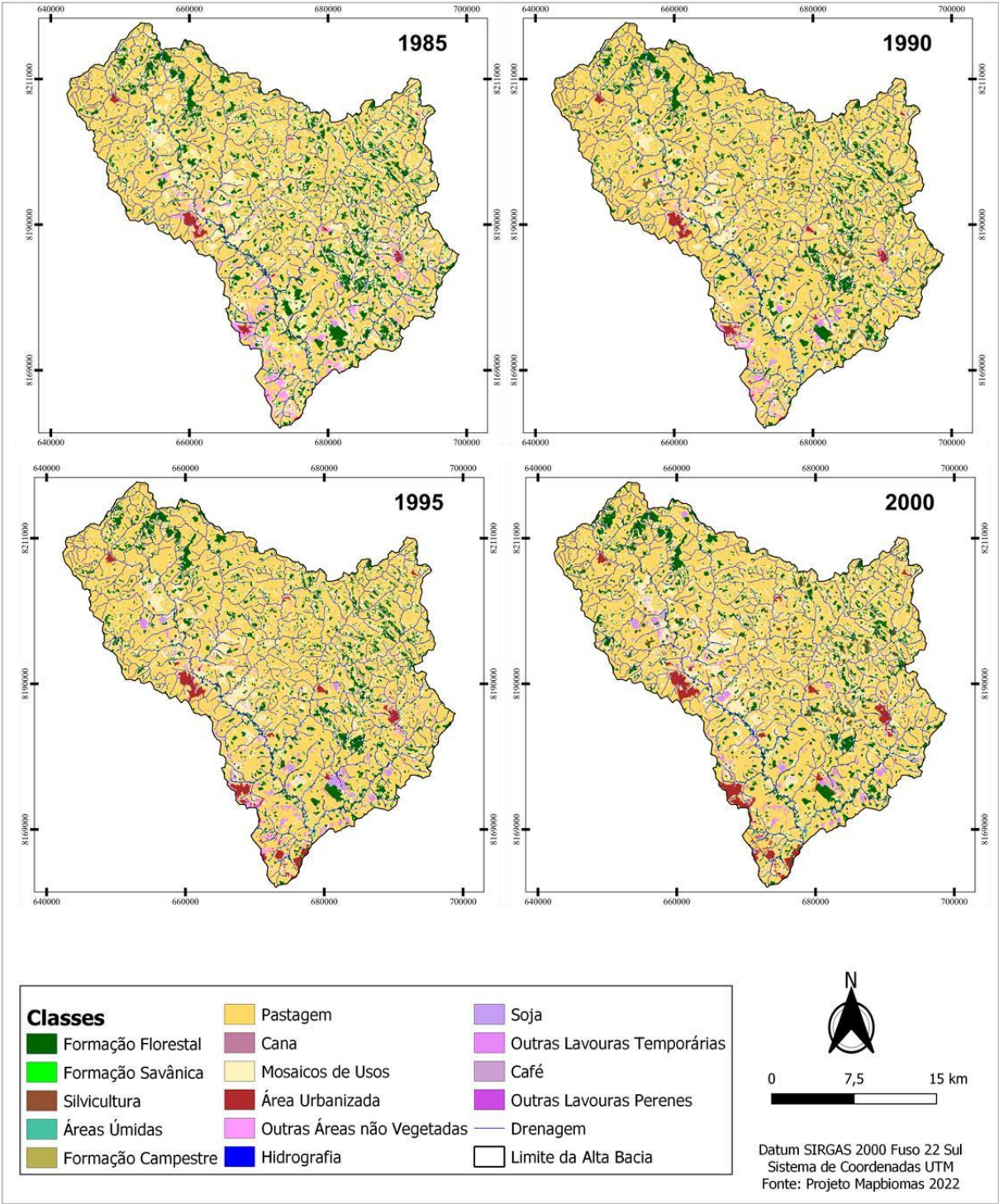
Foram adquiridos mapas de uso e cobertura da terra dos anos de 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 e 2021, para uma análise temporal dos padrões de uso da terra e análise das perdas de cobertura de Cerrado. A ABHRMP, nos últimos 35 anos, sofreu diversos impactos ambientais relacionados ao uso e ocupação da terra, por isso a escolha deste intervalo de tempo. Optou-se por fazer uma análise de cinco em cinco anos, no período de 1985 a 2015, com a inserção do ano de 2021 por ser o último mapeamento realizado pelo Projeto Mapbiomas durante o período da pesquisa. Em setembro de 2023 o Projeto Mapbiomas já disponibilizou o mapeamento do ano de 2022. Após o mapeamento, foram feitos cálculos das áreas de cada classe para análise quantitativa e temporal das mudanças do uso e cobertura da terra.

O mapa hipsométrico foi elaborado por meio do modelo digital de elevação do Projeto TOPODATA (INPE Instituto de Pesquisas Espaciais). O mapa das unidades geológicas da ABHRMP foi gerado a partir das bases de dados disponibilizadas pela Superintendência de Geologia e Mineração do Estado de Goiás, 2009, na plataforma SIEG-GO (Sistema Estadual de Geoinformação). O processamento consistiu em reprojetar os dados para o sistema de coordenadas UTM, datum SIRGAS 2000, zona 22 sul e em seguida recortar a área de estudo com os limites da ABHRMP, utilizando o software de geoprocessamento QGIS, versão 3.28.

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

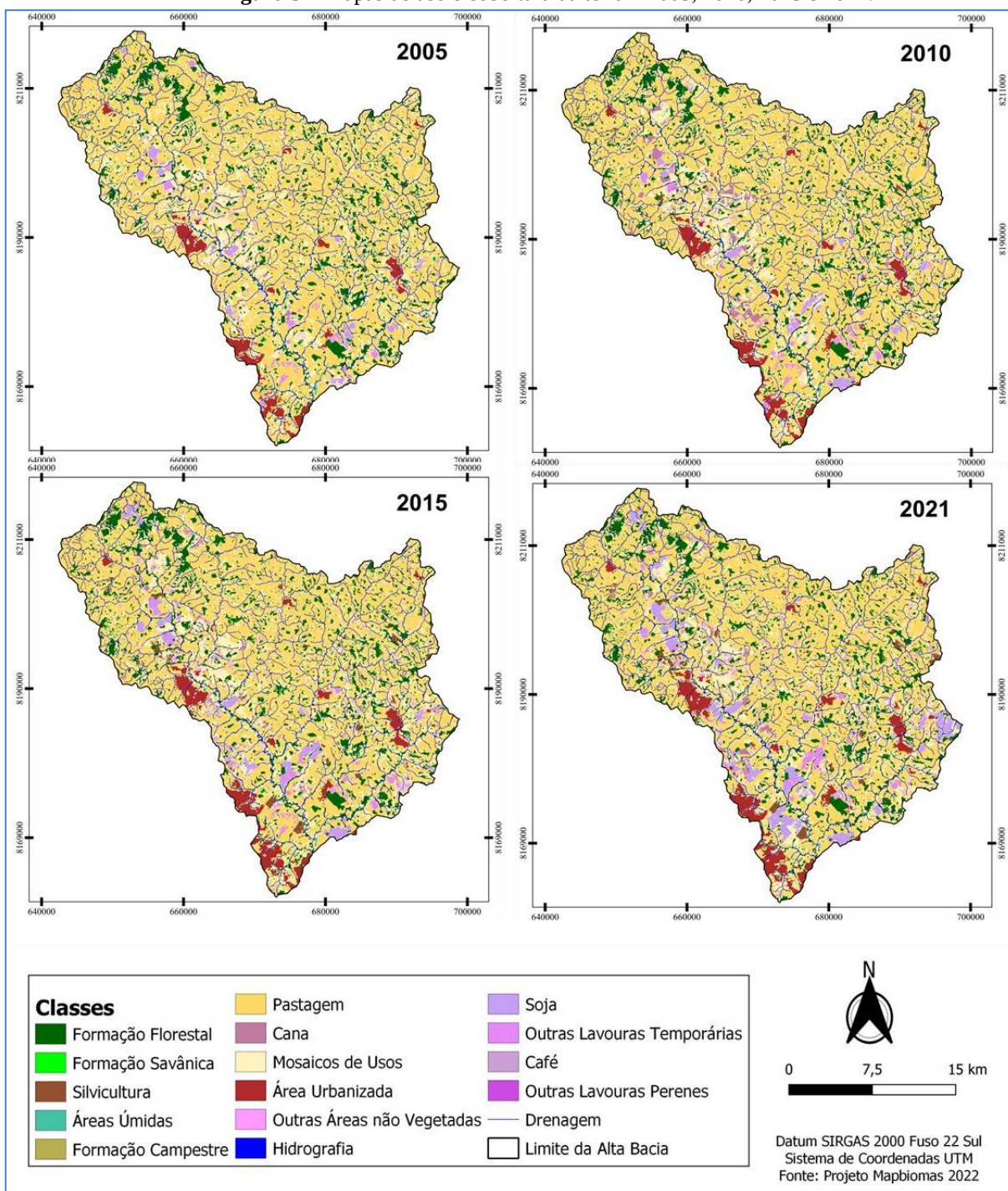
A espacialização das classes de uso da terra e cobertura vegetal está apresentada nas Figuras 2 e 3 e dados quantitativos na Tabela 1, demonstrando as classes existentes e com suas respectivas áreas em Km². O conjunto de mapas apontaram a ocorrência de quinze classes, o Cerrado, nas formações savânica, campestre e florestal, silvicultura, áreas úmidas, pastagem, cana de açúcar, mosaicos de usos, área urbanizada, outras áreas não vegetadas, hidrografia, soja, outras lavouras temporárias, lavouras perenes e café.

Figura 2 – Mapas de uso e cobertura da terra – 1985, 1990, 1995 e 2000.



Fonte: Mapbiomas, elaborado em 2023.

Figura 3 – Mapas de uso e cobertura da terra – 2005, 2010, 2015 e 2021.



Fonte: Mapbiomas, elaborado em 2023.

Tabela 1 – Uso e cobertura da Terra – ABHRMP - 1985 a 2021

	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2021
Classes	Km ²	Km ²	Km ²	Km ²	Km ²	Km ²	Km ²	Km ²
Formação Florestal	254,06	199,64	194,09	210,61	202,58	210,61	222,89	213,63
Formação Savânica	4,65	2,36	2,08	1,57	1,69	1,57	1,65	1,09
Silvicultura	-	12,31	12,98	9,65	5,87	9,65	19,16	22,92
Áreas Úmidas	3,35	3,69	3,43	6,4	5,53	6,40	7,13	6,75
Formação Campestre	0,56	0,17	0,09	0,17	0,19	0,17	0,18	0,24
Pastagem	816,221	1044,66	1036,81	904,61	896,44	904,65	845,9	844,92
Cana	-	0,33	0,03	26,5	7,10	26,50	11,79	11,25
Mosaicos de Usos	524,1	360,50	344,86	414,98	468,50	414,98	430,86	398,70
Área Urbanizada	11,52	14,09	25,20	48,04	41,82	48,04	56,96	63,20
Outras áreas não Vegetadas	55,92	20,43	12,57	4,77	5,27	4,77	5,07	4,60
Hidrografia	3,03	3,37	3,97	4,56	4,26	4,56	4,55	4,85
Soja	0,09	5,67	17,58	15,8	15,72	15,80	36,14	66,58
Outras Lavouras Temporárias	0,56	6,85	20,38	26,15	19,05	26,15	31,37	35,02
Café	0,009	-	-	0,26	0,05	0,23	0,42	0,31
TOTAL	1674,07	1674,07	1674,07	1674,07	1674,07	1674,07	1674,07	1674,07

Fonte: Mapbiomas, 2022. Organizado pelo autor, 2023.

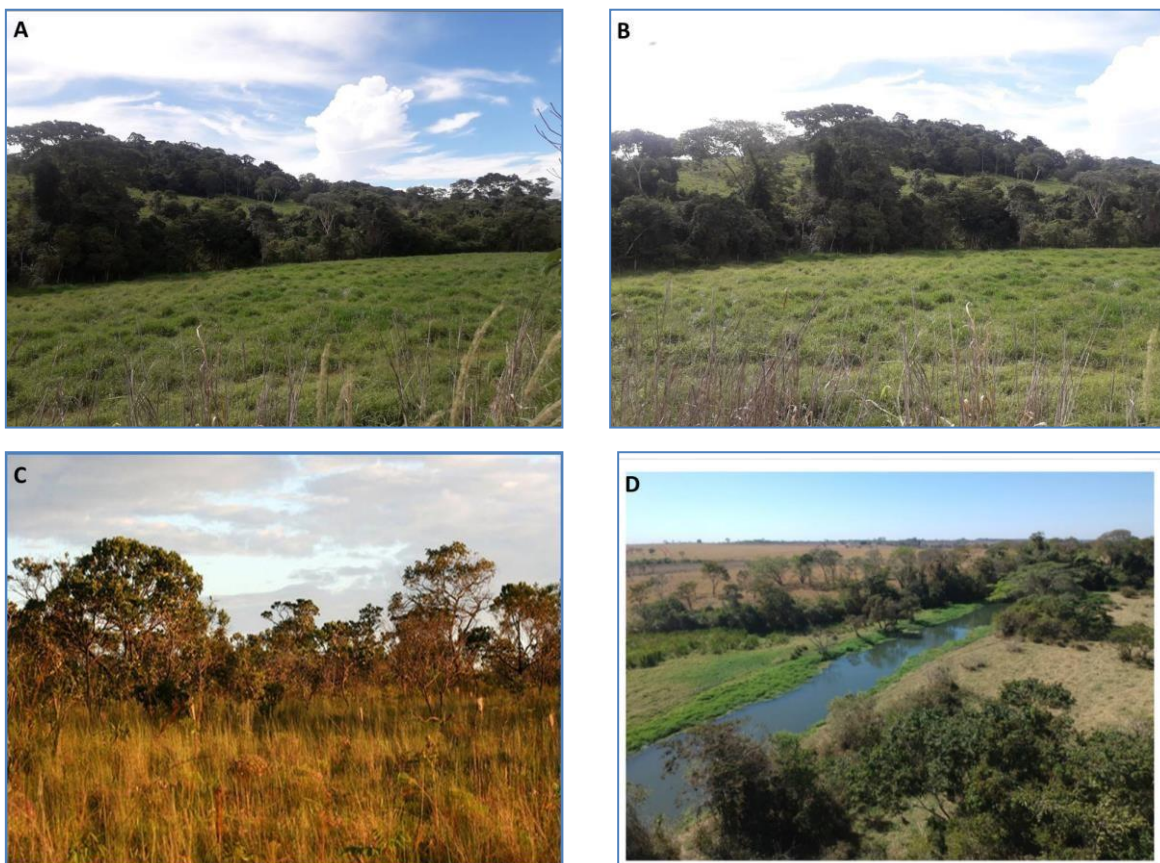
A metodologia de mapeamento utilizada pelo Projeto Mapbiomas e as coberturas de Cerrado são agrupadas em três classes: formações florestais, formações savânicas e formações campestres. Nas formações florestais, predominam vegetação arbustiva, com dossel contínuo, enquanto nas formações savânicas impõe-se a presença dos estratos arbóreos e arbustivo-herbáceos espaçados e as áreas úmidas que se caracterizam como veredas. Já nas formações campestres predominam coberturas herbáceas (RIBEIRO; WALTER, 2008).

De acordo com os dados apresentados na (Tabela 1), as formações florestais da bacia reduziram as suas áreas em 15,91%, no período de 1985 a 2021, ao passo que, as formações campestres tiveram redução de 57,14%. A formação savânica foi a cobertura natural de Cerrado que apresentou as maiores reduções na área de estudo, com perda de 76,56%. Cabe ressaltar que a partir dos anos 2000, as formações florestais registraram variações crescentes, que podem estar relacionadas às áreas reflorestadas em processo de regeneração.

Em 1985, a ABHRMP contava com 259,27 Km² de áreas naturais de Cerrado (Tabela 1), em suas diversas formações, ou seja, 84,51% da alta bacia já tinham suas áreas convertidas em agricultura ou pastagens plantadas, principalmente. Considerando os demais períodos mapeados, o intervalo de tempo compreendido entre 1985 e 1990, foi o que registrou a maior redução de áreas naturais e um significativo aumento das áreas de pastagens plantadas. Nas

imagens da Figura 4 são apresentados alguns exemplares dos fragmentos de Cerrado identificados nas observações de campo.

Figura 4 – Áreas Naturais – ABHRMP: Vegetação Nativa: A-B-C-D próximas à pastagem e à agricultura.



Fonte: Furtado, 2023.

Silvicultura é a prática de cultivo de florestas e tem como propósito a produção de madeira como matéria-prima (EMBRAPA, 2022). A introdução da silvicultura se desenvolveu em áreas antropizadas da ABHRMP, com o cultivo do eucalipto, espécie florestal que apresenta crescimento exponencial em todo Estado de Goiás (EMBRAPA, 2022). Esse crescimento pode ser explicado por alguns fatores como: adaptação a várias condições ambientais, maior produtividade de madeira em relação a outras espécies florestais, rápido crescimento, ciclos de corte de curta rotação e madeira com características aceitáveis para vários usos (ALFENAS et al. 2004).

Na alta bacia, a silvicultura compreende o cultivo de eucaliptos com a finalidade de produzir lenha, estacas, carvão vegetal, celulose e papel. No mapeamento realizado da ABHRMP, esta classe não foi identificada no ano de 1985, efetivamente, surgiu a partir do ano de 1990, apresentando um aumento de 86,19% até 2021, em vários municípios que

compõem a alta bacia. Nas observações de campo, foi possível observar plantações de eucalipto em vários municípios, como mostram as imagens da Figura 5.

Figura 5 - Plantação de Eucalipto – ABHRMP

A – Plantação de Eucalipto - Itauçu

B – Plantação de Eucalipto - Inhumas



Fonte: Furtado, 2023

A pastagem é o uso da terra que predomina na ABHRMP, apresentando as maiores extensões. Apresentou uma dinâmica de uso e ocupação nos intervalos de cinco em cinco anos, descrita da seguinte forma: de 1985 a 1990, aumento de 27,98%, de 1990 e 1995, redução de 0,75%, de 1995 a 2000, redução de 12,75%, de 2000 a 2005, redução de 0,90%, de 2005 a 2010, aumento de 0,91%, de 2010 a 2015, aumento de 5,63%, e entre 2015 e 2021, redução de 0,11% (Tabela 1).

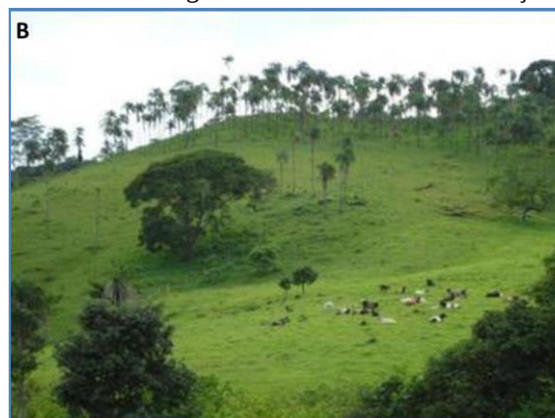
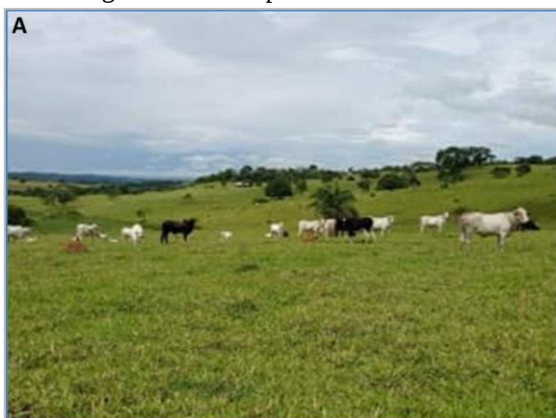
Apesar destas variações, as pastagens cultivadas chegam em 2021 como sendo a cobertura predominante na alta bacia, visto que de 1985 a 2021 apresentou um aumento de 2,88%. Estes dados revelam que, no período da pesquisa, a vegetação natural na área de estudo foi reduzida a fragmentos para a introdução de pastagem e das lavouras temporárias.

As observações em campo evidenciaram que a pecuária é uma atividade econômica predominante na área de estudo, nas suas formas intensiva e extensiva (Figura 6). Assim, a pecuária de bovinos é destinada para a produção de carne e leite, por isso, utilizam-se extensas áreas de pastagens plantadas com predomínio de forrageiras do tipo *Urochloa brizantha* e *decumbens*.

Figura 6 – Área de pastagem – ABHRMP

A – Pastagem em áreas aplainadas - Damolândia

B – Área de Pastagem em morros e colinas - Itauçu

**Fonte:** Furtado, 2023

Os mosaicos de usos compreendem áreas menores, onde ocorre a associação de atividades agrícolas com pastagens e construções rurais em pequenas propriedades (EMBRAPA, 2022). Esta classe mostrou uma redução de 23,92% na ABHRMP (Tabela 1). A cana não foi identificada no mapeamento de 1985, na área de estudo, (Figuras 2 e 3), mas surgiu a partir de 1990, inclusive, até 2021, apresentou-se um aumento significativo de 3.309,09% de áreas para o cultivo desta classe. Esse aumento é explicado pela instalação de uma usina de produção de álcool, na década de 1980, localizada na rodovia GO 222, Zona Rural, Inhumas – GO. Lá tem capacidade instalada para processamento de 1,2 milhões de toneladas de cana safra (CENTROÁLCOOL S/A, 2022).

A expansão da produção de cana-de-açúcar na ABHRMP foi motivada pelo aumento na demanda, principalmente internacional, de álcool combustível produzido a partir da cana. Entretanto, esta produção tem gerado problemas ambientais graves. Dentre eles, está o desmatamento da vegetação nativa e os conflitos pelo uso da água, que possivelmente pode explicar a redução da disponibilidade de água para abastecimento humano que tem diminuído gradativamente, principalmente nas regiões com alta concentração de pivôs centrais (SANEAGO, 2022).

O crescimento de áreas urbanizadas da ABHRMP foi bastante expressivo de 448,61% até 2021 (Tabela 1). Esse crescimento está relacionado com a região metropolitana de Goiânia, que nos últimos anos tem registrado uma considerável expansão no sentido Goiânia, Goianira e Inhumas. Mas, juntamente está o crescimento populacional de vários municípios que compõem a ABHRMP, que em 1991 contava com uma população de 1.011.474 habitantes, já em 2023 com 1.612.524 habitantes (IBGE, 2022).

O crescimento de áreas urbanizadas na ABHRMP tem gerado pressão sobre os recursos hídricos, com o aumento do consumo de água para garantir seus múltiplos usos, com destaque para o abastecimento urbano e para a irrigação, gerando conflitos intensos entre os usuários, problemas ambientais como o aumento de resíduos sólidos e a ampliação da poluição hídrica, comprometendo principalmente a disponibilidade e a qualidade da água (SEMAD, 2022; SANEAGO, 2022).

Para Tundisi e Matsumara-Tundisi (2011), um dos principais impactos produzidos em bacias hidrográficas é a rápida taxa de urbanização, contudo, como consequência altera-se a rede de drenagem com os diversos tipos de construções urbanas, deposições de sedimentos, canalizações, desvios de cursos e o assoreamento. Além disso, passa-se por impactos com enchentes, deslizamentos e desastres, interferindo diretamente no regime de escoamento das águas pluviais, que são extremamente prejudiciais ao ciclo hidrológico natural.

Augusto Filho (2001 apud CASTRO et al, 2005) define a vulnerabilidade como sendo o grau de perda para um dado elemento ou grupo de elementos dentro de uma área afetada pelo processo considerado. Tominaga et al (2009) acrescenta que a vulnerabilidade compreende tanto aspectos físicos como fatores humanos, tais como, econômicos, sociais, políticos, técnicos, culturais, educacionais e institucionais.

Segundo Pinto et al. (2004), a vulnerabilidade dos solos provoca a poluição e a contaminação desencadeadas pelo uso e ocupação de forma inadequada das áreas, comprometendo a qualidade e a quantidade de água disponível para consumo em razão do tipo de poluente e da velocidade do fluxo. Os autores ressaltam que o processo urbano em bacias hidrográficas interfere nos processos hidrológicos em razão da poluição doméstica e industrial. Logo, os cursos de água da bacia visivelmente apresentam condições de poluição e degradação, resultado do lançamento do esgoto doméstico e industrial, como pode ser observado nas imagens da figura 7.

Figura 7 – Poluição no Rio Meia Ponte

A: Inhumas



B: Goiânia

**Fonte:** Furtado, 2023.

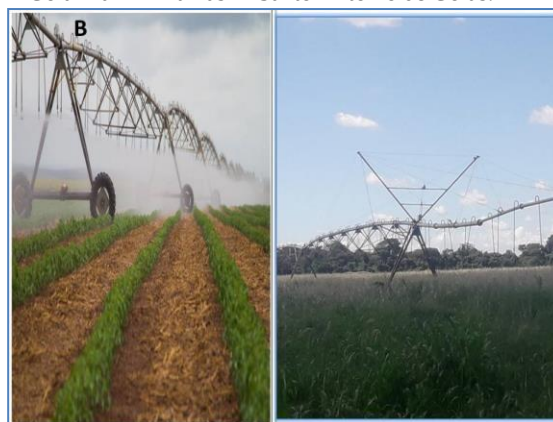
A soja, o café e as demais lavouras temporárias apresentaram crescimento exponencial. O destaque se dá para a soja que apresentou um aumento de mais de 38.811,11% de 1985 a 2021, variando de 0,09 Km² para 66,58 Km². As lavouras temporárias são áreas plantadas com culturas de curta duração (EMBRAPA, 2022) e este tipo de cultivo apresentou um crescimento de 0,56 Km² para 35,02 Km², aumento de 6.153,57%. De acordo com os dados, o café não foi identificado no intervalo de tempo compreendido entre 1990 e 1995, certamente porque em 1985 o grão possuía uma área de 0,009 km² e em 2021 uma área de 0,31 Km², um aumento de 3.344,4%. O cultivo dessas classes na ABHRMP demanda maior consumo de água para a irrigação utilizando o sistema de pivô central (Figura 8) e a existência de grande quantidade de barramentos (SEMAD, 2022).

Figura 8 – Áreas de Cultivo – ABHRMP

Agricultura A: Lavouras de: soja, cana, café e milho em região aplainada.



Agricultura B: Lavouras irrigadas em pivô central. Goianira - Inhumas - Santo Antonio de Goiás.

**Fonte:** Furtado, 2023.

É importante mencionar que a hidrografia de superfície, ocupada por corpos hídricos, apresentou um aumento de 60,06% (Tabela 1). Este aumento é explicado pela crescente demanda de água para a irrigação em lavouras temporárias e perenes. A hidrografia da ABHRMP se destaca com a ocorrência de cursos d'água de significativo volume de vazão, tem como rio principal o meia ponte (Figura 9), acompanhado de seus principais tributários. Outras áreas não vegetadas (infraestrutura: avenidas, ruas, estradas e construções) apresentaram uma queda de 91,77%, enquanto as áreas úmidas tiveram um aumento de 101,49% na ABHRMP, (Tabela 1).

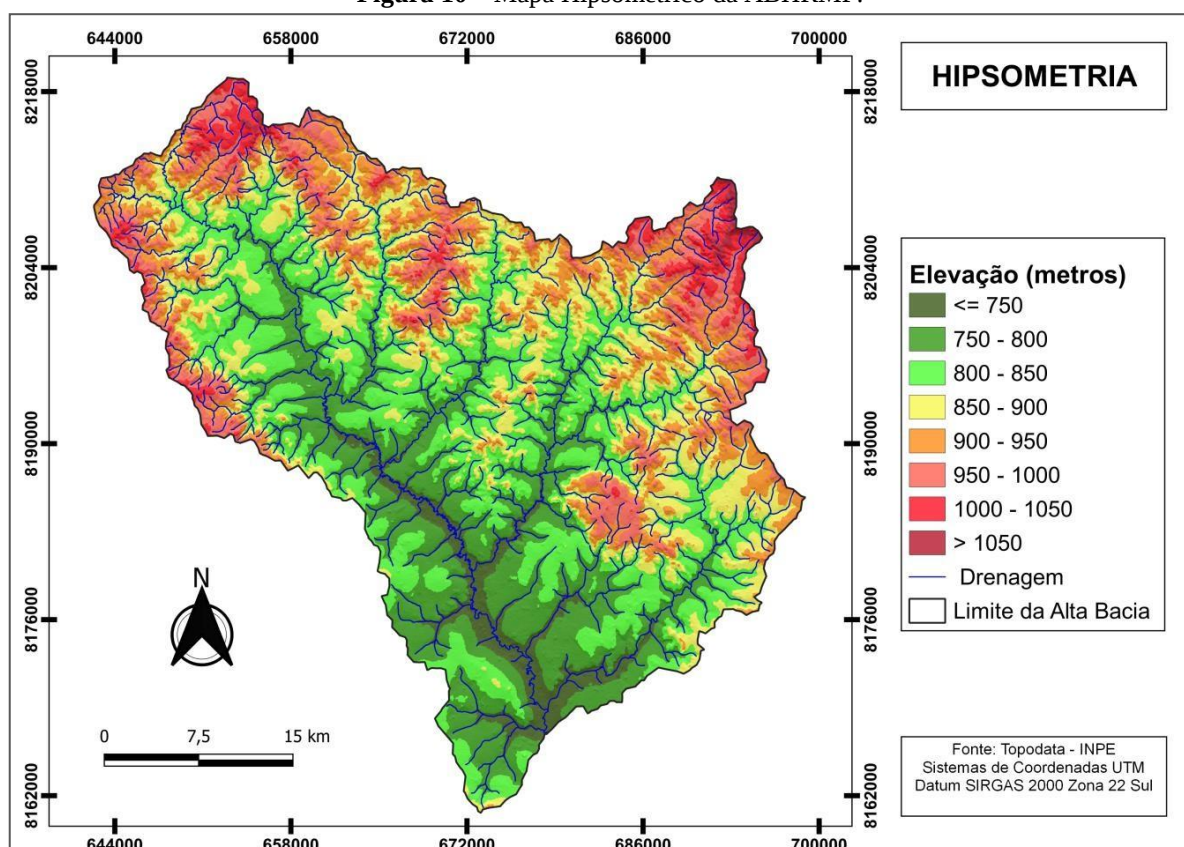
Figura 9 – Hidrografia – ABHRMP
Hidrografia A e B – Rio Meia Ponte – Goiânia e Inhumas



Fonte: Furtado, 2023.

A hipsometria da ABHRMP (Figura 10) representa a distribuição das altitudes que permite compreender a compartimentação morfológica e definem as unidades de relevo e a distribuição da vegetação existente na ABHRMP (SUPERINTENDÊNCIA DE GEOLOGIA E MINERAÇÃO DO ESTADO DE GOIÁS, 2022). De acordo com os dados, a representação espacial das altitudes do relevo, isto é, as cotas de altitude variam de 710m a 1141m, com amplitude altimétrica de 431m, com predomínio de altitudes entre 750 a 850m. O padrão de drenagem da bacia é dendrítico, com sistema de drenagem seguindo, em sua maioria, no sentido nordeste-noroeste (SEMARH, 2007; CBH DO RIO MEIA PONTE, 2021).

Figura 10 – Mapa Hipsométrico da ABHRMP.



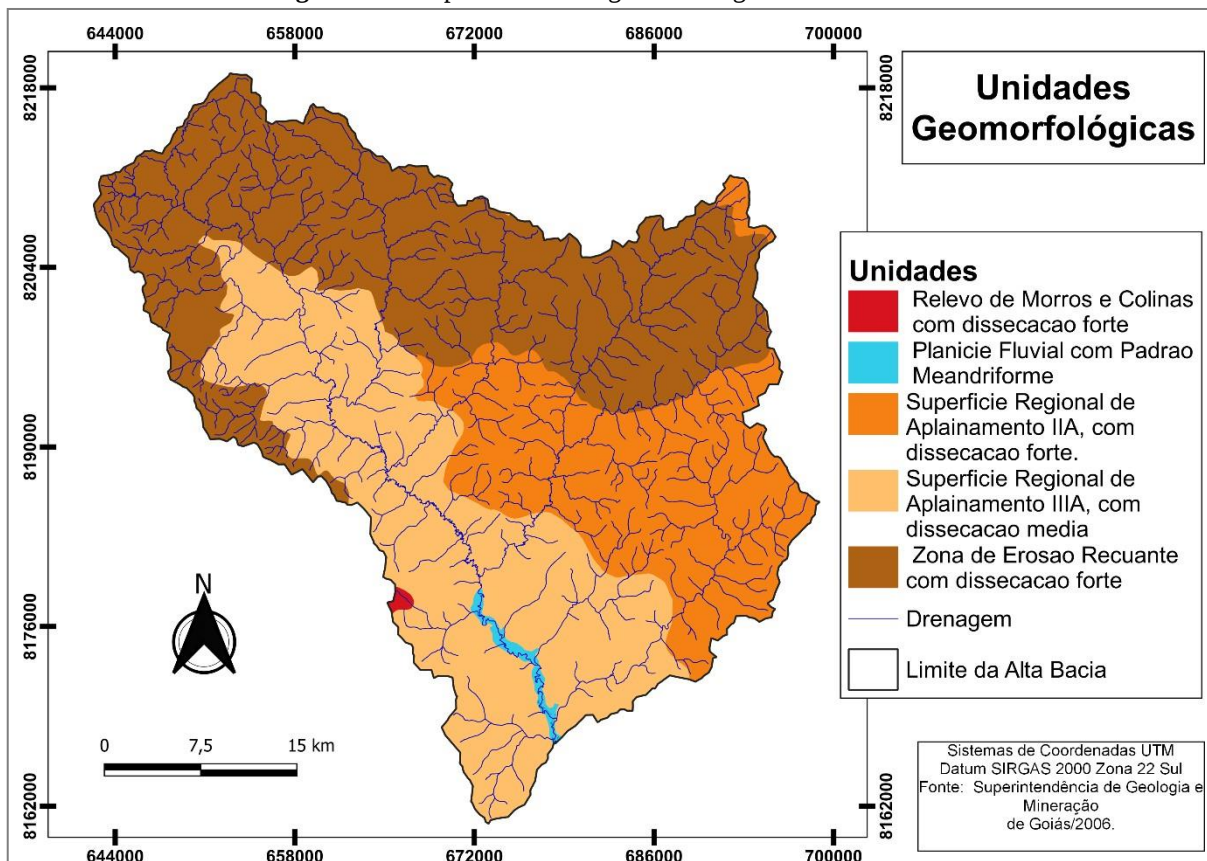
Fonte: Topodata – INPE

Os dados hipsométricos de uma bacia hidrográfica são fundamentais como indicadores da direção dos fluxos superficiais, da estruturação dos sistemas de drenagem, da definição de compartimentos, dissecação/deposição e identificação de sub-bacias. A distribuição das altitudes de uma bacia hidrográfica pode auxiliar na compartimentação morfológica, indicando as altitudes mais frequentes que definem uma unidade de relevo. Os estudos hipsométricos também possibilitam o conhecimento do relevo quanto ao potencial erosivo. Para Felgueiras (2001) e Romão (2006), por meio da hipsometria é possível detectar o índice de dissecação do relevo. Os autores explicam que a configuração topográfica de uma área de drenagem está diretamente com os fenômenos de erosão que processam em uma superfície.

Para Casseti (2005), as unidades geomorfológicas permitem a avaliação dos aspectos que individualizam a paisagem e o entendimento das formas de evolução do relevo servindo como subsídio para a apropriação racional. Há uma relação entre os aspectos do relevo da ABHMP, na forma de uso e cobertura da terra, propiciando o desenvolvimento em larga escala da agropecuária, atividade de grande importância para a região. Christofolletti (2011) explica que a geomorfologia é o resultado das interações morfométricas, pedológicas, geológicas, florísticas, hidrológicas e antrópicas. O autor relata que a geomorfologia estuda

aspectos morfológicos da topografia e da dinâmica responsável pela esculturação das paisagens topográficas visando compreender o modelado terrestre.

Figura 11 – Mapa de unidades geomorfológicas da ABHRMP.



Fonte: (Goiás, 2006).

Na ABHRMP, ocorrem baixas altitudes que, na maior parte de sua área, propicia a ocorrência de unidades do relevo como superfície regional de aplainamento IIA, com dissecção forte e superfície regional de aplainamento IIIA, com dissecção média (Figura 11) e com tipos de solos predominantes na área de estudo como: Latossolos e Argissolos com grandes extensões de áreas para atividades relacionadas à agropecuária, com predomínio de pastagens e o cultivo da cana, soja, silvicultura, café e lavouras temporárias e permanentes, em toda sua extensão (GOIÁS, 2006).

Através da representação da espacialização das unidades geomorfológicas da ABHRM, observa-se que há a ocorrência de relevos de Morros e Colinas com Dissecção forte, Planície Fluvial com Padrão Meandriforme, SRAIIA (Superfície Regional de Aplainamento IIA, com dissecção forte) e SRAIIIA (Superfície Regional de Aplainamento IIIA, com dissecção média) e ZER (Zona de Erosão Recuante com dissecção forte) (Goiás,

2006).

De acordo com as unidades geomorfológicas da ABHRMP e suas respectivas áreas (Tabela 2), também baseado no sistema classificatório do mapeamento geomorfológico do estado de Goiás (2006), observa-se que a morfogênese das unidades geomorfológicas é oriunda do sistema denudacional, com elevada perda de solo por processos erosivos. A área da ABHRMP apresenta geoformas, com fraco ou sem controle estrutural, que permitem dissecação e aplainamentos (GOIÁS, 2006).

Tabela 2 – Unidades Geomorfológicas e suas respectivas áreas - ABHRMP

Unidades Geomorfológicas	Km ²	%
Relevo de Morros e Colinas com dissecação forte	2,74	0,16
Planície Fluvial com Padrão Meandriforme	11,33	0,68
Superfície Regional Aplainamento IIA, com dissecação forte	406,29	24,27
Superfície Regional Aplainamento IIIA, com dissecação média	686,71	41,02
Zona de Erosão Recuante com dissecação forte	567	33,87
TOTAL	1.674,07	100

Fonte: Goiás (2006). Organização: Furtado, 2022.

Os morros e as colinas estão associados a processos de dobramentos e à dissecação muito forte em rochas cristalinas. As áreas de Morros e Colinas resultam da preservação de litologias mais resistentes, em processo de evolução das Superfícies Regionais de Aplainamento com tendência recuante (LATRUBESSE; CARVALHO, 2006). Nesta unidade, predominam os solos Cambissolos entremeados por manchas de Argissolos e Neossolos Litólicos com textura variando de média/cascalhenta a argilosa/cascalhenta, predominando a atividade de pecuária nesta área (LATRUBESSE; CARVALHO, 2006). Os Morros e Colinas existentes na ABHRMP possuem padrão de dissecação forte e ocorrem em 0,16%, na área de estudo (Tabela 2).

As Planícies Fluviais com padrão meandriformes são áreas aplanadas resultantes da acumulação fluvial e permanentemente alagadas, em que os meandros são os elementos geomorfológicos dominantes na ABHRMP, ocupando 0,68% da área (Tabela 2). Já a Superfície Regional de Aplainamento III, com dissecação forte são as unidades mais representativas na ABHRMP. São unidades denudacionais, geradas pelo aplainamento de uma superfície de terreno dentro de um determinado intervalo de cotas, desenvolvidas com

maior abrangência sobre rochas pré-cambrianas. Elas se desenvolvem sobre as formações proterozóicas menos resistentes, compostas por ardósias, calcários, dolomitos, dentre outros (LATRUBESSE; CARVALHO, 2006). Ocorre na área de estudo em 24,27% (Tabela 2).

O relevo de superfície regional de aplainamento IIIA, com dissecação média, apresenta relevo plano, suave ondulado e solo Latossolo com textura argilosa, o que explica seu uso intensivo para atividade agrícola na área de estudo. SRA-IIIA, com dissecação média presente na área de estudo é desenvolvida sobre rochas pré-cambrianas, onde ocorrem crostas lateríticas, colúvios nas vertentes dos vales e áreas de sedimentação restrita, em que se acumularam sedimentos aluviais (LATRUBESSE; CARVALHO, 2006). A superfície regional Aplainamento IIIA, com dissecação média ocorre 41,02%, ocupando as maiores áreas na ABHRMP (Tabela 2).

Quando uma ZER (Zona de Erosão Recuante) está associada a grandes bacias de drenagem pode se estender por amplas áreas, com recuos significativos e vales com vertentes apresentando depósitos coluviais, frequentemente com fragmentos de lateritas erodidas. Enquanto que, em outras oportunidades, está limitada às abruptas frentes/escarpamentos de chapadões, inclusive com presença de taludes formados por processos de queda de blocos, (LATRUBESSE; CARVALHO, 2006). Para Barbosa (2012), a Zona de Erosão Recuante constitui uma zona de transição entre diferentes superfícies de aplainamento originadas por processos erosivos. Assim, as Zonas de Erosão Recuantes são superfícies erodidas pela rede de drenagem em relevos mais acidentados e ocorrem 33,87% na ABHRMP, (Tabela 2).

Na área de estudo, há uma expressiva predominância de formas denudacionais. As formas denudacionais são subdivididas em dois grandes grupos: aquelas com forte controle estrutural e as com fraco ou nenhum controle estrutural. Na ABHRMP, há uma forte tendência da prática agrícola na Superfície Regional de Aplainamento IIA, com dissecação forte e Superfície Regional de Aplainamento IIIA, com dissecação média, além disso, é também a mais favorável para a ocupação urbana.

As unidades geomorfológicas: Morros e Colinas (MC) e as Zonas de Erosão Recuantes (ZER) são menos favoráveis às práticas de agricultura e pastagem, por se tratarem de relevo irregular em parte fortemente dissecada. Especificamente nestas unidades é que se encontram boa parte dos remanescentes de Cerrado em Goiás, com fisionomias adaptadas e, de certa forma, protegidas da ação antrópica devido a estes limitantes naturais do relevo (LATRUBESSE; CARVALHO, 2006).

1.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapeamento realizado das classes de uso do solo da ABHRMP revela uma região intensamente antropizada, situação que resulta dos processos de expansão das atividades do agronegócio e do processo urbano que já foram estruturados desde a marcha para o Oeste, ou seja, se encontram bem consolidados. Os dados demonstram uma intensa ocupação de uso e cobertura da terra. As áreas ocupadas pelas fitofisionomias originais na região da alta bacia foram reduzidas e apresentam-se apenas como manchas de áreas de preservação permanente entre as classes de pastagem, áreas urbanizadas, silvicultura, mosaicos de usos, cana, café, lavouras temporárias e perenes, além da soja.

Portanto, a Alta Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte representa uma importante área de produção agrícola e criação de gado bovino e suíno, logo, são atividades de extrema relevância para a economia da região e para o Estado. As principais culturas identificadas na região que compõe a Alta Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte são: a silvicultura, pastagens, lavouras perenes e temporárias, cana, soja, mosaicos de usos e o café.

As análises dos dados apresentados sobre o uso e ocupação da terra da ABHRMP evidenciam a predominância de áreas ocupadas pela agropecuária. Isso se justifica pela ocorrência de relevos e solos que produzem condições favoráveis para que a região apresente grande potencial agropecuário. Mas o que se percebe é uma redução das áreas verdes e o aumento de áreas relacionadas a atividades antrópicas impulsionadas pelo crescimento econômico e ao mesmo tempo demográfico na ABHRMP, apontando para um intenso processo de ocupação das áreas de preservação permanentes.

REFERÊNCIAS

- ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. de. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa, MG: Ed. da UFV, 2004.
- ALVES, L. B. BELDERRAIN, M. C. N.; SCARPEL, R. A. Tratamento Multivariado de Dados por Análise de Correspondência e Análise de Agrupamentos. *In: 13º Encontro de Iniciação Científica e Pós-Graduação do ITA*. Anais. São José dos Campos, 2007.
- ARAÚJO FILHO, Milton da Costa; MENESES, Paulo Roberto; SANO, Edson Eyji. Sistema de classificação de uso e cobertura da Terra na análise de imagens de satélite. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 59, n. 02, Agosto 2007.
- BARBOSA, Inara Oliveira. **Modelo de Depósito do Complexo Máfico-Ultramáfico de Niquelândia-Go**: com base em dados multitemáticos. 2012, 107f. Tese - (Doutorado) em Geociências – Universidade de Brasília, Instituto de Geociência, Brasília-DF, 2012.
- CASTRO, C. M. PEIXOTO, M. N. O. RIO, G. A. P. (2005) Riscos Ambientais e Geografia: Conceituações, Abordagens e Escalas. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ* 28-2, pp 11-30.
- COMITÊ da Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte, 2021.
- CENTROÁLCOOL S/A – 2022.
- CERRADO: **Ecologia, Biodiversidade e Conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005.
- CARVALHO, T.M. Métodos de sensoriamento remoto aplicados à Geomorfologia. **Revista de Geografia Acadêmica**, v. 1, n. 1, p. 79-94, 2007.
- CASSETI, V., **Elementos de Geomorfologia**, reimpressão, Goiânia, Editora da UFG, 2005.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. Ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2011.
- CONAMA - **Conselho Nacional do Meio Ambiente**, 2005.
- CUNHA, C. N.; PIEDADE, M. T. F.; JUNK, W. J. **Classificação e delineamento das áreas úmidas brasileiras e de seus macrohabitats**. Cuiabá: Ed.UFMT, 2015.
- DONADIO, M. M.; GALBIATTI, J. A.; DE PAULA, R. C. Qualidade de água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do Córrego Rico. São Paulo, Brasil. *Engenharia Agrícola, Jaboticabal*, v.25, n.1, jan/abr 2005.
- EMBRAPA – **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, 2022.
- FELGUEIRAS, C. A. Modelagem numérica de terreno. *In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. (Ed.). Introdução à Ciência da Geoinformação*. São José dos Campos: INPE, 2001.

GOIÁS (Estado). Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. Geomorfologia do Estado de Goiás e Distrito Federal. Por Edgardo M. Latrubesse, Thiago Morato de Carvalho, Goiânia, 2006.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2022.

INPE – **Instituto de Pesquisas Espaciais**, 2022.

JORNAL O POPULAR – 2023.

LATRUBESSE, E; CARVALHO, T. M. **Geomorfologia de Goiás e Distrito Federal**, Série Geologia e Mineração, Secretaria de Indústria e Comércio. Governo do Estado de Goiás. Goiânia, 2006.

Lei das Águas – 94.433/1997 – Política Nacional de Recursos Hídricos.

MARTIN, N. B.; VEGRO, C. L. R.; MORICCHI, L. Custos e rentabilidade de diferentes sistemas de produção de café. *Informações Econômicas*, São Paulo, v.25, n.8, p.131-142, 1995.

MAPBIOMAS – Projeto Anual de Mapeamento de Uso e Cobertura do Solo do Brasil, 2022.

NOGUEIRA, F. F.; COSTA, I. A.; PEREIRA, U. A. **Análise de parâmetros físico-químicos da água e do uso e ocupação do solo na sub-bacia do Córrego da Água Branca no município de Nerópolis-Goiás**. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

NOVO, Evelyn Márcia L. de Moraes. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. 2ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1989. 308 p.

OLIVEIRA FILHO, A.T; RATTER, J. A. Um estudo da origem das florestas centrais brasileiras por meio da análise dos padrões de distribuição das espécies vegetais. **Edinburgh Journal of Botany**, 1995.

PINTO, L. V. A.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; FERREIRA, E. Estudo das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. **Scientia Florestalis**, n. 65, p. 2004.

PNRH – **Política Nacional de Recursos Hídricos**, 2022.

ROMÃO, P. A. **Modelagem de terreno com base na morfometria e em sondagens geotécnicas da região de Goiânia - GO**. 2006. 166 f. Tese. (Doutorado em Geotecnia) Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental Brasília, 2006.

ROSA, Eloisa Penna da et al. Mapeamentos de uso e ocupação da terra no município de Jacareí, RS. In: PEREZ FILHO, A. et al. **Os desafios da Geografia Física na fronteira do conhecimento**. Campinas-SP: Instituto de Geociências-UNICAMP, 2017.

ROSA, Eloisa Penna da et al. Definição das unidades de relevo no município de Jaguari –RS. In: PEREZ FILHO, A. et al. **Os desafios da Geografia Física na fronteira do**

conhecimento. Campinas-SP: Instituto de Geociências-UNICAMP, 2017.

RAMSAR. **Convenção de Ramsar sobre Zonas úmidas.** Cuidar das zonas úmidas: uma resposta para as alterações climáticas, 2010. Disponível em: https://www.ramsar.org/sites/default/files/wwd2010_portugal_leaflet.pdf Acesso em 01 out 2023.

RIBEIRO, José Felipe; WALTER, Bruno Machado Teles. **As principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado:** Ecologia e Flora, ed. S.M. Sano, S.P. de Almeida and F. Ribeiro, Brasília, 2008.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 8, p. 63-74, 1994.

ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais Antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 8, p. 63-74, 2011.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia:** ambiente e planejamento. São Paulo: Contexto, 2007. 85 p.

ROSS, Jurandir L. Sanches. Bacia Hidrográfica: Unidade de análise integrada. In: MORATO, Rubia Gomes et al. **Análise integrada em bacias hidrográficas** [recurso eletrônico]: estudos comparativos com distintos usos e ocupação do solo. São Paulo: FFLCH/USP: FFLCH/USP, 2007.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento ambiental:** teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SANEAGO – **Saneamento do Estado de Goiás**, 2022.

SEMAD – Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2022.

SEMARH – Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Estado de Goiás, 2007.

SIEG-GO – Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás, 2022.

SiBCS – Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, 5ª ed., EMBRAPA, 2018.

Superintência de Geologia e Mineração do Estado de Goiás, 2022.

TOMINAGA, L. K. SANTORO, J. AMARAL, R. (2009) Desastres naturais: conhecer para prevenir. Instituto Geológico, São Paulo-SP, 196 p.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia:** ciência e aplicação. Porto Alegre: Editora da Universidade/ABRH, 1993.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, **Recursos Hídricos no Século XXI**, São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

2 INDICADOR DE FRAGILIDADE AMBIENTAL DA ALTA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MEIA PONTE (GOIÁS)

2.1 INTRODUÇÃO

A fragilidade de um ambiente está diretamente ligada às características genéticas do meio físico e pode ser estabelecido um paralelo entre o avanço da exploração dos recursos naturais com o desenvolvimento tecnológico, científico e econômico das sociedades humanas (ROSS, 1994). Logo, a diversificação das atividades antrópicas tem afetado diretamente o ambiente natural com perdas de cobertura vegetal nativa e alterações das condições físico-naturais, conduzindo a um cenário de fragilidade ambiental.

Ross (1994) explica que a fragilidade ambiental consiste na desestabilização do equilíbrio em ambientes antropizados, pois o teórico entende que, em ambientes naturais, existe um equilíbrio dinâmico até a intervenção do homem no meio ambiente, quando explora os recursos naturais. O mesmo autor reforça ainda que a fragilidade ambiental pode ser ocasionada por processos naturais, causados pelos fatores endogenéticos e exogenéticos, ou a partir dos processos antrópicos, ocasionados pela ação do homem a partir dos modelos de uso da terra.

De acordo com Tamanini (2008), a fragilidade ambiental diz respeito à vulnerabilidade do ambiente ao sofrer qualquer tipo de dano, ou seja, a fragilidade do ambiente por sofrer interferências, que podem ser naturais ou antrópicas. Para Lima et al. (2000), a vulnerabilidade de um geossistema é avaliada analisando-se características do meio físico, biótico e antrópico.

Em bacias hidrográficas, a interferência antrópica tem sido fator de preocupação na sociedade em geral e entre os ambientalistas. Estas condições tem provocado um quadro de degradação ambiental relacionado à dinâmica de recarga e vazão dos recursos hídricos. Para Constantini (2012), as consequências da interferência antrópica em sistemas ambientais, como bacias hidrográficas, é o desencadeamento de processos de fragilidade ambiental, que são cada vez mais intensos e muitas vezes irreversíveis.

Sporl (2001) relaciona os conhecimentos sobre os níveis de fragilidade de uma bacia hidrográfica, através da integração de diversas variáveis, que interferem nas potencialidades dos recursos naturais. Segundo o autor, é possível identificar e avaliar as fragilidades dos ambientes e levantar suas potencialidades como parâmetros para o uso consciente dos recursos hídricos.

Segundo Kawakubo (2005), o estudo de fragilidade ambiental constitui uma das

principais ferramentas utilizadas pelos órgãos públicos na gestão e planejamento de uma bacia hidrográfica. O mesmo autor reforça que o estudo de fragilidade ambiental permite avaliar as potencialidades do meio ambiente de forma integrada. No entanto, nem sempre estes parâmetros são utilizados para definir estratégias de manejo dos recursos naturais.

Ross (1994) ressalta que na natureza tudo funciona de forma integrada entre os componentes físicos e bióticos. Para o autor, o estudo sobre fragilidade ambiental é necessário por adquirir conhecimentos básicos do relevo, solo, geologia, clima, uso da terra e cobertura vegetal, que devem ser analisados para gerar os diferentes graus de fragilidade que o ambiente possui. Ross (1994) sistematizou uma hierarquia nominal de fragilidade representada por códigos e atributos: muito baixa (1), baixa (2), moderada (3), alta (4) e muito alta (5). O autor explica que estas categorias expressam especialmente a fragilidade do ambiente em relação aos processos ocasionados pelas intervenções antrópicas nos sistemas naturais.

Rodriguez et al. (2004) compreendem que o planejamento ambiental de uma bacia hidrográfica é um instrumento complementar para a elaboração de planos e programas de uso, manejo e gestão territorial. Os autores explicam que o planejamento ambiental pode ser realizado tendo como base a análise integrada da paisagem, compreendida como um conjunto de métodos e procedimentos técnico-analíticos que permitem conhecer e explicar a estrutura da paisagem.

De acordo com Ross (1990), a importância de se executar o mapeamento da fragilidade ambiental em bacias hidrográficas vem ao encontro dos princípios de conservação dos recursos naturais para garantir os múltiplos usos da água em quantidade e qualidade. Para Franco et al. (2013), o mapeamento da fragilidade ambiental permite definir áreas mais frágeis e que merecem maior atenção. O autor reforça que o grau de um impacto sobre o equilíbrio de um sistema, dependendo do tipo de intervenção, pode ser maior ou menor em função das características intrínsecas do ambiente, ou seja, de sua fragilidade ambiental.

Silveira (2001) define uma bacia hidrográfica como uma área de captação natural de água da precipitação que converge os escoamentos para um único ponto de saída. Na Geografia Física, uma bacia hidrográfica é vista como uma unidade de gestão e planejamento. Nesta mesma perspectiva, a Política Nacional dos Recursos Hídricos (LEI 9.433/97), adota o modelo de planejamento e gestão numa abordagem integrada nos estudos sobre bacias hidrográficas no Brasil.

Segundo os autores Tundisi et al. (1988) e Tundisi e Schiel (2002), uma bacia hidrográfica é uma unidade física com fronteiras delimitadas, podendo estender-se por várias escalas espaciais. Para estes autores, é um ecossistema hidrologicamente integrado e

interativo, que funciona numa relação de interdependência entre seus elementos, devendo alcançar uma concepção integrada de gestão e planejamento, com o objetivo de promover um processo de longo prazo com participação de usuários, autoridades, cientistas, organizações, instituições públicas e privadas.

Tundisi e Matsumara-Tundisi (2011) reforçam que uma bacia hidrográfica tem certas características que a tornam como uma unidade de gestão que permite a integração multidisciplinar entre diferentes sistemas de gerenciamento, estudo e atividade ambiental. Segundo os autores, uma bacia hidrográfica como unidade de gestão e planejamento, possibilita estudos voltados para uma abordagem sistêmica que permite conhecimentos sobre a sua estrutura, funcionamento e a interferência antrópica.

Para Santos (2004), o planejamento ambiental fundamenta-se na interação e integração dos sistemas que compõem o ambiente. Tem o papel de estabelecer as relações entre os sistemas ecológicos e os processos da sociedade, das necessidades socioculturais a atividades e interesses econômicos, a fim de manter a máxima integridade possível dos seus elementos componentes. Logo, para o autor, o planejamento ambiental pode contribuir para subsidiar a elaboração dos planos de recursos hídricos que garantam sua disponibilidade, em quantidade e qualidade, para múltiplos usos, manutenções de ciclos naturais e a vida, em todas as suas formas.

Assim, o objetivo deste artigo foi gerar um índice de fragilidade ambiental para a alta bacia hidrográfica do rio Meia Ponte, a partir da álgebra de mapas, considerando múltiplas variáveis, para diagnosticar as condições geoambientais da bacia.

2.1 MATERIAL E MÉTODOS

Para a avaliação da fragilidade ambiental, foram utilizadas as variáveis: precipitação, geologia, declividade, tipos de solos, uso e cobertura da terra. Foram atribuídos valores de 1 a 5, que correspondem às classes de fragilidade baixa, muito baixa, moderada, alta e muito alta, de acordo com Ross, 1994. Foi utilizado o processo de rasterização que consiste em converter imagem vetorial em imagem no formato raster para a leitura dos dados. Além disso, produziu-se um mapa de fragilidade ambiental a partir da integração das variáveis com a ferramenta calculadora raster no software QGIS 3.28.

O Mapa de Fragilidade Potencial (MFP) e o Mapa de Fragilidade Emergente (MFE) foram elaborados a partir do estudo integrado do meio físico. A Fragilidade Ambiental

Potencial (FAP) é determinada pelo tipo de solo, declividades, totais de chuva e geologia, segundo metodologia adaptada de Ross (1994) e permite verificar o grau de proteção necessário visando o equilíbrio ambiental de uma área. Para a obtenção da fragilidade emergente (MFE), é considerada a carta de fragilidade potencial mais a soma da carta de uso e ocupação da terra.

Para a avaliação da fragilidade ambiental, em relação aos totais de chuva da ABHRMP, foram utilizadas informações provenientes das características de precipitação pluviométrica, considerando a média histórica dos anos de 1991 a 2019. Os dados pluviométricos foram levantados na plataforma Hidroweb da Agência Nacional das Águas (ANA, 2022) e no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2022). Em função da ausência de alguns dados mensais, foi aplicada uma equação de interpolação proposta por Moore (2007).

Na alta bacia, somente os municípios de Goiania, Inhumas e Ouro Verde de Goiás possuem estações pluviométricas, assim foram levantados os dados destes municípios para geração do mapa de chuvas. Isso se deu por meio do processo de interpolação, isto é, o método IDW (Inverso da Distância Ponderada). A interpolação é um procedimento automático que foi feito no software de geoprocessamento QGIS.

Na caracterização das unidades geológicas da ABHRMP, foi gerado o mapa a partir das bases de dados disponibilizadas pela Superintendência de Geologia e Mineração do Estado de Goiás, 2009, na plataforma SIEG-GO (Sistema Estadual de Geoinformação), disponível em <http://www.sieg.go.gov.br/siegdownloads/geologia>. As unidades geológicas foram classificadas em níveis de fragilidade de acordo com a estrutura de litológica superficial e com base na literatura.

O mapa de solos da ABHRMP foi gerado a partir da base cartográfica elaborada pela Agência Goiana de Assistência Técnica, Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária - EMATER-GO - Refinamento do mapeamento de solos para escala de 1:250.000, disponível em <http://www.sieg.go.gov.br/siegdownloads/solos>. A caracterização dos solos mapeados foi feita com base nas seguintes referências: Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, EMBRAPA, Distribuição dos Solos de Goiás (GOIÁS, 2016), Solos do Bioma Cerrado e aspectos pedológicos (REATTO et al., 2008).

As declividades foram mapeadas por meio do Modelo Digital de elevação TOPODATA (INMPE – Instituto Nacional de pesquisas Espaciais) com resolução espacial de 30 metros. De acordo com a proposta de Ross (1994), as declividades foram classificadas por graus de fragilidade. No mapeamento do uso e cobertura da terra para 2021 foram utilizados

dados da coleção 7 do Projeto MapBiomias. As bases foram adquiridas na plataforma Google Engine <https://code.earthengine.google.com>.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

2.3.1 Fragilidade em relação à precipitação pluviométrica – ABHRMP

De acordo com o Banco de Dados Climatológico do Estado de Goiás e a classificação de Köppen (1984), o clima na alta bacia hidrográfica do rio Meia Ponte, se enquadra no tipo Aw, característico do regime pluvial tropical semiúmido. A temperatura média anual é da ordem de 20°C e o mês de julho apresenta a menor média de temperaturas mínimas (13°C), enquanto o mês de setembro apresenta a maior média de temperaturas máximas (31°C).

O regime pluvial é bem definido com duas estações, uma seca no inverno e outra úmida no verão. É fortemente influenciado pelos sistemas atmosféricos das massas de ar equatorial continental que atuam na região proveniente da região Amazônica. Os meses mais chuvosos (dezembro e janeiro) têm precipitação em torno de 270 mm e os mais secos (junho, julho e agosto) têm precipitação média em torno de 10 mm (SEMAD, 2022).

Na ABHRMP, somente Goiânia, Inhumas e Ouro Verde de Goiás possuem estações pluviométricas. O levantamento de dados de precipitação pluviométrica, contidos na série histórica sistematizada pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2022), referentes ao período de 1991 a 2019, consta na Tabela 3.

Tabela 3 – Média Histórica de Chuvas mm (1991 a 2019) - ABHRMP

ANO	MÉDIA HISTÓRICA DE CHUVAS (mm)		
	GOIÂNIA	INHUMAS	OURO VERDE DE GOIÁS
1991	1534	1445,7	1502,40
1992	1924,3	1169,7	2162,20
1993	1498,1	1052,3	1539,40
1994	1610,4	680,5	1751,40
1995	1694,3	876,2	1747,60
1996	1763,1	671,5	1338,30
1997	1596,1	637,8	1402,50
1998	1574,4	956,17	1800,90
1999	1347,5	1052,3	1258,20
2000	1833,5	1603,5	1840,00
2001	1766,9	1272,3	1599,20
2002	1536,4	1176,3	1541,61
2003	1541	978,79	1221,84
2004	1555,9	1293,26	1984,00

2005	1906,9	1130,3	2100,70
2006	1705,1	1108,1	1475,00
2007	1096,2	770,2	1017,70
2008	1089,3	1240,3	1368,33
2009	1767,9	1224,8	1400,90
2010	1555,9	951	1460,50
2011	1812,6	1222,1	1558,60
2012	1896	1212,4	1581,50
2013	1782,5	953	2564,50
2014	1526,5	1138,1	1397,90
2015	1395,9	978,6	1530,20
2016	1338,7	993,07	1381,70
2017	1357,9	1340,9	1370,60
2018	1540	1348,59	1612,40
2019	1281,1	1162,3	1118,60
TOTAL	45828,4	31640,08	45628,68
MÉDIA ANUAL	1527,61	1057,30	1520,30

Fonte: INMET/HIDROWEB. Organizado pelo autor, 2023.

De acordo com os dados da Tabela 3, é possível identificar que no município de Goiânia, o total histórico de chuvas foi de 45828,4 mm, com uma média anual de 1527,61mm. No município de Inhumas, o total histórico de chuvas no mesmo período foi de 31640,08 mm, com uma média anual de 1057,30 mm, enquanto em Ouro Verde de Goiás, o total anual de chuvas foi de 45628,68 mm, com uma média de 1520,30 mm.

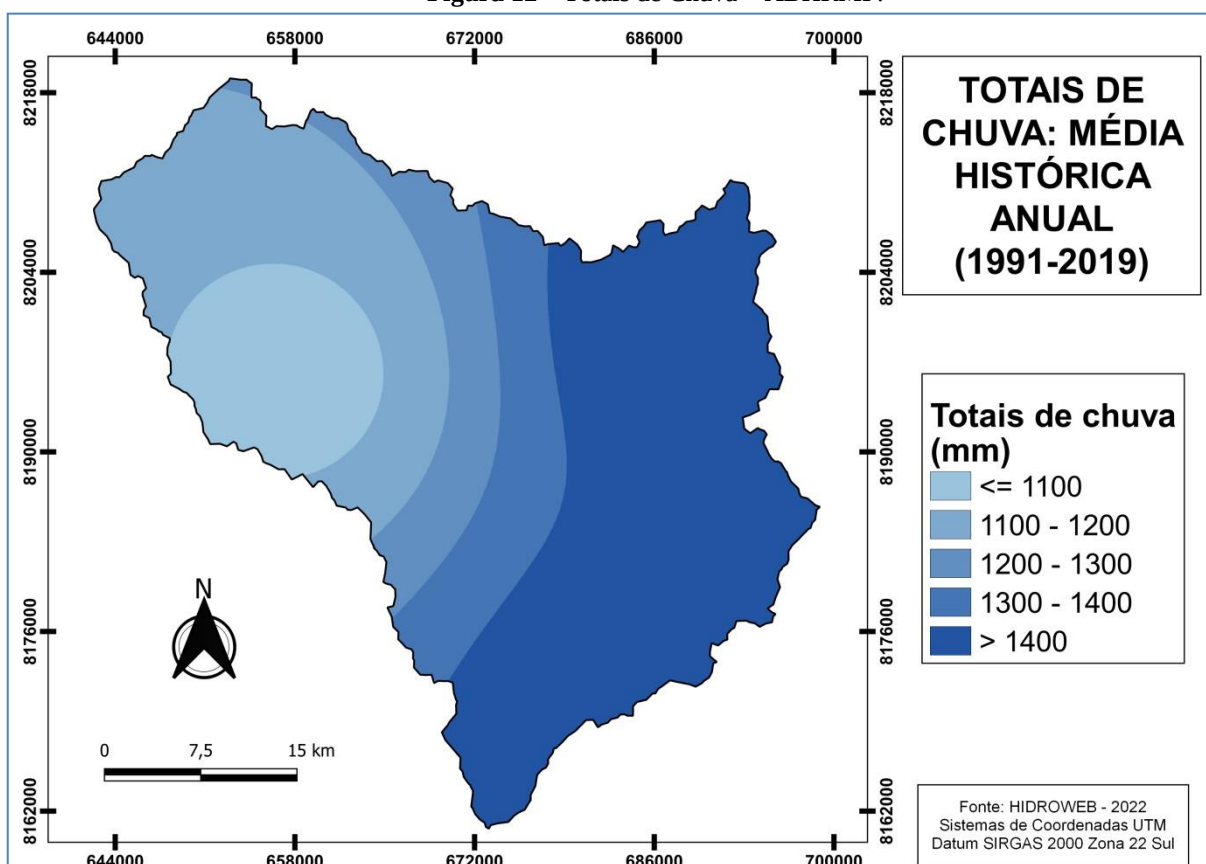
O município de Inhumas apresentou os menores volumes de chuvas, no período analisado, se comparado com os municípios de Goiânia e Ouro Verde de Goiás, tendo os menores volumes acumulados, no ano de 1997, com 637,8 mm e os maiores em 1991, com 1445,7 mm. Os dados referentes ao município de Goiânia não mostram variações significativas e apresentam o ano de 2007 com o menor volume acumulado, 1096,2mm, com maior acúmulo o ano de 1992, com 1924,3 mm. Já em Ouro Verde de Goiás, em 2007 foi o ano de menor volume, com 1017,70 mm, enquanto o maior acúmulo ocorreu em 2013, com um volume de precipitação de 2564,50 mm (Tabela 3).

Para compreender a dinâmica dos recursos hídricos em uma bacia hidrográfica é essencialmente importante a análise e a compreensão da distribuição da precipitação pluviométrica. Segundo Simoni et al. (2014), o conhecimento sobre o regime de chuvas se torna um artifício para o planejamento e a conservação do ambiente natural. Para os autores o entendimento sobre as precipitações torna-se relevante, pois o regime de chuvas tem relação direta com o ciclo hidrológico e com as ações antrópicas.

A partir dos dados analisados, apresentados no mapa (Figura 12), os maiores volumes de precipitação pluviométrica na área de estudo estão entre 1200 mm e 1400 mm, abrangendo 100% da área da região da ABHRMP. Os dados demonstram que as características do regime de chuvas da área de estudo estão de acordo com as descrições de (SILVA et al., 2006; CARDOSO et al., 2014), em relação aos aspectos gerais do estado de Goiás.

Na Figura 12, a seguir, é apresentado o mapa dos dados de chuva, considerando a média histórica do período de 1991 a 2019.

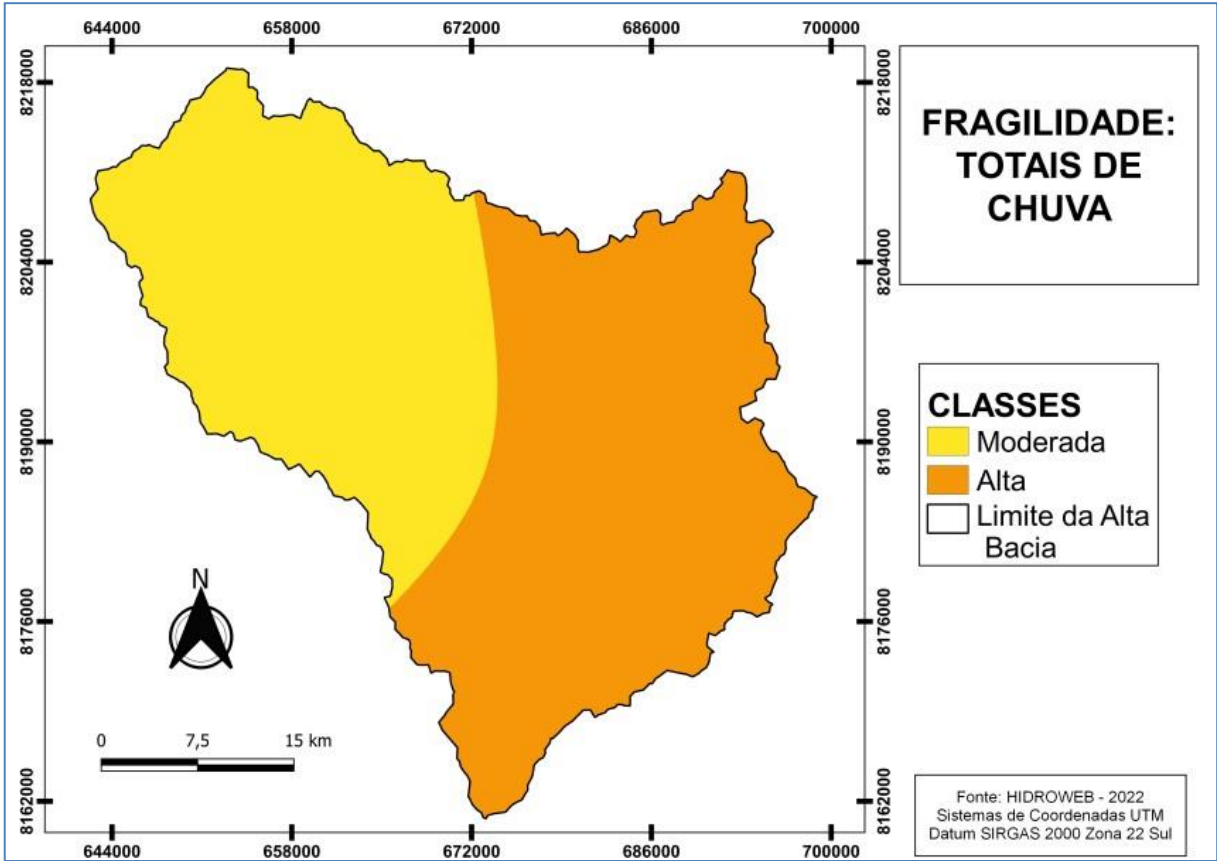
Figura 12 – Totais de Chuva – ABHRMP.



Fonte: Hidroweb, 2023.

O mapa da Figura 13 apresenta a fragilidade da bacia em relação aos totais de chuva e a Tabela 5 os dados quantitativos. De acordo com os dados, a fragilidade da bacia, em relação às precipitações, apresenta-se como moderada na porção oeste, com volumes entre 1052 a 1300 mm/ano. Isso compreende uma área de 750,36 Km² e, em percentual, corresponde a 48,8% da ABHRMP. A classe de fragilidade alta ocorre na porção leste da bacia, com concentração de chuvas acima de 1500 mm/ano, abrangendo uma área de 923,71 Km², 51,2% da região da ABHRMP.

Figura 13 – Fragilidade Pluviométrica – ABHRMP.



Fonte: Hidroweb, 2023.

Tabela 4 – Classes de Fragilidade Pluviométrica

Atributos	Classes de Fragilidades	Características	Área (Km²)	Área (%)
3	Moderada	Precipitação anual distribuída de forma desigual, com períodos secos entre 2 e 3 meses no inverno. No verão com maiores intensidades de dezembro a março, com volumes de 1300 a 1800 mm/ano.	750,36	48,8
4	Alta	Distribuição pluviométrica anual desigual, com período seco, entre 3 e 6 meses, grande concentração de chuvas no verão, entre novembro e abril, ocorre 70% a 80% do total pluviométrico, com volumes de 1600 a 1800 mm/ano.	923,71	51,2
TOTAL			1.674,07	1.674,07

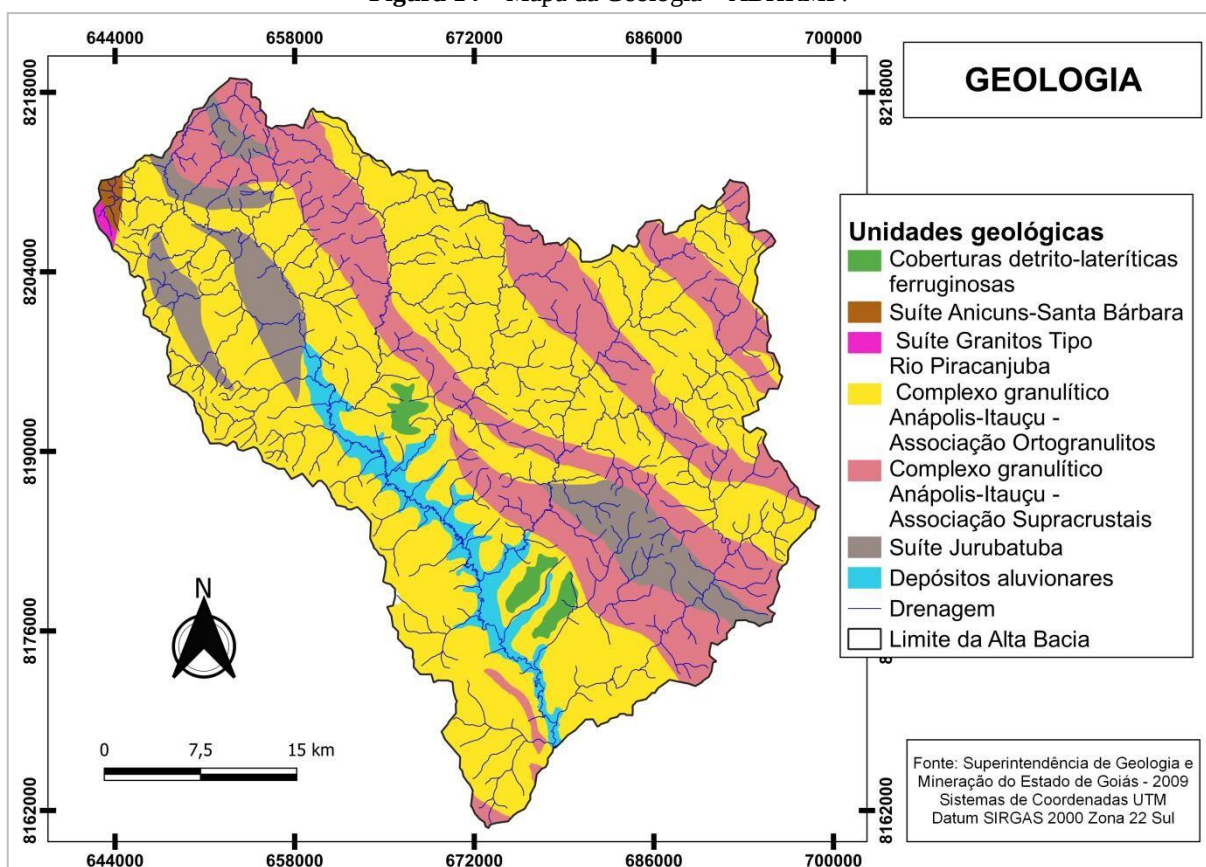
Fonte: Ross (2012). Organizado pelo autor, 2023.

É importante observar que a classificação dos totais de chuva e sua relação com a fragilidade ambiental está diretamente relacionada ao potencial que a chuva tem em provocar alterações nos solos e recursos hídricos. Assim, Ross (2012) propôs cinco classes que variam de muito baixa a muito alta, sendo que na bacia, em função da sazonalidade e totais de chuva, se enquadraram entre moderada a alta.

2.3.2 Fragilidade ambiental em relação às unidades geológicas

A geologia da ABHRMP é formada por rochas do complexo granulítico: Anápolis-Itauçu Associação Ortogranulitos, Complexo Anápolis Itauçu Associação Supracrustais, Suíte Anicuns Santa Bárbara, Suíte Granito do tipo Rio Piracanjuba, Suíte Jurubatuba, Depósitos Aluvionares e Cobertura Detrito-Lateríticas Ferruginosas. Na Figura 14, é apresentada a espacialização das unidades geológicas e na Tabela 6 os quantitativos em área.

Figura 14 – Mapa da Geologia – ABHRMP.



Fonte: (Goiás, 2006).

Tabela 5 – Unidades Geológicas e suas respectivas áreas

CLASSE				ÁREA KM ²	ÁREA 100%
Cobertura detrítico-laterítica ferruginosa				60,88	3,6
Suíte Anicuns Santa-Bárbara				5,12	0,38
Suíte Granito Tipo Rio Piracanjuba				3,27	0,18
Complexo Ortogranulitos	Granulítico	Anápolis-Itauçu	Associação	978,07	58,42
Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu Associação Supracrustais				432,49	25,83
Suíte Jurubatuba				126,12	7,53
Depósitos Aluvionares				68,12	4,06
TOTAL				1.674,07	100

Fonte: (Goiás, 2006). Organizado pelo autor, 2023.

Através dos dados da Tabela 5, o Complexo Anápolis-Itauçu Associação Ortogranulitos ocorre 58,42%, com classe de fragilidade moderada (Figura 15), enquanto as Associações Supracrustais ocorrem em 25,83%, com classe de fragilidade baixa, relacionada à litologia, com predomínio de rochas metamórficas, como granulitos paraderivados representados por gnaisses sílico-aluminosos e quartzo-feldspáticos e granada gnaisses (GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DO ESTADO DE GOIÁS E DISTRITO FEDERAL, 1999).

O Suíte Jurubatuba ocorre 7,53% na alta bacia, apresentando a classe de fragilidade muito baixa, relacionada à estrutura litológica, formada por granitos deformados com variação para granodiorito e tonalito, além da presença de rochas básicas e metassedimentares, gnaisses e migmatitos paleoproterozóicos, já sua distribuição é, em geral, descontínua (GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DO ESTADO DE GOIÁS E DISTRITO FEDERAL, 1999).

Araújo (1997) denomina a unidade geológica Suíte Anicuns Santa-Bárbara como um conjunto de plútons diferenciados de gabrodioritos com piroxenitos subordinados. Na ABHRMP, ocorrem 0,38%, com classe de fragilidade baixa, associada à litologia, formada por um conjunto de rochas ígneas intrusivas de gabrodioritos com piroxenitos, que na bacia ocorre em um pequeno trecho a noroeste (GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DO ESTADO DE GOIÁS E DISTRITO FEDERAL, 1999).

O Suíte Granito do Tipo Rio Piracanjuba é a unidade geológica de menor ocorrência na alta bacia, com 0,18%, com classe de fragilidade muito baixa. A fragilidade muito baixa está relacionada à estrutura litológica, com a presença de corpos de metagranitos,

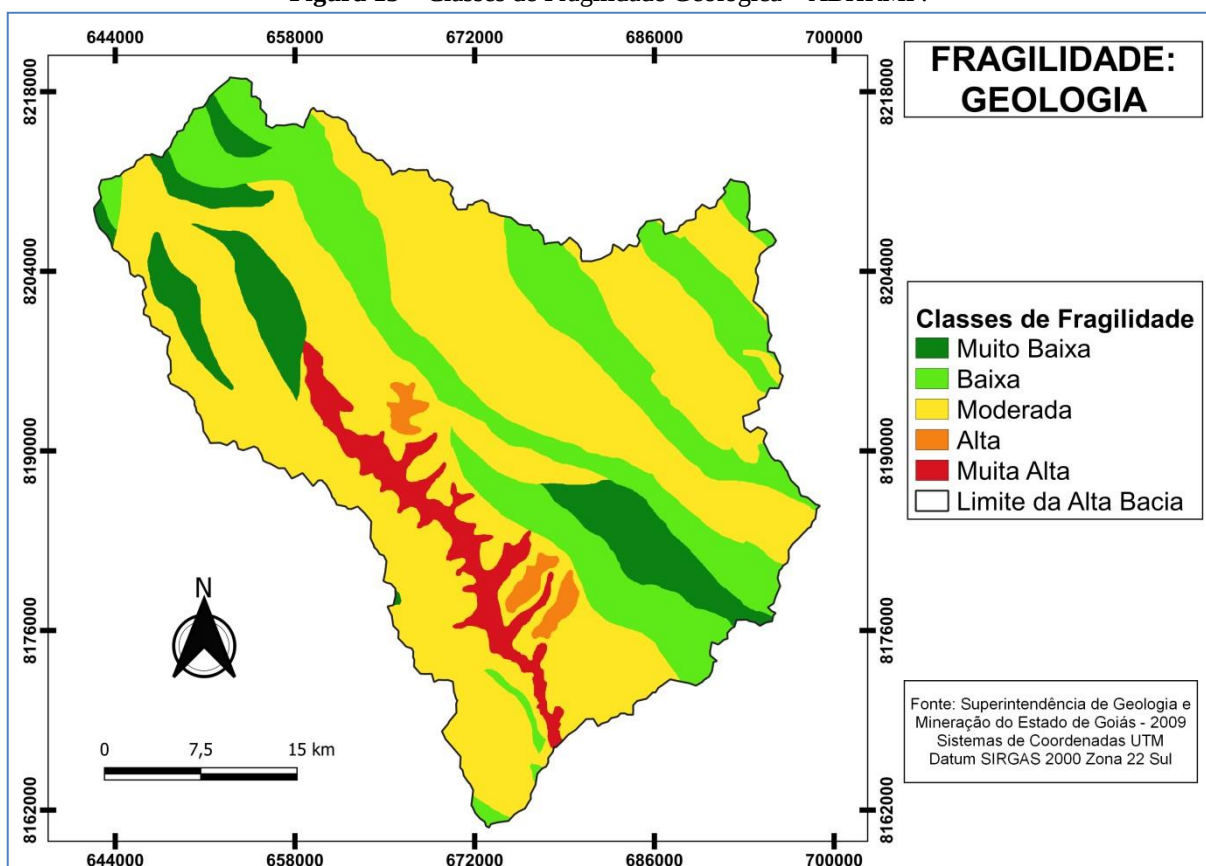
metagranodioritos e metatonalitos porfiríticos, (GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DO ESTADO DE GOIÁS E DISTRITO FEDERAL, 1999).

Os Depósitos Aluvionares ocorrem em 4,06%, apresentando a classe de fragilidade muito alta, associada à litologia da alta bacia, formada por compostos de sedimentos argilo-siltosos e arenosos flúvio-lacustres que preenchem depressões resultantes de reativações neotectônicas (GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DO ESTADO DE GOIÁS E DISTRITO FEDERAL, 1999).

As Coberturas Detrito-Lateríticas ocorrem 3,6%, apresentando a classe de fragilidade muito baixa, associada às suas características litológicas com a presença de lateritos autóctones com carapaça ferruginosa, com predomínio de goethita e condutividade baixa, típico de sedimentos mais argilosos (GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DO ESTADO DE GOIÁS E DISTRITO FEDERAL, 1999).

No mapa da Figura 15, apresenta-se a espacialização das classes de fragilidade em relação às unidades geológicas da bacia, já na Tabela 6, estão os quantitativos em área para cada classe.

Figura 15 – Classes de Fragilidade Geológica – ABHRMP.



Fonte: (Goiás, 2006).

Tabela 6 – Classes de Fragilidade das Unidades Geológicas – ABHRMP.

Atributos	Classes de Fragilidade	Unidade geológica	Área (km ²)	Área (%)
1	Muito Baixa	Suite Jurubatuba - Suíte Granito Tipo Rio Piracanjuba	153,49	9,16
2	Baixa	Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu Associação supracrustais	435,79	26,03
3	Moderada	Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu Associação Ortogranulitos	978,95	58,49
4	Alta	Cobertura detrítico-laterítica ferruginosa	22,63	1,35
5	Muita Alta	Depósitos Aluvionares	83,21	4,97
TOTAL			1.674,07	100

Fonte: (Goiás, 2006). Organizado pelo autor, 2023.

Os dados da Tabela 6 indicam que, em relação à fragilidade das unidades geológicas, há um predomínio das classes baixa e moderada, que abrangem respectivamente 26,03% e 58,49%. Estas características estão relacionadas às litologias relativamente resistentes à erosão geológica, que associadas às características geomorfológicas, produziram superfícies aplainadas.

2.3.3 Fragilidade ambiental em relação aos tipos de solos

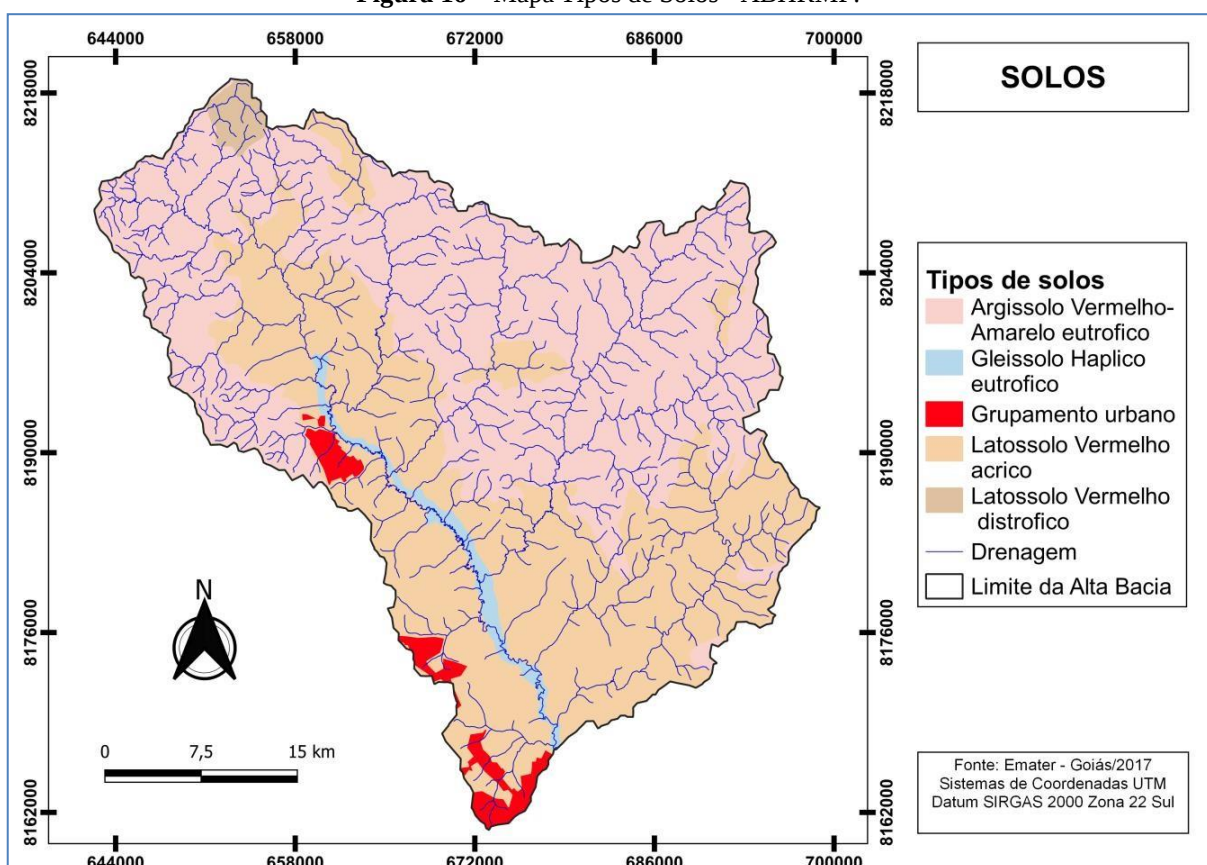
No mapa da Figura 16, são apresentados os tipos de solo da área de estudo. Foram identificados os seguintes tipos: Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico, Gleissolo Háptico eutrófico, Latossolo Vermelho ácrico e distrófico. Na Tabela 8, são apresentados os dados quantitativos dos solos mapeados na bacia.

Tabela 7 – Tipos de solos e respectivas áreas – ABHRMP.

Símbolo	Descrição	Área/Km ²	Área/%
AU	Agrupamento Urbano	41,46	2,36
GXve	Gleissolo Haplico eutrófico	39,53	2,13
LVw LVd	Latossolo Vermelho (acríco e distrófico)	754,14	44,63
PVAe	Argissolo Vermelho Amarelo eutrófico	839,04	50,88
Total	-	1.674,07	100

Fonte: EMATER (2022). Organizado pelo autor, 2023.

Figura 16 – Mapa Tipos de Solos - ABHRMP.



Fonte: Emater-Goiás, 2006.

O Argissolo Vermelho-Amarelo apresenta maior teor de argila nos horizontes subsuperficiais em relação aos superficiais. São solos profundos, bem estruturados e bem drenados (SiBCS, 2018). A partir dos dados analisados, observa-se que é o solo predominante na ABHRMP, com ocorrência de 50,88% (Tabela 7).

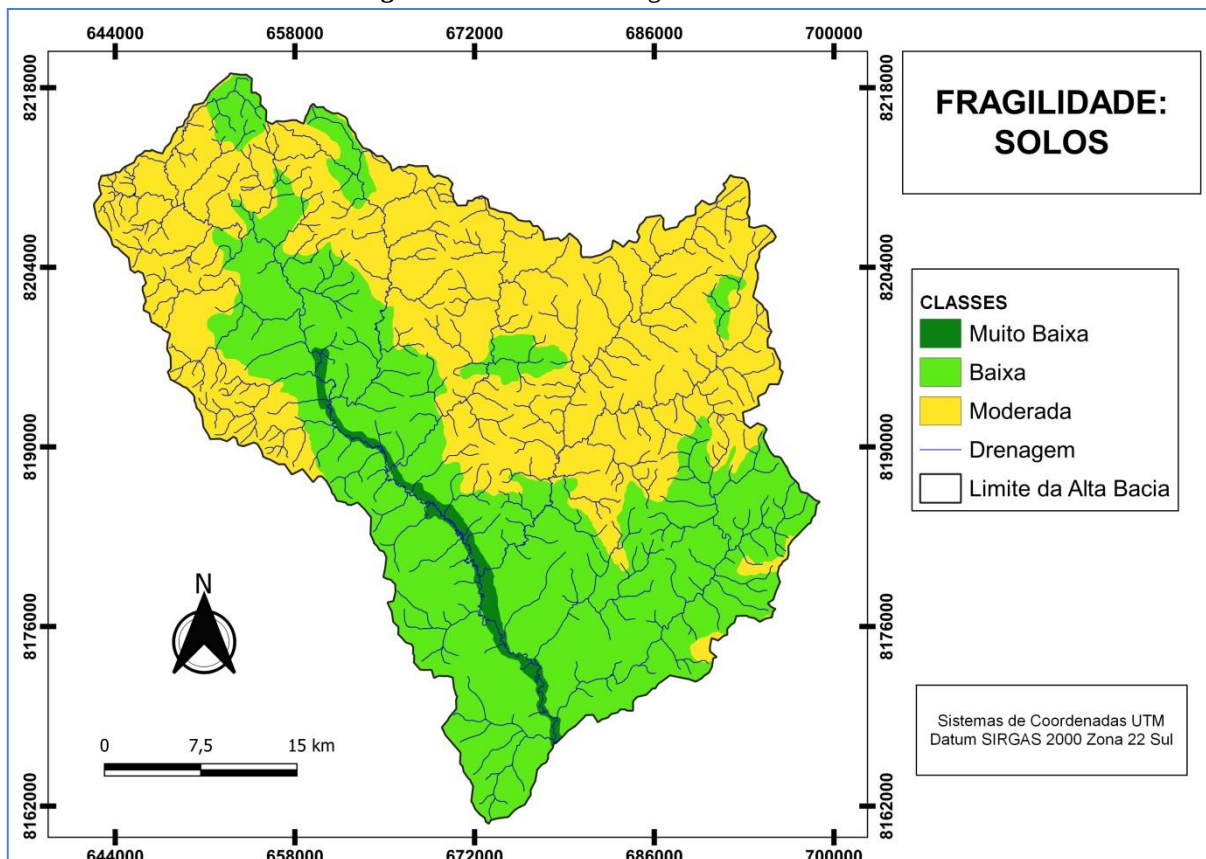
Segundo Reatto e Martins (2005), os Latossolos são solos bem intemperizados e profundos, que se estendem por áreas de relevo aplainado, com textura homogênea ao longo do perfil e coloração que varia do vermelho escuro ao amarelado. Na ABHRMP, foram identificados dois tipos de Latossolos: o Vermelho ácrico e o distrófico (EMBRAPA, 2021). Na verdade, na ABHRMP ocorrem em 44,63% (Tabela 7).

Morfologicamente, os Gleissolos Hápticos são pouco desenvolvidos e se formam a partir de sedimentos aluviais, caracterizando um ambiente de acúmulo de matéria orgânica e de oxirredução (SiBCS, 2018). Na ABHRMP, é o solo de menor ocorrência em extensão, ocupando 2,13% da bacia (Tabela 7) e com classe de fragilidade muito baixa (Figura 16).

No mapa da Figura 17, são apresentadas as classes de fragilidade dos solos da ABHRMP e na Tabela 8 os dados quantitativos em área para cada classe. A partir do conceito de fragilidade proposto por Ross (1994), que classifica os níveis de fragilidade dos solos em

cinco classes hierárquicas, foi possível identificar que na área de estudo ocorrem três classes de fragilidade: Muito Baixa, Baixa e Moderada.

Figura 17 – Classes de Fragilidades dos Solos.



Fonte: (Emater-Goiás, 2017).

Tabela 8 – Classes de fragilidades – Tipos de Solos – ABHRMP.

Atributos	Classe de Fragilidade	Tipos de solos	Área (km ²)	Área (%)
1	Muito Baixa	Gleissolo Háptico eutrófico	34,62	2,06
2	Baixa	Latossolo Vermelho ácrico distrófico	805,55	48,11
3	Moderada	Argissolo Vermelho Amarelo eutrófico	833,9	49,83
TOTAL			1.674,07	100

Fonte: Ross (1994). Organizado pelo autor, 2023.

Os dados da Tabela 8 indicam que as classes: baixa e moderada são predominantes na bacia e estão relacionadas às extensas áreas de Argissolos e Latossolos. Na ABHRMP, os Latossolos Vermelho ácrico e distrófico (Tabela 7) possuem a classe de fragilidade baixa em 48,11% (figura 17), por serem profundos e porosos e contarem com um bom desenvolvimento radicular em profundidade, variam de fortemente a bem drenados. São solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos como resultado de enérgicas transformações no

material constitutivo (EMBRAPA, 2022; SiBCS, 2018).

O Argissolo Vermelho Amarelo eutrófico apresenta a classe de fragilidade moderada com 49,83% (Figura 17), caracterizam-se por solos com baixa à média fertilidade natural, necessitam de corretivos e fertilizantes, necessitam ainda do uso de matéria orgânica no horizonte superficial (EMBRAPA, 2022; SiBCS, 2018).

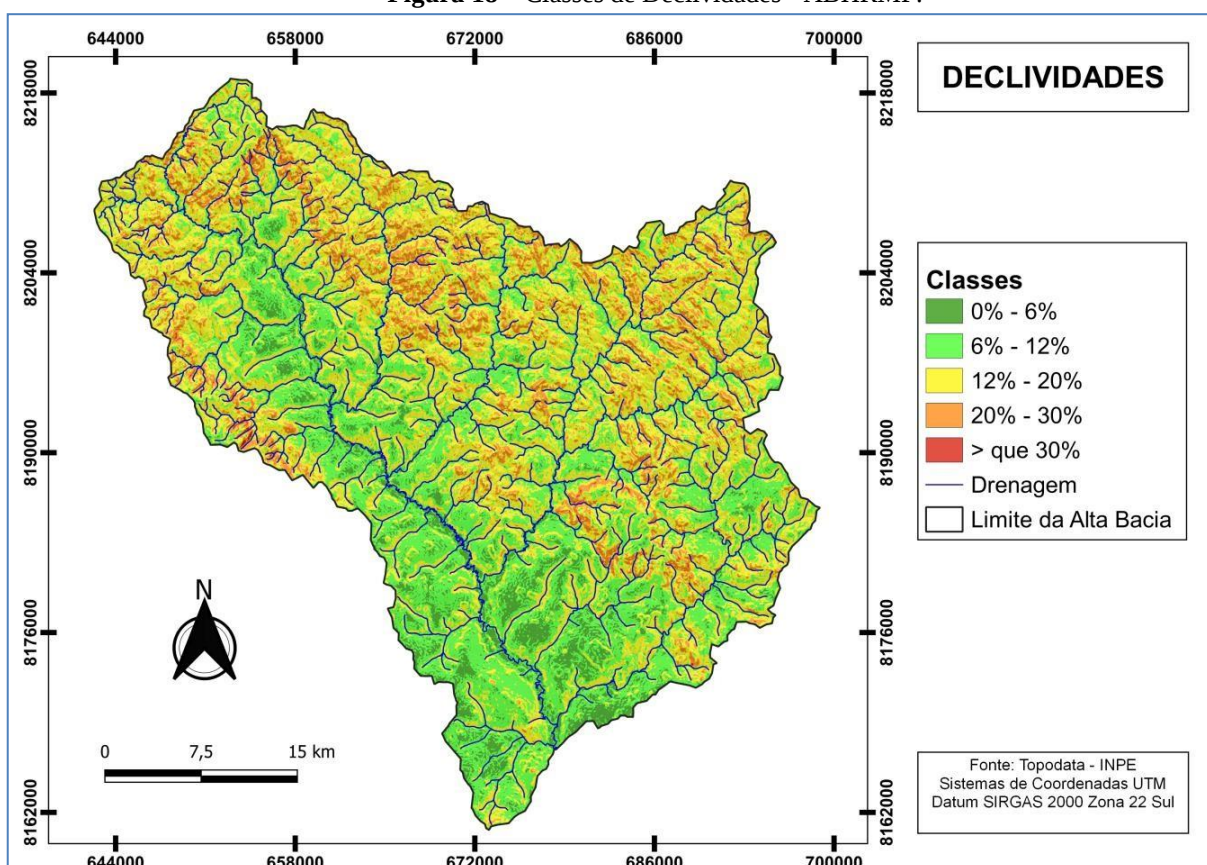
De acordo com a Figura 17, a classe de fragilidade do Gleissolo Háplico eutrófico é muito alta, com ocorrência de 2,06%. Constituem solos formados a partir de sedimentos e sujeitos a constante ou periódico excesso d'água, o que pode ocorrer em diversas situações. São eventualmente formados em áreas inclinadas sob a influência do afloramento de água subterrânea (surgentes), onde ocorrem sob vegetação hidrófila herbácea, arbustiva ou arbórea (EMBRAPA, 2022; SiBCS, 2018).

2.3.4 Fragilidade ambiental em relação à Declividade

Em relação à ação antrópica, as declividades do relevo são elementos essenciais na análise de fragilidade ambiental. Quanto mais intensa é a ação antrópica mais a superfície se torna suscetível aos processos erosivos. Para Cruz et al. (2010), esses processos erosivos podem provocar perdas de solo e ao mesmo tempo a degradação dos recursos hídricos. Para Kawakubo et al. (2005), as declividades também se constituem variáveis determinantes para influenciar na indicação de áreas com aptidão agrícola.

Florenzano (2008) descreve a declividade como a inclinação do relevo em relação ao plano horizontal. A mesma autora explica que o conhecimento sobre a declividade constitui uma importante variável quando se pretende avaliar a fragilidade ambiental e podem determinar níveis potenciais de processos erosivos em maiores ou menores proporções.

As declividades da ABHRMP estão espacializadas na Figura 18, já os dados das classes com suas respectivas áreas estão na Tabela 9.

Figura 18 – Classes de Declividades - ABHRMP.

Fonte: Topodata – INPE, 2023.

Tabela 9 – Declividades e suas respectivas áreas.

Classe	Área – km ²	Área - %
0% - 6%	452,00	27,00
6% - 12%	646,06	38,60
12% - 20%	396,98	23,71
20% - 30%	143,03	8,54
>30%	36,00	2,15
TOTAL	1.674,07	100

Fonte: Organizado pelo autor, 2023.

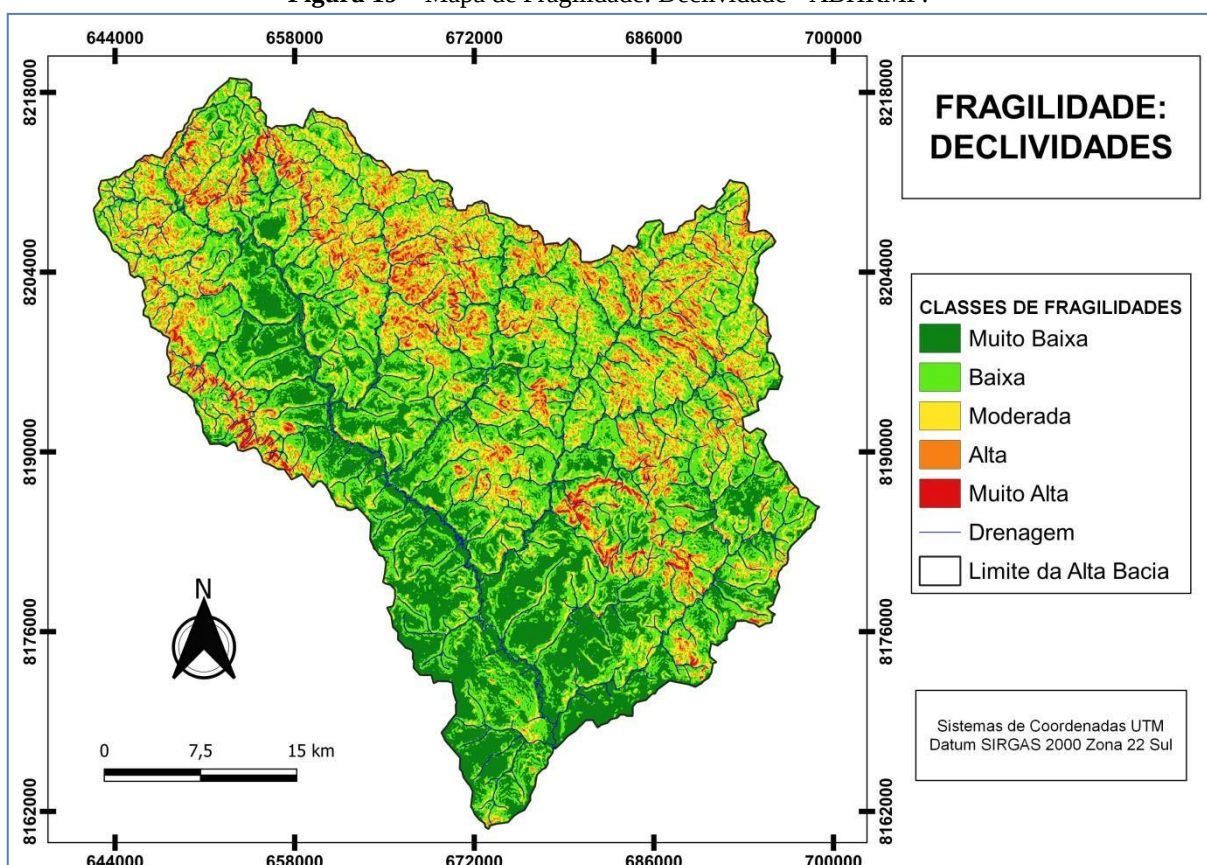
Os dados da Tabela 9 indicam um predomínio de declividades entre 0% e 20%, somando 89,31% da área de estudo, o que caracteriza uma região com terrenos que vão de planos a ondulados. As maiores declividades ocorrem nas áreas mais dissecadas no norte da bacia e as áreas mais aplainadas estão relacionadas à superfície de aplainamento que margeia o curso principal. As declividades acima de 30% demandam atenção quanto à gestão das

formas de uso e ocupação do solo, tendo em vista que elevadas declividades caracterizam maiores níveis de fragilidades.

As classes de declividades foram convertidas em fragilidades e são apresentadas na Figura 19, enquanto os dados quantitativos em área para cada classe são apresentados na Tabela 10. Os dados indicam que há a predominância de relevos com fragilidades Muito Baixa, Baixa e Moderada, que, juntas, ocupam uma totalidade de 1.495,04 Km² da área de estudo, em percentual corresponde a 89,31%. Já as classes de fragilidade de declividades Alta e Muito Alta, possuem uma área de 179,03 Km², abrangendo juntas 10,69% da área de estudo.

As classes de fragilidades alta e muito alta em relação às declividades na ABHRMP estão relacionadas às unidades geológicas cobertura detrito laterítica ferruginosa com 1,35% e os depósitos aluvionares com 4,97%, que possuem litologias menos resistentes.

Figura 19 – Mapa de Fragilidade: Declividade - ABHRMP.



Fonte: Topodata – INPE, 2023.

Tabela 10 - Áreas das Classes de Fragilidades das Declividades.

Atributo	Classe	Km²	%
1	Muito Baixa	452,00	27,00
2	Baixa	646,06	38,60
3	Moderada	396,98	23,71
4	Alta	143,03	8,54
5	Muito Alta	36,00	2,15
	TOTAL	1.674,07	100

Fonte: Organizado pelo autor, 2023.

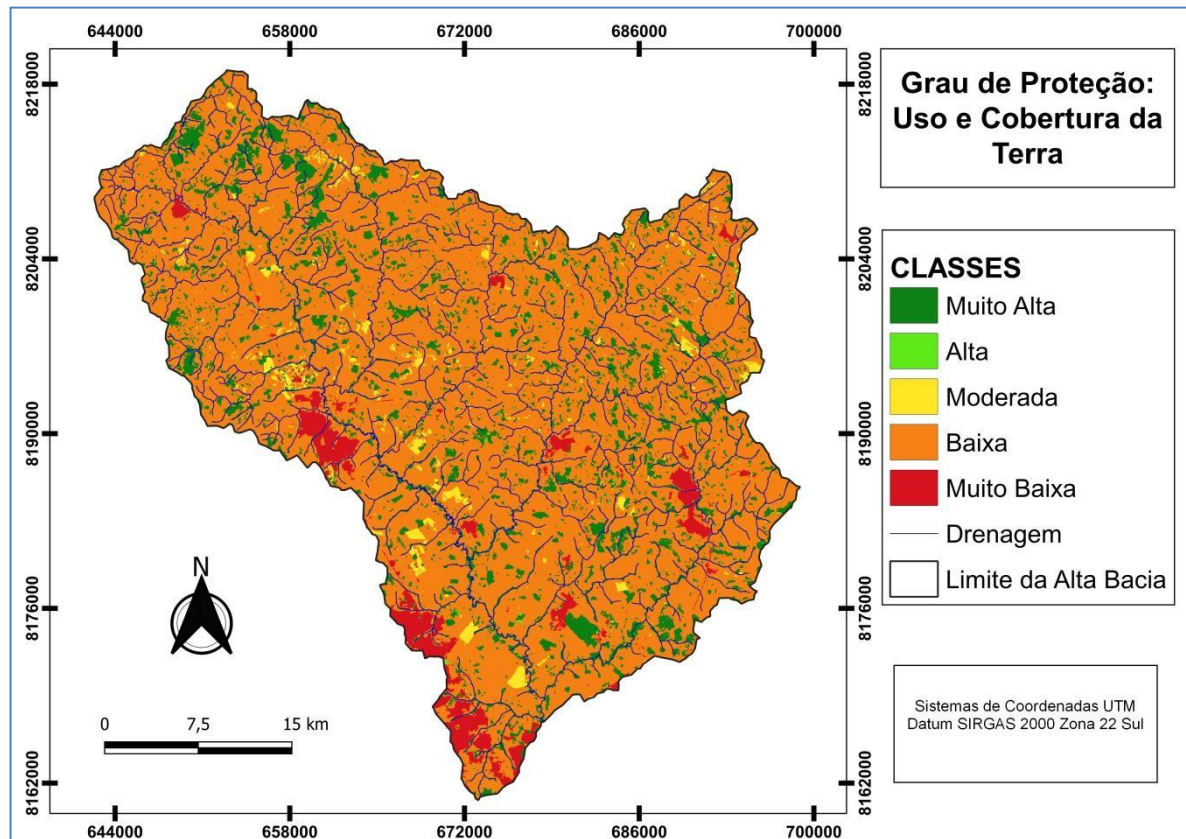
2.3.5 Fragilidade ambiental em relação ao Uso e Ocupação da Terra

O conhecimento sobre os tipos de uso do solo e a cobertura vegetal constituem variáveis importantes para a análise da fragilidade ambiental em bacias hidrográficas. Para Nakashima (2001), é uma variável que indica um grau de proteção do solo e do relevo frente às dinâmicas ambientais e processos antrópicos.

A partir da identificação das classes de uso e ocupação do solo da ABHRMP, fundamentada na metodologia de Ross (1994), a qual define os graus de proteção de solo para cada classe, foi possível mapear as fragilidades ambientais em relação a esta variável. Os dados e informações apresentados, no mapa da Figura 20 e na Tabela 11, permitem evidenciar cinco classes de proteção do solo: Muito Alta (Formação Florestal – Áreas Úmidas – Hidrografia), Alta (Formação Savânica), Moderada (Silvicultura – Formação Campestre – Cana – Outras lavouras Perenes), Baixa (Pastagem – Mosaicos de Usos – Soja – Outras Lavouras Perenes) e Muito Baixa (Área Urbanizada – Outras Áreas não Vegetadas).

Para Crepani et al. (2001); Kawakubo et al. (2005), as áreas com coberturas naturais mais densas apresentam níveis maiores de proteção e em áreas com intensa atividade humana, como agricultura e processos urbanos, apresentam-se níveis de proteção baixa. Por isso, o tipo de uso do solo e a cobertura vegetal são elementos que interferem no processo erosivo. Logo, os autores explicam que realmente a área com coberturas naturais mais densas além de proteger o solo contra a perda de material, protege direta e indiretamente contra os efeitos modificadores das formas do relevo.

Na Figura 4, é apresentada a espacialização das classes de fragilidade em relação ao uso e cobertura da terra. Vale ressaltar que diferente das demais variáveis utilizadas na modelagem, esta classificação é inversa, sendo que, quanto maior a proteção, mais baixa será a fragilidade daquele ambiente.

Figura 20 – Mapa: Grau de Proteção – Uso e Cobertura da Terra.

Fonte: Emater-Goiás, 2023.

Tabela 11 – Grau de proteção em relação aos tipos de uso e cobertura da terra – ABHRMP.

Atributo	Grau de Proteção – Uso e Ocupação da Terra	Classe de Ocupação	Área – Km²	Área - %
1	Muito Alta	Formação Florestal – Áreas Umidas - Hidrografia	225,14	13,44
2	Alta	Formação Savânica	1,11	0,07
3	Moderada	Silvicultura – Formação Campestre – Cana – Outras lavouras Perenes.	34,42	2,05
4	Baixa	Pastagem – Mosaicos de Usos – Soja – Outras Lavouras Perenes	1.346,05	80,39
5	Muito Baixa	Área Urbanizada – Outras Áreas não Vegetadas	67,35	4,05
Total			1.674,07	100

Fonte: Organizado pelo autor, 2023.

Os dados da Tabela 11 relacionados aos tipos de uso do solo e cobertura vegetal da área de estudo evidenciam a predominância da classe baixa de proteção do solo, sendo a pastagem, os mosaicos de usos, a soja e outras lavouras perenes a ocorrência de maior área de

ocupação na ABHRMP, com 80,39%. Os processos erosivos, em áreas de atividades agropecuárias, ocorrem em razão do uso do solo sem critérios técnicos relacionados ao meio físico como, por exemplo, práticas inadequadas de manejo do solo, associadas à ausência de medidas conservacionistas (FARIA et al., 2013; BERTONI; LOMBARDI NETO, 2014).

As formações vegetais florestais e savânicas são coberturas naturais que apresentam o grau de proteção alto a muito alto, elas estão representadas como manchas ou áreas de preservação permante (APP) na área de estudo. Amaral e Ross (2009) afirmam que nas áreas cobertas por matas naturais o grau de proteção é muito alto em razão da densidade da vegetação e pela presença de serrapilheiras, que impedem que o solo seja atingido diretamente pelas águas pluviais, evitando a ação do salpicamento, além de dissipar a energia do escoamento superficial.

Mas, as áreas urbanizadas e outras áreas não vegetadas constituem espaços diretamente relacionados à ação antrópica, visto que oferecem proteção muito baixa ocupando na área de estudo 4,05% (Tabela 11). A ação antrópica, na busca pelo retorno econômico imediato e sem previsão das consequências relacionadas às intervenções, induz aos processos degenerativos (ROSS; AMARAL, 2009). Outra questão relacionada à área urbanizada é a impermeabilização do solo, que interfere diretamente no processo de absorção da água e recarga do lençol freático no processo de contaminação dos recursos hídricos e potencialização de enchentes.

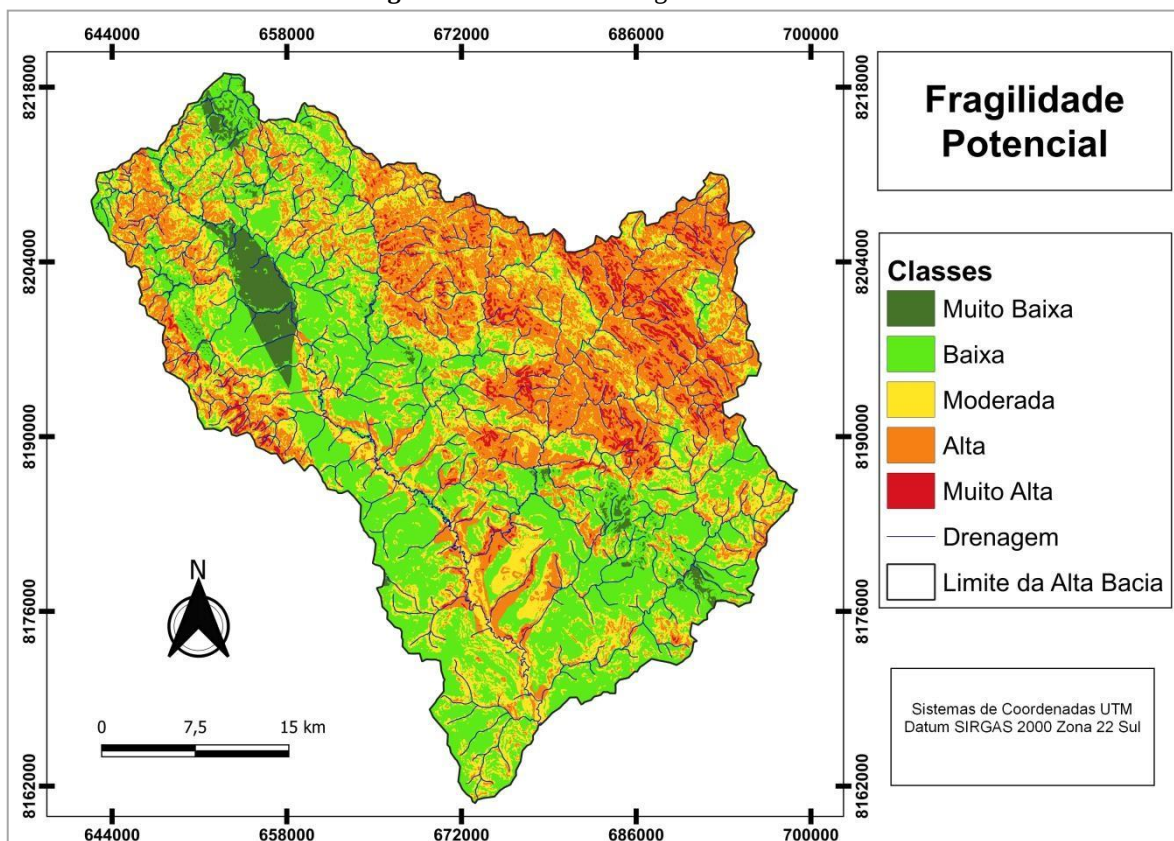
2.3.6 Fragilidade Potencial e Emergente - ABHRMP

O primeiro produto da modelagem é o cruzamento das variáveis que representam os elementos ambientais da bacia, considerando os graus de fragilidade em relação à estrutura geológica superficial, os tipos de solos, a inclinação do terreno e os totais de chuva. Cada destas variáveis, independente da ação humana, apresentam potencial de serem alteradas, ou provocar processos de intemperismo, erosão natural e movimentos de massa e inundações.

Em áreas de bacias hidrográficas o estudo e o conhecimento sobre a fragilidade potencial e emergente são importantes instrumentos do diagnóstico e do planejamento ambiental. A Fragilidade Potencial e a Fragilidade Emergente são formas de analisar as ações antrópicas e sua relação com o uso e a cobertura da terra. Por meio do cruzamento entre essas variáveis foi possível identificar e mensurar a suscetibilidade da área de estudo. Os mapas resultantes (Figuras 21 e 22) evidenciam a fragilidade potencial e a fragilidade emergente da ABHRMP. Segundo Ross (1994, 2012), a Fragilidade Ambiental Potencial (FAP) é

determinada por variáveis ambientais, ou seja, é fragilidade genética do ambiente. Nesta modelagem, para definição da FAP foram consideradas as fragilidades relacionadas à declividade, aos tipos de solos, às unidades geológicas e aos totais de chuva.

Figura 21 – Classes de Fragilidade Potencial.



Fonte: Organizado pelo autor, 2023.

Tabela 12 – Fragilidade Potencial - ABHRMP

Atributos	Classes	Km ²	%
1	Muito Baixa	58,28	3,48
2	Baixa	622,68	37,22
3	Moderada	443,23	26,47
4	Alta	491,30	29,34
5	Muito Alta	58,58	3,49
Total		1.674,07	100

Fonte: Organizado pelo autor, 2023.

As áreas da bacia que foram definidas como fragilidade potencial baixa são onde ocorrem os Latossolos Vermelhos. Estas áreas estão em relevos mais planos e suaves ondulados, com declividades inferiores a 12%, em unidades geológicas com litologias variadas e mais resistentes, como os complexos granulíticos Anápolis-Itaçu e com

fragilidade moderada em relação aos totais de chuva.

Na fragilidade potencial moderada, na ABHRMP, ocorre predominantemente o Argissolo Vermelho-Amarelo. Nessas áreas, estão em relevos suaves ondulados, com declividades inferiores a 30%, associadas às unidades geológicas do tipo Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu que compreende uma associação de rochas de alto grau metamórfico. Em relação à precipitação pluviométrica, a fragilidade caracteriza-se por ser moderada.

Nas áreas definidas como fragilidade potencial, observa-se que há ocorrências de declividades fortes onduladas, com relevos de até 30%, associadas às unidades geológicas do tipo Cobertura Detrito Laterítica Ferruginosa que constitui material proveniente da alteração das rochas subjacentes e forte presença de hidróxido de ferro (goethita). Em relação aos totais de chuva a fragilidade caracteriza-se alta.

Os resultados (Tabela 12) indicam a predominância da classe de fragilidade potencial baixa com 37,22%. A classe de fragilidade potencial moderada ocorre em 26,47% e a fragilidade potencial alta ocorre em 29,34% da área.

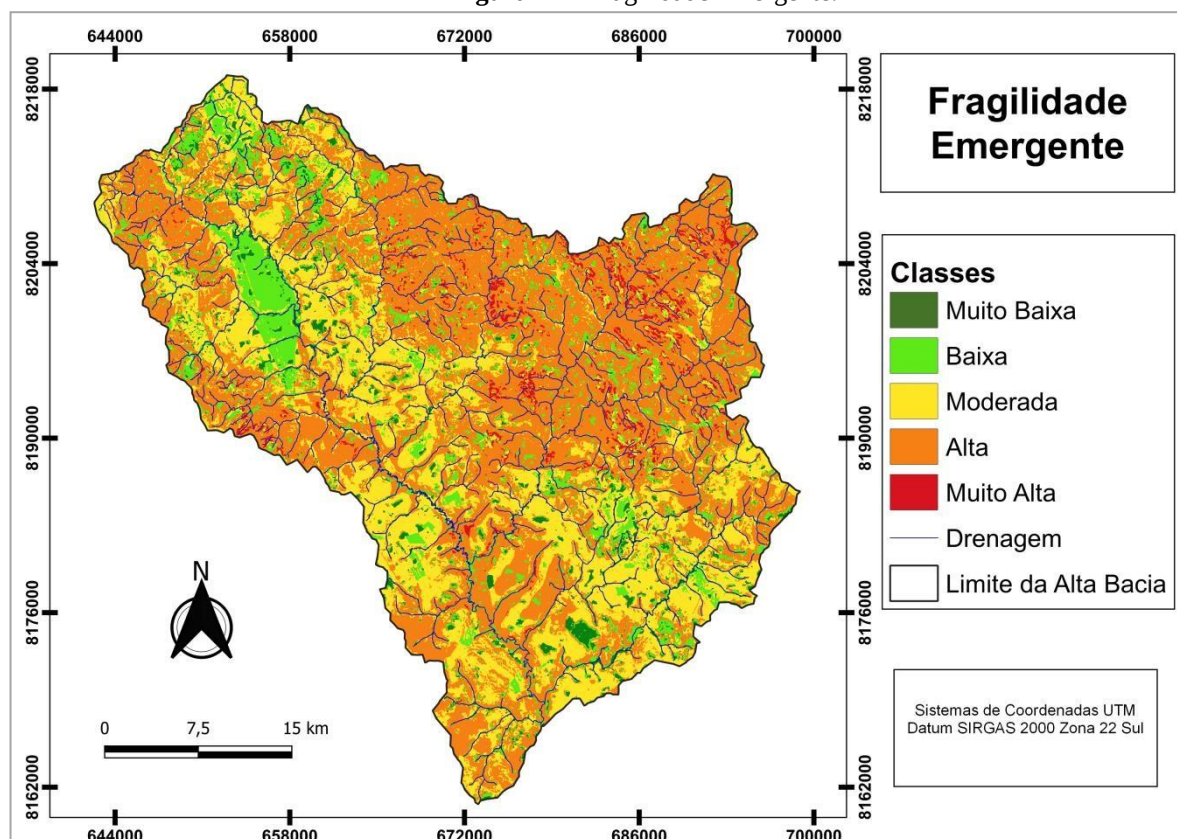
A determinação da Fragilidade Ambiental Emergente (FAE) considera os parâmetros da FAP, somados aos dados de uso e ocupação da terra. O mapa da FAE sintetiza e representa as áreas em que o uso da terra potencializa ou não a fragilidade natural do ambiente, face às condições ambientais naturais. No mapa da Figura 22, temos o produto final da fragilidade emergente para a ABHRMP, enquanto na tabela 13 os dados de área por classe.

Tabela 13 – Fragilidade Emergencial – ABHRMP.

Atributos	Classes	Km²	%
1	Muito Baixa	68,33	4,08
2	Baixa	208,52	12,45
3	Moderada	516,33	30,86
4	Alta	837,04	50,00
5	Muito Alta	43,85	2,61
Total		1.674,07	100

Fonte: Organizado pelo autor, 2023.

Figura 22 – Fragilidade Emergente.



Fonte: Organizado pelo autor, 2023.

Ao analisar os dados (Tabela 13) de fragilidade emergente é possível notar que há uma predominância das classes moderada e alta, que ocupam mais de 80% da área. Estes níveis de fragilidade estão associados às atividades agropecuárias, pois as áreas com fragilidade moderada são onde ocorrem as culturas temporárias diversas e também os plantios de soja e cana de açúcar. Mesmo sendo culturas que exigem certo grau de intervenção antrópica, como aragem anual do solo, as condições ambientais contribuem para a estabilidade natural dessas áreas, onde ocorrem solos mais planos, como os Latossolos. Já a classe alta predominam as pastagens plantadas em áreas naturalmente frágeis, com solos mais declivosos, como Argissolos.

É possível perceber a ação antrópica exercida na ABHRMP pelos diversos usos de ocupação das terras, proporcionando um grau maior de fragilidade ambiental decorrente das alterações do meio físico natural com a retirada da cobertura vegetal. Em relação à fragilidade emergente, é possível perceber uma elevação nos graus de fragilidade para as áreas, resultante das implicações dos diferentes usos da terra, mas com destaque às atividades agropecuárias.

2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapeamento da fragilidade potencial e emergente permitiu verificar que as áreas de estabilidade e instabilidade natural apresentam-se distribuídas de forma diferenciada ao longo da ABHRMP. Os mapas de fragilidade ambiental potencial e emergente evidenciam que, em boa parte da área de estudo, faz-se necessárias medidas conservacionistas para o uso da terra, em especial para as áreas de pastagens plantadas e culturas temporárias, usos predominantes na bacia.

A identificação do uso e ocupação da terra, da fragilidade potencial e emergente do relevo permitiram que as análises das áreas da ABHRMP estivessem sendo impactadas pela ação antrópica, necessitando de manejo. Dessa maneira, a ação antrópica sobre os recursos naturais modificam de maneira intensa as características e as dinâmicas no ambiente natural.

Os resultados destas análises podem subsidiar ações de manejo e conservação, indicando áreas prioritárias para intervenção, pois a bacia se apresenta extremamente alterada com ambientes naturais bem fragmentados. As atenções precisam se voltar, em especial, às áreas próximas às principais drenagens, pois a ABHRMP é uma importante área de captação de água para abastecimento da região metropolitana de Goiânia que atende a milhões de pessoas.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A – **Um Conceito de Geomorfologia a Serviço das Pesquisas sobre o Quaternário**. Geomorfologia, IGEOG-USP, SP, 1969.
- AMARAL, Rosângela do; ROSS, Jurandir Luciano Sanches. As unidades ecodinâmicas na análise da fragilidade ambiental do Parque Estadual do Morro do Diabo e Entorno Teodoro Sampaio/SP. **GEOUSP Espaço e Tempo**, [S. l.], v. 13, n. 2, p. 59-78, 2009.
- ARAÚJO, V. A. **Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil** – PLGB. Folha SE. 22-X-A-III – Itaberaí. Brasília: CPRM, 1997.
- ARAÚJO, J. B.; CARNEIRO, R. G. **Planície do Araguaia**: reconhecimento geológico-geofísico. Belém: Petrobrás/RENOR, 1977.
- ARAUJO, H. O. de; MORETON, E. S.; SILVA, L. C.; AS, M. A. D.; MARTINS, A., M. de; MATOS, E. G.; ANDRADE, S. H. S. de; SALES, R.; BERBERT, C. O.; OLIVATTI, O. **Projeto Pontalina** – Fase I. Goiânia: SURGEO/GO, 1980.
- BANCO de Dados climatológicos do Estado de Goiás, 2022.
- ANA – **Agência Nacional de Águas**, 2022.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 9ª d. São Paulo: Ícone, 2014.
- CARDOSO, Murilo Raphael Dias; MARCUZZO, Francisco Fernando Noronha; BARROS, Juliana Ramalho. Classificação climática de Köppen-Geiger para o Estado de Goiás e o Distrito Federal. **ACTA Geográfica**, Boa Vista, v.8, p.40-55, 2014.
- CONSTANTINI M.L, Zaccarelli N, Mandrone S, Rossi D, Calizza E, Rossi L. **NDVI padrão espacial e a fragilidade potencial de áreas de floresta mista em bacias hidrográficas de lagos vulcânicos**, Ecologia Florestal e Gestão, 2012.
- CREPANI, E. et al.; **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico Econômico e ao Ordenamento Territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001.
- CRUZ, L. M.; PINESE JÚNIOR, J. F.; RODRIGUES, S. C. Abordagem Cartográfica da Fragilidade Ambiental na Bacia Hidrográfica do Glória – MG. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 62/03, 2010.
- EMATER - **Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural**, 2022.
- EMBRAPA - **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, 2022.
- FARIA, Thiago de Oliveira; VECCHIATO, Antonio Brandt; SALOMÃO, Fernando Ximenes de Tavares. Abordagem morfopedológica para diagnóstico e controle de processos erosivos. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 8, n. 2, 2013.

FRANCO G.B, BETIM LS, MARQUES E.A.G, GOMES RL, Chagas C.S. Relação qualidade da água e fragilidade ambiental da Bacia do Rio Almada, Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**, 42(Supl 1): 114-127, 2013.

FLORENZANO, T. G. Introdução à geomorfologia. *In: Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais*. São Paulo: Oficina de textos, 2008.

GEOLOGIA do Estado de Goiás e Distrito Federal. Org. por Maria Luiza Osório Moreira, Luiz Carlos Moreton, Vanderlei Antônio de Araújo, Joffre Valmório de Lacerda Filho e Heitor Faria da Costa. Goiânia: CPRM/SIC - FUNMINERAL, 1991.

INMPE – **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**, 2022.

INMET – **Instituto Nacional de Meteorologia**, 2022

KAWAKUBO FS, Morato RG, Campos KC, Luchuari A, ROSS JLS. Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento. *In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 2005, São José dos Campos. Goiânia: INPE; 2005. p. 2203-2210.

KÖPPEN, W. *Das geographische System der Klimate*. Gebr, Borntraeger, 1936.

KÖPPEN, W. *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. 1º edición em español. México: Fondo de Cultura Económica, 1948.

KÖPPEN, W.; Geiger, R. 1928. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlagcondicionadas. Justus Perthes, 1948.

LIMA, W. P.; Zakia, M. J. B. Hidrologia de matas ciliares. *In: Rodrigues, R. R.; Leitão Filho, H. F. Matas ciliares: Conser-vação e recuperação*. São Paulo: EDUSP, 2000.

MAMEDE, L.; ROSS, J. L. S.; SANTOS, L. M.; NASCIMENTO, M. A. L. S. Geomorfologia. *In: BRASIL. Projeto RADAMBRASIL Folha SE. 22 - Goiânia: Levantamento de recursos naturais*, 31. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, 1983.

MAPBIOMAS – **Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil**, 2021.

MENDES CAB, Cirilo J.A. **Geoprocessamento em recursos hídricos: princípios, integração e aplicação**. Porto Alegre: ABRH, 2001.

MOORE, David S. and MCCABE, George P. **Introduction to the Practice of Statistics**: W.H. Freeman and Company. 2003.

MOORE, David S. **The Basic Practice of Statistics**. New York: Freeman. 2007

NAKASHIMA, M. S. R. Carta de fragilidade ambiental da bacia do rio Keller, Estado do Paraná: subsídio ao estudo dos processos erosivos. **Acta Scientiarum**, Maringá, n. 23, p. 1547-1560, 2001.

OLIVEIRA, A. H.; KLINKE NETO, G. K.; PEREIRA, S.Y. Análise do Relevo para o mapeamento de áreas favoráveis ao processo de infiltração. *In: XIX Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas*, Campinas–SP, 2001.

PNRH - **Política Nacional dos Recursos Hídricos** (Lei 9493/97).

PRODES – **Projeto de Detecção de Destamamento do Cerrado**, 2022.

PIUZANA, D. **Geologia Isotópica U-Pb e Sm-Nd da Sequência Silvânia, Complexo Anápolis-Itauçu e Grupo Araxá na Região de Leopoldo de Bulhões, Goiás**: Contribuições ao Estudo da Evolução da Faixa Brasília. 2002. 141p. Tese. (Doutorado) - Universidade de Brasília – UnB: Instituto de Geociências Brasília, 2002.

REATTO, Adriana et al. Solos do Bioma Cerrado: Aspectos Pedológicos. *In: SANO, Sueli Matiko et al. Cerrado: Ecologia e Flora*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

REATTO, Adriana et al. Classes de solo em relação aos controles da paisagem do bioma Cerrado. *In: SCARIOT, Aldicir; SOUZA - SILVA, José Carlos; FELFILI, Jeanine M. CERRADO: Ecologia, Biodiversidade e Conservação*. Brasília - DF: Ministério do Meio Ambiente, 2005.

RODRIGUEZ, J.M.M, SILVA, E.V da, CAVALCANTI, A.P.B. **Geoeecologia das Paisagens**: uma visão geossistêmica da análise ambiental. Fortaleza: Editora UFC, 2004.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamenteo de Geografia**, São Paulo, v. 8, p. 63-74, 1994.

ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais Antropizados. **Revista do Departamenteo de Geografia**, São Paulo, v. 8, p. 63-74, 2011.

ROSS, Jurandir L. Sanches. **Bacia Hidrográfica**: Unidade de análise integrada. *In: MORATO, Rubia Gomes et al. Análise integrada em bacias hidrográficas [recurso eletrônico]: estudos comparativos com distintos usos e ocupação do solo*. São Paulo: FFLCH/USP: FFLCH/USP, 2019.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil**: subsídios para Planejamento Ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia**: Ambiente e planejamento. São Paulo: Contexto, 1990.

RUHOFF, A. L. et al. Avaliação dos processos erosivos através da equação universal de perdas de solos, implementada com algoritmos em legal. **Geomática**, v. 1, n. 1, 2006.

SANTOS, R.F. dos. **Planejamento Ambiental**: teoria e prática. São Paulo: Oficina de textos, 2004.

SEMAD – **Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável**, Estado de Goiás, 2022.

SIEG-GO – **Sistema Estadual de Geoinformação**, Estado de Goiás, 2022.

SILVA, Silvano Carlos da *et al.* **Caracterização Climática do Estado de Goiás**. Goiânia-Goiás: Governo de Goiás/Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração, 2006.

SIBCS- **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**, 2022.

SIMIONI, J. P.D. et al. Caracterização da Precipitação Pluviométrica na Microbacia Hidrográfica do Rio Ibicuí, RS. **Revista do Departamento De Geografia – USP**, n. 28, p. 112-133.2014.

SILVEIRA, André L.L Da. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. **Hidrologia: ciência e aplicação**, 2001.

Superintendência de Geologia do estado de Goiás, 2006.

SPÖRL, C. **Análise da fragilidade ambiental relevo-solo com aplicação de três modelos alternativos nas altas bacias do Rio Jaguari-Mirim, Ribeirão do Quartel e Ribeirão da Prata**. 2001. 159 f. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

SPÖRL, C.; ROSS, J. L. S. Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos. In.: **GEOUSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 39-49, 2004.

TAMANINI MAS. **Diagnóstico físico-ambiental para a determinação da fragilidade potencial e emergente da Bacia do Baixo curso do Rio Passaúna em Araucária**. Curitiba: Universidade federal do Paraná/UFPR; 2008.

TORRES, J. L. R.; Fabian, A. J.; Silva, A. L.; Pessoa, E. J.; Silva, E. C.; Resende, E. F. Diagnóstico ambiental e análise morfométrica da microbacia do córrego Lanhoso em Uberaba, MG. **Revista Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 9, n. 25, p. 1 – 11, 2008.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA TUNDISI, T. **Água no século 21**. São Paulo: Oficina de textos, 2011.

TUNDISI; J. G.; MATSUMURA TUNDISI, T. Ciência, tecnologia, inovação e recursos hídricos: oportunidades para o futuro. In: BICUDO, C. E. M.; TUNDISI, J. G.; SCHEUENTSUL, M. C. (Org.). **Águas do Brasil: análises estratégicas**. São Paulo: Academia Brasileira de Ciências. Instituto Botânico, 2010.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; CIMINELLI, V. S.; BARBOSA, F. A. Disponibilidade de água, qualidade da água governança da água: o futuro à frente. Ciências Hidrológicas e Segurança Hídrica: Passado, Presente e Futuro. In: 11º COLÓQUIO KOVACS, **Anais**. Paris, França, junho de 2014. IAHS Publ, 2015.

TUNDISI et al. A Utilização do Conceito de Bacia Hidrográfica Como Unidade Para Atualização de Professores de Ciências e Geografia: o Modelo Lobo (Broa), Brotas/Itirapina”. In: Tundisi, J. G. (org.). **Limnologia Para Manejo de Represas**. EESC/USP/CRHEA, ACCESP, v. 1, 1988.

TUNDISI, J. G. & SCHIEL, D. A Bacia Hidrográfica Como Laboratório Experimental Para o Ensino de Ciências, Geografia e Educação Ambiental. In: Schiel, D.; Mascarenhas, S. (orgs.). **O Estudo das Bacias Hidrográficas: uma Estratégia Para a Educação Ambiental**. IEA, CDCC, Ford Foundation, 2002.

VALE, G. M; DAL POZ, A. P; O processo de detecção de bordas de Canny: fundamentos, algoritmos e avaliação experimental. In: **Simpósio Brasileiro de Geomática**, Presidente Prudente, 2002.

03 USOS DA ÁGUA NA ALTA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MEIA PONTE: CONFLITOS, GOVERNANÇA, DISPONIBILIDADE E QUALIDADE

INTRODUÇÃO

Estima-se que no Planeta Terra tenha por volta de 1,33 bilhão de Km³ de água, sendo que, a maior parte está nos oceanos e mares, ou seja, em reservatórios de água salgada. Além disso, concebe-se que tenha 2,5% dos reservatórios de água doce (calotas polares, geleiras, rios, lagos e águas subterrâneas). As águas doces disponíveis para consumo humano estão distribuídas de forma irregular no espaço, deflagrando regiões com abundância e outras com escassez de água (MOTA, 2012; WICANDER, MONROE, 2017).

O Brasil detém 12% dos 0,007% de toda a água doce disponível no planeta destinada ao consumo humano, irrigação e atividades industriais (ANA, 2002). Segundo Freitas e Santos (1999), o Brasil está incluído entre os países de maior reserva de água doce, ou seja, 13,8% do deflúvio médio mundial. Os autores ressaltam ainda que devido às suas dimensões geográficas e diversidades climáticas, algumas regiões passam por graves problemas de escassez de água. De acordo com Mota (2012), essa distribuição irregular somada às ações antrópicas tem provocado um aumento na degradação dos recursos hídricos.

No decorrer dos séculos, a complexidade dos múltiplos usos da água aumentou consideravelmente comprometendo a disponibilidade e ao mesmo tempo promoveu insegurança hídrica. Segundo Jepson et al. (2017), a insegurança hídrica é uma condição em que a acessibilidade, confiabilidade e segurança é significativamente reduzida, de modo a ameaçar ou comprometer o bem-estar das populações.

De acordo com o Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH, 2019), o aumento populacional, o crescimento econômico, as mudanças climáticas e os eventos extremos são os principais fatores de desequilíbrio do balanço hídrico. Tomasella e Rossato (2005) explicam que o balanço hídrico é a somatória das quantidades de água que entram e saem do sistema superfície terrestre-atmosfera, em um determinado intervalo de tempo.

Para Tundisi et al. (2011), os múltiplos usos e as permanentes necessidades de água têm gerado pressão sobre os mananciais, tendo como consequência direta o desequilíbrio no balanço hídrico. Estes autores reforçam que a superexploração dos recursos hídricos e as alterações nos regimes de chuva e no balanço hídrico promovem conflitos e escassez, conduzindo a necessidade de gestão sistêmica em bacias hidrográficas, incorporando pesquisa, gerenciamento, políticas públicas e participação coletiva e representativa.

Nesta perspectiva, deve-se considerar a crise hídrica não só como a escassez de água ou o comprometimento de sua qualidade, é também uma crise de gestão e de planejamento de seus múltiplos usos (REBOUÇAS et al., 2006). Tundisi (2008) acentua a necessidade de uma abordagem sistêmica, integrada e preditiva na gestão das águas, sendo que, isso deve se dar no âmbito das bacias hidrográficas que são unidades de planejamento e gestão dos recursos hídricos. O autor ressalta que uma gestão apoiada em dados e informações se consolida em instrumento para enfrentar não só a escassez, mas também os conflitos pelo uso deste recurso.

O gerenciamento da água envolve um conjunto de atividades, dentre elas está o fomento de políticas públicas com a inclusão do usuário na participação da gestão hídrica (NASCIMENTO; VILLAÇA, 2008). Portanto, a capacidade ou incapacidade de gerenciar os inúmeros conflitos resultantes dos usos múltiplos dos recursos hídricos, sua degradação, redução da disponibilidade e aumento da demanda é uma preocupação constante de pesquisadores, gestores públicos e tomadores de decisão (TUNDISI, 2006).

A necessidade de cuidar dos recursos hídricos, do planejamento, da gestão e, sobretudo da governança da água constitui em ações de urgências diante das questões ambientais relacionadas à água. Pinto-Coelho (2016) define governança das águas como sendo um sistema político, social, econômico e administrativo para gerenciar os usos múltiplos, garantir a oferta de serviços e desenvolver uma gestão integrada dos recursos hídricos. A governança engloba dimensões da governabilidade por possuir um caráter mais amplo e está relacionada com as políticas públicas do governo e como elas são desenvolvidas através de um processo participativo (LIMA et al., 2018).

Tundisi (2008) reforça que a governança inclui planejamento, gestão e execução em um mesmo contexto sistêmico, funcional e operacional, garantindo a segurança hídrica em quantidade e qualidade para o consumo e produção. As crises hídricas ocorrem pela falta de diretrizes que garantam a oferta e aponta a necessidade de mudanças da gestão entre os setores que dele dependem e se configura como um dos maiores desafios do homem.

A região da Alta Bacia do Rio Meia Ponte vem enfrentando inúmeros problemas gerados pelos usos da água, sua gestão e a disponibilidade do recurso. Alguns cenários explicam esta condição, pois a alta bacia compreende uma área de intenso uso agropastoril e também uma elevada expansão urbana, com destaque para uma porção da região metropolitana de Goiânia. Dados do relatório anual Conjuntura Brasil Recursos Hídricos (ANA, 2022) mostram que a irrigação e o abastecimento urbano consumiram no Brasil em 2022 em torno de 53,7% e 22,6% respectivamente, ou seja, são os dois setores que mais

consomem água.

Assim, o objetivo deste capítulo é caracterizar os múltiplos usos da água e avaliar as condições de crise hídrica e conflitos gerados pela relação demanda-disponibilidade para o consumo urbano e irrigação da Alta Bacia do Rio Meia Ponte.

3.1 MATERIAL E MÉTODOS

Para a identificação dos problemas gerados pela disponibilidade hídrica na Alta Bacia do Rio Meia Ponte, foram utilizadas buscas de dados e informações provenientes das outorgas dos direitos de uso de recursos hídricos disponíveis na plataforma SIGA-GO (Sistema de Informações Geográficas Ambientais do Estado de Goiás, 2022) e na SEMAD (Secretaria de Estado do meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Estado de Goiás, 2022). Além disso, buscou-se informações na SANEAGO (Saneamento do Estado de Goiás, 2022), sobre qualidade da água e rede de monitoramento, Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte para dados e informações nos 11 municípios que compõem a alta bacia.

Foram também levantados dados no Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos (IMB, 2022), no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022) e Sistema de Recuperação Automática (SIDRA, 2022) para obtenção de informações referentes à demografia e economia da ABHRMP, além da relação direta com os problemas ambientais referentes às questões hídricas.

A partir dos dados coletados na plataforma da SEMAD-GO (2022) sobre a quantidade de outorgas cedidas por município e a finalidade para o uso, foi realizado um mapeamento de distribuição de outorgas na ABHRMP do período de 2005 a 2020. A partir do levantamento de dados realizados na plataforma da SEMAD e SIGA-GO (2022) sobre a quantidade de pivôs centrais existentes nos municípios da alta bacia foi gerado um mapeamento dos anos de 2000, 2001, 2003, 2006, 2012, 2013, 2015 e 2016, já para o ano de 2021, foram usadas imagens do Google Satélite. Os dados foram processados no software QGIS, versão 3.22.

3.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.2.1 Gestão e conflitos pelo uso da água

O processo de urbanização, a produção agrícola em larga escala e os deslocamentos populacionais para as grandes cidades têm gerado o aumento do consumo de água, contudo, a

consequência direta está na pressão sobre as bacias hidrográficas. A água é um elemento essencial à vida, ela é considerada um recurso natural finito, mas sua crescente demanda do consumo tem sido o centro de preocupações e de debates pelo mundo, especialmente, pela importância dos seus múltiplos usos que constituem um campo de intensos conflitos.

Para Gomes e Barbieri (2004), os conflitos ocorrem quando o uso dos recursos hídricos adquire um caráter competitivo. Para Moraes e Jordão (2002), os ambientes aquáticos são utilizados em todo o mundo por múltiplos usos e com distintas finalidades, entre as quais se destacam o abastecimento urbano e industrial, geração de energia, irrigação, navegação e pesca, agricultura, dessedentação de animais, preservação da fauna e da flora, diluição e transporte de despejos.

Para os autores, os múltiplos usos da água, associados a períodos de escassez e irregularidades na distribuição de chuva, aumentam de demandas, assim, a própria degradação do ambiente abre caminho para uma ampla série de conflitos (CAVALCANTI; MARQUES, 2016). Segundo Lanna (2008), os múltiplos usos da água e a dependência das sociedades humanas e dos ecossistemas desse elemento, cada vez mais escasso, se manifestam através de disputas e tensões.

A causa dos conflitos ocorre em relação à oferta e à demanda não compatível, decorrente da má distribuição dos recursos hídricos, tendo como agravante a má gestão deste recurso natural (PEREIRA, 2012). Os conflitos relacionados à água se caracterizam pela não maximização dos múltiplos usos, sendo definidos como os problemas que determinada atividade pode ocasionar a outros usos, chegando, algumas vezes, a torná-los impossíveis (MOTA, 1995).

A resolução de conflitos e a otimização dos múltiplos usos são componentes essenciais na gestão integrada dos recursos hídricos. Esta gestão pode ser definida como a utilização e a administração racional, democrática e participativa das águas (TUNDISI, 2008). Portanto, a gestão dos recursos hídricos pode ser compreendida como uma atividade direcionada à formulação de princípios e metas, ao desenvolvimento de documentos orientadores e normativos, tendo como objetivo promover o uso consciente, controle e proteção da água por meio de planejamentos (SEMAD, 2008).

De acordo com Tundisi et al. (2011), o planejamento integrado deve desenvolver uma visão abrangente de planejamento, políticas públicas, tecnológicas e de educação, a fim de promover um processo de longo prazo que conte com a participação de usuários, autoridades, cientistas e público em geral.

A Lei das Águas (9.433/97) buscou ser uma inovação na gestão, no ordenamento e no

planejamento do uso da água nas bacias hidrográficas, sendo estas consideradas as células básicas de análise ambiental, em que a visão sistêmica e integrada do ambiente está implícita (BOTELHO; SILVA, 2004). Os autores explicam que o planejamento ambiental integrado em bacias hidrográficas é a única política pública com enfoque geral que inclui base de dados sustentada na pesquisa científica que gera informações necessárias às tomadas de decisões pelos gestores.

Segundo Vilaça et al. (2009) explicam que uma bacia hidrográfica é considerada uma excelente unidade de gestão tanto de elementos naturais, quanto sociais, devido ao seu aspecto integrador e ressaltam que se deve levar em consideração as relações que a sociedade e suas atividades têm com o meio em que se encontram. Estes autores entendem que os novos paradigmas para a gestão dos recursos hídricos na concepção sistêmica e integrada é sustentada em estudos científicos que norteia as tomadas de decisões dos gestores.

Estão inseridos na ABHRMP onze municípios goianos. É uma região bastante antropizada, com praticamente 13% de vegetação natural remanescente e elevado índice de degradação das Áreas de Proteção Permanente (APPs) (SEMAD, 2022). Os principais usos da água da ABHRMP são destinados para o abastecimento urbano e industrial em Goiânia e região metropolitana e para a irrigação (agricultura). Além disso, é uma região com grande concentração de irrigações por sistemas de pivôs centrais e grande quantidade de outorgas, com demandas voltadas para o abastecimento urbano e para a agricultura (SANEAGO, 2022; SEMAD, 2022).

A inexistência de reservatórios na ABHRMP, juntamente aos usos de recursos hídricos para finalidades outorgadas e situações irregulares, agravam sobremaneira a disponibilidade desse manancial (SANEAGO, 2022). As consequências diretas dessas situações são as crises hídricas e os conflitos, como também a necessidade de gestão e de planejamento com ações efetivas para alcançar resultados favoráveis, diante da importância que ABHRMP tem para Goiânia e Região Metropolitana.

Segundo Ferreira et al. (2022), na Região Metropolitana de Goiânia (RMG), o modelo de uso, ocupação e manejo do solo, baseado nas atividades agropecuárias, demandam maiores pontos de captação de água. Estas atividades avançam sobre áreas naturais e nascentes em função da expansão urbana e especulação imobiliária, assim, os reflexos do uso, ocupação e manejo do solo são evidenciados na crise hídrica que assola a região (GOIÁS, 2020).

3.2.2 Comitê da bacia hidrográfica do Rio Meia Ponte

O comitê de bacia hidrográfica foi instituído no contexto da descentralização e da participação, conceituando uma bacia hidrográfica como uma unidade de gestão. Poletto (2014) explica que é um órgão colegiado composto por representantes de três segmentos: poder executivo federal, estadual e municipal, usuários de água e sociedade civil organizada. É deliberativo, normativo e funciona como um parlamento, mas não possui personalidade jurídica.

Para os autores Domingues e Santos (2002), os comitês de bacia hidrográfica constituem a base do sistema de gerenciamento, pois neles são promovidos os debates das questões relacionadas a recursos hídricos da bacia, articulados à atuação das entidades intervenientes, e resolvidos, em primeira instância, os conflitos relacionados com os recursos hídricos. Segundo Granja e Warner (2006), os comitês representam um enorme avanço inscrito na Constituição Federal de 1988, pois contituem um mecanismo de participação popular na formulação e gestão de políticas públicas. As atribuições dos comitês são descritas na Tabela 14.

Tabela 14 – Atribuições dos comitês de bacias segundo a Lei Federal nº 9.433/97.

Atribuições
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;
IV - acompanhar a execução do Plano de Recursos Hídricos da bacia e sugerir as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;
V - propor ao Conselho Nacional e aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos as acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso de recursos hídricos, de acordo com os domínios destes;
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. Parágrafo único. Das decisões dos Comitês de Bacias Hidrográficas caberá recurso ao Conselho Nacional ou aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, de acordo com sua esfera de competência.

Fonte: Artigo 38 da Lei Federal nº 9.433/97. Organizado pelo autor, 2023.

A Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte localiza-se na região superior (norte) do Rio Paranaíba, constituindo uma das quatro grandes bacias nacionais que se localizam no Estado de Goiás. Concentra 48% da população de Goiás, sendo responsável pelo abastecimento de cerca de 70% da capital goiana e é considerada a mais importante do Estado de Goiás (SEMARH, 2007). Em 1996, a SANEAGO propôs uma divisão da bacia em sub-bacias

levando em consideração os mananciais que são os maiores afluentes do rio Meia Ponte e são monitorados por estações pluviométricas.

O Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte foi instituído pela Lei de n. 13.123/97, pelo instrumento de criação do decreto nº 5.580/2002 (ANA, 2022). É um órgão colegiado, com atribuições deliberativas e consultivas, de nível regional e estratégico, do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de Goiás. Pela lei, a área de atuação do CBH do Rio Meia Ponte será a totalidade da Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte e outras definidas por legislação específica.

O Parágrafo Único do Artigo 45 da Lei ordinária estadual nº. 13.123/97 determinou que a implantação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte conta com a participação de trinta e nove municípios. Pela lei ordinária estadual nº. 13.123, de 1997, o comitê estruturou-se de forma definitiva, constituindo sua diretoria colegiada e passando então a funcionar (SILVA, FORMIGA-JOHNSSON; LIMA, 2007). Desde a sua criação e estruturação o Comitê desenvolve ações importantes no sentido de garantir a proteção e conservação dos recursos hídricos. Na Tabela 15, estão descritas as ações desenvolvidas pelo comitê no período de 2003 a 2014 na BHRMP.

Tabela 15 – Ações realizadas pelo COBAMP – 2003 a 2014.

ANO	AÇÃO
2003	Realização de parcerias com as diversas câmaras dos municípios que se situam na área da sua bacia hidrográfica, objetivando que fossem criadas leis de proteção aos recursos hídricos desta região e programas de conscientização da população para a importância dos rios.
2004	O COBAMP foi um dos organizadores da 2ª (segunda) Caminhada Ecológica Rumo às Nascentes do Rio Meia Ponte, ocorrida em 6 de junho daquele ano, partindo do município de Taquaral de Goiás.
2007	O Comitê, em questão, lançou o Projeto de Desenvolvimento Integrado e Sustentável da Bacia Hidrográfica do rio Meia Ponte, de revitalização e de apresentação das bases de informações geográficas da bacia. Também em 2007, é publicado o Plano Diretor de Goiânia, Lei complementar municipal nº. 171, de 29 de maio de 2007, que prevê a promoção do fortalecimento do Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Meia Ponte (Artigo 14, Inciso V, Letra "a"), também constituindo estratégia de gestão urbana (Artigo 68, Inciso V).
2009	O objetivo de rearticular o Fórum Permanente em Defesa da Bacia do Rio Meia Ponte, o COBAMP integrou um grupo de debatedores em audiência pública que discute o Rio Meia Ponte Amanhã, realizada no dia 27 de agosto. Nesse mesmo ano, teve início o processo eleitoral para a nova diretoria do COBAMP.
2010	Foi criado o Centro de Visitação e Museu do Rio Meia Ponte, tendo entre as suas diversas finalidades, abrigar a sede do Comitê de Bacia do Meia Ponte. O COBAMP promoveu nos dias 9 a 17 de abril, a Expedição do Rio Meia Ponte, a fim de diagnosticar a realidade ambiental do aludido Rio, por meio da participação da sociedade pública e privada, cujo objetivo era obter um estudo que pudesse garantir o meio ambiente equilibrado e/ou qualificado para presentes e futuras gerações.

2012	Registrou-se a iniciativa de criação do Parque do Meia Ponte, sendo assinado os Decretos de nºs. 7.640 a 7.645, que instituíram limitações administrativas provisórias, em 6 (seis) áreas que margeiam o rio Meia Ponte, além de reunião entre Semarh, UFG, Ministério Público e COBAMP, para tratar da despoluição do Meia Ponte.
2014	O COBAMP participou, entre os dias 23 e 25 de abril, do 1º Encontro das Águas de Goiás (Enago) e do 2º Seminário Estadual de Recursos Hídricos.

Fonte: COBAMP – Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Meia Ponte, 2014.

O estado de Goiás organizou o seu Sistema de Gestão de Recursos Hídricos, por meio da Lei Estadual n.º13.123/97, que foi chamado de PERH/GO (Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Goiás). Este documento tem como função o planejamento e gestão das águas com o objetivo de atuar como instrumento básico para execução da Política e Gestão dos Recursos Hídricos no Estado de Goiás (PERH/GO, 2015).

O Plano de ações desenvolvido pela UPGRH (Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos) do Rio Meia Ponte é pautado em dois processos importantes, o diagnóstico e o prognóstico, constando o planejamento com as atividades a serem executadas nos próximos 20 anos. A finalidade em longo prazo deste plano considera a compatibilização dos usos da água na bacia, tendo em vista o balanço quali-quantitativo dos recursos hídricos visando atender às diversas demandas existentes (PBAPGO 2018; SEMAD 2022).

Na Tabela 16, são apresentados os onze municípios da alta bacia que são integrantes da UPGRH do Meia Ponte com suas respectivas áreas de cobertura pelo programa. Caturai e Itauçu são os municípios que apresentam as menores áreas de cobertura pelo programa. Brazabrantes, Goiânia, Nerópolis, Nova Veneza e Santo Antonio de Goiás são os municípios com 100% de suas áreas de cobertura pelo programa.

Tabela 16 – Percentual de área do município na UPGRH do Rio Meia Ponte.

Município	UPGRH originária	% da área do município na UPGRH
Brazabrantes	Rio Meia Ponte	100
Caturai	Rio Meia ponte	0,3
Damolândia	Rio Meia Ponte	98,5
Goiânia	Rio Meia Ponte	100
Goianira	Rio Meia Ponte	65,17
Itauçu	Rio Meia Ponte	49,87
Inhumas	Rio Meia Ponte	78,5
Nerópolis	Rio Meia Ponte	100
Nova Veneza	Rio Meia Ponte	100
Santo Antonio de Goiás	Rio Meia Ponte	100
Ouro Verde de Goiás	Rio Meia Ponte	89,05

Fonte: Organizado pelo autor.

A Unidade de Planejamento e Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Rio Meia Ponte possui uma área de 14.521,8 km² equivalente a 4% da área do Estado, correspondendo aproximadamente a 37% da população distribuída nos municípios com a sede inserida nesta unidade (PBAPGO, 2014). A porção norte da bacia, por se concentrar a região metropolitana de Goiânia é a parte mais urbanizada, enquanto a porção sul concentra grandes áreas de pastagens, lavouras temporárias e perenes e silvicultura (PBAPGO 2018).

A reportagem do Jornal “O Popular”, publicada em novembro de 2020, a partir da pesquisa realizada pela Fundação de Apoio à Pesquisa da Universidade Federal de Goiás (FUNAPE – UFG, 2020), evidenciou que a demanda por recursos hídricos da alta bacia pode crescer 235% até 2040, sobretudo para o abastecimento da Região Metropolitana de Goiânia, ressaltando que a situação exige planejamento. A referida pesquisa reforçou, ainda que, o tempo para melhorar a qualidade ambiental da alta bacia e fazer obras como barragens é urgente.

3.2.3 Outorgas de direito de usos da água

A outorga do direito de uso é um dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos e tem como principal objetivo gerenciar o controle qualiquantitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso a ela (SILVA COSTA, 2017). O Conselho Nacional de Recursos Hídricos, inclusive, aprovou em maio de 2001 a resolução n.º 16, de caráter nacional sobre a outorga de direito de uso sobre os recursos hídricos.

A outorga de direito de uso de recursos hídricos é um instrumento administrativo que o poder público concede ao autorgado o uso de recurso hídrico por prazo determinado e nas condições expressas na lei nº 9.433/97. Já a Lei n.º 9.984/2000 confere a ANA à competência para emitir outorgas de direito de uso dos recursos hídricos de domínio da união.

No artigo 11 da Lei nº 9.433/97, estabelece que o regime de outorga tenha como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso a ela. Enquanto, no Artigo 1º, inciso IV desta lei, determina-se que a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas, o que significa que implantar um regime de outorgas que favoreça uma única finalidade é descumprir triplamente a lei e se configura crime.

No artigo 12 da Lei nº 9.433/97, dispõe-se sobre os usos de recursos hídricos que estão sujeitos à outorga pelo Poder Público. Dentre eles, estão a captação de água, o lançamento de efluentes e outros usos que alterem o regime, a qualidade ou a quantidade do corpo hídrico; o

uso para fins de aproveitamento de potenciais hidrelétricos e a extração de água de aquífero subterrâneo para o consumo final ou insumo de processo produtivo.

Pinto-Coelho (2016) faz referência à outorga como um ato administrativo que expressa os termos e as condições mediante os quais o poder público permite, ao outorgado, por prazo determinado, o uso do recurso hídrico. O autor esclarece ainda, que a outorga de direito de uso sempre procurará o bem comum, enquanto o interesse público reiteradamente prevalecerá sobre o interesse particular, evidenciado no artigo 15, da Lei Federal nº 9.433/97. Para Lima (2000), a função da outorga será ratear a água disponível entre as demandas existentes ou potenciais de forma a que os melhores resultados sejam gerados para a sociedade.

De acordo com a Lei n.º 9.984 (ANA, 2000), para solicitar uma outorga é necessário especificar a categoria, modalidade e finalidade de uso. São elas:

a) Categoria de Outorga:

- Outorga de direito de uso de recursos hídricos – para os casos de novas outorgas;
- Alteração de outorga de direito de uso de recursos hídricos – altera as condições de uma outorga emitida;
- Renovação de outorga de direito de uso de recursos hídricos – para os casos de vencimento da outorga;
- Transferência/cessão de outorga de direito de uso de recursos hídricos – para os casos de transferência do empreendimento a terceiros, nas mesmas condições de utilização da água da outorga original.

b) Modalidade de Outorga:

- Derivação ou captação de água; Lançamento de efluentes;
- Obras hidráulicas – para os casos de construção de barragens, canalizações, diques, etc;
- Execução de serviços – para os casos de serviços de desassoreamento, derrocamento, limpeza de margens, etc; Travessia – para os casos de construção de pontes, dutos, túneis, etc. que cruzem o manancial;
- Outros.

c) Finalidade do Uso:

- Irrigação, Indústria, Aquicultura, Criação de animais para fins comerciais,

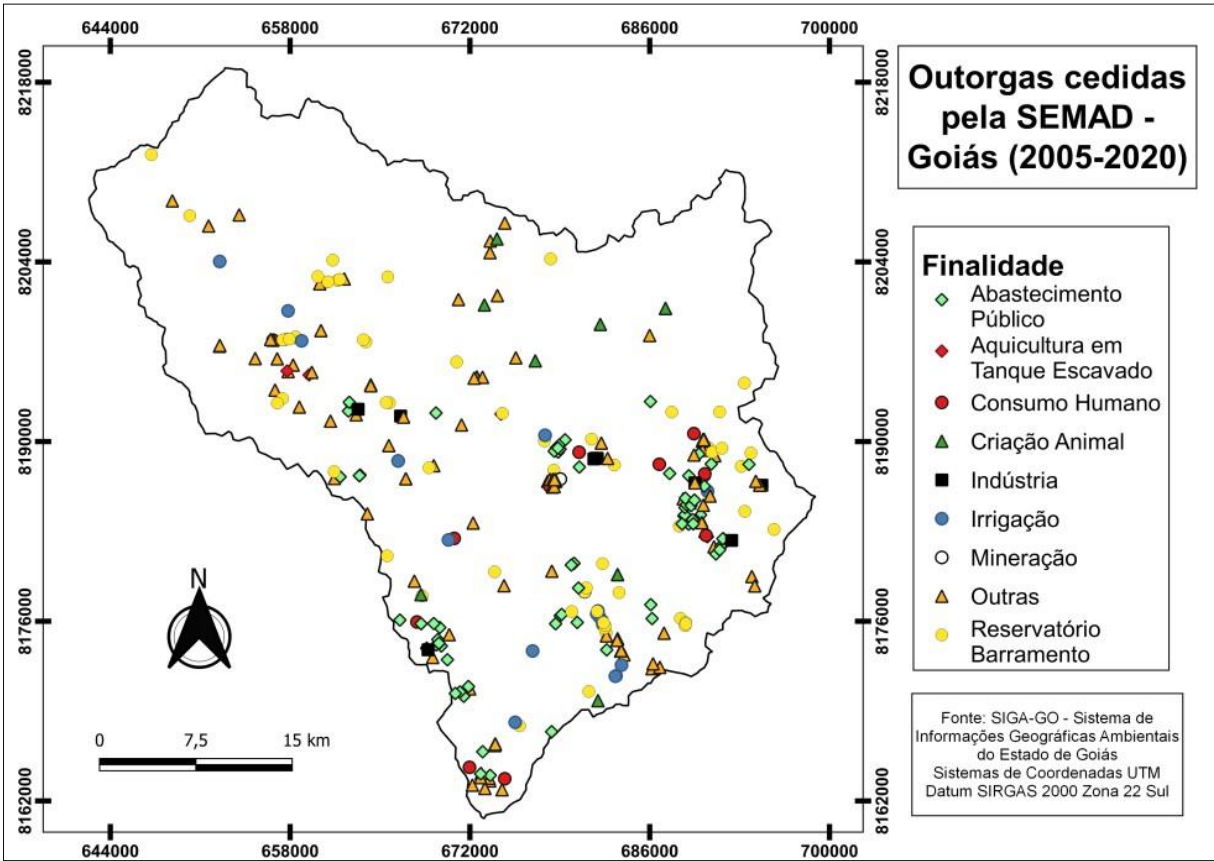
Saneamento, etc. Nos formulários de solicitação de outorga, estes itens são apresentados como opções a serem selecionadas pelo usuário.

O direito do uso da outorga é um instrumento de alocação de água dentro de uma bacia hidrográfica, devendo atingir os objetivos essenciais do atendimento das necessidades ambientais, econômicas e sociais da água. Além disso, prima-se pela inexistência de conflitos entre os usuários e ao atendimento às suas demandas, ou seja, a alocação dos aspectos quantitativos, qualitativos e de distribuição temporal e espacial da água (PNRH, 1997).

A Resolução do Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Goiás nº 09 de 2005 estabelece o regulamento do sistema de outorga das águas de domínio do Estado de Goiás. A SEMARH (Superintendência de Recursos Hídricos) através da instrução normativa nº 015/2012 trata da normatização de procedimentos para obtenção de sistema de outorgas do Estado de Goiás. O documento dispõe que a vazão máxima a ser outorgada deve ser a metade da vazão de referência 70% da Q95%, logo é a vazão mínima a ser mantida nos cursos hídricos (SEMARH, 2012).

Foram cedidas na ABHRMP, entre os anos de 2005 e 2020, 308 outorgas, cuja origem de captação é superficial e subsuperficial, com as seguintes finalidades de usos: abastecimento público, barramento, consumo humano, criação de animais, irrigação, indústria, aquicultura em tanque escavado, mineração e outros. Na Figura 23, a seguir, estão espacializadas as outorgas com suas finalidades e na Tabela 17 está apresentada a quantidade de outorgas por município, indicando origem, quantidade e finalidade.

Figura 23 – Outorgas cedidas/SEMAD – 2005 a 2020.



Fonte: SIGA-GO, 2022.

Tabela 17 – Outorgas da Alta Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte (2005-2020).

Município	Quantidade/origem		Finalidade/Quantidade	
	Superficial	Subsuperficial		
Brazabrantes	04	10	Irrigação	02
			Aquicultura	01
			Abastecimento Público	01
			Criação de Animais	02
			Reservatório/Barramento	01
			Outros	07
Caturai	-	01	Reservatório/Barramento	01
Damolândia	04	01	Outros	03
			Reservatório/Barramento	01
			Criação de Animais	01
Goianira	22	08	Outros	06
			Reservatório/Barramento	03
			Abastecimento Público	15
			Criação de Animais	01
			Consumo Humano	02
			Irrigação	01
			Aquicultura	01
			Indústria	01
Goiania	26	03	Outros	16
			Reservatório/Barramento	05
			Abastecimento Público	04
			Criação de Animais	01
			Consumo Humano	02
			Irrigação	01

Inhumas	41	28	Outros	29			
			Reservatório/Barramento	22			
			Abastecimento Público	08			
			Criação de Animais	02			
			Consumo Humano	01			
			Irrigação	04			
			Aquicultura	02			
Itauçu	01	02	Indústria	01			
			Outros	01			
			Reservatório/Barramento	02			
			Nova Veneza	24	09	Outros	11
						Reservatório/Barramento	05
						Abastecimento Público	09
						Consumo Humano	02
Irrigação	02						
Indústria	03						
Mineração	01						
Nerópolis	61	15	Outros	23			
			Reservatório/Barramento	11			
			Abastecimento Público	34			
			Consumo Humano	04			
			Irrigação	01			
			Indústria	03			
			Ouro Verde de Goiás	02	02	Outros	02
Reservatório/Barramento	01						
Criação de Animais	01						
Santo Antonio de Goiás	20	24	Outros	09			
			Reservatório/Barramento	14			
			Abastecimento Público	10			
			Criação de Animais	01			
			Irrigação	10			
TOTAL	205	103	-	308			

Fonte: SEMAD, 2022 - Organizado pelo autor, 2023.

A solicitação de uma outorga se dá através de um formulário próprio que contém informações mínimas necessárias, para a avaliação técnica na SEMARH, onde é especificada localidade, fonte, vazão, período e finalidades. Na ABHRMP, as outorgas cedidas são principalmente para irrigação e abastecimento urbano.

Os dados apresentados na Tabela 17 apontam o município de Inhumas com a maior quantidade de outorgas com a finalidade de reservatório/barramento, num total de 22 e para outras finalidades, 29 outorgas. Para o abastecimento público, o município com maior quantidade é Nerópolis, com 34 outorgas; para irrigação, Santo Antonio de Goiás com 10 outorgas; para a finalidade de criação de animais, Inhumas e Brazabrantes com 02 outorgas cada um. Para aquicultura, Inhumas com 02 outorgas; com a finalidade de consumo humano, Nerópolis conta com 04 outorgas e, mineração, Nova Veneza com 01 outorga.

As vazões de referências adotadas para a outorga são valores geralmente oriundos de vazões representativas da curva de permanência de vazões, tais como Q50, Q90, Q95 (CRUZ; TUCCI, 2008). A vazão de permanência Q95% é realizada pela observação da vazão que em 95% do tempo em um ponto. Esse processo é de grande importância para a análise da disponibilidade hídrica, que no estado de Goiás é de 50% da Q95% (SEMAD, 2012). A Q95%, ou vazão de permanência, corresponde à área da Bacia que, no caso, é de 1.674,07

Km² multiplicada pela vazão específica da região, que é de 4,32 Km², obtendo como resultado uma Q95% igual a 7.231,98 L/s (RESOLUÇÃO Nº 09/2005 - CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS – CERH-GO).

De acordo com dados obtidos na SEMAD (2023), há 490 novos pedidos de outorgas na ABHRMP, sendo que 45% desse total são de interferência direta de rios e reservatórios. Se todas as solicitações fossem atendidas, a soma destas vazões chegaria a 6,6 mil litros por segundo (L/s), ou seja, o valor é três vezes o permitido pela Saneago. O aumento de pedidos se deve ao aumento da demanda e redução dos volumes de água em superfície.

O aumento considerável de outorgas para as diversas finalidades conduz a um cenário de conflitos pelo uso da água e consequentemente a uma situação crítica da ABHRMP. O balanço hídrico da ABHRMP é dado em razão da diferença entre a disponibilidade para a outorga de direito de uso e as demandas instaladas (PERH, 2016). O PERH refere-se à ABHRMP como uma área com trechos de rio em cenários críticos no que se refere aos usos de recursos hídricos.

De acordo com o PERH (2023), na ABHRMP, destacam-se cinco fatores importantes (naturais e antrópicos) que se agrupam e contribuem para a instalação de crise hídrica: fenômenos naturais decorrentes da estação seca, como baixa precipitação e baixa umidade relativa do ar, e fenômenos antrópicos, tais como: a alta densidade demográfica na bacia, o deficiente conhecimento dos usos por meio da outorga e uma governança insatisfatória.

3.2.4 Irrigação por pivô central

Uma das formas utilizadas na irrigação em áreas agrícolas é o pivô central, que possibilita o plantio e o cultivo mesmo nos períodos de estiagem. Para Setti et al. (2001), O sistema de pivô central consiste no método em que a área é irrigada por um sistema móvel, constituído por uma barra com aspersores que se movimentam em torno de um ponto fixo.

Para Amendola (2016), o sistema de pivô central possibilita a automação do processo de aplicação de água, permitindo irrigar grandes áreas com menor custo e com a utilização de tecnologias avançadas. O autor ressalta ainda, que estes sistemas se caracterizam por apresentar facilidades operacionais na distribuição de água de forma homogênea nas áreas cultivadas.

O avanço e a expansão das monoculturas com irrigação por sistema de pivô central, em áreas de Cerrado, têm preocupado a comunidade científica envolvida com as questões socioambientais no Brasil. A utilização desta técnica não associada a práticas

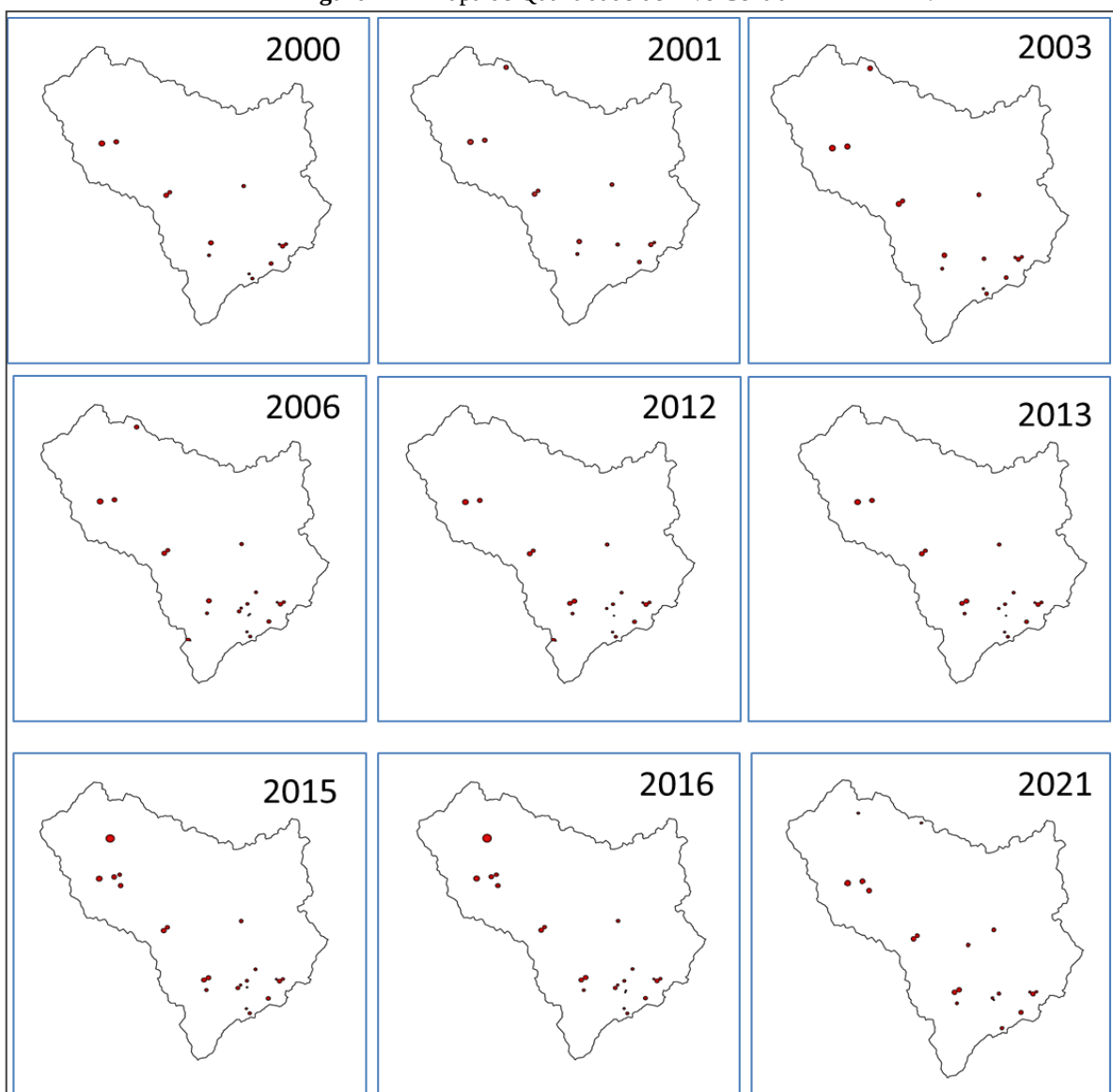
conservacionistas podem provocar problemas ambientais, tais como a: lixiviação e erosão dos solos, dispersão de poluentes oriundos de agrotóxicos e fertilizantes e assoreamento dos reservatórios naturais (COSTA et al., 2012).

Segundo Klemp e Zeilhofer (2009), a ampla utilização dos pivôs centrais se justifica pela mínima mão-de-obra e pelas técnicas operacionais, pela adaptação a terrenos planos e suaves ondulados, além da possibilidade de aplicação de fertilizantes via água. Isso reduz as despesas e aumentam os lucros.

A alta bacia tem destaque na produção agrícola, uma importante atividade econômica da região e do Estado. Mas a utilização de sistema de irrigação por pivô central apresenta um cenário de diversas alterações ambientais, pois a quantidade de pivôs centrais instalados com muita proximidade um do outro, na alta bacia, coloca a região numa situação de comprometimento hídrico extremamente crítico.

Na ABHRMP, a expansão do setor sucroalcooleiro e de áreas para o cultivo de lavouras temporárias e perenes, com o uso da irrigação por pivô central vem ocorrendo de forma indiscriminada, já que tem contribuído para o acirramento dos conflitos pelo uso dos recursos hídricos. Algumas cidades da alta bacia já sofrem as consequências devido ao aumento desses conflitos, visto que a disponibilidade de água para abastecimento humano tem diminuído gradativamente, principalmente nas regiões com alta concentração de pivôs centrais (SEMAD, 2023).

Na Figura 24, são apresentadas as ocorrências de pivô central na ABHRMP, no período de 2000 a 2021 e na Tabela 18 a quantidade com as respectivas áreas em Km². Observa-se, que, nos anos analisados, há uma média de 18 áreas com uso de pivôs, com o maior número sendo registrado no ano de 2006, 2015 e 2016. Em relação à área de abrangência destes pivôs, os destaques estão para os anos de 2015 e 2016, com 13,57 Km² e 13,3 Km² de áreas irrigadas por pivôs, respectivamente.

Figura 24 – Mapa de Quantidade de Pivô Central – ABHRMP.

Fonte: SEMAD; SIGA (2022).

Tabela 18 – Quantidade de Pivô Central e respectivas áreas em Km² ABHRMP - (2000-2021).

Ano	Quantidade	Área menor (Km ²)	Área maior (Km ²)	Média (Km ²)	Total área (Km ²)
2000	13	0,07	1,87	0,77	7,17
2001	12	0,035	0,53	0,79	7,6
2003	15	0,22	1,15	0,59	8,9
2006	21	0,015	0,22	0,77	9,82
2012	19	0,015	4,43	0,73	9,56
2013	18	0,015	4,43	0,73	8,97
2015	21	0,0002	4,43	0,72	13,57
2016	21	0,008	4,43	0,72	13,3
2021	20	0,09	1,05	0,51	10,23

Fonte: Organizado pelo autor, 2023.

Figura 24, nota-se que a localização dos pivôs na alta bacia, em todos os anos mapeados, segue um sentido sudeste-noroeste. Considerando os aspectos do meio físico das

áreas de localização destes pivôs, discutidas nos capítulos anteriores, os mesmos predominam nas menores altitudes, próximos as drenagens com maior volume de água, com declividades inferiores a 12%, ou seja, superfícies de aplainamento e ocorrência de Latossolos. Estas características ambientais são importantes para o desenvolvimento de atividades agrícolas, em especial das culturas temporárias.

A quantidade de pivô central utilizado na ABHRNP, especialmente os voltados para a agricultura compromete o abastecimento de água gerado pelo crescente consumo, conduzindo a situações de conflitos, crises e escassez hídrica (SEMAD 2023; SANEAGO 2023). Esta realidade deve ser levada em consideração no processo de expedição de novas outorgas e de suas renovações. O manejo dos sistemas de pivô central desprovido de uso adequado e /ou de medidas conservacionistas, associadas ao elevado consumo de água, causam alterações importantes no sistema hidrológico pluvial.

De acordo com estudos técnicos realizados pelo IMB (Instituto Mauro Borges, 2014), o comprometimento hídrico por pivôs centrais em Goiás e concluiu que 30% das bacias do Estado possuem pivôs e eles se localizam próximos às nascentes. Dessas, 9% estão em estado crítico, com demanda superior à oferta (IMB, 2014).

3.2.5 Índice de Qualidade da Água (IQA) da ABHRMP

A água é um elemento químico indispensável para a manutenção da vida e o ser humano procura explorá-la nos diversos ambientes onde ela pode ser encontrada, estando sempre sujeita a alterações em sua qualidade e também na quantidade disponível. Mas, a qualidade de água para consumo humano depende de sua estrutura mineralógica, das formas de uso e das condições como ela retorna ao sistema hidrológico, após o uso humano (FREITAS et al., 2001).

As influências antrópicas sobre a qualidade da água estão fortemente associadas à expansão dos espaços urbanos e das atividades agropecuárias, industriais e mineração. Pereira Glória et al (2017) compreendem que o termo qualidade de água não se trata apenas de estado de pureza, mas de suas características físicas, químicas e biológicas. Os autores explicam que a avaliação da água depende das substâncias presentes nela, o que determina o parâmetro da qualidade.

Os múltiplos usos dos recursos hídricos geram variações das características físicas, químicas e biológicas das águas e estas características possibilitam avaliar o grau de comprometimento da qualidade do recurso hídrico (CARVALHO, 2005). O CONAMA

através da Resolução nº 20 estabelece parâmetros aceitáveis de elementos estranhos, considerando os diferentes usos, desde que não interfiram na qualidade da água, sendo: cinco classes de água doce, uma classe salina (salinidade $<0,5\%$), duas classes salinas (salinidade superior a 30%) e duas salobras (salinidade entre $0,5$ e 30%).

O Índice de Qualidade das Águas (IQA) é o principal indicador qualitativo para avaliar a qualidade delas utilizando múltiplos parâmetros. O IQA foi desenvolvido para avaliar a qualidade da água para o abastecimento público, após o tratamento convencional (SEMAD, 2022). Os parâmetros utilizados no cálculo do IQA são: temperatura, potencial de hidrogênio (pH), oxigênio dissolvido (OD), fósforo total (F.T.), coliformes fecais, sólidos dissolvidos totais (S.D.T.), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e turbidez (SEMAD, 2022). O IQA utiliza os nove parâmetros que apresentam pesos característicos (w_i), que foram fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água (ANA, 2017). Na Tabela 19, a seguir, são apresentados os parâmetros e pesos do IQA.

Tabela 19 – Parâmetros e Pesos – IQA.

Parâmetro	Peso (w_i)
OD	17
CF	0,15
pH	0,12
DBO	0,10
Nitrogênio Total	0,10
Fosfato Total	0,10
Temperatura	0,10
Turbidez	0,08
Sólidos Totais	0,08

Fonte: Agência Nacional de Águas (2017). Organizado pelo autor, 2023.

Os parâmetros do IQA mensuram a poluição causada por esgotos domésticos e as cargas orgânicas de origem industrial. No entanto, este índice não mensura a presença de poluição de origem agrícola, industrial, de mineração entre outras (CETESB, 2003; AMÉRICO-PINHEIRO; BENINI, 2018). Na Tabela 20, estão os parâmetros de qualidade da água estabelecidos pela Agência Nacional de Águas.

Tabela 20 – Classificação do IQA

Categoria	Ponderação
Ótima	$79 < \text{IQA} \leq 100$
Boa	$51 < \text{IQA} \leq 79$
Regular	$36 < \text{IQA} \leq 51$
Ruim	$19 < \text{IQA} \leq 36$
Péssima	$\text{IQA} \leq 19$

Fonte: Agência Nacional de Águas (2017)

A ANA criou o Programa de Estímulo à Divulgação de Dados de Qualidade de Água (QUALIÁGUA), pela Resolução nº 1040/2014 em parceria com os órgãos ambientais estaduais, com o intuito de disponibilizar dados acerca da qualidade da água em âmbito nacional. A SEMAD (2022), por meio do Centro de Informações Hidrológicas e Meteorológicas de Goiás (CIMEHGO, 2022), e, em parceria com o QUALIÁGUA, realiza o monitoramento da qualidade das águas no Estado de Goiás. Ao todo, são monitorados 120 pontos em 80 municípios goianos, distribuídos por todas as regiões do estado.

A tabela 21 apresenta os resultados IQA da água do Alto Meia Ponte em 10 pontos, realizados pela SEMAD, no ano de 2022. De acordo com os dados apresentados em oito pontos, ao longo do curso do Rio Meia Ponte, o IQA está entre as categorias boa e ótima, em decorrência de regiões com vegetação natural (APPs).

Em dois pontos alisados de Goiânia, o Setor Goiânia 2 e na GO 020, é possível notar a queda do IQA da qualidade da água do Rio Meia Ponte, que ficou classificado na categoria ruim. Esta queda está relacionada à intensa urbanização e atividade industrial que recebe maior carga poluidora, em função do lançamento de esgostos domésticos e industriais, que refletem na queda do índice de qualidade da água.

Tabela 21 – Pontos de monitoramento da qualidade da água Rio Meia Ponte – 2022

Município	Local	IQA	Categoria
Itauçu	Nascente	78	ÓTIMA
Itauçu	Recanto Silvestre	76	BOA
Itauçu	Av. B. Horizonte	70	BOA
Inhumas	Captção Saneago	78	BOA
Inhumas	Av. B. Sayão	75	BOA
Brazabranes	GO 420	79	ÓTIMA
Goiânia	Saneago	79	ÓTIMA
Goiânia	Av. Perimetral	71	BOA
Goiânia	Setor Goiânia 02	23	RUIM
Goiânia	GO 020	24	RUIM

Fonte: SEMAD, 2022.

As alterações químicas nos sistemas aquáticos conduzem ao desequilíbrio dos corpos da água resultando no aumento do custo de aquisição e tratamento dela para os diversos consumos. O controle dos níveis de qualidade de água passou a ser regulamentado por parâmetros e indicadores que visam assegurar os usos (CONAMA, 1986).

Em 2016, a SANEAGO analisou os parâmetros químicos da água: pH, turbidez, sólidos totais, dbó e coliformes fecais, de mananciais do Estado. Estes parâmetros indicam as influências de atividades humanas na qualidade da água em áreas urbanas. Os parâmetros são realizados com análises de presenças e concentrações de substâncias ou outros indicadores representativos da qualidade da água.

Na Tabela 22, é apresentado o resultado da análise dos parâmetros químicos da qualidade da água de dois pontos do rio Meia Ponte em Brazabranes e Inhumas, em 2016, que serviram como bases de conhecimento sobre o IQA e a importância de realizar o monitoramento periódico na ABHRMP.

Tabela 22 – Análise da Qualidade das Águas: Inhumas/Brazabranes – 2016.

Nº de Mostra	Data da Coleta	Corpo Hídrico	Município	Coliformes Totais NPM/100ml	DBO	E. Coli	Sólidos Totais Mg/L	Turbidez (UNT)	pH
12	08/03/2016	R. M. Ponte	Inhumas	> 2.420	1,0	980	44	112	72
39	17/03/2016	R. M. Ponte	Brazabranes	> 2.420	4,0	1.553	184	103	7,1

Fonte: SANEAGO (2016).

Observou-se a presença da bactéria *Escherichia Coli* do grupo de Coliformes Fecais (Tabela, 22). Sua presença é um indicativo de contaminação por fezes, portanto um risco à saúde (PORTARIA 2.914/2011). O DBO (Demanda Bioquímica de oxigênio) apresentou valores aceitáveis de acordo com a resolução CONAMA 357. A DBO mede o consumo de O₂ para oxidar compostos orgânicos biodegradáveis, sendo que, sobre certas condições, mede também a demanda de oxigênio.

O Ph da água do rio Meia Ponte, na cidade de Inhumas, apresentou-se acima do valor estabelecido pela Resolução CONAMA 357. Para a proteção da vida aquática, o pH deve estar entre 6 e 9. Já, na cidade de Brazabrantes, apresentou valor aceitável. Segundo Baird (2011), a acidez exagerada pode ser um indicativo de contaminações que torna a água imprópria para consumo devido à elevada dureza.

Para Carvalho e Oliveira (2003), quando a água contém menos de 500 mg/L de sólidos totais é considerada satisfatória para o uso doméstico e para muitos fins industriais. Os sólidos totais nas duas cidades apresentaram abaixo de 500 mg/L. Segundo Alcântara et al. (2007), a turbidez é uma propriedade óptica da água que caracteriza a redução ou falta de luz na coluna d'água devido à presença de partículas suspensas. Mas os resultados das análises apresentaram acima dos valores aceitáveis, conforme a Resolução CONAMA 357.

De acordo com as informações das (Tabelas 21 e 22), em 2016, o rio Meia Ponte já se apresentava potencialmente comprometido, em função do uso antrópico. Há inúmeras atividades poluidoras da água com estabelecimentos concentrados principalmente em Goiânia e Região Metropolitana com grande carga de poluição de indústrias, esgotos domésticos e atividades relacionadas à agricultura.

O monitoramento da alta bacia deve ser mais abrangente e contínuo, com observações de outros aspectos possíveis de alterações em ambientes aquáticos, tendo em vista o intenso uso das águas para a região. De acordo com o documento “Carta das Águas do Rio Meia Ponte, 2023”, resultado da primeira expedição científica realizada no Rio Meia Ponte de uma ação da Câmara Municipal de Goiânia um dos mais graves problemas levantados foi o grande e variado volume de resíduos descartados de forma irregular nas margens e no leito do rio em Áreas de Preservação Permanente (APPs).

A Atrazina é um herbicida amplamente utilizado na agricultura, foi detectada em todos os pontos amostrados do Rio Meia Ponte, através de análises realizadas pela exposição feita pela Câmara Municipal de Goiânia em parceria com a Universidade Federal de Goiás. A exposição crônica a este produto em humanos tem sido associada a problemas de saúde, incluindo o aumento do risco de câncer, desregulação hormonal e disfunção reprodutiva. A

quantidade de esgoto lançado no Rio Meia Ponte, em consequência, coliformes acima do tolerável é outra situação que prejudica a saúde pública (CARTA DAS ÁGUAS DO RIO MEIA PONTE, 2023).

Foram mapeadas dezenas de pontos de lançamento irregular de efluentes industriais e domésticos no Rio Meia Ponte e em vários mananciais afluentes, caracterizados pela turbidez da água, forte e desagradável odor, desconforto e riscos aos moradores ribeirinhos (CARTA DAS ÁGUAS DO RIO MEIA PONTE, 2023). Estes estudos comprovam graves consequências para a saúde humana pela ingestão de peixes provenientes de áreas com alta concentração de esgoto, lixo e poluentes industriais, a qualidade da água do Rio Meia Ponte se encontra em condições muito ruins e apresentando alto grau de poluição.

A gestão e o planejamento na ABHRMP ocorrem de forma fragmentada e ineficiente. O planejamento ambiental em bacias hidrográficas pode contribuir para subsidiar a elaboração dos planos de recursos hídricos e estabelecimento de políticas públicas que garantam a proteção da água, bem como sua disponibilidade, em quantidade e qualidade, para múltiplos usos, manutenção de ciclos naturais e a vida, em todas as suas formas. O planejamento ambiental na ABHRMP precisa de maior enfoque através do poder público e de iniciativas da sociedade civil organizada, governo e população. É necessário um permanente e contínuo processo de planejamento, que considere os aspectos naturais, sociais, econômicos e políticos atuantes na bacia hidrográfica, de forma integrada e participativa.

3.2.5 Rede de Monitoramento na ABHRMP

De acordo com Tundisi (2015), tanto as enchentes quanto as secas são fatores determinantes para o agravamento de uma crise hídrica causando problemas referentes à disponibilidade. Assim, o monitoramento surge como instrumento fundamental no planejamento e gestão em bacias hidrográficas. De acordo com Stewart (2015), o monitoramento hidrológico é fundamental para o planejamento, aproveitamento e para a conservação dos recursos hídricos, para que possam ser gerenciados de forma adequada.

A disponibilidade hídrica em uma bacia hidrográfica pode ser representada pelas vazões médias e mínimas, mas o conhecimento sobre as vazões em bacias é indisponível para um adequado planejamento e gestão compartilhada dos recursos hídricos, diminuindo, dessa forma, os conflitos entre os diversos usuários (NOVAES, 2005).

Para o monitoramento hidrológico na ABHRMP, a montante da captação Goiânia,

conta com sete estações pluviométricas, quatro estações fluviométricas convencionais instaladas e três estações telemétricas (SANEAGO, 2023). A SANEAGO, a partir do ano de 2018 começou a implantar a Rede de Monitoramento Hidrológico da Saneago (RMHS). Atualmente, conta com informações de estações fluviométricas e de Estações pluviométricas. Na Tabela 23, são apresentados os dados de vazão, do ano de 2018, do rio Meia Ponte e alguns tributários localizados nos municípios de Brazabrantas, Damolândia, Goiânia, Inhumas, Itauçu, Nerópolis e Ouro Verde de Goiás.

Tabela 23 – Vazão - ABHRMP – 2018.

Município	Manancial	Vazão (L/s)	Ano
Brazabrantas	Córrego Cachoeira	20	2018
Damolândia	Córrego Ribeirão Capeirão	20	2018
Goiânia	Rio Meia Ponte – Montante Capital	2000	2018
Inhumas	Rio Meia Ponte	140	2018
Itauçu	Rio Meia Ponte Sede	53	2018
Nerópolis	Córrego Água Branca	36	2018
Ouro Verde de Goiás	Ribeirão dos Gonçalves	20	2018

Fonte: SANEAGO (2018). Organizado pelo autor, 2023.

De acordo com a RMH (Rede de Monitoramento Hidrológico) e dados coletados na plataforma da SEMAD sobre vazão de alguns tributários e o do rio Meia Ponte no ano de 2018, é possível notar que a alta bacia já se encontrava em situação crítica nesse mesmo ano (Tabela 23). A situação fica mais crítica a montante capital, com vazão de escoamento de 2.000 Ls. Situação crítica em relação à vazão, que acentuou no decorrer dos anos, que somado com as formas de apropriação do solo e com as questões climáticas, configura-se em conflitos e crises hídricas.

A diminuição da vazão do rio Meia Ponte, ao longo dos anos, levou o poder público a estabelecer seis níveis de segurança e ações para mitigar a crise, que vão desde o nível I, de Atenção – quando a vazão de escoamento é menor ou igual a 12.000 L/s; até o nível VI, nível crítico 4 – quando a vazão de escoamento é menor ou igual à 2.000 L/s (Tabela 24), o que exige a redução de 50% dos volumes diários outorgados que realizam captação direta do corpo d'água ou dispensados de outorga (SEMAD, 2023).

Tabela 24 – Níveis de Segurança Hídrica.

NÍVEL	SITUAÇÃO	QUANTIDADE -L/S
I	ATENÇÃO	Vazão de escoamento menor ou igual a 12.000
II	ALERTA	Vazão de escoamento menor ou igual a 9.000
III	CRÍTICO 1	Vazão de escoamento menor ou igual a 5.500
IV	CRÍTICO 2	Vazão de escoamento menor ou igual a 4.000
V	CRÍTICO 3	Vazão de escoamento menor ou igual a 3.000
VI	CRÍTICO 4	Vazão de escoamento menor ou igual a 2.000

Fonte: SEMAD (2018). Organizado pelo autor, 2023.

Pelo Decreto nº 9.670/2020 foi declarado como situação de risco de emergência hídrica nas Bacias Hidrográficas do Alto Rio Meia Ponte e definiram-se ações para garantir o uso prioritário da água (SEMAD, 2020), estabelecendo os protocolos de providências a serem tomadas em relação ao nível de criticidade (tabela 25).

Tabela 25 – Providências em relação ao Nível de Criticidade da ABHRMP - (SEMAD, 2018).

Nível de Criticidade	Providências
Nível de Atenção	- Iniciar a articulação para campanha sobre uso racional da água e iniciar divulgação da situação hídrica da Bacia à sociedade e aos usuários de água (meios de comunicação e mídias sociais); - Iniciar reuniões com os usuários de água da Bacia, de forma articulada com as prefeituras, associações de produtores rurais e outras entidades de interesse que atuam na bacia hidrográfica. Iniciar campanhas de fiscalização e orientação aos usuários de água; - Ampliar a articulação para campanha sobre uso racional da água e continuar a divulgação da situação da Bacia à sociedade e usuários de água (meios de comunicação e mídias sociais);
Nível de Alerta	- Dar continuidade às reuniões com os usuários de água da Bacia, de forma articulada com as prefeituras, associações de produtores rurais e outras entidades de interesse que atuam na bacia hidrográfica. Dar continuidade às campanhas de fiscalização e orientação aos usuários de água. - Manter a vazão de captação de 2.000 L/s para o abastecimento público da Região Metropolitana de Goiânia – RMG, com a vazão a jusante do ponto de controle podendo chegar até o mínimo de 2.000 L/s; - Ampliar a articulação para a campanha sobre uso racional da água e continuar a divulgação da situação da Bacia à sociedade e usuários de água (meios de comunicação e mídias sociais);
Nível Crítico 1	- Dar continuidade às reuniões com os usuários de água da Bacia, de forma articulada com as prefeituras, associações de produtores rurais e outras entidades de interesse que atuam na bacia hidrográfica. Dar continuidade às campanhas de fiscalização e orientação aos usuários de água. - Reduzir em 25% as vazões de captação dos usuários de águas subterrâneas, bem como dos usuários de águas superficiais que captem diretamente nos cursos d'água a montante do ponto de controle, outorgados ou dispensados de outorga (detentores de declaração de uso insignificante), para todas as finalidades de usos, exceto para abastecimento público e dessedentação animal; - Manter a vazão de captação de 2.000 L/s para o abastecimento público da Região Metropolitana de Goiânia – RMG, com a vazão a jusante do ponto de controle podendo chegar até o mínimo de 1.000 L/s;
Nível	

Crítico 2	- Ampliar a articulação para campanha sobre uso racional da água e continuar a divulgação da situação da Bacia à sociedade e usuários de água (meios de comunicação e mídias sociais); - Dar continuidade às reuniões com os usuários de água da Bacia, de forma articulada com as prefeituras, associações de produtores rurais e outras entidades de interesse que atuam na bacia hidrográfica. Dar continuidade às campanhas de fiscalização e orientação aos usuários de água; - A Saneamento de Goiás S/A – SANEAGO deve apresentar Plano de Racionamento de uso da água aos órgãos reguladores (AGR e ARG), conforme Resoluções nº 110/2017 AGR e 001/2019 ARG, em razão da possibilidade de redução dos volumes captados para abastecimento público da Região Metropolitana de Goiânia – RMG, e sua implementação de acordo com a necessidade operacional do sistema.
Nível	- Reduzir em 50% as vazões de captação dos usuários de águas subterrâneas, bem como dos usuários de águas superficiais que captem diretamente nos cursos d'água a montante do ponto de controle, outorgados ou dispensados de outorga (detentores de declaração de uso insignificante), para todas as finalidades de usos, exceto para abastecimento público e dessedentação animal;
Crítico 3	- Reduzir gradativamente a vazão de captação para o abastecimento público da RMG até 1.000 L/s, com a vazão remanescente a jusante do ponto de controle podendo chegar até o mínimo de 1.000 L/s; - Ampliar a articulação para campanha sobre uso racional da água e continuar a divulgação da situação da Bacia à sociedade e usuários de água (meios de comunicação e mídias sociais); - Dar continuidade às reuniões com os usuários de água da Bacia, de forma articulada com as prefeituras, associações de produtores rurais e outras entidades de interesse que atuam na bacia hidrográfica. Dar continuidade às campanhas de fiscalização e orientação aos usuários de água.

Fonte: Organizado pelo autor, 2023.

Os municípios que integram a RMG são os que mais causam impactos diretos e indiretos sobre a qualidade da água, além disso, a expansão dos núcleos urbanos substituiu a cobertura vegetal original por uma superfície pouco permeável (SEMAD, 2023). À medida que o rio se aproxima de Goiânia, suas águas tendem a perder a qualidade gradativamente, apresentando uma degradação notável. Santos (2022) explica que é possível eventos extremos na RMG, com chuvas intensas e alagamentos no período chuvoso.

O crescimento demográfico tem favorecido a expansão de construções urbanas próximas à ABHRMP, logo, provocando a diminuição da vazão do Rio Meia Ponte e de seus tributários. De acordo com os estudos realizados pela (UFG, 2012), esse problema começou na década de 1990, com a ausência de mata ciliar, além do acúmulo de entulhos e lançamento de esgotos, tem contribuído também para a diminuição constante das vazões dos principais mananciais da alta bacia.

A cobertura asfáltica também se tornou um fator de grande responsabilidade na diminuição das vazões, pois estas alterações no solo contribuem para o aumento de áreas impermeabilizadas. Para Lerner (1990), conforme avança o processo de impermeabilização do solo os impactos sobre o ciclo hidrológico vão se agravando e uma das consequências é a redução do nível do lençol freático, que deixa de ser reestabelecido pelas chuvas. Tucci (1995) explica que com a crescente impermeabilização, a bacia perde a sua funcionalidade,

pois os pontos de retenção natural e a capacidade das plantas de ajudar a reter parte da água se perdem com estas interferências.

3.2.6 Caracterização demográfica e econômica da ABHRMP

Os estudos dos aspectos demográficos é uma ferramenta importante para o entendimento das ações antrópicas sobre o ambiente, em especial sobre os recursos hídricos. Na Tabela 26, são apresentados os dados populacionais do período de 1991 a 2022 (IBGE, 2022), dos onze municípios que compõem a ABHRMP. De acordo com os dados, a população dos municípios que compõem a área da bacia, de 1991 a 2022, teve um aumento de 59,42%.

Tabela 26 – População dos municípios da ABHRMP (1991, 2010 e 2022).

Município	QUANTIDADE - ANO						2022	Densidade Demográfica Hab/km2/2010
	1991			2010				
	Urban a	Rural	Total	Urbana	Rural	Total		
Brazabrantes	1.271	1.063	2.334	2.179	1.061	3.240	3.981	26,26
Caturai	2.489	1645	4.134	3.655	1.015	4.670	5.259	22,61
Damolândia	1.674	919	2.583	2.182	565	2.747	2.724	32,51
Goianira	12.896	10.135	22.761	33.451	609	34.060	69.511	162,94
Goiânia	913.485	8.737	922.225	1.296.969	4.923	1.301.892	1.414.483	1.774,74
Inhumas	32.722	5.646	38.368	45.079	3.133	48.212	53.315	78,68
Itaçu	5.912	2.766	8678	6.426	2.123	8.549	8.693	22,34
Nerópolis	11.306	1.681	12.987	23.208	981	24.189	33.898	118,55
Nova Veneza	3.658	1.345	5.003	7.026	1.103	8.129	9.152	65,89
Ouro Verde de Goiás	2.144	2.115	4.259	2.683	1.357	4.040	4.060	19,32
Santo Antônio de Goiás	-	-	-	4.258	432	4.690	7.448	35,41
Total	1.011.474			1.444.623			1.612.524	

Fonte: IBGE (2023).

Os dados da tabela 26 permitem identificar que a ABHRMP é uma região populosa, em que dez municípios: Brazabrantes, Caturaí, Goianira, Goiânia, Inhumas Itaçu, Nerópolis, Nova Veneza, Ouro Verde de Goiás e Santo Antônio de Goiás, apresentaram crescimento populacional. A população da região predominantemente é urbana, com destaque para Goiânia, Goianira, Inhumas e Nerópolis. De acordo com os dados levantados pelo IBGE (2023), o crescimento da população dos municípios da Região da alta bacia está acima dos índices do estado.

Com esse crescimento, aumenta a pressão sobre os usos da água, com a necessidade de ampliação dos sistemas de abastecimento, o que sinaliza para o agravamento da situação do balanço hídrico, dos conflitos e da escassez na alta bacia, bem como das pressões que a região exerce sobre o restante da bacia, a jusante, tanto em quantidade como em qualidade (IBGE, 2023).

Através das análises dos dados demográficos e econômicos dos municípios que compõem a ABHRMP, foi possível caracterizar a região identificando a dinâmica demográfica. Desse modo, pode-se relacionar o crescimento populacional da maioria dos municípios com os aspectos produtivos desenvolvidos de cada um. Portanto, nota-se evidente relação entre o crescimento populacional de alguns municípios com o desenvolvimento das atividades econômicas praticadas.

Esse crescimento está relacionado à modernização da estrutura produtiva do setor agropecuário e às atividades industriais ligadas a esse setor, que possibilita um mercado de trabalho que intensifique a migração de pessoas em busca de oportunidades de emprego, fenômeno que ocorreu nos municípios da alta bacia (IMB, 2018; IBGE, 2018). Logo, o crescimento populacional apresentado indica que a região merece atenção, não só por isso, mas também por mostrar fragilidade ambiental em relação aos recursos hídricos na ABHRMP (AAPAC, 2008).

Na Tabela 27, estão demonstrados os quantitativos de rebanho bovino, suíno, aves e produção de leite dos municípios da alta bacia, dados de 2020 (IMB, 2023). Assim, os números revelam crescimento do efetivo de criação de aves, na maioria dos municípios analisados, com destaque para Inhumas, que apresenta um crescimento superior aos demais municípios. Esse crescimento está relacionado com indústrias produtoras de carne de frango próximas à região da ABHRMP. Destaca-se a indústria São Salvador Alimentos S.A., uma das principais empresas produtoras de carne de frango do Brasil, com atuação em todas as etapas da cadeia produtiva. É composto por dois complexos produtivos instalados nas cidades de Itaberaí e de Nova Veneza.

Tabela 27 – Quantitativo de rebanho bovino, suíno e aves e produção de leite dos municípios ABHRMP – 2020

Município	Rebanho bovino/ cabeça	Rebanho suíno/ cabeça	Efetivo de aves/ cabeça	Leite 2020 mil l
Brazabrantas	17.250	750	612.500	3.922
Caturai	32.100	1.990	205.500	7.613
Damolândia	15.650	1.100	325.500	3.272
Goianira	19.120	1.790	146.500	2.380
Goiânia	26.300	2.600	94.100	8.500
Inhumas	88.020	5.400	5.331.850	28.298
Itaçu	61.445	1.680	32.905	3.851
Nerópolis	20.646	4.058	110.000	9.727
Nova Veneza	21.430	1.650	825.500	4.865
Ouro Verde de Goiás	37.491	3.687	135.100	18.322
Santo Antônio de Goiás	19.200	900	308.550	5.621

Fonte: IMB – 2020. Organizado pelo autor, 2023.

Quanto ao efetivo de cabeças de bovinos e suínos, os municípios que compõem a alta bacia são de grande importância para a economia de todo o estado de Goiás. Na ABHRMP, destacam-se: os municípios de Inhumas, Itaçu, Ouro Verde de Goiás e Caturai, na criação de rebanho bovino. Já na criação de rebanho suíno, destacam-se: Inhumas, Nerópolis, Ouro Verde de Goiás e Goiânia. Estes dados evidenciam o forte potencial econômico nesse segmento na alta bacia. Portanto, o efetivo de bovinos no Estado se alterna na posição nacional e vale ressaltar que Goiás se destaca na criação de bovinos de corte em confinamento, com uso intensivo de tecnologia (IMB, 2023).

A ABHRMP é uma importante região na produção de leite, com destaque dos municípios de Inhumas, Ouro Verde de Goiás, Nerópolis, Goiânia e Caturai. Na região da ABHRMP, a produção de leite cresceu anos nos últimos anos (Tabela 27), com a inserção de tecnologias e novas técnicas de manejo, inclusive com a instalação de indústrias ligadas na produção de produtos derivados do leite. A busca de novas tecnologias acontece devido à competitividade e concorrência entre as propriedades rurais e entre as agroindústrias nas formas de produção do leite para garantir seu lugar no mercado, e se adequarem a este novo cenário do mercado de lácteos (EMBRAPA, 2022).

Tabela 28 – Produção agrícola em hectare dos municípios da ABHRMP - 2020

Município	Café ha	Lavouras Temporárias ha	Soja ha	Cana ha	Milho ha
Brazabrant	-	2.147	12	-	122
Caturai	-	2.193	163	950	505
Damolândia	-	707	120	54	54
Goianira	-	1.138	2.120	924	143
Goiânia	-	1.915	400	-	300
Inhumas	165	15.454	930	7.050	2.360
Itauçu	96	7.815	700	-	655
Nerópolis	70	1.117	850	-	-
Nova Veneza	-	1.047	80	-	24
Ouro Verde de Goiás	-	1.427	-	-	980
Santo Antônio de Goiás	-	1.385	80	-	138

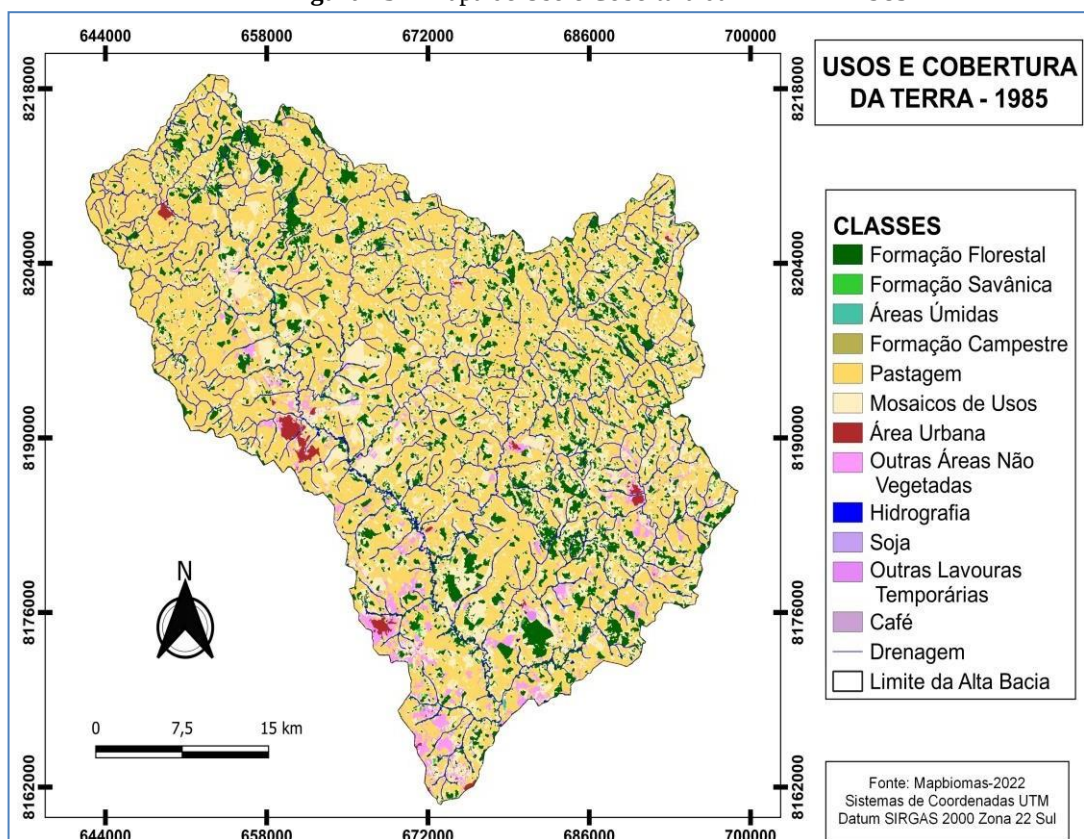
Fonte: IMB – 2020. Organizado pelo autor.

Na tabela 28, são apresentados dados referentes à produção agrícola de 2020 dos principais produtos cultivados nos municípios da alta bacia. Destacam-se a produção da soja e do milho, em quase todos os municípios da ABHRMP. Nota-se o aumento expressivo do cultivo da cana e de lavouras temporárias na alta bacia, nos municípios de Inhumas, Itauçu, Brazabrant e Caturai. A expansão de áreas para o cultivo da cana-de-açúcar na ABHRMP, tem contribuído para o acirramento dos conflitos pelo uso dos recursos hídricos e a intensificação de problemas ambientais.

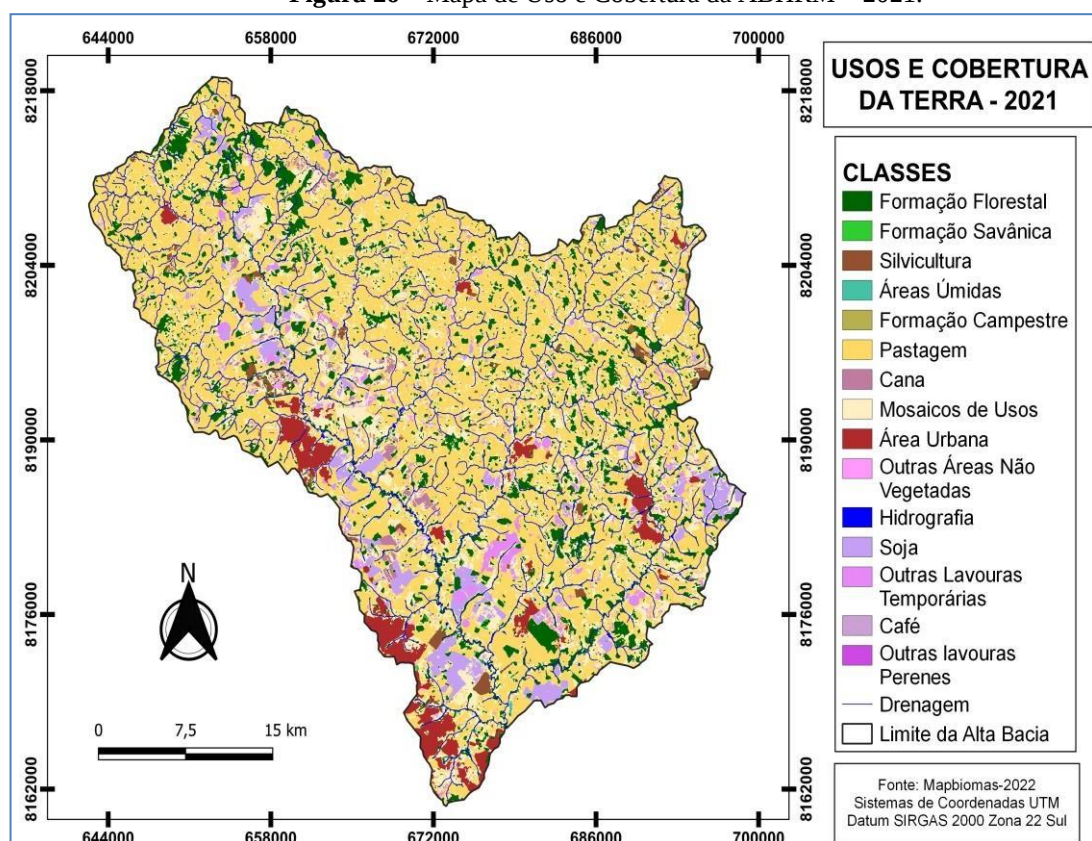
Os autores Bonnet et al. (2008) identificaram que bacias hidrográficas convertidas para uso agropecuário apresentaram os piores resultados para a qualidade da água. Os autores explicam que as atividades agropecuárias, além de comprometerem o volume de água, também afetam expressivamente a qualidade desse recurso. O uso e manejo do solo, a remoção da vegetação natural, a utilização de fertilizantes e agrotóxicos são os principais fatores que causam impactos, tais como: a poluição e a contaminação das águas (MOTA, 2011).

No período de 1985 a 2021 (Figura 23 e 24), ocorreu uma redução expressiva da vegetação nativa na alta bacia em função do aumento das áreas agrícolas. Com base nos dados, é possível evidenciar a relação entre o crescimento demográfico com o desenvolvimento das atividades econômicas propagadas que intensificam o processo de migração de pessoas em busca de trabalho (Tabelas 26, 27 e 28).

Figura 25 – Mapa de Uso e Cobertura da ABHRM - 1985



Fonte: Mapbiomas, 2023.

Figura 26 – Mapa de Uso e Cobertura da ABHRM – 2021.

Fonte: Mapbiomas, 2023.

Através do modelo econômico e das análises do uso e cobertura da terra na ABHRMP, nota-se a dinâmica de uma região altamente antropizada com a expansão urbana sobre áreas naturais e da agropecuária com extensos territórios, além dos conflitos de interesses na utilização dos recursos hídricos. Para Souza e Barros (2019), esses conflitos de interesses na utilização dos recursos hídricos devem ser constantemente acompanhados por alterarem o bioma e, por consequência, interferirem no geossistema da bacia. Essa pressão que as áreas urbanas e agrícolas exercem sobre as áreas naturais reflete na segurança hídrica na alta bacia, de modo que a política de gestão territorial regional deve ser associada à governança da água.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescimento econômico e demográfico apresentado pela análise socioeconômica e a dinâmica de apropriação de uso e cobertura da terra da ABHRMP, conduziram a uma redução considerável de áreas naturais, enquanto as áreas antrópicas obtiveram um alto crescimento. As APPs sofreram redução de vegetação nativa e aumento de atividades antrópicas, principalmente a agropecuária. A restauração da ABHMP é de extrema importância para o

abastecimento público da Região Metropolitana de Goiânia tanto para sua qualidade, quanto para sua quantidade.

Houve intensificação de solicitação de outorga de recursos hídricos na última década, na região da ABHRMP, especialmente para uso de barramentos e abastecimento público. A intensa e acelerada ocupação de uso e cobertura da terra pelas diversas atividades praticadas pelo ser humano alteram os processos naturais em bacias hidrográficas, sobretudo na qualidade da água.

O sistema de irrigação mais utilizado para a agricultura na ABHRMP é o pivô central, que além de água, a estrutura também é usada para a aplicação de fertilizantes, inseticidas e fungicida. Parte da agricultura é desenvolvida principalmente em períodos secos e de forma extensiva, com a implantação da tecnologia dos pivôs centrais, identificados em mapeamentos. O uso de pivôs centrais, para a irrigação, próximos da alta bacia hidrográfica do rio meia ponte tem causado impactos e degradações em menor e maior grau de intensidade ao longo do curso de toda bacia.

O resultado evidente é que a expansão urbana na ABHRMP é desordenada e sem critérios ambientais e principalmente o lançamento de efluentes domésticos e industriais no qual influencia consideravelmente a qualidade das águas superficiais. Com base no IQA e considerando os dados e informações levantadas a alta bacia, o IQA é comprometido pelo lançamento de efluentes industriais e domésticos e resíduos descartados de forma irregular, principalmente na região metropolitana de Goiânia.

Desse modo, dentre os problemas ambientais da ABHRMP estão: a redução de áreas de vegetação natural, questões relacionadas aos recursos hídricos tanto em qualidade, quanto em quantidade disponíveis. Logo, a alta bacia requer ações efetivas para a prevenção e recuperação dos danos ambientais. Esta tarefa é possível por meio do cumprimento das leis ambientais e de políticas públicas efetivas, dada a importância que a alta bacia tem para o Estado.

A situação hídrica da ABHRMP juntamente com as questões climáticas e a interferência antrópica, apresenta redução na vazão de escoamento do manancial, comprometendo a capacidade de atender aos múltiplos usos da água existente, as condições ambientais e a biodiversidade, o abastecimento e as atividades que dependem de suas águas.

CONCLUSÃO GERAL

O uso da água na área de estudo ocorre de forma desordenada e indiscriminada, gerando conflitos significativos em relação ao processo de uso e ocupação da terra. A expansão de áreas das classes de uso como a cana, café, soja e lavouras temporárias, tem contribuído para o acirramento dos conflitos pelo uso dos recursos hídricos. Algumas cidades já sofrem as consequências devido ao aumento desses conflitos, visto que a disponibilidade de água para abastecimento humano tem diminuído gradativamente, principalmente nas regiões com alta concentração de pivôs centrais e sistemas de outorgas.

A condição ambiental da alta bacia ao longo dos anos requer ações mitigadoras e determinação de políticas públicas sustentáveis na preservação. A aplicação efetiva e o aprimoramento da gestão com ações que busquem interferir e corrigir distorções ocasionadas na ABHRMP, planejando, integrando e reorganizando os múltiplos usos dos recursos hídricos são imprescindíveis para superar o paradoxo entre comprometimento do balanço hídrico e a restrição a novos usos que comprometem o desenvolvimento da alta bacia.

No estudo sobre fragilidade ambiental aplicado na ABHRMP foi possível analisar a área de forma mais detalhada quanto ao seu potencial. O modelo proposto por Ross (1994) proporcionou a compreensão do nível de interferência dos componentes antrópicos sobre os naturais. Permitiu verificar que as áreas de estabilidade e instabilidade naturais apresentam-se distribuídas de forma diferenciada ao longo da ABHRMP.

As análises de uso e ocupação da terra das áreas da ABHRMP demonstram que estão sendo impactadas pela ação antrópica e necessitando de manejo. A alta bacia se apresenta extremamente alterada, com ambientes naturais bem fragmentados. A ABHRMP possui grande potencial para produção agropecuária e é exatamente o que impõe à região a criação e ampliação de estratégias capazes de conciliar o desenvolvimento econômico com a conservação do bioma Cerrado.

O estudo apontou que deve haver uma maior eficiência na aplicação da legislação ambiental referente às APPs. Ressalta-se que além de desenvolver uma gestão eficiente e sistemática, a urgência de ações de educação ambiental da população urbana e rural, da implantação de medidas mitigadoras e de restauração ecológica das áreas de preservação permanente da área de estudo. As autoridades responsáveis pela conservação ambiental devem adotar uma postura rígida quanto às APPs.

Portanto, dentre os problemas ambientais da ABHRMP estão a redução de áreas de vegetação natural, questões relacionadas aos recursos hídricos tanto em qualidade, quanto em

quantidade disponível. Por isso, a alta bacia requer ações efetivas para a prevenção e recuperação dos danos ambientais. É possível fazer isso por meio do cumprimento das leis ambientais e de políticas públicas efetivas, dada a importância que a alta bacia tem para o Estado.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO Ambiental Pró-Águas do Cerrado – AAPAC. Situação Ambiental das Águas da Bacia do Rio Meia Ponte, Goiás. Goiânia, 2008.

ALCÂNTARA, E; STECH, J. L.; BARBOSA, C.; NOVO, E.; SHIMABUKURO, Y. Integração de dados de alta frequência temporal e imagens MODIS/TERRA para o estudo da turbidez na planície de Curuai. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais**. Florianópolis, Brasil, p. 6549-6556, 2007.

ALVES, E. R. A.; SOUZA, G. S.; ROCHA, D. P. Lucratividade da agricultura. **Revista de Política Agrícola**, v. 8, n. 3, p. 349-370, 2010, 2012.

AMENDOLA, E. C. **Evolução da Agricultura Irrigada por pivô central no Noroeste Paulista**. 2016. 51 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Agrônômica, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2016.

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2022**: informe anual / Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico-Brasília: ANA, 2023.

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2017.

APPs – Áreas de Preservação Permanentes.

BARBOSA, Priscila Maia. **Segurança Hídrica e Dimensão Social**: um olhar sobre a Região Metropolitana de Goiânia. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 183 p. 2022.

BAIRD, Colin; CANN, Michael. **Química Ambiental**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011. I,

BONNET, Bárbara Rocha Pinto; FERREIRA, Laerte Guimarães; LOBO, Fábio Carneiro. **Relações entre Qualidade da Água e Uso do Solo em Goiás**: uma análise à escala da bacia hidrográfica. *Revista Árvore*, 2008.

BOTELHO, R. G. M.; DA SILVA, A. S. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

CÂMARA MUNICIPAL DE GOIÂNIA, UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, SANEAMENTO DO ESTADO DE GOIAS - CARTA DAS ÁGUAS DO RIO MEIA PONTE, 2023.

CARVALHO, Anésio R; OLIVEIRA, Maria C. V. **Princípios básicos de saneamento do meio**. 3. ed. São Paulo: Editora SENAC, 2005.

CARVALHO, G. L.; SIQUEIRA, E. Q. Qualidade do Rio Meia Ponte no perímetro urbano do município de Goiânia-Goiás. **REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 2, n. 1, p. 19-33, 2003.

CAVALCANTI, B. S.; MARQUES, G. R. Recursos hídricos e gestão de conflitos: A bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul a partir da crise hídrica de 2014-2015. **Revista de Gestão dos Países de Língua Portuguesa**, Rio de Janeiro, RJ, v. 15, n. 1, p. 4–16, 2016.

CETESB. **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo 2002**. São Paulo, 2003.

CIMEHGO – **Centro de Informações Meterológicas e Hidrológicas do Estado de Goiás**, 2022.

CERH-GO – **Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Goiás**, 2005.

COSTA, H. C. et al. Espacialização e sazonalidade da precipitação pluviométrica do estado de Goiás e Distrito Federal. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v.5, n.1, p.87-100, 2012.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente – Resolução nº 357 - **Classificação dos Corpos de Água e Diretrizes Ambientais**, 2005.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente - Resolução nº 20 - **Classificação das Águas Doces, Salobras e Salinas**.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Parâmetros de qualidade da Água**, 1986.

CONSTITUIÇÃO Federal de 1988.

COLLISCHONN, W.; RUTINÉIA T. **Introduzindo Hidrologia**. Porto Alegre: IPH UFRGS, 2010.

CBHRMP- **Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte**, 2022.

CBHRMP- **Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte**, 2014.

CBHRMP- **Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte**, 2002.

Decreto nº 5.580 - Proposta de enquadramento dos corpos hídricos superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte – CBH, 2002.

CARVALHO, G. L.; SIQUEIRA, E. Q. Qualidade da água do Rio Meia Ponte no perímetro urbano do município de Goiânia-Goiás. **REEC - Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, Goiânia, v. 2, n. 1, 2011.

DOMINGUES, A.F.; SANTOS, J.L. Comitê de bacia hidrográfica: uma visão otimista. In: THAME, A.C.M. (org.). **Comitês de bacias hidrográficas: uma revolução conceitual**. São Paulo: IQUAL Editora, 2002.

EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2012.

EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Produção Agrícola do Estado de

Goiás, 2022.

FERREIRA, Manoel. Eduardo; MARQUES, Roberta Silva; SILVA, Juliana Gomes da; HORA, Karla Emmanuela Ribeiro; BARBOSA, Priscila Maia; LIMA, Cláudia Valéria. Condições ambientais na Região Metropolitana de Goiânia Vulnerabilidades e insegurança hídrica. **In:** MONTEIRO, C. C.; [et al.]. **Reforma Urbana e Direito à Cidade** - 1. ed. – Rio de Janeiro: Letra Capital, 2022.

FREITAS, B. F.; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. **Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro:** enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio, Rio de Janeiro, 2001.

FREITAS, M. A. V. de; SANTOS, A. H. M. Importância da água e da informação hidrológica. *In:* FREITAS, M. A. V. de. (Ed.). **O estado das águas no Brasil:** perspectivas de gestão e informações de recursos hídricos. Brasília, 2005.

FUNAPE – FUNDAÇÃO DE Apoio À PESQUISA – UFG, 2020.

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, 2020.

GOMES, JÉSUS DE LISBOA; BARBIERI, JOSÉ CARLOS. Gerenciamento de recursos hídricos no Brasil e no Estado de São Paulo: um novo modelo de política pública. **Cad. EBAPE**, Rio de Janeiro, 2004.

GOMES, J. V. P; BARROS, R. F. de. A importância das Ottobacias para gestão de recursos hídricos. *In:* Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 15, 2011, Curitiba, **Anais.** Curitiba: INPE, 2011.

GONÇALVES, A. **O conceito de governança.** XIV Encontro do CONPEDI, 2005.

GRANJA, S.I.B.; WARNER, J. **A hidropolítica e o federalismo:** possibilidades de construção da subsidiaridade na gestão das águas no Brasil? Revista de Administração Pública, 2006.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Censo Demográfico, 2007.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Censo Demográfico, 2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Censo Demográfico, 2022.

IQA – Índice de Qualidade da Água.

IMB – Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Sócioeconômicos – Pecuária do Estado de Goiás, 2022.

IMB – Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Sócioeconômicos, 2018.

IMB – Instituto Mauro Borges. Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH). Comprometimento Hídrico por Pivôs Centrais em Goiás. Informe Técnico nº 14/14, 2014.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2022.

JEPSON, Wendy et al.. Advancing human capabilities for water security: A relational approach. Water Security, 2017.

KLEMP, S. M.; ZEILHOFER, P.; Análise preliminar da dinâmica de implantação de pivôs de irrigação central, de 1985-2005 na bacia hidrográfica do Alto rio das Mortes – MT, Brasil. *In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 14, 2009, Natal. **Anais...** Natal: INPE, 2009.

LERNER, D.N. Groundwater Recharge in Urban Areas in: Duisberg Symposium 1988. Hydrology for urban planning – A guide book on the Hydrologic effects of urban land use. s (Proceedings of the Duisberg Symposium, April 1988). IAHS Publ. no. 198, 1990.

LIMA, A. J. R. **As percepções de diferentes atores da gestão de recursos hídricos na proposta de construção de um sistema de monitoramento da governança das águas.** 2018. 240f. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, SP, 2018.

LIMA, W. P.; Zakia, M. J. B. Hidrologia de matas ciliares. In: Rodrigues, R. R.; Leitão Filho, H. F. **Matas ciliares: Conservação e recuperação.** São Paulo: EDUSP, 2000.

Lei: 9.433/1997 - Política Nacional de Recursos Hídricos.

Lei: 13.123/1997 - **Política Estadual de Recursos Hídricos de Goiás.**

Lei: 8.984/2000 - Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza.

MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental.** 5. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2012.

MOTA, S. **Preservação e conservação de recursos hídricos.** 2ªed. Rio de Janeiro: ABES, 1995.

MOTA, Letice Leão Cruz da et al - A gestão dos recursos hídricos no Brasil: educação ambiental e democracia participativa na promoção do desenvolvimento sustentável. **Revista Humanidades e Inovação**, v.7, n.20, 2011.

MORAES, D. S. L.; JORDÃO, B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Revista Saúde Pública**, v. 36, n. 3, p. 370-4, 2002.

NASCIMENTO. W. M.; VILAÇA, M. G. Bacias Hidrográficas: Planejamento e Gerenciamento. Revista eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Três Lagoas, n. 7, maio de 2008.

NOVAES, L. F. **Modelo para a quantificação da disponibilidade hídrica na bacia do Paracatu.** 2005. 115f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

- PNRH – **Política Nacional de Recursos Hídricos** – Goiás, 1997.
- PNSH – **Plano Nacional de Segurança Hídrica** - Goiás, 2019.
- PNRH – **Política Nacional de Recursos Hídricos** – Goiás, 2023.
- PERH-GO – **Plano Estadual de Recursos Hídricos** – Goiás, 2015.
- PERH-GO – **Plano Estadual de Recursos Hídricos** – Goiás, 2016.
- PERH-GO – **Plano Estadual de Recursos Hídricos** – Goiás, 2023.
- PBAPGO – **Plano de Bacias dos Afluentes do Paraníba do Estado de Goiás**, 2022.
- PBAPGO – **Plano de Bacias dos Afluentes do Paraníba do Estado de Goiás**, 2014.
- PINTO-COELHO et al – **Gestão de Recursos Hídricos em Tempos de Crise**. Porto Alegre: Artmed, 2016.
- PEREIRA, Glória, et al - **Revista Caderno Pedagógico**, Lajeado, n. 1, 2017.
- PEREIRA, E. M. **Análise de conflitos pelo uso da água relacionados à oferta e à demanda**: Bacia Do Rio Piracicaba – MG. Belo Horizonte: UFMG, 2012.
- PORTARIA Nº 2.914/2011 – Controle e de Vigilância da Qualidade da Água.
- POLETO, Cristiano – **Bacias Hirográficas e Recursos Hídricos**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2014.
- RESOLUÇÃO Nº 1040/2014 (QUALIÁGUA) - Programa de Estímulo à Divulgação de Dados de Qualidade de Água.
- RNAQA – **Rede Nacional de Avaliação da Qualidade da Água**, 2022.
- RMHS - **Rede de Monitoramento Hidrológico da SANEAGO**, 2018.
- RMG – Região Metropolitana de Goiânia.
- REBOUÇAS, A. da C. Proteção dos Recursos Hídricos. **REVISTA DE DIREITO AMBIENTAL**. A. 8, n 32, out./dez. São Paulo, 2006.
- STEWART, B. **Measuring what we manage** – the importance of hydrological data to water resources management. Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences (PIAHS), Paris, França, 2015.
- SANTOS, Rodrigo Lima. **Expansão Urbana e Modelagem de Cenários Hidrológicos em Bacias Hidrográficas de Goiânia-GO (2002-2030)**. 2022. 187f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2022.

SANTOS, M. H. C. “Governabilidade, Governança e Democracia: Criação da Capacidade Governativa e Relações Executivo-Legislativo no Brasil Pós-Constituinte”. **DADOS – Revista de Ciências Sociais**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, 1997.

SANEAGO – **Sistema de Saneamento do Estado de Goiás**, 2018.

SANEAGO – **Sistema de Saneamento do Estado de Goiás**, 2022.

SANEAGO – **Sistema de Saneamento do Estado de Goiás**, 2023.

SEMARH – **Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Estado de Goiás** - Procedimentos de Outorga para usos de Recursos Hídricos no Estado de Goiás, 2007.

SEMARH – **Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos**, Estado de Goiás, 2012.

SEMAP – **Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável**, Estado de Goiás, 2018.

SEMAP – **Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável**, Estado de Goiás, 2022.

SEMAP – **Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável**, Estado de Goiás, 2008.

SEMAP – **Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável**, Estado de Goiás, 2023.

SETTI, A. A.; LIMA, J. E. F. W.; CHAVES, A. G. M.; PEREIRA, I. C. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica: Agência Nacional de Águas, 2001.

SIDRA - **Sistema IBGE de Recuperação Automática**, 2022.

SIGA-GO – **Sistema de Informações Geográficas Ambientais do Estado de Goiás**, 2022.

SEGRH - **Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos de Goiás**, 2022.

SILVA, Terezinha de Jesus Formiga e; FORMIGA-JOHNSSON, Rosa Maria; LIMA, Ângelo José Rodrigues. Uma Análise da Implementação da Política de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado de Goiás. In: **Simpósio de Recursos Hídricos do Norte E Centro-Oeste**, 1º, Cuiabá. Artigo. 2007.

SILVA, A. F. da, COSTA, M. T. Outorga de direito de uso de recursos hídricos como instrumento que precede o licenciamento ambiental no estado do Rio de Janeiro. 2017. In: XIX Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. **Anais**. São Paulo: ABAS/IAH-BR. 2017. Acesso 28 de dezembro de 2022.

SILVA, Z. G. G. Amostragem, noções de estatísticas, programa de monitoramento. In: MACEDO, J.A.B. **Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas**. 2ª Ed. Belo Horizonte, 2003.

SOARES, P. F. **Projeto e avaliação de redes de monitoramento de água utilizando o conceito de entropia**. 2001. 211f. Tese (Doutorado em Engenharia) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

SOUZA, J. S. **Dinâmica Populacional na Região Metropolitana de Goiânia: fluxos e mobilidades**. 2019. 128f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Instituto de Estudos Socioambientais (Iesa), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Goiânia, 2019.

TOMASELLA, JAVIER; ROSSATO, LUCIANA. **Balanço Hídrico** – Tópicos em Meio Ambiente e Ciências Atmosféricas. INMPE: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, 2005.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA TUNDISI, T. **Água no século 21**. São Paulo: Oficina de textos, 2011.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; CIMINELLI, V. S.; BARBOSA, F. A. Disponibilidade de água, qualidade da água governança da água: o futuro à frente. Ciências Hidrológicas e Segurança Hídrica: Passado, Presente e Futuro. In: **Anais do 11º Colóquio Kovacs**, Paris, França, junho de 2014. IAHS, 2015.

TUNDISI, J. G. Novas perspectivas para a gestão de recursos hídricos. **Revista USP - Estudos avançados**, n.70, p. 24-35, jun/ago, 2006.

TUNDISI, J. G. Novas perspectivas para a gestão de recursos hídricos. **REVISTA USP**, n. 70, 2006.

TUCCI, C. E. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, v. 1, 2012.

TUCCI, C.E.M.; GENZ, F. Controle do Impacto da Urbanização. In: TUCCI, C.E.M., PORTO, R.L.; BARROS, M.T. (organizadores) **Drenagem Urbana**. ABRH. Editorada Universidade. UFRGS. Porto Alegre, 1995.

UPGRH – **Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos**, 2012.

VILLAÇA. M. F. et al. **Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento e gestão: O estudo de caso do Ribeirão Conquista no município de Itaguara- MG**, 2009.

WICANDER, R.; MONROE, J. S. **Geologia**. Tradução Noveritis do Brasil; revisão técnica Maurício Antônio Carneiro. São Paulo, Cengage Learning, 2017.

UFG – Universidade Federal de Goiás – **CARTA DAS ÁGUAS DO RIO MEIA**, 2023.