



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SOCIOAMBIENTAIS
Programa de Pós-Graduação em Geografia

JOILDES BRASIL DOS SANTOS

**ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE COMO INSTRUMENTO PARA
CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS: Estudo de caso na Região
Metropolitana de Goiânia, Goiás**

GOIÂNIA-GO

2019

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

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: Dissertação Tese

2. Identificação da Tese ou Dissertação:

Nome completo da autora: Joildes Brasil dos Santos

Título do trabalho: ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE COMO INSTRUMENTO PARA CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS: Estudo de caso na Região Metropolitana de Goiânia, Goiás


3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.

JOILDES BRASIL DOS SANTOS
Assinatura da autora

Ciente e de acordo:


Assinatura do orientador

Data: 25 / 09 / 2019

JOILDES BRASIL DOS SANTOS

**ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE COMO INSTRUMENTO PARA
CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS: Estudo de caso na Região
Metropolitana de Goiânia, Goiás**

Tese apresentada ao Programa de Pesquisa e Pós-graduação em Geografia do Instituto de Estudos Socioambientais da Universidade Federal de Goiás, como um dos requisitos para a obtenção do título de Doutora em Geografia.

Área de concentração: Natureza e Produção do Espaço.

Linha de Pesquisa: Análise Espacial e Tratamento da Informação Geográfica.

Orientador: Prof. Dr. Manuel Eduardo Ferreira

GOIÂNIA-GO

2019

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

SANTOS, JOILDES BRASIL DOS
ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE COMO
INSTRUMENTO PARA CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS
HÍDRICOS: [manuscrito] : Estudo de caso na Região Metropolitana de
Goiânia, Goiás / JOILDES BRASIL DOS SANTOS. - 2019.
CCXLV, 245 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. MANUEL EDUARDO FERREIRA.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Instituto de
Estudos Socioambientais (Iesa), Programa de Pós-Graduação em
Geografia, Cidade de Goiás, 2019.

Bibliografia. Anexos.

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

1. Zonas Ripárias. 2. Legislação Ambiental. 3. Recursos Hídricos. 4.
Conflito de Uso. I. FERREIRA, MANUEL EDUARDO, orient. II. Título.

CDU 911



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE ESTUDOS SOCIOAMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: NATUREZA E PRODUÇÃO DO ESPAÇO

**ATA DA SESSÃO PÚBLICA DE JULGAMENTO DA DEFESA DE TESE DE DOUTORADO DE
JOILDES BRASIL DOS SANTOS**

No 02 dia do mês de setembro do ano de dois mil e dezenove (2019), a partir das 14h, no Instituto de Estudos Socioambientais da Universidade Federal de Goiás, teve lugar a sessão de julgamento da Tese de Doutorado de **JOILDES BRASIL DOS SANTOS**, intitulada: **"ANÁLISE TÉCNICA E AMBIENTAL DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE COMO INSTRUMENTO PARA CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS": Estudo de caso na Região Metropolitana de Goiânia, Goiás**". A Banca Examinadora foi composta, conforme Portaria n.º 079/2019 da Diretoria do IESA, pelos seguintes Professores Doutores: **Manuel Eduardo Ferreira** (Orientador), **Guilherme Taitson Bueno** (Membro Titular Interno), **Fabrizia Gioppo Nunes** (Membro Titular Interno), **Luciane Martins de Araújo Mascarenhas** (Membro Titular Externo) e **Alex Mota dos Santos** (Membro Titular Externo). Os examinadores arguíram na ordem citada, tendo a candidata respondido satisfatoriamente. Às 19:10 horas a Banca Examinadora passou a julgamento, em sessão secreta, tendo a candidata obtido os seguintes resultados:

Prof. Dr. Manuel Eduardo Ferreira (Presidente) – Ass. Manuel Eduardo Ferreira
Aprovada (X) Reprovada ()
Prof. Dr. Guilherme Taitson Bueno – Ass. Guilherme Taitson Bueno
Aprovada (X) Reprovada ()
Prof. Dr. Fabrizia Gioppo Nunes – Ass. Fabrizia Gioppo Nunes
Aprovada (X) Reprovada ()
Profa. Dra. Luciane Martins de Araújo Mascarenhas – Ass. Luciane Martins de Araújo Mascarenhas
Aprovada (X) Reprovada ()
Prof. Dr. Alex Mota dos Santos – Ass. Alex Mota dos Santos
Aprovada (X) Reprovada ()

Resultado final: Aprovada (X) Reprovada ()

Houve alteração no Título? Sim (X) Não ()

Em caso afirmativo, especifique o novo título: Áreas de preservação permanente como instrumento para conservação dos recursos hídricos: Estudo de caso

Outras observações: na Região Metropolitana de Goiânia, Goiás

Reaberta a Sessão Pública, a Presidente da Banca Examinadora proclamou o resultado e encerrou a sessão, da qual foi lavrada a presente ata, que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora e pela Secretária do Programa de Pós-Graduação em Geografia.

Secretaria: Luana de Castro Amorim

Luana de Castro Amorim
Assistente em Administração
Instituto de Estudos Sócio Ambientais
Matricula 2357313



Programa de Pós-Graduação em Geografia - PPGGeo
Rua: Jacarandá, Qd. D, Campus Samambaia. IESA, Sala A-07. CEP 74.690-900 Goiânia-GO, Brasil.
Fone: (62) 3521-1184 ramal 202/203/204 - <http://posgeo.iesa.ufg.br/>

DEDICATÓRIA

A todos aqueles que, assim como eu, se comprometeram ao exercício árduo de escrever uma tese. Aos meus familiares, amigos e colegas que ouviram meus anseios e angústias durante esses anos de doutorado. Dedico a cada um de vocês e, especialmente, ao meu esposo Natalle, pelo carinho e amor sempre perenes, e por acreditar em mim, muitas vezes mais do que eu mesma.

AGRADECIMENTOS

Sou e serei eternamente grata a Deus, que, nas suas diversas manifestações, me deu o privilégio da existência e sempre se mostrou presente dentro de mim.

Sou grata às minhas famílias (genética e afetiva) por serem o meu alicerce. Agradeço com imenso amor os esforços dos meus pais (Joselito Pinheiro dos Santos e Marisete Brasil dos Santos), que me deram o maior presente que uma jovem menina do interior da Bahia com sonhos e ambições poderia receber: o estudo! Obrigada por me apoiarem financeiramente e afetivamente em todas as minhas escolhas, por me deixarem voar e ser livre, e pelos ensinamentos e correções necessários.

À minha segunda família, a dos amigos que a vida e em especial a UFG me proporcionou. Obrigada pelas boas conversas, reflexões em mesas de bar, encontros nos fins de semana e todo o suporte emocional que vocês me deram. Desejo mais do que tudo que esses laços se mantenham ao longo do tempo, e que, apesar da distância geográfica, a alegria de cada reencontro nos abrace.

À Universidade Federal de Goiás, ao Instituto de Estudos Socioambientais e ao Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (LAPIG) pela imensa contribuição na minha formação acadêmica e intelectual. Sou igualmente grata às políticas públicas em educação instituídas nos últimos governos, que, desde 2008, me proporcionou acesso ao ensino superior gratuito e de qualidade. Agradeço também a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de dois anos de bolsa.

Ao meu orientador, Manuel Eduardo Ferreira, pela compreensão em todos os momentos difíceis que passei ao longo do doutorado, por compreender o meu afastamento da UFG quando ingressei como docente no Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG) e por acreditar no meu potencial e na minha pesquisa, apesar de todas as minhas limitações. Sou grata pela confiança de sempre!

Ao IFNMG, campus Araçuaí, por me mostrar a difícil realidade de conciliar estudo e trabalho. Aprendi e continuo aprendendo com a experiência da sala de aula, mas, acima de tudo, com os meus alunos, jovens críticos que me ensinaram a ensinar. Em especial, à colega e amiga Aureliane Araújo, que, sempre de forma prestativa, me ajudou nessa nova etapa.

À Família Favoreto, por ser minha família em Goiânia durante os últimos cinco anos. Obrigada por todo amor e apoio.

Por último, agradeço profundamente o meu companheiro Natalie Favoretto pela compreensão diante das minhas ansiedades e angústias, por apoiar as minhas escolhas e por sempre me incentivar a ser mais, a ser melhor.

Fazer uma tese significa, pois, aprender a por ordem nas próprias ideias e ordenar os dados: é uma experiência de trabalho metódico; quer dizer, construir um objeto que, como princípio, possa servir aos outros. Assim, não importa tanto o tema da tese quanto a experiência de trabalho que ela comporta.

(UMBERTO ECO, 2008, p.5).

ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE COMO INSTRUMENTO PARA CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS: Estudo de caso na Região Metropolitana de Goiânia, Goiás

RESUMO

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) são espaços especialmente protegidos por lei, através do Código Florestal Brasileiro (CFB) (BRASIL, 2012). Esses espaços, apesar de serem ambientalmente frágeis, exercem importantes funções ecossistêmicas, com destaque para a proteção dos recursos hídricos. Todavia, ainda que tenham sido alcançados avanços com a evolução da legislação ambiental brasileira, por meio da institucionalização de instrumentos para regularização do uso dos recursos naturais, os mesmos tiveram dificuldades na sua aplicação, encontrando entraves para a efetivação do que era previsto na lei com o que de fato ocorria no território nacional. As alterações advindas com o CFB vigente foram extremamente criticadas por especialistas, que as apontam como permissivas em relação à degradação ambiental. Diante da problemática supracitada, a presente tese tem como objetivo elucidar a importância da proteção das áreas ripárias como instrumentos na conservação dos recursos hídricos, utilizando como recorte espacial as APPs (fluviais, nascentes, lagos e lagoas) da Região Metropolitana de Goiânia (RMG), a qual passa por problemas de desabastecimento de água, a ponto de, em 2018 e 2019, o governo de Goiás declarar estado de crise hídrica na região. Nesse sentido, a metodologia da pesquisa envolveu análise de cunho científico e jurídico sobre a evolução do conceito de APP e sua correlação com a gestão de recursos hídricos no Brasil e em Goiás. A partir do banco de dados espaciais gerado, foi possível a realização dos mapeamentos temáticos da área de estudo. Em seguida, a partir dos dados de cobertura e uso do solo, foram identificados conflitos de uso em mais de 40% das APPs da RMG, que estão ocupadas irregularmente por atividades antrópicas, com destaque para a pastagem e a agricultura. No contexto rural, a análise comparativa entre os mapeamentos elaborados nesta pesquisa e os dados fornecidos pelo Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR) mostrou incompatibilidade nas informações e a supressão de áreas no registro do Governo, principalmente da categoria APP nascente. De acordo com o conceito de área rural consolidada (ARC), introduzido nos códigos florestais (federal e estadual), as APPs rurais localizadas nesses espaços passam a ter métricas de proteção reduzidas. Na RMG, as ARCs representam mais de 60% da área total dos imóveis rurais, contemplando parte significativa das APPs, que, por estarem em ARC, têm suas restrições de uso flexibilizadas. Na área urbana, a problemática se repete nas chamadas áreas urbanas consolidadas (AUCs), a partir das alterações do código florestal nas hipóteses de *utilidade pública* e *interesse social*. A caracterização ambiental das APPs da RMG permitiu identificar áreas prioritárias com maior predisposição ao desenvolvimento de processos erosivos laminares, que, atrelado aos usos conflituosos, potencializa a instabilidade ambiental das APPs. Conjuntamente às informações dos mapeamentos, foram analisados aspectos físico-químicos de vinte e um pontos amostrais, distribuídos em oito bacias que abastecem a RMG. Os quais, atrelados à bibliografia atualizada sobre a qualidade dos recursos hídricos da área de pesquisa, indicaram degradação ambiental nos principais mananciais da região. Concluiu-se, a partir da fundamentação teórica, jurídica e metodológica apresentada na tese, a relevância do conceito de APP dentro das políticas ambientais e urbanas, como um instrumento fundamental para manutenção (quali-quantitativa) dos recursos hídricos, e observa-se, em ambos os códigos florestais analisados (BRASIL, 2012; GOIÁS, 2013) um retrocesso na legislação ambiental, a partir de uma política de descaracterização das APPs, que desconsidera as APPs nascentes intermitentes, flexibiliza o uso de APPs em ARC e aumenta consideravelmente as possibilidades de intervenção e supressão desses espaços.

Palavras-chave: Zonas Ripárias; Legislação Ambiental; Recursos Hídricos; Conflito de Uso.

PERMANENT PRESERVATION AREAS AS A WATER RESOURCE CONSERVATION INSTRUMENT: Case Study in the Goiânia Metropolitan Region, Goiás

ABSTRACT

Permanent Preservation Areas (APPs) are spaces specially protected by law, through the Brazilian Forest Code (CFB) (BRAZIL, 2012). These spaces, despite being environmentally fragile, play important ecosystem functions, especially the protection of water resources. However, even though advances have been achieved with the evolution of Brazilian environmental legislation, through the institutionalization of instruments to regulate the use of natural resources, they had difficulties in their application, finding obstacles to the realization of what was foreseen in the law. what actually happened in the national territory. The changes resulting from the current CFB were extremely criticized by experts, who point them out as permissive in relation to environmental degradation. Given the aforementioned problems, this thesis aims to elucidate the importance of the protection of riparian areas as instruments in the conservation of water resources, using as a spatial cut the APPs (fluvial, springs, lakes and lagoons) of the Goiânia Metropolitan Region (RMG), which goes through problems of water shortage, to the point that, in 2018 and 2019, the government of Goiás declares state of water crisis in the region. In this sense, the research methodology involved scientific and legal analysis on the evolution of the concept of PPA and its correlation with water resources management in Brazil and Goiás. From the generated spatial database, it was possible to perform the thematic mappings of the study area. Then, from land cover and land use data, conflicts of use were identified in more than 40% of RMG APPs, which are irregularly occupied by anthropic activities, especially pasture and agriculture. In the rural context, the comparative analysis between the mappings elaborated in this research and the data provided by the National Rural Environmental Registry System (SICAR) showed incompatibility in the information and the suppression of areas in the Government registry, especially of the nascent APP category. According to the concept of consolidated rural area (ARC), introduced in the forest codes (federal and state), rural APPs located in these spaces have reduced protection metrics. In RMG, ARCs represent more than 60% of the total area of rural properties, contemplating a significant part of APPs, which, being in ARC, have their use restrictions relaxed. In the urban area, the problem is repeated in the so-called consolidated urban areas (AUCs), based on changes in the forest code in the hypotheses of public utility and social interest. The environmental characterization of RMG APPs allowed identifying priority areas with greater predisposition to the development of laminar erosive processes, which, coupled with conflicting uses, enhances the environmental instability of APPs. Together with the mapping information, physicochemical aspects of twenty-one sampling points were analyzed, distributed in eight basins that supply the RMG. Which, linked to the updated bibliography on the quality of water resources of the research area, indicated environmental degradation in the main sources of the region. It was concluded, from the theoretical, legal and methodological foundation presented in the thesis, the relevance of the concept of PPA within the environmental and urban policies, as a fundamental instrument for the maintenance (qualitative and quantitative) of the water resources, and it is observed, in both analyzed forest codes (BRASIL, 2012; GOIÁS, 2013) a setback in environmental legislation, based on a policy of decaraterization of APPs, which disregards intermittent nascent APPs, eases the use of APPs in ARC and considerably increases the possibilities. of intervention and suppression of these spaces.

Keywords: Riparian Zones; Environmental legislation; Water resources; Conflict of Use.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABHA	Associação Multissetorial de Usuários de Recursos hídricos de Bacias Hidrográficas
ABLIMINO	Associação Brasileira de Limnologia
ADI	Ação Direta de Inconstitucionalidade
ANA	Agência Nacional de Águas
APP	Área de Preservação Permanente
APPD	Área de Preservação Permanente Degradada
BDE	Banco de Dados Espaciais
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CBH	Comitê de Bacia Hidrográfica
CE	Comissão Europeia
CEM	Centro de Estudos da Metrópole
CETESP	Companhia Ambiental do Estado do São Paulo
CERHI	Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CFB	Código Florestal Brasileiro
CFEGO	Código Florestal Estadual de Goiás
CNAEE	Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica
COBAMP	Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte
COBARIPA	Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba
CODOMETRO	Conselho de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Goiânia
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CORHI	Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos
DNAE	Departamento Nacional de Águas e Energia
DNAEE	Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
DPI	Divisão de Processamento de Imagens
ELETOBRÁS	Centrais Elétricas Brasileiras S.A.
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ESA	European Space Agency
FAPEG	Fundação de Amparo à Pesquisa de Goiás
FEMA	Fundo Estadual do Meio Ambiente
FMP	Faixa Marginal de Curso D'água
FUNDEMETRO	Fundo de Desenvolvimento Metropolitano de Goiânia
GIS	Geographic Information System
GT	Grupo de Trabalho
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IESA	Instituto de Estudos Socioambientais
ILWIS	Integrated Land Water Information System
IMB	Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPSEL	Índice de Proteção ou Sujeição à erosão laminar
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
IRE	Índice de Erodibilidade Relativa
LAPIG	Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento
LCE	Lei Complementar Estadual
LI	Linhas de Instabilidade
LPVN	Lei de Proteção da Vegetação Nativa
MDE	Modelo Digital de Elevação
MDT	Modelo Digital de Terreno
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MPPI	Ministério Público do Estado do Piauí
NE	Nordeste
ONU	Organização das Nações Unidas
PD	Plano Diretor
PDI-RMG	Plano de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Goiânia
PEC	Padrão de Exatidão Cartográfico
PERH	Plano Estadual de Recursos Hídricos
PIB	Produto Interno Bruto
PMCMV	Programa Minha Casa, Minha Vida
PMTC	Câmara de Transporte Coletivo
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PPGeo	Programa de Pós-Graduação
Proálcool	Programa Nacional do Álcool
PROCAD	Programa Nacional de Cooperação Acadêmica
PSOL	Partido Socialista e Liberdade
PVN	Proximidade da Área com Vegetação Nativa
RAIS	Relação Anual de Informações Sociais
RIDE	Regiões Integradas de desenvolvimento Econômico
RL	Reserva Legal
RM	Região Metropolitana
RMG	Região Metropolitana de Goiânia
SANEAGO	Companhia Saneamento de Goiás
SANESC	Agência de Saneamento de Senador Canedo
SCM	Spectral Correlation Mapper
SE	Sudeste
SECIMA	Secretaria de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos
SEMARH	Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Goiás
SiBCS	Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.
SICAR	Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural
SIEG	Sistema Estadual de Informação
SIG	Sistema de Informações Geográficas

SIGRH/GO	Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos de Goiás
SNGRH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SNIRH	Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
SR	Sensoriamento Remoto
SRTM	Shuttle Radar Topographic Mission
TM	Tomador de Decisão
UC	Unidade de Conservação
UFG	Universidade Federal de Goiás
UNB	Universidade de Brasília
UTM	Universal Transversa de Mercator
VANT	Veículo Aéreo Não Tripulado
VUL	Vulnerabilidade à Erosão
ZCAS	Zonas de Convergência do Atlântico Sul

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1 – Dados percentuais da distribuição dos recursos hídricos, de superfícies e população para regiões brasileiras.....	33
Figura 2 – Apresentação do site do SNIRH.....	35
Figura 3 – Representação das áreas do leitor maior, do leito menor e do nível mínimo de um curso d'água hipotético.....	45
Figura 4 – Larguras Propositivas que efetivas funções das zonas ripárias.....	52
Figura 5 – Evolução da população brasileira entre os anos de 1940 e 1970.....	67
Figura 6 – Evolução da população goiana-tocantinense entre os anos de 1950 e 1980.	68
Figura 7 – Localização das 29 regiões metropolitanas do Brasil.....	69
Figura 8 – Produtos das Geotecnologias.....	80
Figura 9 – Apresentação esquemática dos componentes de um SIG Web.....	83
Figura 10 – Layout de apresentação do SIEG Mapas, SIG Web com mapas interativos e dados do Estado de Goiás disponíveis para download.....	83
Figura 11 – Apresentação do SIG Web LapiG Mapas.....	84
Figura 12 – Resolução Espacial (eixo Y) e Comprimento de Onda (eixo X) das imagens do satélite Sentinel-2.....	86
Figura 13 – Exemplo de APPDs prioritárias para restauração florestal a partir de imagem obtida com VANT em imóvel rural localizado em Alta Floresta-MT.....	88
Figura 14 – Localização da área de pesquisa.....	93
Figura 15 – Atuação das massas de ar no Brasil nas estações de verão e inverno.....	94
Figura 16 – Precipitação média da área de pesquisa para os anos de 1970 a 2000.....	95
Figura 17 – Extrato balanço hídrico do município de Goiânia.....	96
Figura 18 – Mapa do relevo.....	98
Figura 19 – Mapa hipsométrico.....	99
Figura 20 – Mapa de declividade.....	101
Figura 21 – Mapa de solos.	103
Figura 22 – Localização da área de pesquisa no contexto do bioma brasileiro.....	105
Figura 23 – Mapa de uso e cobertura da terra.....	107
Figura 24 – Contextualização espacial dos aspectos hidrográficos da área de pesquisa..	109
Figura 25 – Rede hidrográfica da área de pesquisa.	111
Figura 26 – Bacias de captação de água que abastecem a área de pesquisa.....	112
Figura 27 – Evolução dos limites administrativos da RMG, entre os anos de 1999 a 2010.....	114
Figura 28 – Crescimento populacional e taxa de crescimento anual da RMG.....	116
Figura 29 – Rede urbana, com destaque a região de influência de Goiânia.....	119
Figura 30 – Estrutura produtiva do Estado de Goiás (2015) e da RMG (2014).....	121
Figura 31 – Distribuição da participação dos setores de economia da RMG (2014).....	121

Figura 32 – Fluxograma das etapas metodológicas para a construção da tese. Levantamento da base de dados existentes, posterior processamento das imagens e elaboração dos mapas temáticos em SIG, seguida da análise do aparato legal sobre temas correlatos a questão de recursos hídricos e, por fim, análise da qualidade da água das bacias de captação da RMG.....	124
Figura 33 – Interpretação e mapeamento de canais de drenagem por meio de imagem Sentinel-2 (parte a); e sobreposição dos canais mapeados aos modelos de hipsometria e sombra (parte b).....	128
Figura 34 – Inferência da localização das nascentes em imagem Sentinel-2 (parte a); e confirmação da localização sobre o modelo de hipsometria (parte b).....	129
Figura 35 - Identificação de corpos hídricos (parte a); e mapeamento dos mesmos em azul (parte b).....	129
Figura 36 – Aplicação da ferramenta buffer e definição de faixas de 30m em canais com até 10m de largura (parte a); e faixas de 50m em canais com largura variando de 10 a 50m (parte b)	130
Figura 37 – Localização do reservatório do Ribeirão João Leite no contexto da RMG (a) e exemplo das APPs do tipos lagos e lagoas com métricas conforme previsto no Código Florestal (b).	131
Figura 38 – Grade de imageamento órbitas/pontos do satélite Sentinel-2. Localização do Estado de Goiás e da RMG, com destaque para as órbitas/pontos 22LFH, 22 LFG e 22 LGG, utilizadas nesta pesquisa na elaboração do mapa de uso e cobertura do solo.	132
Figura 39 – Subdivisão da classe de uso "área urbana", Área Urbana Consolidada (a), Área Urbana Parcelada (b) e Área Urbana em Expansão (c).....	133
Figura 40 – Bases catográficas de solos da Região Metropolitana de Goiânia. Na figura "a" é possível observar a distribuição mais precisa entre as classes de solo, se comparando com a figura "b", onde os limites são mais imprecisos, tomando como referência relevo sombreado sob a imagem.....	136
Figura 41 – Apresentação do portal SICAR, registro público eletrônico de âmbito nacional, onde são disponíveis para download os dados concernentes aos imóveis rurais de todo o Brasil	141
Figura 42 – Organização do Sistema de gerenciamento de recursos hídricos do Estado de Goiás.....	152
Figura 43 – Mapa dos Comitês de bacia hidrográfica de domínio da União, dos quais o Estado de Goiás faz parte do CBH Paranaíba e CBH São Francisco.....	157
Figura 44 – Mapa das regiões hidrográficas do Estado de Goiás, dos quais existem atualmente 5 comitês CBHs estaduais: CBH Baixo Paranaíba, CBH Rio dos Bois, CBH Meia Ponte, CBH Rio Vermelho e CBH Corumbá, Veríssimo e São Marcos.....	158
Figura 45 – Mapa interativo com os dados do PRH e do enquadramento do Rio Paranaíba.....	159
Figura 46 – Fluxograma das unidades hidrográficas que compõem a Bacia do Paranaíba.....	160
Figura 47 – Localização das unidades hidrográficas da bacia do Paranaíba.....	161
Figura 48 – Localização das três bacias hidrográficas com comitês instituídos nos limites da RMG.....	164
Figura 49 – Estrutura institucional da Região Metropolitana de Goiânia.....	173

Figura 50 – Mapa de APPs da RMG.....	176
Figura 51 – A figura A1é representada por uma imagem Sentinel - 2 de 2017 do PMSA, enquanto que a figura A2 apresenta o MDE com a rede hidrográfica. A área do parque apresenta relevo bastante movimentado, com superfícies dissecadas e concentração de áreas de afloramento.....	177
Figura 52 – Recorte amostral com a localização do lago do Ribeirão João Leite, situado entre os limites municipais de Goiânia, Goianápolis, Nerópolis e Terezópolis de Goiás.....	178
Figura 53 – Síntese da distribuição percentual de cada tipo de uso e cobertura identificado por município da RMG.	179
Figura 54 – Mapa de uso e cobertura das APPs da área de pesquisa.....	180
Figura 55 – Distribuição das classes de uso e cobertura nas APP mapeadas.....	182
Figura 56 – Mapa de situação das APPs da área de pesquisa.....	186
Figura 57 – Mapa hipsométrico das APPs da área de pesquisa.....	188
Figura 58 – Mapa de declividade das APPs da área de pesquisa.....	189
Figura 59 – Mapa de solos das APPs da área de pesquisa	190
Figura 60 – Mapa suscetibilidade a erosão laminar das APPs da área de pesquisa.....	194
Figura 61 – Mapa de potencialidade a erosão laminar das APPs da área de pesquisa.....	196
Figura 62 – Comparação entre o número de nascentes mapeadas através da rede hidrográfica elaborada na pesquisa, na escala de 1:10.000, e os números apresentados pelo SICAR para os imóveis rurais da RMG.....	199
Figura 63 – Comparação entre as áreas de APPs (cursos d’água, lagos e lagoas) mapeadas na pesquisa em relação aos dados apresentados pelo SICAR para as APPs dos imóveis rurais da RMG.....	200
Figura 64 – Distribuição da estrutura fundiária da RMG.....	202
Figura 65 – Distribuição da dimensão em hectares do módulo fiscal dos municípios da RMG.....	202
Figura 66 – Localização das principais bacias de captação de água da RMG e disposição dos pontos amostrais que apresentam dados de qualidade de água fornecidos pela SANEAGO.....	210
Figura 67 – Valores identificados de pH para os pontos amostrais.....	212
Figura 68 – Valores identificados de cloretos para os pontos amostrais.....	213
Figura 69 – Valores identificados de oxigênio dissolvido para os pontos amostrais.....	214
Figura 70 – Valores identificados de temperatura para os pontos amostrais.....	214
Figura 71 – Valores identificados da cor aparente para os pontos amostrais.....	215
Figura 72 – Valores identificados de turbidez para os pontos amostrais.....	216
Figura 73 – Valores identificados de condutividade para os pontos amostrais.....	217
Figura 74 – Mapa de APPs prioritárias à recuperação da RMG.....	219
Figura 75 – Distribuição das classes de áreas prioritárias à recuperação das APPs da RMG.....	220

LISTA DE TABELAS

	pág.
Tabela 1 – Dimensões das áreas para recomposição de APPs no caso de áreas rurais consolidadas, a partir da modulação fiscal das propriedades.	61
Tabela 2 – Principais características das Imagens do Satélite Sentinel-2.....	86
Tabela 3 – Síntese dos principais dados climáticos dos municípios de Goiânia-GO.	96
Tabela 4 – Distribuição das classes hipsométricas e seus percentuais na área de pesquisa.....	100
Tabela 5 – Distribuição das classes de declividade e seus percentuais na área de pesquisa.....	100
Tabela 6 – Distribuição das classes de solos e seus percentuais na área de pesquisa.	102
Tabela 7 – Distribuição das classes de cobertura e uso da terra na RMG em 2017....	106
Tabela 8 – Dados demográficos da RMG, com destaque aos quatro municípios que juntos correspondem quase 90% da população dessa região.....	115
Tabela 9 – Produto Interno Bruto (PIB) para o ano de 2014 dos municípios da RMG.....	120
Tabela 10 – Principais regras do Padrão de Exatidão Cartográfica para as escalas 1:50000 e 1:100.000.....	126
Tabela 11 – Índice Kappa e o correspondente desempenho da classificação.....	135
Tabela 12 – Unidades pedológicas, índices e classes de erodibilidade relativa.....	137
Tabela 13 – Relação entre classes de solos, declividade e suscetibilidade à erosão laminar.	138
Tabela 14 – Classes de uso e ocupação do solo e respectivos índices de proteção ou sujeição à erosão laminar (IPSEL).....	138
Tabela 15 – Matriz de definição das classes de potencial à erosão laminar.....	139
Tabela 16 – Síntese das informações sobre os pontos amostrais das bacias de captação de água da RMG.....	143
Tabela 17 – Pesos atribuídos às parâmetros selecionados para análise multicritério....	145
Tabela 18 – Classes de cobertura e uso da terra identificadas na RMG e seus respectivos pesos.....	146
Tabela 19 – Pesos atribuídos para cada tipo de APP.....	146
Tabela 20 – Pesos para cada classe de erodibilidade.....	147
Tabela 21 – Classe de declividade e seus respectivos pesos.....	147
Tabela 22 – Distribuição das APPs na RMG.....	175
Tabela 23 – Distribuição das classes de uso e cobertura nas APPs da RMG.....	181
Tabela 24 – Distribuição das APPs preservadas e degradadas na RMG.....	183
Tabela 25 – Distribuição das classes hipsométricas das APPs da RMG.....	191
Tabela 26 – Distribuição das classes de declividade das APPs da RMG.....	191
Tabela 27 – Distribuição das classes de solos das APPs da RMG.....	192
Tabela 28 – Distribuição das classes de suscetibilidade à erosão laminar das APPs da RMG.....	195
Tabela 29 – Distribuição das classes de potencialidade à erosão laminar das APPs da RMG.....	197

Tabela 30 – Dados dos imóveis rurais (IR) para os municípios que compõem a RMG.....	198
Tabela 31 – Dados sobre área rural consolidada dos imóveis rurais da RMG.....	203
Tabela 32 – Dados sobre área urbana consolidada dos municípios da RMG.....	205
Tabela 33 – Aspectos ambientais dos pontos amostrais para análise de qualidade de água.....	211

LISTA DE QUADROS

	pág.
Quadro 1 – Enquadramento histórico das áreas de preservação permanente de cursos d'águas, lagos, lagoas e nascentes a partir da redação do texto legal sobre o tema.....	46
Quadro 2 – Valores atribuídos às áreas de preservação permanentes rurais e urbanas.	50
Quadro 3 – Síntese das principais alterações ocorridas na LPVN.....	57
Quadro 4 – Síntese dos principais dispositivos questionados no novo CFB pelas ADIs, com ênfase aos questionamentos relacionadas as APPs estudadas nesta pesquisa.....	62
Quadro 5 – Quadro 5 – Atividades previstas em lei que se enquadram enquanto hipótese de utilidade pública e interesse social para o antigo e o atual Código Florestal Brasileiro.....	75
Quadro 6 – Produtos da família ArcGis.....	82
Quadro 7 – Principais operações requisitadas nas atividades periciais do MPPI que envolvia aplicação de SIG.....	90
Quadro 8 – Sistemas de abastecimento urbano de água da área de pesquisa.....	110
Quadro 9 – Parâmetros físico-químicos para análise de qualidade da água.....	142
Quadro 10 – Histórico da legislação ambiental do Estado de Goiás relativa à proteção da vegetação nativa e dos recursos hídricos.....	150
Quadro 11 – Síntese da situação dos comitês de bacias hidrográficas no Estado de Goiás.....	162
Quadro 11 – Situação dos Planos Diretores (PDs) dos municípios que compõem a RMG.....	169

SUMÁRIO

	Pág.
Resumo	X
Abstract	XI
Lista de Abreviaturas e Siglas	XII
Lista de Figuras	XV
Lista de Tabelas	XVIII
Lista de Quadros	XX
<hr/>	
INTRODUÇÃO	24
Contextualização e Relevância do Tema	24
Originalidade e Contribuições Científicas da Tese	26
Escolha da Área de Pesquisa	27
Problematização e Hipótese da Pesquisa	28
Tese	30
Objetivos	31
<hr/>	
CAPÍTULO 1 – REVISÃO DE LITERATURA	32
1.1. INSTRUMENTOS LEGAIS PARA PROTEÇÃO DO MEIO AMBIENTE	32
1.1.1 Política Nacional sobre o Meio Ambiente e Recursos Hídricos	32
1.1.2 Evolução do Código Florestal Brasileiro	37
1.2. ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	41
1.2.1 Origem do Conceito	41
1.2.2 Funções das APPs	49
1.2.3 Alterações do Código Florestal Vigente no Uso de APPs.....	56
1.3. MEIO URBANO E RECURSOS HÍDRICOS	67
1.3.1 O Processo de Urbanização/Metropolização e suas Implicações nos Recursos Hídricos	67
1.3.2 APPs Urbanas	72
1.4. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL E GEOTECNOLOGIAS	80
1.4.1 Sistema de Informação Geográfica	80
1.4.2 Aplicações de SIG	85
<hr/>	

CAPÍTULO 2 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE PESQUISA	92
2.1. LOCALIZAÇÃO	92
2.2. ASPECTOS FÍSICOS DA PAISAGEM	94
2.2.1. Clima	94
2.2.2. Relevo	97
2.2.3. Solos	102
2.2.4. Uso e Cobertura da Terra	104
2.2.5. Recursos Hídricos	108
2.3 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS	113
2.3.1 Produção do Espaço: Breve histórico da RMG	113
2.3.2 Dinâmica Metropolitana	115
2.3.3 Atividades Econômicas	118

CAPÍTULO 3 – ABORDAGEM METODOLÓGICA	123
3.1. ETAPAS OPERACIONAIS	123
3.1.2. Levantamento dos Dados	123
3.1.3. Sistemas de Informações Geográficas	125
3.1.4. Mapeamento Temático	125
3.1.4.1 MDE e Hipsometria	125
3.1.4.2 Declividade	127
3.1.4.3 Rede de Drenagem	127
3.1.4.4 Delimitação das APPs	129
3.1.4.5 Uso e Cobertura da Terra	131
3.1.4.6 Conflito de Uso em APPs	135
3.1.4.7 Distribuição das Classes de Solos	136
3.1.4.8 Suscetibilidade e Potencialidade a Erosão Laminar	137
3.1.5 Sistematização das Legislações	139
3.1.6 Dados do Cadastro Ambiental Rural	140
3.1.7 Dados de Qualidade de Água	142
3.1.8 Elaboração do Mapa de Áreas Prioritárias à Recuperação	144

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	149
--	-----

4.1. INTRODUÇÃO AO CAPÍTULO	149
4.2. ANÁLISE DOS INSTRUMENTOS LEGAIS NA GESTÃO DE ÁGUAS NO ESTADO DE GOIÁS	150
4.2.1 Aspectos da Política Estadual sobre Recursos Hídricos	150
4.2.2 Comitês de Bacia Hidrográfica	156
4.2.3 Gestão dos Recursos Hídricos a Partir dos Planos Diretores	169
4.3. AVALIAÇÃO AMBIENTAL DAS APPs DA RMG	174
4.3.1 Mapeamento e Quantificação das APPs	174
4.3.2 Uso e Cobertura da Terra na RMG e nas suas APPs	179
4.3.3 Conflito de Uso em APPs	183
4.3.4 Aspectos do Relevo e do Solo na Fragilidade Ambiental das APPs	187
4.3.4 Suscetibilidade e Potencialidade a Erosão Laminar em APPs	192
4.4. O CÓDIGO FLORESTAL ESTADUAL E AS APPs	198
4.4.1 APPs Rurais	198
4.4.2 APPs Urbanas	204
4.5 INFLUÊNCIAS DA OCUPAÇÃO IRREGULAR DAS APPs NA QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS DA RMG	208
4.6 ÁREAS PRIORITÁRIAS À RECUPERAÇÃO	218
<hr/>	
CONSIDERAÇÕES FINAIS	221
<hr/>	
REFERÊNCIAS	225
<hr/>	
ANEXOS	240
Anexo 1 – Mapa de Suscetibilidade à Erosão Laminar da RMG	240
Anexo 2 – Mapa de Potencialidade à Erosão Laminar da RMG	241
Anexo 3 – Tabela com dados da estrutura fundiária dos municípios da RMG.....	242
Anexo 4 – Parâmetros físico-químicos dos pontos amostrais para o período chuvoso.....	243
Anexo 5 – Parâmetros físico-químicos dos pontos amostrais para o período seco.....	244

INTRODUÇÃO

CONTEXTUALIZAÇÃO E RELEVÂNCIA DO TEMA

O discurso do desenvolvimento sustentável e a conscientização sobre os problemas ambientais são recentes na história da humanidade. Nossas primeiras reflexões sobre esses temas começaram a surgir entre as décadas de 1960 e 1980, através de discussões em torno do modelo de desenvolvimento econômico vigente e a possibilidade de escassez dos recursos naturais em decorrência do uso demasiado dos mesmos e da degradação ambiental (LACERDA; CÂNDIDO, 2013).

Nessa perspectiva, a comunidade científica e a sociedade em geral começaram a pôr em xeque a forma como vêm sendo utilizadas as fontes de recursos naturais. Surge a necessidade de criar estratégias que apresentem formas ambientalmente corretas, economicamente viáveis e socialmente justas para exploração desses recursos. Nesse contexto, especificamente no ano de 1987, vem à tona o conceito de Desenvolvimento Sustentável. Conforme apresentado no Relatório de Brundtland, o termo “sustentabilidade” deve ser entendido a partir da perspectiva de que haja o uso dos recursos naturais a fim de suprir as necessidades atuais, mas que seja, ao mesmo tempo, de uma forma que não comprometa a disponibilidade desses mesmos recursos para as gerações futuras (ONU, 2014).

Em essência, essa concepção de sustentabilidade ambiental deve ser entendida não como um “ideal utópico”, mas sim como a possibilidade de existir um uso cada vez mais racional dos recursos naturais e que, ao mesmo tempo, atenda às necessidades da sociedade. Ou seja, é uma busca constante para atingir um grau de evolução que considera as dimensões econômica, ambiental, social, cultural e institucional. O que não é uma tarefa fácil, diante dos múltiplos interesses e das relações de poder envolvidas no processo de uso e ocupação do espaço. Por isso, é preciso que haja um esforço contínuo por parte da comunidade científica, dos tomadores de decisão e da sociedade para criar estratégias práticas de planejamento e gestão que se alinhem à concepção de sustentabilidade ambiental.

No contexto supracitado, a questão ambiental passou a emergir no cotidiano da sociedade principalmente a partir da construção histórica de um aparato científico (de base acadêmica) e jurídico (de base institucional). Todavia, a própria legislação ambiental permite interpretações controversas ou ambíguas, o que gera dificuldades tanto para os tomadores de

decisões quanto para a fiscalização e o cumprimento da lei, intensificando a geração de conflitos de natureza socioambiental.

De acordo com o artigo 3º, inciso II do novo Código Florestal (BRASIL, 2012), a Área de Preservação Permanente (APP) é definida como área protegida, esteja ela coberta ou não por vegetação nativa. Ela apresenta as funções ambientais de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. Ou seja, as APPs são espaços caracterizados pela intocabilidade e proibição de uso econômico direto, em função do seu valor ambiental, estritamente relacionado à manutenção da qualidade dos recursos hídricos.

Todavia, no contexto urbano nacional, as diretrizes legais preservacionistas frequentemente esbarram noutros princípios, como o direito de propriedade, gerando uma colisão conflituosa de direitos fundamentais em torno do uso das APPs urbanas (SANTOS, 2000; ANTUNES, 2015). Como o próprio nome indica, as APPs são áreas destinadas à preservação em estado permanente, com exceção apenas nos casos de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental, conforme previsto no artigo 8º da Lei 12.651/2012.

O descumprimento da lei a partir do uso irregular das áreas de preservação permanente configura crime, sujeito a sanções e impactos socioambientais, sendo que, quando ocorre em zonas urbanas, tende a aumentar a fragilidade ambiental dessas áreas, em função do uso intensivo do solo, do desmatamento para construção de moradias irregulares (geralmente pela população de baixa renda), da especulação imobiliária e de outros fatores relacionados à dinâmica urbana.

Diante do exposto, busco, nesta pesquisa, discutir a importância de um aparato legal específico que dê sustentação de caráter técnico, econômico, social e ambiental para a preservação das APPs. No contexto urbano, essa legislação deve buscar minimizar os conflitos de interesses que geram apropriação contraditória dos recursos naturais, especialmente dos recursos hídricos. A gestão dos recursos hídricos urbanos ainda carece de instrumentos eficazes para protegê-los. Por isso, é cada vez mais relevante discutir e analisar a importância prática das APPs, como instrumentos indispensáveis para manutenção do equilíbrio ambiental e do bem-estar social.

ORIGINALIDADE E CONTRIBUIÇÕES CIENTÍFICAS DA TESE

A análise do espaço geográfico a partir dos produtos das Geotecnologias desenvolvidas nas últimas décadas promoveu uma mudança significativa nos estudos ambientais. A partir do aperfeiçoamento das técnicas de Sensoriamento Remoto, dos sistemas computacionais e da cartografia digital, houve avanços consideráveis na geração de dados de caráter geoespacial e na produção de informações numa rapidez antes nunca vista. O uso dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) tem sido cada vez mais frequente, tanto pelos cientistas como pelos cidadãos leigos, como uma ferramenta prática para a resolução de problemas geográficos (LONGLEY et al., 2013).

No tocante à dimensão geográfica, o SIG permite, entre outras funções, gerar uma série de camadas de informações (layers) sobre diferentes variáveis ambientais, sociais e econômicas. Além de ser capaz de manusear uma grande quantidade de dados, o SIG admite a visualização da distribuição espacial das variáveis de análise a partir de dados georreferenciados. Atualmente, outra vantagem importante dos SIGs é que seus bancos de dados geográficos são frequentemente transicionais, ou seja, os dados são constantemente atualizados à medida que novas informações são incorporadas ao sistema, permitindo estabelecer bases para ações e estudos diversos (Mapeamento Temático, Diagnóstico Ambiental, Avaliação de Impacto Ambiental, Ordenamento Territorial e Prognósticos Ambientais).

O diferencial dos estudos ambientais a partir de produtos das geotecnologias é o grau de aplicabilidade prática das pesquisas nos contextos sociais. Ou seja, mais importante do que a geração de dados e informação, é a transformação deles em conhecimento amplamente acessível. O aparato geotecnológico deve alcançar esferas além das pesquisas científicas desenvolvidas nas universidades, servindo como uma ferramenta que auxilia no processo de tomada de decisão, principalmente no que se refere ao planejamento e à gestão do território.

O território é um espaço delimitado por e a partir de relações de poder (SOUZA, 2012), sendo permanentemente dinâmico e sujeito a contradições sociais e espaciais, decorrentes dos conflitos de interesse dos diferentes atores sociais que ali atuam. As relações de poder se estabelecem em todos os níveis da sociedade, e, no contexto urbano/ambiental, essas relações se materializam nas disputas pelo uso dos recursos naturais, essenciais à manutenção de todas as estruturas sociais. No tocante ao uso das APPs, a legislação brasileira tem o papel importante de regularizar as formas de utilização que podem ou não ser realizadas

nesses espaços. No que se refere às diretrizes legais de delimitação e restrições de uso das APPs, muitas questões ainda devem ser discutidas e resolvidas. As múltiplas interpretações da lei, os interesses pessoais acima do interesse público, os conflitos entre os atores sociais e, principalmente, a flexibilização da gestão dos recursos naturais têm permitido haver um uso irregular cada vez maior das APPs, que deveriam ser destinadas à preservação.

Nesse contexto, a originalidade desta tese diz respeito à análise e à discussão dos critérios legais para a delimitação das APPs na Região Metropolitana de Goiânia (RMG), na esfera Federal, Estadual e Municipal, na busca de entender as contradições que existem (ou não) no texto legal, tendo como base o Novo Código Florestal Federal (BRASIL, 2012) e Estadual (GOIÁS, 2013). Procuro avaliar a situação das APPs na região pesquisada, levando em conta os múltiplos usos do solo urbano e rural, identificando as causas ou os indicadores para a ocupação irregular desses espaços. Essa avaliação é desenvolvida a partir de produtos de Sensoriamento Remoto e SIG, os quais dão subsídios para a formulação de estratégias voltadas à regularização das APPs.

ESCOLHA DA ÁREA DE PESQUISA

A utilização sustentável dos recursos naturais ainda é um grande desafio, contudo é passível de ser praticada, diante os avanços alcançados em diversos campos da Ciência. No contexto jurídico, por exemplo, apesar da existência de políticas públicas e iniciativas nacionais como a famosa Lei das Águas (BRASIL, 1997), que institui e reconhece a relevância e a especificidade dos recursos hídricos e as necessidades de um gerenciamento independente, participativo e compartilhado. Ou a Lei de Proteção da Vegetação Nativa (BRASIL, 2012), que estabelece diretrizes para a manutenção das áreas destinadas à proteção e à preservação, e todo um aparato na Legislação Ambiental Brasileira, mesmo assim, diante essas iniciativas, persistem uma série de problemas crônicos em praticamente todo território nacional.

O descumprimento das leis ambientais, as ambiguidades do texto legal que geram contradições na sua interpretação, a ausência de monitoramento e fiscalização, são alguns dos problemas que ainda não foram resolvidos no Brasil. No contexto das grandes cidades e das regiões metropolitanas, essa problemática ambiental é intensificada em função do adensamento populacional que gera uma maior demanda pelos recursos naturais, especialmente no que diz respeito aos recursos hídricos e ao solo. Um exemplo disso é a

Região Metropolitana de Goiânia-RMG, um dos maiores aglomerados urbanos no Brasil atualmente. O crescimento populacional evidenciado nas últimas três décadas nessa região resultou em variadas atividades humanas e em um acúmulo de usos múltiplos dos recursos hídricos e do solo, que produziram diferentes ameaças e problemas ambientais no abastecimento de água (PASQUALETO et al., 2004; CUNHA; BORGES, 2014), enquadrando essa região no cenário de crise hídrica.

O acelerado processo de urbanização evidenciado na RMG pode ser apontado como um dos fatores condicionantes na geração de impactos ambientais nos recursos hídricos e no solo urbano, e, por isso, se faz necessário repensar as atuais diretrizes quanto ao uso desses recursos e apresentar alternativas de planejamento e gestão, a fim de evitar maiores problemas ambientais. Nesse contexto de desabastecimento e degradação ambiental dos mananciais que abastecem a RMG, torna-se ainda mais importante a discussão sobre áreas de preservação permanente, uma vez que, esses espaços são estruturas ecologicamente condicionantes a qualidade ambiental dos cursos d'água. Por isso, é relevante discutir a problemática hídrica da região sobre a perspectiva das APPs, levando em consideração nessa análise seus aspectos legais e ambientais, através de uma complexa discussão que não diz respeito unicamente ao dilema entre preservação versus degradação ambiental.

A questão elucidada na tese é endossar a relevância das APPs, com destaque para o contexto das grandes aglomerações urbanas, a partir do estudo de caso da Região Metropolitana de Goiânia, identificando quais as competências em esfera federal, estadual e municipal no processo de gestão dos recursos hídricos e na tutela das APPs. Para, a partir dessa análise, poder estabelecer uma relação entre os impactos evidenciados nos recursos hídricos da área de pesquisa e os conflitos de uso em áreas de preservação permanente, possibilitando com isso identificar áreas prioritárias para restauração e apontar quais as necessidades de intervenção por parte do Poder Público na gestão desses espaços, a fim de diminuir o avanço de novas áreas com ocupação irregular.

PROBLEMATIZAÇÃO E HIPÓTESE DA PESQUISA

A gestão de águas tem sido ainda um desafio no contexto das políticas urbanas no Brasil diante dos múltiplos usos e conflitos de interesses. Nesse cenário, ocorrem cada vez mais problemas relacionados ao abastecimento de água nos grandes centros urbanos. Por isso, é preciso levar em consideração as condições das áreas de preservação permanentes nas

idades, uma vez que esses espaços são responsáveis, por exemplo, pela preservação de recursos hídricos.

As Áreas de Preservação Permanentes (APPs) são espaços territoriais a serem especialmente protegidos tanto na zona rural quanto na zona urbana. A origem normativa do conceito de APP aparece na legislação a partir da Lei nº 4.771 (BRASIL, 1965), no segundo Código Florestal Brasileiro (CFB). Em 2012, no contexto de discussões no âmbito político, ambiental e econômico, a Lei nº 4.771/1965 é revogada a partir da aprovação do Novo Código Florestal pela Lei nº 12.651 (BRASIL, 2012).

O novo Código Florestal intensificou um problema já vigente no cenário nacional: as Leis Ambientais versus a Política Urbana. O segundo CFB (Lei nº 4.771/65) tutelava os critérios para delimitação, e uso e ocupação das APPs que se localizam as áreas rurais, enquanto que as zonas urbanas eram disciplinas pelas leis urbanísticas, como o exemplo da Lei nº 6.766/1979, que dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano. Nesse contexto, “muitos aglomerados urbanos foram se expandindo em conformidade com as normas urbanísticas, porém em conflito com o Código Florestal e as demais normas relativas às APPs” (AZEVEDO; OLIVEIRA, 2013, p. 75). Por isso, a proposta do novo Código é de que as mesmas diretrizes aplicadas nas áreas rurais sejam aplicadas nas APPs urbanas, salvo as exceções previstas na própria Lei nº 12.727/12.

Segundo Silva e Ferreira (2014), foi calculado que, em 2010, as áreas de preservação permanente do tipo cursos d’água na Região Metropolitana de Goiânia estavam com 54% das suas áreas ocupadas de forma irregular, principalmente pelas atividades do tipo agricultura e pecuária. Em outro estudo, Cunha e Borges (2014) alertam para um possível processo de desabastecimento de água na RMG relacionado à urbanização cada vez mais acelerada, que resulta em ocupação de áreas ambientalmente protegidas – Áreas de Proteção Ambiental (APAs) e Áreas de Preservação Permanente (APPs) – e na degradação dos recursos hídricos.

Outra discussão relevante no contexto das APPs urbanas diz respeito às três hipóteses previstas em lei, que permite a utilização desses espaços nas hipóteses de utilidade pública, de interesse social e de baixo impacto ambiental. Ainda que a lei seja explícita quanto à importância das APPs para manutenção de um ambiente ecologicamente equilibrado e proíba qualquer forma de utilização cujo interesse principal seja o lucro ou a exploração econômica, o novo código traz à tona algumas inovações quanto aos critérios para os casos excepcionais de utilidade pública e de interesse social, de modo a flexibilizar a utilização desses espaços, o que pode ser extremamente prejudicial para manutenção das APPs.

Diante a problemática exposta, proponho discutir as seguintes **perguntas de partida**:

- Como os instrumentos da política nacional de recursos hídricos têm sido aplicados na gestão de águas no Estado de Goiás e na Região Metropolitana de Goiânia?

- Quais os critérios técnicos e legais que justificam a delimitação e os tipos de utilização das Áreas de Preservação Permanente (APPs)?

- Quais as funções da manutenção da intocabilidade das APPs para sustentabilidade ambiental e qualidade dos recursos hídricos em ambiente rural e urbano?

- Como os produtos das geotecnologias e os mapas ambientais podem auxiliar na identificação de conflitos socioambientais em APPs e como isso pode conduzir ações do Poder Público para fiscalização desses espaços?

- Quais os principais tipos de uso e ocupação do solo nas APPs da Região Metropolitana de Goiânia e quais deles estão em conformidade com o que é previsto em lei?

A partir das perguntas supracitadas, a **hipótese** desta pesquisa é a de que a ocupação irregular das APPs da Região Metropolitana de Goiânia está relacionada, entre outros fatores, ao crescimento urbano acelerado, a ausência de fiscalização por parte do Poder Público em relação à regularização desses espaços, e ao mesmo tempo, entende-se que essa dinâmica de uso e ocupação foi de certa forma “incentivada”, principalmente no contexto rural, diante as flexibilizações no regime de proteção de APPs advindas com Código Florestal Federal (Lei nº 12.651/2012) e Estadual (Lei nº 18.123/2013). Diante o exposto, acredita-se que, a partir da análise crítica dos instrumentos legais e do estudo ambiental, através de produtos das geotecnologias, seja possível indicar quais os pontos críticos na área de pesquisa quanto à ocupação conflituosa das suas APPs, e a partir destes dados poder inferir acerca dos impactos que essa descaracterização pode acarretar, principalmente na qualidade recursos hídricos da Região Metropolitana de Goiânia.

TESE

A partir dos pressupostos apresentados (originalidade, justificativa, relevância e hipótese da pesquisa) defende-se a seguinte **tese**:

Apesar de existe um aparato jurídico específico para proteção da vegetação nativa no contexto da legislação ambiental brasileira, é notório o caráter regressivo advindo com a reformulação do Código Florestal Federal (BRASIL, 2012), reproduzido no Código Florestal Goiano (GOIÁS, 2013). As alterações previstas em ambos os códigos refletiram diretamente no regime de proteção das áreas especialmente protegidas, com destaque às APPs.

Considerando a relação intrínseca entre uso do solo e qualidade da água, acredita-se que o atual cenário de crise hídrica que ocorre na Região Metropolitana de Goiânia está relacionado à política de descaracterização das suas APPs, uma vez que a função primária desses espaços é justamente a proteção dos recursos hídricos. Nesse sentido, ressalta-se o papel das políticas municipais e metropolitana na revisão e adequação das normas e leis ambientais vigentes, a fim de criar uma política mais restritiva e consciente quanto ao uso e ocupação das APPs rurais e urbanas, e ao mesmo tempo, incentivar aqueles que estão regularizados perante a lei, como estratégia de fomentar a proteção desses espaços e minimizar os conflitos de uso.

OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é elaborar um diagnóstico ambiental da situação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) da Região Metropolitana de Goiânia diante dos atuais critérios técnicos e legais na delimitação desses espaços e sua importância no contexto da conservação dos recursos hídricos. Para atingi-lo, propõe-se seis objetivos específicos, que norteiam a construção da tese:

1 – Sistematizar os principais instrumentos legais relacionados à gestão de recursos hídricos no Estado de Goiás e na Região Metropolitana de Goiânia;

2 – Analisar as alterações do Código Florestal (Federal e Estadual) no que diz respeito ao atual regime de proteção das APPs urbanas e rurais;

3 – Avaliar a importância e as funções das APPs como instrumento para a conservação dos recursos hídricos e para a própria manutenção do frágil ecossistema da zona ripária, a partir dos produtos das geotecnologias e do estudo de mapas ambientais;

4 – Identificar os principais conflitos de uso e ocupação em APPs fluviais mediante o estudo de caso da Região Metropolitana de Goiânia;

5 – Investigar os reflexos da ocupação irregular das APPs na degradação dos recursos hídricos da área de pesquisa, a partir de parâmetros de qualidade de água;

6 – Propor um mapa com identificação de áreas prioritárias para restauração florestal, como instrumento estratégico no processo de tomada de decisão e gestão do território metropolitano.

CAPÍTULO 1 – REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo, apresento o estado da arte sobre o tema central desta tese e os conceitos correlatos a ele. Apresento inicialmente um arcabouço teórico-jurídico sobre aspectos da legislação ambiental brasileira no que diz respeito à *Política Nacional de Recursos Hídricos* e à *Lei de Proteção da Vegetação Nativa* (popularmente conhecida como Código Florestal). Em seguida, discorro sobre a importância das áreas destinadas à preservação ambiental, especialmente as Áreas de Preservação Permanente, valorizando a relevância da manutenção desses espaços para um meio ambiente ecologicamente equilibrado, uma vez que eles são fundamentais para manutenção e sustentabilidade dos recursos hídricos.

A discussão teórica irá busca conciliar, as diretrizes legais sobre as funções socioambientais das áreas de preservação e, ao mesmo tempo, elucidar a problemática desses espaços no contexto urbano/metropolitano, com destaque aos principais impactos do processo de urbanização na ocupação irregular das APPs, que é discutida no tópico *Meio Urbano e Recursos Hídricos*. Por fim, apresento algumas contribuições dos produtos das Geotecnologias, em especial o uso de *Sistema de Informação Geográfica (SIG)* e da Cartografia Ambiental, na análise e representação do espaço geográfico como instrumentos para o monitoramento ambiental.

1.1. INSTRUMENTOS LEGAIS PARA PROTEÇÃO DO MEIO AMBIENTE

1.1.1 Política Nacional sobre o Meio Ambiente e Recursos Hídricos

A água, além de ser um recurso natural indispensável à vida, é, no contexto geopolítico, um patrimônio natural estratégico que, por muitos séculos, foi tratado como um recurso inesgotável. Contrariando essa ilusão, cada vez mais se ouve falar em crise hídrica e escassez de água no Brasil e no mundo. Órgãos e instituições internacionais como a ONU vêm alertando possíveis cenários de desabastecimento de água, principalmente no contexto urbano. Essa organização afirma que, “em 2025, quase dois terços da população mundial viverá em áreas metropolitanas, gerando graves problemas de abastecimento” (ONU, 2014).

O Brasil se destaca internacionalmente como detentor de significativos 12% da disponibilidade de água doce do planeta. Todavia, a distribuição e o acesso à água ocorrem de forma irregular no território, conforme pode ser observado na figura 1. Regiões com menor densidade demográfica, como o norte e o centro-oeste, concentram os maiores percentuais dos

recursos hídricos nacionais, 68,5% e 15,7%, respectivamente. Enquanto que o nordeste e sudeste, regiões historicamente exploradas economicamente e palco de intenso processo de urbanização, são abastecidas com apenas 3,3% (NE) e 6% (SE).

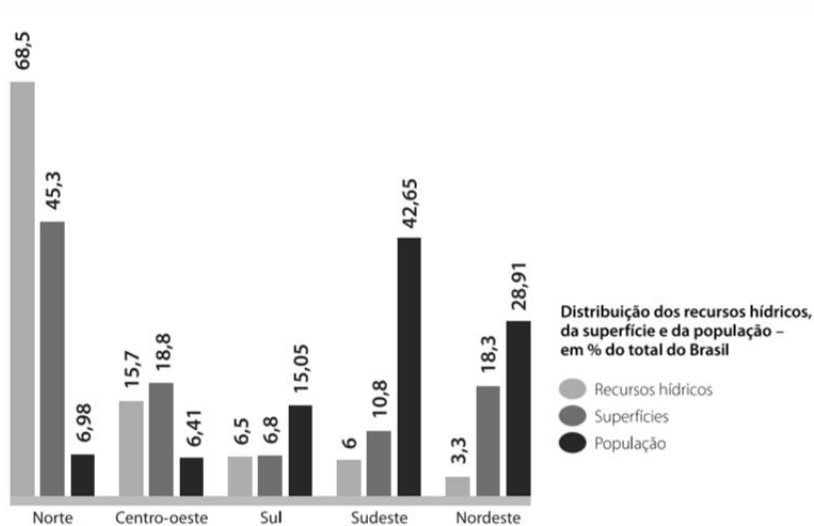


Figura 1 - Dados percentuais da distribuição dos recursos hídricos, de superfícies e população para as regiões brasileiras.
Fonte: ANA (2010).

Diante a distribuição desigual dos recursos hídricos no Brasil, fez-se necessário criar instrumentos de planejamento e gestão de águas a nível nacional. Contudo, a institucionalização desses órgãos planejadores/gestores no Brasil se deu muito recentemente, se comparado aos séculos de história e exploração. A ideia de gerenciamento dos recursos hídricos se consolida de fato no cenário nacional em meados dos anos de 1970 e 1980, a partir das discussões e pressões internacionais sobre a necessidade de rever as formas predatórias com que o ser humano estava explorando e degradando o meio ambiente.

Contudo, quanto à trajetória da legislação ambiental sobre recursos hídricos no Brasil, destaca-se o famoso Código das Águas, que foi elaborado em 1907 pelo jurista Alfredo Valadão, como tentativa de criar um aparato jurídico acerca da criação de usinas hidrelétricas no Brasil. Entretanto, o código só foi promulgado 27 anos depois, em 1934, através do Decreto 24.643. O objetivo principal do Código das Águas, como aponta Tomaz (2006), era subsidiar recursos legais e econômico-financeiros para expansão do setor hidrelétrico nacional, em função do gigantesco potencial apresentado pelos rios brasileiros e pelo crescimento evidenciado na época em relação aos serviços de distribuição de energia.

Em 1934, foi criado o Departamento Nacional de Produção de Mineral (DNPM) e, 5 anos depois, foi instituído o Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica (CNAEE), que deliberavam sobre assuntos relacionados à água e à energia elétrica. Em 1961, foi criada a

ELETROBRÁS por meio da Lei 3.890-A. Em 1965, foi criado o Departamento Nacional de Águas e Energia (DNAE), imiscuído à divisão de águas do DNPM. Em 1969, o DNAE recebeu uma nova letra na sua sigla, passando a se chamar Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE). Pouco tempo depois, o DNAEE passa assumir todas as competências em relação à gestão de águas e energia, a partir da extinção do CNAEE (TOMAZ, 2006).

Na década de 1980, em meio a debates internacionais de cunho ambiental e diante a formação grupos de trabalho a nível nacional com foco na questão hídrica e energética, ocorreu a criação da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), através da Lei nº 6.938/81. É importante destacar que, a partir dessa breve contextualização sobre a legislação que disciplina o uso dos recursos hídricos, que até então, o objetivo das leis brasileiras era potencializar a produção de energia elétrica no país, e não necessariamente a utilização sustentável desse recurso. Ou seja, o legislador tinha o importante papel de estabelecer normas das quais o Estado pudesse controlar e, ao mesmo tempo, incentivar o aproveitamento industrial das águas brasileiras.

A PNMA traz à legislação um destaque sobre a necessidade urgente da utilização racionalizada e consciente dos recursos hídricos. Por meio do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), a PNMA estabelece regras, critérios e padrões normativos para manutenção de um ambiente ecologicamente equilibrado. A partir da criação do CONAMA a partir da Lei Federal nº 6.938/81, foram criadas resoluções específicas quanto aos recursos hídricos, tais como, a Resolução nº 01/86, que regulamenta a obrigatoriedade da realização do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) para qualquer empreendimento de potencial poluidor e a Resolução nº 20/86, que disciplina quanto à classificação e ao enquadramento das águas (CONAMA, 1986).

O fim da década de 1980 foi um marco relevante no processo de constitucionalização das leis ambientais no Brasil, que se dá a partir da Constituição Federal de 1988, Lei Magna do país. No seu artigo 21, inciso XIX, foi instituída a criação do Sistema Nacional de Recursos Hídricos como órgão responsável pelo estabelecimento de normas sobre o direito de uso da água, delegando à União a atribuição quanto à legislação de águas federais (enquanto bens da União) e aos Estados, a legislação sobre recursos hídricos que compõem seus limites administrativos (BRASIL, 1988).

Nesse contexto de legitimação constitucional das leis ambientais brasileiras, em 1997, foi promulgada a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) a partir da Lei Federal nº

9.433 (BRASIL, 1997), que tem como objetivo prezar pela preservação e manutenção das reservas hídricas. Essa política tentou se efetivar por meio de instrumentos de gestão descentralizada e participativa das águas, como, por exemplo, através do Plano de Recursos Hídricos e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH). Atualmente, esse sistema é um instrumento de gestão previsto na PNRH, possuindo os seguintes objetivos: (i) reunir, dar consistência e divulgar os dados e informações sobre a situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos no Brasil; (ii) atualizar permanentemente as informações sobre disponibilidade e demanda de recursos hídricos em todo o território nacional; e (iii) fornecer subsídios para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos (ANA, 2017).

Sobre a perspectiva da aplicação do Sistema de Informação Geográfica (SIG) no planejamento e na gestão dos recursos hídricos, é importante destacar o papel do SNIRH (Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos), um importante instrumento da PNRH. Através do SNIRH, foi possível criar condições de que as informações sobre recursos hídricos, em escalas federal, estadual e regional, pudessem ser disponibilizadas para os usuários, gestores, comitês de bacias, pesquisadores e toda a sociedade. Com o surgimento de SIGs, foi possível reunir dados e informações sobre diversos temas sobre recursos hídricos do Brasil, conforme pode ser observado no site do SNIRH (Figura 2), onde estão disponibilizadas bases de dados temáticas.



Figura 2 – Apresentação do site do SNIRH.
Fonte: ANA (2017).

Com o objetivo de implementar a PNRH, em 17 de julho de 2000, foi criada a Agência Nacional de Águas (ANA). A ANA exerce um papel importante na gestão e no planejamento das reservas hídricas nacionais, estabelecendo as diretrizes para aplicação da PNRH. Entre essas diretrizes, Silva e Reis (2010) apontam que

São atribuições da ANA supervisionar, controlar e avaliar as ações e atividades decorrentes do cumprimento da legislação federal pertinente aos recursos hídricos; disciplinar, em caráter normativo, a implementação, a operacionalização, o controle e a avaliação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos. [...] Também tem a função de outorgar, por intermédio de autorização, o direito de uso de recursos hídricos em corpos de água de domínio da União e fiscalizar os usos de recursos hídricos nos corpos de água de domínio da União. Elabora estudos técnicos para subsidiar a definição, pelo CNRH, dos valores a serem cobrados pelo uso de recursos hídricos de domínio da União, com base nos mecanismos e quantitativos sugeridos pelos Comitês de Bacia Hidrográfica, na forma do inciso VI do art. 38 da Lei 9.433/97. (SILVA; REIS, 2010, p. 6)

Nesse contexto, é competência da ANA organizar, gerenciar e dar subsídio para implantação do Sistema Nacional de Informação sobre Recursos Hídricos, a fim de democratizar o acesso à informação sobre recursos hídricos no âmbito da União, estados e municípios. A partir dessa premissa, segundo a ANA, são funções do SNIRH:

- O cadastramento dos usuários de água;
- O apoio à decisão de outorga, em função das condições naturais dos recursos hídricos e das diretrizes acordadas nos Comitês de Bacia;
- A simulação da cobrança, de forma a subsidiar as recomendações dos Comitês de Bacia e as ações dos órgãos gestores, e o registro das variáveis determinantes da cobrança e dos valores arrecadados;
- Disponibilizar informações físicas e socioeconômicas sobre as bacias de forma a subsidiar a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos e dos planos e programas de investimento deles resultantes, permitindo o acompanhamento dos mesmos;
- Divulgar as informações coletadas de modo a suprir da forma mais simples possível as necessidades dos demais atores envolvidos no processo de gestão;
- Facilitar a integração das ações relacionadas à gestão de recursos hídricos nos três níveis de governo (federal, estadual e municipal);
- Possibilitar o acompanhamento, inclusive econômico-financeiro, de todas as atividades de gestão de recursos hídricos;
- Disponibilizar informações que possibilitem o monitoramento, a fiscalização e a proteção dos recursos hídricos.

No âmbito de mudanças geradas a partir da PNRH, destacam-se a instituição da água enquanto um bem de domínio público e dotado de valor econômico, a gestão dos recursos hídricos proporcional ao uso múltiplo das águas, a adoção da bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento e a gestão descentralizada e participativa (BRASIL, 1997). Dentre os fundamentos previstos na PNRH, destaca-se o princípio de que a manutenção de uma cobertura vegetal é essencial à conservação dos recursos hídricos. Esse princípio, ainda que não apareça explicitamente na PNRH, é sustentado pelo arcabouço jurídico sobre esse tema, especificamente a partir da lei de proteção ambiental 12.651/2012, que regulamenta a exploração, a conservação e a recuperação da vegetação nativa no Brasil – questão sobre a qual discorro no próximo tópico.

1.1.2 Evolução do Código Florestal Brasileiro

No contexto do aparato jurídico brasileiro preocupado com questões de cunho ambiental, além das já citadas *Política Nacional do Meio Ambiente* e a *Política Nacional de Recursos Hídricos*, destaco o marco legal da preservação florestal criado em 23 de janeiro de 1934, mais conhecido como o primeiro Código Florestal Brasileiro - CFB (Decreto Federal nº 23.793/1934). Todavia, séculos antes, ainda sobre o controle da Coroa Portuguesa, houve a necessidade de regularizar ou normatizar as formas de exploração, a partir de restrições que controlassem o uso e a exploração de madeira do Brasil Colônia. Como destacam Foletto e Silva (2013), as primeiras limitações impostas à exploração do pau-brasil por Dom João, em 1800, marcam o início das medidas conservacionistas no contexto nacional, todavia, estritamente relacionadas ao controle da exploração para fins econômicos.

Não menos importante, a Lei de Terras (Lei nº 601/1850), seguindo a mesma lógica das medidas anteriores, buscava conter o desmatamento desenfreado e regularizar as formas de exploração de madeira nobre brasileira. Nessa perspectiva, Gass et al. (2016, p. 4) reforça que “a preocupação com a manutenção da biodiversidade e com a área na qual esta vegetação está localizada, considerando ainda a proteção e preservação dos recursos hídricos, não era, diretamente, a preocupação da época”.

Ou seja, entre o fim do século XIX e início do século XX no Brasil, não existia uma preocupação genuína com o meio ambiente. Foi no governo de Getúlio Vargas, início da década de 1930, que esse cenário mudou um pouco de configuração. Esse período é marcado pelo desmatamento em massa para o plantio de café e para a criação de gado na região do

Vale do Paraíba, fatos que fizeram com que o governo da época revesse a situação nacional de desmatamento indiscriminado, estabelecendo normas relativas à preservação ambiental, em especial da flora. Esses fatores, atrelado às preocupações de Vargas em modernizar/industrializar o Brasil, resultaram na criação do primeiro Código Florestal Brasileiro através do decreto nº 23.793/1934. É pertinente salientar que, a partir do CFB de 1934, observa-se, segundo a doutrina eclética, que, naquele momento, o Estado brasileiro assumiu o direito de regularizar o uso e a ocupação de suas florestas, considerando as florestas como um bem público, ou seja, um interesse comum a todos habitantes do país (AHRENS, 2003).

É possível considerar que o decreto 23.793/1934 é o principal precursor da legislação ambiental brasileira contemporânea, criando, a partir dele, um regime jurídico específico para legislar sobre as florestas existentes no território nacional. Por isso, saliento que o que é previsto em 1934 no CFB em relação ao conceito de florestas protetoras equipara-se às atuais Áreas de Preservação Permanente, como afirma diferentes autores (BORGES et al., 2011; LIMA et al., 2014; GASS et al., 2016; VALERA, 2017). Sobre essa análise, discorro mais detidamente no próximo tópico do trabalho.

Passados alguns anos após a criação do CFB, houve, na década de 1960, uma forte influência na comunidade científica brasileira dos movimentos ambientalistas, que vinham se fortalecendo no cenário mundial. A permanência do problema crônico do desmatamento no país forçou os legisladores a reformularem o CFB de 1934. Em 1965, foi revogado o Decreto Federal nº 23.793/1934 e criada a Lei Federal nº 4.771, conhecida como o segundo Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 1965). Como afirma Ahrens (2003, p. 6), a implementação do CFB de 1934 “procurou avançar no entendimento jurídico da matéria, sem lhe alterar, contudo, a essência do seu conteúdo conceitual e jurídico”. O segundo CFB não se restringiu mais apenas a uma regulamentação das áreas florestais, mas passou a se preocupar também com a preservação das demais formas de vegetação, como os Pampas e o Cerrado.

Sobre essa visão holística, Machado (2009) aponta que o segundo CFB foi um precursor da Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988) em razão de previamente conceituar o meio ambiente como bem de uso e interesse comum à nação, e que, por isso, teria regime jurídico especial. Outro ponto a considerar do código de 1965 foi o fato de impor restrições quanto ao uso da propriedade privada, a partir das disposições quanto à manutenção das Áreas de Preservação Permanente (APPs) e áreas de Reserva Legal (RL). Considerando-se que, até aquele período, o uso da propriedade rural no Brasil era praticamente ilimitado e

sem restrições jurídicas, salvo os casos de interesse social atribuído à determinada área que se destinaria à preservação.

Os avanços alcançados com o CFB de 1965, por meio dos seus instrumentos legais para regularização do uso racionalizado dos recursos naturais no Brasil, tiveram dificuldades na sua aplicação prática, encontrando entraves para efetivação entre o que era previsto na legislação e o que de fato ocorria em território nacional. Na década de 1990, por exemplo, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) em parceria com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) apresentaram um relatório de monitoramento do desmatamento bruto da Amazônia. De 1995 a 1997, foram registrados, via imagens de satélite, um dos maiores índices de desmatamento desse bioma, apontando um total descaso no processo de aplicação do CFB, o que forçou o governo da época, presidido pelo então presidente Fernando Henrique Cardoso, a promover novas modificações no código por meio da Medida Provisória nº 2.166/2001.

Outro marco importante para combater esse descaso em relação às diretrizes previstas no CFB de 1965 – descaso praticado principalmente por parte dos ruralistas – foi à criação em 1998 da Lei de Crimes Ambientais (BRASIL, 1998). Essa lei de caráter punitivo buscava criar melhores condições para o cumprimento do CFB e para a penalização de todos aqueles que estavam com suas propriedades em desconformidade com a lei, principalmente no que se refere à regularização e averbação das áreas de Reserva Legal e Áreas de Preservação Permanente.

Diante do aparato legislativo criado desde 1934, seja através do primeiro Código Florestal como de outras importantes leis ambientais surgidas nesse contexto, como o Estatuto do Índio (Lei nº 6.001/1973), Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/1998), Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC (Lei nº 9.985/2000) é possível observar uma forte contradição quando se analisa o grau de preservação e conservação das florestas e as demais vegetações naturais no Brasil, principalmente se considerarmos que o território nacional hoje é ocupado predominantemente por áreas rurais particulares, diretamente expostas ao uso indiscriminado pela agropecuária. Como afirmam Soares-Filho et al. (2014), atualmente cerca de 53% das terras brasileiras estão concentradas nas mãos dos grandes empresários do agronegócio e uma pequena parcela são resguardadas enquanto unidades de conservação. No contexto do Cerrado Brasileiro – aonde se localiza a área de

pesquisa da tese –, apenas 8,3% do bioma encontra-se em áreas de conservação¹ (MMA, 2019).

A partir das pressões advindas com a Lei de Crimes Ambientais, em 1999, teve início um debate a nível nacional pela reformulação do CFB de 1965. Entre os atores envolvidos, destacam-se pesquisadores, ambientalistas e ruralistas, os quais apresentavam distintos interesses frente à questão ambiental. Nesse mesmo ano, surgiu o Projeto de Lei 1.876/1999, que tinha como foco discutir propostas para alteração da Lei de Crimes Ambientais e a reformulação do Código Florestal, que buscavam discutir especificamente sobre o regime das APPs, das RL e sobre a exploração florestal no Brasil. Essa tentativa de substituição do CFB de 1965 e as modificações pretendidas na Lei nº 9.605/1998 foram muito criticadas desde o início por pesquisadores e juristas, uma vez que viam essa proposta como uma manobra para criar brechas na lei a fim de flexibilizar o desmatamento e garantir a expansão da fronteira agrícola isenta de sanções (RORIZ; FEARNSSIDE, 2015).

Dez anos após a tentativa de reformulação do CFB, surge, em 2009, uma Comissão Especial na Câmara dos Deputados como uma nova empreitada para forçar a criação de um novo Código Florestal Brasileiro. Essa comissão reuniu 11 PLs (Projetos de Lei), incluindo o PL 1.876/1999. Eles propunham uma alteração do CFB. A relatoria desse projeto substitutivo ficou sobre encargo do deputado federal Aldo Rebelo. De acordo com esse deputado, as leis ambientais no Brasil, com destaque ao CFB, estariam gerando entraves à produção agropecuária, prejudicando os pequenos produtores rurais (REBELO, 2010). Depois de muitas discussões e debates no cenário nacional, sem muito consenso, o projeto foi aprovado no final de 2011. O chamado Novo Código Florestal Brasileiro, através da Lei nº 12.651, de 25 de maio 2012, foi sancionado pela presidente da república Dilma Rousseff com alguns ajustes e vetos no texto original (Medida Provisória 571). Logo em seguida, essa lei foi convertida na Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012.

O Novo Código Florestal substitutivo da Lei nº 4.771/1965 foi extremamente criticado por especialistas (TRINDADE, 2010; AZEVEDO; OLIVEIRA, 2014; ANTUNES, 2015; OLIVEIRA, 2015; BRANCALION et al., 2016; CORREA; SILVA, 2017; LOPES et al., 2017) que o apontam como permissivo à degradação ambiental, a partir da alegação de que ele é um texto confuso cuja a redação truncada permite dúbia interpretação. Essas críticas

¹ De acordo com dados do SNUC (MMA, 2019), até 28 de janeiro de 2019, foi registrado que 8,3% do bioma Cerrado encontravam-se em áreas de unidades de conservação, dos quais 2,9% estavam em áreas de Proteção Integral (PI), 5,3% estavam em áreas de Uso Sustentável (US) e 0,2% representavam áreas de sobreposição das áreas de PI e US.

resultaram em ADIs (Ações Diretas de Inconstitucionalidade) para diversos trechos do código vigente.

Conforme previamente discutido, o atual CFB é a principal ferramenta ou lei geral que regulamenta, a nível federal e local, a proteção das florestas e demais formas de vegetação do território nacional. Contudo, como afirmam Azevedo e Oliveira (2014), a partir da análise do novo CFB, é possível observar que o legislador se preocupou em atender aos interesses de ordem socioeconômica em detrimento aos outros relacionados à proteção ambiental, o que resultou na flexibilização das restrições legais para o uso de espaços territoriais especialmente protegidos, principalmente as chamadas Áreas de Preservação Permanente.

No próximo tópico, apresento algumas considerações relevantes quanto a essa modalidade de área legalmente destinada à preservação, destacando o contexto histórico da consolidação do conceito de APP, suas funcionalidades e as consequências das alterações do regime de proteção previstas no código atual.

1.2. ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

1.2.1 Origem do Conceito de APP

Apesar de historicamente consolidada, a nomenclatura utilizada para Lei nº 12.651/2012 é um tanto restritiva, uma vez que o Código Florestal Brasileiro não se restringe apenas à proteção de florestas. Sendo, portanto, mais coerente entendê-la a partir da discussão quanto à importância da manutenção das formações vegetais nativas como um todo, incluindo nesse rol as formações florestais, arbustivas, herbáceas, vegetações litorâneas (mangues e restingas) e outras mais complexas, como no caso do Pantanal.

A atual Lei de Proteção à Vegetação Nativa (Lei nº 12.651/2012), ao longo das suas outras duas versões (Decreto Federal nº 23.793/1934 e Lei nº 4.771/1965), tinha como objetivo maior criar um sistema unificado de normas legais que tutelavam o meio ambiente. No âmbito jurídico, é necessário que essas normas sejam justificadas tecnicamente para seu estabelecimento e cumprimento. No caso do código florestal, em todas as suas atualizações, foi evidente o descumprimento, seja pelo descrédito para com o CFB ou pela difícil exequibilidade exigida pela lei.

No tocante à origem histórica que dá base às leis relativas à criação de Áreas de Preservação Permanente no Brasil, especialmente aquelas localizadas às margens dos cursos

d'água, lagos, lagoas e nascentes – foco central da presente discussão –, deve-se iniciar a análise a partir do período colonial. Como já elucidado, nesse período, a preocupação da Coroa Portuguesa era mais disciplinar o uso comercial da madeira para exploração do que propriamente criar áreas para preservação ambiental. Como aponta Felício (2014), em 1797, foi expedida a Carta Régia, que estabelecia como propriedade real áreas sobre matas e arvoredos à borda das costas e dos rios que desembocassem diretamente no mar e que possuíssem seus leitos navegáveis para fim de transporte de madeira. Durante o regime do Brasil Império, houve tentativas pontuais para criar leis de controle ao desmatamento, contudo, as mesmas praticamente não tiveram efeito. Tendo em vista que, como afirma Bastos Neto (2008), o direito da propriedade previsto na Constituição, que permitia que o proprietário explorasse suas terras sem restrições, corroborou para o desmatamento em massa e a exploração dos recursos naturais.

Com a criação da Lei de Terras em 1850 e mesmo durante o período inicial da República, pouca coisa mudou no panorama nacional sobre as perspectivas quanto ao problema crônico da exploração. O cenário se transformou no âmbito jurídico a partir de 1907 com a criação no Congresso de um projeto voltado para a gestão e o uso da água e das florestas. Passados vinte e sete anos, o projeto entrou na história das leis ambientais nacionais como o primeiro Código Florestal Brasileiro (Decreto nº 23.793/1934). Contudo, no contexto em que foi criado, o primeiro CFB buscava tutelar as florestas, classificadas em: protetoras, remanescentes, modelo e de rendimento. Em nenhum das categorias era atribuído o caráter de preservação permanente. Ainda assim, é possível considerar que o código apresenta as bases embrionárias para a posterior definição de APPs, conforme se pode analisar no seu artigo 4º (BRASIL, 1934):

Art. 4º Serão consideradas florestas protectoras as que, por sua localização, servirem conjunta ou separadamente para qualquer dos fins seguintes:

- a) conservar o regime das aguas;
- b) evitar a erosão das terras pela ação dos agentes naturais;
- c) fixar dunas;
- d) auxiliar a defesa das fronteiras, de modo julgado necessário pelas autoridades militares;
- e) assegurar condições de salubridade publica;
- f) proteger sítios que por sua beleza mereçam ser conservados;
- g) asilar espécimes raros de fauna indígena.

A partir da revisão do código florestal, com a lei nº 4.771 de 1965, as florestas e demais formas de vegetação natural passaram a ser consideradas como de preservação permanente, conforme apresentado no artigo 2º dessa lei (BRASIL, 1965):

Art. 2º Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

a) ao longo dos rios ou de outro qualquer curso d'água, em faixa marginal cuja largura mínima será:

1- de 5 (cinco) metros para os rios de menos de 10 (dez) metros de largura:

2- igual à metade da largura dos cursos que meçam de 10 (dez) a 200 (duzentos) metros de distancia entre as margens;

3- de 100 (cem) metros para todos os cursos cuja largura seja superior a 200 (duzentos) metros.

b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;

c) nas nascentes, mesmo nos chamados "olhos d'água", seja qual for a sua situação topográfica;

d) no topo de morros, montes, montanhas e serras;

e) nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive;

f) nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;

g) nas bordas dos tabuleiros ou chapadas;

h) em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, nos campos naturais ou artificiais, as florestas nativas e as vegetações campestres.

Tal legislação estabeleceu duas modalidades de áreas destinadas à preservação permanente: as “*ex vi legis*” (ou legais), citadas anteriormente, e as “declaradas” (ou administrativas). As *ex vi legis* na sua definição têm relação com a situação (localização) das áreas, enquanto que as “declaradas” preconizam o caráter finalístico das florestas e demais formas de vegetação:

Art. 3º Consideram-se, ainda, de preservação permanentes, quando assim declaradas por ato do Poder Público, as florestas e demais formas de vegetação natural destinadas:

a) a atenuar a erosão das terras;

b) a fixar as dunas;

c) a formar faixas de proteção ao longo de rodovias e ferrovias;

d) a auxiliar a defesa do território nacional a critério das autoridades militares;

e) a proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico ou histórico;

f) a asilar exemplares da fauna ou flora ameaçados de extinção;

g) a manter o ambiente necessário à vida das populações silvícolas;

h) a assegurar condições de bem-estar público.

(BRASIL, 1965)

É válido discutir que, no contexto em que foram elaborados os dois primeiros códigos florestais, a população do Brasil vivia predominantemente na zona rural, por isso, o foco dessas normas ambientais era o de tutelar as vegetações naturais localizadas em áreas rurais, sem disciplinar as mesmas que se localizavam no meio urbano. Segundo Bueno (2005, p. 6),

Originalmente o legislador não previa aplicar o instrumento de preservação APP dentro das cidades, fossem grandes ou pequenas. Como se percebe, o Código

Florestal, quando concebido, era mais afeto à área florestal e não tinha conteúdo preservacionista.

O entendimento apresentado pelo autor supracitado especifica o objetivo do CFB de 1965, que propunha estabelecer normas e regras para as florestas no contexto rural. Mas adiante no texto, discorro mais profundamente sobre as competências a nível estadual e municipal em matéria ambiental e como as leis urbanísticas têm tutelado o uso e a ocupação do solo e das águas urbanas.

Dentre as alterações ocorridas no CFB de 1965, é relevante a revisão feita no texto legal a partir da Lei Federal nº 7.511 de 1986 (BRASIL, 1986). A referida lei propõe alterações quanto às métricas da faixa de vegetação a ser preservada ao longo de cursos d'água:

Art. 2º Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

a) ao longo dos rios ou de outro qualquer curso d'água, em faixa marginal cuja largura mínima será:

1 - de 30 (trinta) metros para os rios de menos de 10 (dez) metros de largura;

2 - de 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;

3 - de 100 (cem) metros para os cursos d'água que meçam entre 50 (cinquenta) e 100 (cem) metros de largura;

4 - de 150 (cento e cinquenta) metros para os cursos d'água que possuam entre 100 (cem) e 200 (duzentos) metros de largura; igual à distância entre as margens para os cursos d'água com largura superior a 200 (duzentos) metros;

(BRASIL, 1986).

A partir da Lei Federal nº 7.803 de 1989, novas alterações foram feitas no código, destacando o aumento das métricas referentes à preservação de nascentes e olhos d'água, que não eram antes contempladas, e à inclusão de novas categorias de APP, como previstas nas alíneas **g** e **h**, referentes às bordas de tabuleiros ou chapadas e áreas com altitude superior a 1.800 metros, respectivamente. É válido destacar também o adicional na lei que complementou a alínea **a** do artigo 2º quanto aos critérios para definição de áreas de preservação ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água, que passaram a ser medidos “desde o seu nível mais alto” (BRASIL, 1989). Isso demonstra a preocupação do legislador em especificar o limite mínimo da preservação a partir do leito maior do rio, que compreende o período quando o curso d'água apresenta média máxima de maior vazão, podendo ocorrer ocasionais inundações.

Conforme ilustrado por Rosin (2016) na figura 3, os rios, apesar de toda complexidade envolvida na geomorfologia fluvial, geralmente apresentam dois tipos de leitos: menor e maior. O leito menor compreende o nível normal ou regular do rio, que estaria encaixado na calha do curso e por aonde a água escoa durante a maior parte do tempo, enquanto que o leito maior se refere à área que extrapola do leito menor em função do aumento das precipitações ao longo do ano ou em casos de chuvas torrenciais que faz com que o rio extravase o seu leito regular gerando inundações. Nesse sentido, existe uma relação intrínseca entre os períodos de chuva e seca e a disposição do leito fluvial durante cada um desses momentos (CHRISTOFOLETTI, 1981).



Figura 3 – Representação das áreas do leito maior, do leito menor e do nível mínimo de um curso d'água hipotético.
Fonte: ROSIN (2016).

Além da Lei Federal nº 7.803 de 1989, houve antecedentes que alteraram ou revisaram o CFB de 1965, como as leis nº 6.535/1978 e nº 4.771/1986. Contudo, até então, não havia na lei máxima uma definição explícita das áreas destinadas à preservação permanente. Apenas a partir do ano 2000, com o advento das Medidas Provisórias nº 1.856-50 de 26 de maio de 2000 e nº 2.166-67 de 24 de agosto de 2011, foi apresentado pela primeira vez o conceito de APP no CFB, previsto no artigo 1º, § 2º, II na Lei nº 4.771/1965:

II - área protegida nos termos dos art. 2º e 3º desta Lei, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.
(BRASIL, 1965).

A partir dessa definição da APP em âmbito legal, foi permitida a tutela do espaço em si e não apenas sua discussão em questão conceitual. Tal definição ainda está vigente no atual código (Lei nº 12.651/2012) e refletiu positivamente nos esclarecimentos para com as

definições desses espaços territoriais especialmente protegidos, como elucidam Azevedo e Oliveira (2014, p. 73):

Com o advento do conceito “Área de Preservação Permanente – APP”, passou-se a tutelar um espaço territorial dotado de determinados atributos. Área esta que, por conta de suas peculiaridades, é protegida estando “coberta ou não por vegetação nativa”. Além disso, considera-se a APP um espaço territorial a ser especialmente protegido, nos termos do art. 225, § 1º, III da Constituição Federal de 1988.

Ademais, é importante entender o papel da legislação e dos seus instrumentos norteadores e disciplinadores, a exemplo do CONAMA, que, por meio de normas e resoluções específicas, busca efetivar o cumprimento das exigências legais (Resolução CONAMA 303/2002). No caso das APPs, seu conceito e os limites para proteção foram evoluindo ao longo da construção histórica do aparato jurídico nacional em matéria ambiental, que se estenderam desde o primeiro código florestal de 1934, mais especificamente com o CFB de 1965, até a atual lei estabelecida em 2012 (Lei 12.651/2012). Essas alterações ocorridas na legislação ambiental, no que se refere às áreas de preservação permanente, podem ser observadas no quadro 1.

Quadro 1 – Enquadramento histórico das áreas de preservação permanente de cursos d’água, lagos, lagoas e nascentes a partir da redação do texto legal sobre o tema.

Limites Estabelecidos pelo CFB de 1965	Alterações Advindas da Lei 7.511/86	Alterações originadas da Lei 7.803/1989	Resolução Conama 303 de 2002	Alterações do Novo CFB Lei 12.651/2012
ARTIGO 2º			ARTIGO 3º	ARTIGO 4º
a) ao longo dos rios ou de outro qualquer curso d’água, em faixa marginal cuja largura mínima será:	a) ao longo dos rios ou de outro qualquer curso d’água, em faixa marginal cuja largura mínima será:	a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d’água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja:	I - em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto , em projeção horizontal, com largura mínima, de:	I - as faixas marginais de qualquer curso d’água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular , em largura mínima de:
1. de 5 (cinco) metros para os rios de menos de 10 (dez) metros de largura;	1. de 30 (trinta) metros para os rios de menos de 10 (dez) metros de largura;	1. de 30 (trinta) metros para os cursos d’água de menos de 10 (dez) metros de largura;	a) trinta metros, para o curso d’água com menos de dez metros de largura;	a) 30 (trinta) metros, para os cursos d’água de menos de 10 (dez) metros de largura;

Continua

2. igual à metade da largura dos cursos que meçam de 10 (dez) a 200 (duzentos) metros de distancia entre as margens;	2. de 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;	2. de 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;	b) cinquenta metros, para o curso d'água com dez a cinquenta metros de largura;	b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
3. de 100 (cem) metros para todos os cursos cuja largura seja superior a 200 (duzentos) metros.	3. de 100 (cem) metros para os cursos d'água que meçam entre 50 (cinquenta) a 100 (cem) metros de largura;	3) de 100 (cem) metros para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;	c) cem metros, para o curso d'água com cinquenta a duzentos metros de largura;	c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;	4. de 150 (cento e cinquenta) metros para os cursos d'água que possuam entre 100 (cem) e 200 (duzentos) metros de largura; igual à distância entre as margens para os cursos d'água com largura superior a 200 (duzentos) metros	4) de 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;	d) duzentos metros, para o curso d'água com duzentos a seiscentos metros de largura;	d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
c) nas nascentes, mesmo nos chamados "olhos d'água", seja qual for a sua situação topográfica;		5) de 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;	e) quinhentos metros, para o curso d'água com mais de seiscentos metros de largura;	e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;
		c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura;	II - ao redor de nascente ou olho d'água, ainda que intermitente , com raio mínimo de cinquenta metros de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte;	II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:

Continuação				
			III - ao redor de lagos e lagoas naturais, em faixa com metragem mínima de:	a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;
			a) trinta metros, para os que estejam situados em áreas urbanas consolidadas;	b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;
			b) cem metros, para as que estejam em áreas rurais, exceto os corpos d'água com até vinte hectares de superfície, cuja faixa marginal será de cinquenta metros;	IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes , qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;
			IV - em vereda e em faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de cinquenta metros, a partir do limite do espaço brejoso e encharcado;	

Fonte: Autora (2019).

A evolução da concepção legal acerca das áreas destinadas à preservação permanente no arcabouço jurídico nacional estabeleceu conceitos, estipulou métricas de proteção, regras para os tipos de usos destinados a esses espaços e sanções àqueles que não estivessem regulares perante à lei. Conforme pode ser observado no quadro anterior, os aspectos que caracterizam as APPs passaram por diversas alterações até a institucionalização do atual CFB (BRASIL, 2012). A exemplo das APPs fluviais para rios de até 10 (dez) metros de largura,

que, em 1965, era de 5 (cinco) metros e no código vigente é de 30 (trinta) metros. Esse acréscimo não se deu por acaso, mas sim a partir do respaldo teórico/científico que justifica uma área de amortecimento coerente para que a APP exerça suas funções ecológicas. Segundo Metzger (2010, p. 1), “dada suas múltiplas funções, incluindo a fixação de solo, proteção de recursos hídricos e conservação de fauna e flora, deve-se pensar na largura mínima suficiente para que esta faixa desempenhe de forma satisfatória todas suas funções”.

O autor ainda aponta que a preservação da cobertura vegetal natural ao longo de cursos d’água, através dos corredores ecológicos, tem apresentado diversos benefícios ao ecossistema como um todo, aumentando a diversidade genética e da conectividade da paisagem, amenizando diretamente os efeitos negativos da fragmentação e das mudanças climáticas (AWADE; METZGER, 2008). Nesse sentido, os serviços ambientais prestados pelas APPs justificam a manutenção desses ambientais, atrelado ao seu respaldo jurídico previsto historicamente na legislação ambiental.

Todavia, nem todas as alterações do CFB de 2012 tiveram um aval científico nas suas definições, como foi observado em inúmeros pontos do novo CFB – sobre os quais discorro mais profundamente em partes posteriores da tese. Alguns conceitos e modificações do código foram interpretados como retrocessos na lei e na proteção desses espaços. Nesse contexto, destacam-se as alterações feitas no limite de proteção das APPs de faixa marginal de curso d’água (FMPs), que deixam de ser protegidas “a partir do seu nível mais alto” ou leito maior (Lei nº 7.803/1989) para ser medida a partir “da borda da calha de seu leito regular” (Lei nº 12.651 de 2012).

No tópico seguinte, discorro sobre como são tratadas as funções atribuídas às Áreas de Preservação Permanente, com destaque a sua função ambiental para conservação e qualidade dos recursos hídricos. Em seguida, concluo parte dessa discussão sobre o estado da arte no que diz respeito às APPs com a apresentação dos principais pontos alterados no novo CFB (BRASIL, 2012), substitutivo da lei 4.771/1965, e seus reflexos em relação às normas que regulam as Áreas de Preservação Permanente rurais e urbanas.

1.2.2 Funções das APPs

Como já foi apresentado, as Áreas de Preservação Permanente são consideradas como ambientes territoriais especialmente protegidos por lei, conforme previsto no artigo 225 da Constituição Federal de 1988 e pela Lei Federal 12.651 de 2012, conhecida como o Novo

Código Florestal Brasileiro. O caráter protecionista atribuído a esses espaços se justifica a partir das múltiplas funções socioambientais que as APPs são dotadas. Ao mesmo tempo, deve se considerar a fragilidade ambiental a que elas estão sujeitas. Não obstante, a dinâmica geomorfológica associada ao tipo de solo, material de origem e tipos de uso e ocupação podem tornar esses ambientes áreas que são suscetíveis à erosão acelerada, gerando a degradação do solo e da água.

Por definição, as APPs são consideradas, seja pela sua localização ou quando declaradas pelo poder público, áreas protegidas por força de lei estando elas cobertas ou não por vegetação nativa. Essas áreas, por sua vez, são dotadas pela função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo genético de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações (BRASIL, 2012). A partir de uma interpretação ecológica e holística, também é possível incluir como funções das APPs questões sociais, econômicas e culturais, apresentadas no quadro 2.

Quadro 2 – Valores atribuídos às áreas de preservação permanentes rurais e urbanas.

ASPECTOS ASSOCIADOS ÀS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE		
CRITÉRIOS	MEIO RURAL	MEIO URBANO
Físicos	Protege os processos ecológicos da paisagem e pode ser explorado economicamente por meio do turismo sustentável (ecoturismo ou turismo rural), quando associado a atividades de baixo impacto.	Reduz a poluição atmosférica e a sonora; influencia na temperatura da cidade; reduz a força e condiciona a circulação dos ventos; atua como ponto de absorção da água das chuvas e permite a absorção de lençóis freáticos; pode fornecer sombreamento para transeuntes e áreas livres para recreação dependendo do tipo de vegetação existente.
Ecológicos	Promove habitat para elementos da fauna, protege os corpos hídricos do assoreamento, contaminação por poluentes resultantes das atividades econômicas e serve como corredor ecológico, interligando maciços florestais.	Sofre grande variação de acordo com os níveis de poluição decorrente da atividade urbana, mas serve de abrigo para fauna remanescente e pode atuar preventivamente no controle de deslizamentos de terras e enchentes quando da existência de vegetação, de acordo com características do solo e topografia.
Paisagísticos	Possui relevante importância paisagística.	Constitui-se em elemento básico das unidades de paisagem, funcionando como contraponto aos espaços construídos, relacionados às chamadas “áreas verdes urbanas” (BRASIL, 2012).
Econômicos	Promove a manutenção de processos ecológicos que permitem a perpetuação da exploração econômica de atividades relacionadas à exploração das áreas rurais e de seus recursos.	Influencia nos valores das propriedades positiva ou negativamente, de acordo com o tipo de vegetação e o tipo de utilização da área. Há custos de manutenção em áreas urbanas, demandando planejamento específico para que atinjam o fim esperado.

Continua

		Continuação
Psicológicos	Favorece a construção das relações do indivíduo com o meio, associado às ideias de pertencimento e afetividade. Para alguns grupos, pode ter função cultural e não meramente econômica.	Serve a propósitos religiosos; permite o contato com a “natureza” para habitantes da cidade; pode permitir o lazer ativo e passivo, de acordo com as características do relevo e vegetação; pode ser elemento integrante da paisagem e identidade.

Fonte: FISHER e SÁ (2007). Adaptado pela autora (2019).

Dentre os aspectos citados e as funções associadas às APPs, destaca-se o papel imprescindível de *preservação dos recursos hídricos*. Nesse sentido, a lei estabelece que todo o ambiente que compreende os limites marginais dos cursos d’água deve ser protegido, a fim de manter o equilíbrio dos bens e serviços prestados pelo ecossistema. A funcionalidade das APPs marginais de curso d’água está diretamente associada ao conceito de mata ciliar ou zona ripária.

A mata ripária, por definição, diz respeito à toda vegetação arbórea nativa diretamente associada à sua proximidade a um curso d’água. Esse conceito, por sua vez, aparece como sinônimo de mata ciliar, mata galeria ou floresta ribeirinha. Vale salientar que essa região localizada nas margens da rede de drenagem é comum a todos os domínios morfoclimáticos e fitogeográficos do Brasil (AB’SABER, 2004), configurando-se no espaço geográfico como um ambiente “de transição ou ecótono entre os ecossistemas terrestres e aquáticos que influencia diretamente os parâmetros físico-químicos e biológicos dos corpos d’água” (TAMBOSI et al., 2015, p. 154).

Considerando as funções eco-hidrológicas das APPs para preservação dos recursos hídricos, as seguintes são as principais:

- Estabilização das ribanceiras do rio;
 - Estabilidade térmica dos cursos d’água;
 - Diminuição e filtragem do escoamento superficial;
 - Aumento da capacidade de recarga do lençol freático;
 - Impedimento da contaminação da água por resíduos agrícolas tóxicos;
 - Formação de ambientes adequados ao desenvolvimento da fauna aquática e terrestre;
 - Preservação de espécies vegetais e animais raras ou em risco de extinção;
 - Corredores Ecológicos.
- (BORGES, 2008, p. 35).

Assim sendo, as APPs, quando devidamente protegidas, exercem uma espécie de efeito-tampão através da sua vegetação, que ameniza os efeitos erosivos da água, permitindo uma infiltração eficiente para manutenção do equilíbrio ecodinâmico. Além disso, a vegetação nesse ambiente influencia diretamente o microclima entre os meios aquáticos e terrestres, a partir da proteção contra a incidência direta dos raios solares, conferindo, conseqüentemente,

estabilidade térmica ao ambiente (MMA, 2011; TUNDISI, 2014). Em relação ao papel das APPs para os organismos aquáticos e silvestres, observa-se que

a interação da vegetação com o riacho propicia a entrada de materiais alóctones, fundamentais para a manutenção da cadeia alimentar e formação de habitats aquáticos [...] Essas funções da vegetação ripária garantem uma maior estabilidade em diferentes parâmetros físico-químicos da água e reduzem o risco de eutrofização, favorecendo a manutenção da qualidade da água e reduzindo possíveis gastos com tratamento para uso humano (TAMBOSI et al., 2015, p. 5).

Quanto às métricas para definição da zona de amortecimento sobre as quais as APPs sejam capazes de exercer suas funções ecológicas, muitos autores apontam para definições superiores àquelas apresentadas na legislação ambiental vigente (BRASIL, 2012). Entre algumas pesquisas que enfatizam a importância da vegetação natural das zonas ripárias (SAPACKMAN; HUGHES, 1995; HEID; FILTON, 1998; CRJC, 1998; SILVA, 2003), considerando as diferentes metodologias aplicadas em cada uma, Rosin (2016) destaca o modelo para definição das faixas de proteção da zona ripária proposto pelo CRJC (1998), apresentado na figura 4.

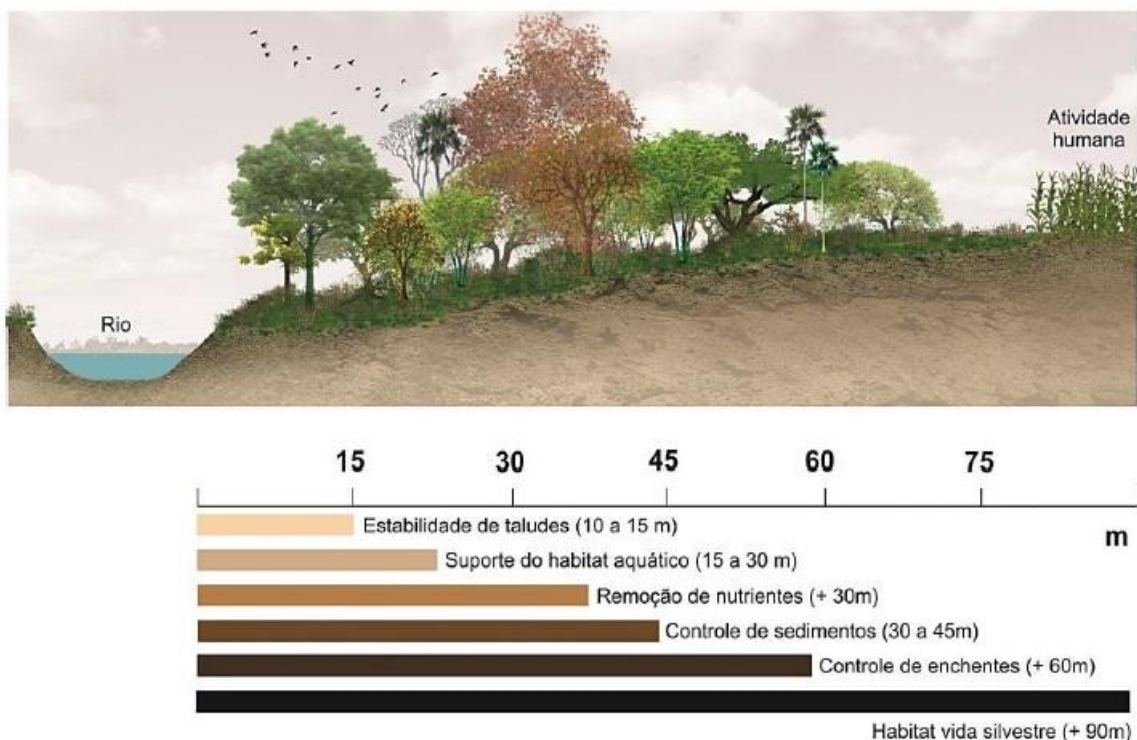


Figura 4 – Larguras propositivas que efetivas funções das zonas ripárias.
Fonte: CRJC (1998), adaptado por ROSIN (2016).

A partir da observação da figura acima, deve-se considerar que as larguras da zona ripária de cursos d'água variam de acordo com a função ecológica a ser empenhada. É

importante, nessa análise, considerar também a forma ou tipo de canal fluvial, característica que influencia intrinsecamente as dimensões e variações sazonais dos leitos maior e menor.

Outra modalidade da APP vinculada à proteção dos recursos hídricos são as APPs do tipo nascente, definidas, segundo o CFB de 2012, artigo 3º, inciso XVII, como um “afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d’água” (BRASIL, 2012). Acerca da relevância desse tipo de APP e a importância dos serviços ambientais por ela prestados, Borges (2008) destaca que

Mais do que as APP ao longo de cursos d’água, as APP no entorno de nascentes apresentam características de produção de bens e serviços ambientais bem mais importantes, haja vista sua localização se dar nas cabeceiras das bacias hidrográficas (BORGES, 2008, p. 91).

Ainda sobre a função das APPs para manutenção da qualidade dos corpos d’água, existe a modalidade de APP entorno “dos lagos e lagoas naturais” e “dos reservatórios d’água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d’água naturais”. Todavia, até o código de 1965, não existia limite mínimo previsto em lei para proteção das APPs do tipo lagos e lagoas, o que tornou essa categoria de APP bastante subjetiva. Atualmente, a metragem de proteção desse tipo de APP apresenta diferenciações de acordo com a sua localização (quando está na zona rural ou em área urbana) e suas dimensões em hectares. Destaco também, na discussão, a questão dos reservatórios artificiais, uma vez que esses ambientes, resultantes de ações antrópicas, estão sujeitos a grandes impactos ambientais. Conforme discute Borges (2008, p. 75),

Em virtude da necessidade de geração de energia e abastecimento da população, a construção de usinas hidrelétricas e reservatórios de abastecimento foram, durante muito tempo, considerados a solução para a produção de energia e para a promoção do desenvolvimento do país. Neste tempo, o interesse econômico, advindo do progresso que os empreendimentos propiciaram, fizeram com que as ações ligadas à preservação ambiental não fossem visualizadas, nem mesmo avaliados os seus impactos futuros.

Nesse sentido, a proteção desses ambientes, seja de origem natural ou antrópica, também é relevante para a estabilidade ambiental dos recursos hídricos, uma vez que todo empreendimento para a construção de barramento de um rio ou a criação de reservatório geram impactos ecológicos. Apenas em 1985, por meio da Resolução CONAMA nº 4, foram estabelecidas especificações quanto às métricas de proteção desses ambientes, a partir da

conceituação das chamadas “Reservas Ecológicas”, em especial aquelas previstas no artigo 3º, da citada resolução:

Art. 3º. São Reservas Ecológicas:

[...]

b. as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

[...]

ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais, desde o seu nível mais alto medido horizontalmente, em faixa marginal cuja largura mínima será:

- de 30 (trinta) metros para os que estejam situados em áreas urbanas;
- de 100 (cem) metros para os que estejam em áreas rurais, exceto os corpos d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;
- de 100 (cem) metros para as represas hidrelétricas.

(CONAMA, 1985)

Prosseguindo com a discussão sobre as funcionalidades das APPs, o segundo ponto previsto no CFB (BRASIL, 2012) diz respeito à *função ambiental de preservação da paisagem*. O estudo da paisagem, por sua vez, faz parte da evolução do conhecimento geográfico e das Ciências da Natureza. O conceito dessa categoria espacial aparece na literatura científica a partir de diferentes visões, contudo, de maneira geral, a paisagem é entendida enquanto uma herança de processos fisiográficos e biológicos que ocorreram há milhares de anos e continuam em transformação (AB SABER, 2003). No contexto geográfico,

a paisagem pode ser considerada como o conjunto de formas que caracterizam um determinado setor da superfície terrestre. Os geógrafos analisam os elementos que compõem a paisagem, em função de sua forma e magnitude, e propõem uma classificação das paisagens. Assim sendo, é de fundamental importância, nesse tipo de procedimento, que a paisagem seja considerada como o conjunto dos elementos da natureza que podem ser observados a partir de um ponto de referência. Além disso, na leitura da paisagem, é possível definir as formas resultantes da associação do ser humano com os demais elementos da natureza (VERDUM e FONTOURA, 2009, p. 14).

A partir dessa perspectiva de análise, é possível avaliar as APPs enquanto um conjunto sistêmico de processos naturais e antrópicos. Nesse sentido, a preservação desses ambientes é essencial para a dinâmica da paisagem, permitindo a estruturação de corredores de vegetação responsáveis pela manutenção de processos ecológicos. O estudo sistêmico da paisagem permite entender a dinâmica dos processos que ocorrem no contexto das APPs e apresentar um diagnóstico da situação desses espaços, determinar sua situação para exercer suas funções e estabelecer prognóstico para mitigação ou recuperação de espaços que estão degradados ou descaracterizados.

Outra importante função atribuída às APPs diz respeito à sua capacidade de *preservar a estabilidade geológica*, especialmente as modalidades de APPs do tipo “encostas ou partes destas com declividade superior a 45°” e “topos de morros, montes, montanhas e serras”. Em função do fator declividade, esses ambientes são extremamente frágeis e suscetíveis a desencadear processos erosivos acelerados, principalmente quando esses espaços são ocupados de forma irregular. Algo similar

ocorre com as APPs de margens de rios, que uma vez desmatadas, degradadas e/ou indevidamente ocupadas, perdem a proteção conferida pela vegetação ciliar, ficando sujeitas aos efeitos de desbarrancamentos e deslizamentos de solo ou rochas e conseqüentemente carreamento de sedimentos para o leito dos rios, promovendo seu assoreamento. Com isso os rios tornam-se mais rasos, e nas situações de precipitação mais volumosas, não conseguem conter o volume adicional de água, potencializando cheias e enchentes (MMA, 2011, p. 15).

Diante do exposto, é possível compreender a relevância de manter esses ambientes, naturalmente instáveis, devidamente protegidos pela vegetação natural, de modo que essa cobertura vegetal previna processos como o assoreamento de corpos d’água, o deslizamento de terras e a ocorrência de enchentes. A preservação desses ambientes contribui, pois, para a segurança da vida das comunidades humanas que ali vivem.

Em relação às funções de *preservar a biodiversidade e o fluxo gênico de fauna e flora*, as APPs marginais de cursos d’água apresentam-se, em termos ecológicos, como corredores que facilitam o fluxo de indivíduos na paisagem. Quando se tratam de ambientes degradados ou modificados antropicamente, as APPs perdem essa característica de continuidade no espaço formando paisagens fragmentadas. Quanto às conseqüências dessa fragmentação, Metzger (2010, p. 1) aponta que

quando o habitat original encontra-se disperso em inúmeros fragmentos, isolando e reduzindo o tamanho das populações nativas, a sobrevivência das espécies depende de suas habilidade de se deslocarem da paisagem. Nessas condições, os corredores podem ter papel capital, pois muitas espécies não conseguem usar ou cruzar áreas abertas criadas pelo homem, nem quando se trata de áreas muito estreitas como estradas.

Por isso, é tão importante a manutenção das APPs em condições naturais e com a presença da vegetação original, a fim de que seja possível estabelecer essas relações de troca gênica e para a conservação das espécies. É importante destacar que a preservação desses corredores ecológicos pode também gerar benefícios para atividades antrópicas, como a

agricultura e a fruticultura. A principal contribuição das APPs próximas às áreas cultivadas seria a manutenção das espécies responsáveis pelo processo de polinização, uma vez que,

Sem os polinizadores, que encontram ambientes favoráveis à sua sobrevivência e reprodução nestas faixas de vegetação nativa preservada nas APPs e em outros espaços territoriais especialmente protegidos, as culturas agrícolas ou frutíferas presentes nas áreas adjacentes teriam produtividade afetada (MMA, 2011, p. 21 – 22).

Portanto, esses espaços especialmente protegidos possuem importantes contribuições para o ecossistema do qual fazem parte e para as populações humanas. Por isso, é relevante amparar e aprimorar as ferramentas jurídicas sobre bases científicas que comprovem a importância do cumprimento das exigências legais para conservação e proteção das Áreas de Preservação Permanente, fazendo com que elas sejam áreas de integração ecologicamente equilibradas entre o meio ambiente e a sociedade humana.

1.2.3 Alterações do Código Florestal Vigente no Uso de APPs

A partir do Código Florestal de 1965, foram consolidadas políticas ambientais importantes no Brasil, a exemplo da criação legal das Áreas de Preservação Permanente e da delimitação das métricas mínimas de preservação para cada tipo de APP. Outras leis posteriores (Lei 7.511/86 e Lei 7.783/89) complementaram o CFB na busca de frear o processo crônico de desmatamentos no Brasil. As modificações do código de 1965 repercutiram diretamente no modelo econômico de exportação brasileiro, e, conseqüentemente, atingiu os grandes empresários e as organizações vinculadas ao agronegócio.

Observa-se, a partir da década de 1990, o início de uma série de propostas e tentativas para reformulação do código florestal, coordenadas principalmente pela chamada Bancada Ruralista do Congresso Nacional, que tinha o objetivo principal de ampliar a fronteira agrícola de cultivo agropecuário a partir da “flexibilização dos limites públicos à propriedade privada e do regime jurídico dos bens comuns” (PECKER, 2015, p. 28). A partir da edição do Decreto 6.514 de 22 de julho de 2008, que regulamentava a Lei de Crimes Ambientais (BRASIL, 1998), as pressões contrárias a aplicação da lei passaram a ser mais incisivas por parte dos que estavam irregulares. O decreto apenas estabeleceu o processo administrativo para apuração de multas e penas daqueles que não estivessem regularizados em relação à averbação da Reserva legal, questão que gerou descontentamento dos ruralistas. Fato que foi

agravado com a Resolução 3545/2008 do Banco Central que passou a restringir a liberação de crédito agropecuário para os proprietários rurais que não estivessem devidamente regulares perante à legislação ambiental vigente no país.

Como apontam Brancalion et al. (2016), as mudanças que resultaram no substitutivo do CFB de 1965, que se refere à Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN) (BRASIL, 2012), podem ser analisadas a partir de três aspectos:

a) *disposições gerais*, que apresentam as regras a serem seguidas obrigatoriamente por todas as propriedades rurais a partir da publicação da lei; b) *disposições transitórias*, que criam concessões para favorecer a regularização das propriedades que descumpriram o CF de 1965, considerando como data limite dos descumprimentos 22 de julho de 2008 (que é a data da publicação do Decreto nº 6.514, que regulamenta a Lei de Crimes Ambientais e trata das infrações ao meio ambiente e as consequentes sanções); e c) *sistemas de controle e incentivo*, que resultaram na criação de mecanismos e políticas públicas para subsidiar a implantação da LPVN (BRANCALION et al., 2016, p. 5)

No tocante às alterações advindas do novo código florestal, que se relacionam com a análise pretendida nesta pesquisa, devem ser considerados os avanços e retrocessos consequentes. No quadro 3, é apresentada resumidamente uma síntese com os principais pontos negativos e positivos identificados a partir da análise da nova lei da proteção da vegetação nativa segundo a perspectiva de Brancalion et al. (2016).

Quadro 3 – Síntese das principais alterações ocorridas na LPVN.

DISPOSIÇÕES GERAIS	DISPOSITIVOS TRANSITÓRIOS	SISTEMAS DE CONTROLE E INCENTIVO
<ul style="list-style-type: none"> ❖ Alteração do limite para restauração das APPs; ❖ Isenção da recomposição da RL em propriedades inferior a 4 módulos fiscais; ❖ Manutenção do uso de APPs em áreas rurais consolidadas; ❖ Alterações quanto a utilização de APPs urbanas em situações de utilidade pública e interesse social². 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Exclusão das nascentes intermitentes como categoria de APPs; ❖ Dispensa de APP em acumulações naturais ou artificiais de água com superfície inferior a 1 hectare; ❖ Alteração no regime de proteção de APPs Topo de Morros; ❖ Modificação no limite inicial à proteção das APPs fluviais; 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Cadastro Ambiental Rural (CAR); ❖ Programa de Regularização Ambiental (PRA); ❖ Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas e Alteradas (PRADA); ❖ Cotas de Reserva Ambiental (CRA); ❖ Pagamento por Serviços Ambientais (PSA).

Fonte: Autora (2019).

É importante apontar a introdução de novos conceitos no CFB que se articulam diretamente com as modificações supracitadas sobre o uso de APPs. Dentre eles, destacam-se:

² A discussão quanto às modificações no uso de APPs urbanas será tratada no tópico 1.3.2 do presente capítulo.

IV - **área rural consolidada**: área de imóvel rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris, admitida, neste último caso, a adoção do regime de pousio;

V - **pequena propriedade ou posse rural familiar**: aquela explorada mediante o trabalho pessoal do agricultor familiar e empreendedor familiar rural, incluindo os assentamentos e projetos de reforma agrária, e que atenda ao disposto no art. 3º da Lei no 11.326, de 24 de julho de 2006;

VI - **uso alternativo do solo**: substituição de vegetação nativa e formações sucessoras por outras coberturas do solo, como atividades agropecuárias, industriais, de geração e transmissão de energia, de mineração e de transporte, assentamentos urbanos ou outras formas de ocupação humana;

VII - **manejo sustentável**: administração da vegetação natural para a obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo e considerando-se, cumulativa ou alternativamente, a utilização de múltiplas espécies madeireiras ou não, de múltiplos produtos e subprodutos da flora, bem como a utilização de outros bens e serviços;

[...]

XVII - **nascente**: afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água;

XVIII - **olho d'água**: afloramento natural do lençol freático, mesmo que intermitente;

XIX - **leito regular**: a calha por onde correm regularmente as águas do curso d'água durante o ano;

[...]

XXI - **várzea de inundação ou planície de inundação**: áreas marginais a cursos d'água sujeitas a enchentes e inundações periódicas;

XXII - **faixa de passagem de inundação**: área de várzea ou planície de inundação adjacente a cursos d'água que permite o escoamento da enchente;

XXIII - **relevo ondulado**: expressão geomorfológica usada para designar área caracterizada por movimentações do terreno que geram depressões, cuja intensidade permite sua classificação como relevo suave ondulado, ondulado, fortemente ondulado e montanhoso.

[...]

XXIV - **pousio**: prática de interrupção temporária de atividades ou usos agrícolas, pecuários ou silviculturais, por no máximo 5 (cinco) anos, para possibilitar a recuperação da capacidade de uso ou da estrutura física do solo;

[...]

XXV - **áreas úmidas**: pantanais e superfícies terrestres cobertas de forma periódica por águas, cobertas originalmente por florestas ou outras formas de vegetação adaptadas à inundação (grifo em negrito acrescentado).

(BRASIL, 2012).

Além dos conceitos citados, é importante discutir a própria definição de Áreas de Preservação Permanente, que, no antigo código, são “florestas e demais formas de vegetação” (BRASIL, 1965), enquanto que no código vigente é dado destaque não somente a presença da cobertura natural, mas endossa também a questão geográfica (locacional), que se refere “as faixas marginais de qualquer curso d'água natural, perene e intermitente” (BRASIL, 2012). Todavia, existe certa fragilidade na lei quanto ao novo limite para definição dessa área de proteção, que deixa de ser contabilizada a partir do *leito maior* para ser estabelecida segundo o limite do *leito regular*, conforme previsto no artigo 4º da lei. Isso configura uma redução

significativa das áreas de preservação, e, conseqüentemente, potencializa o risco de eventuais episódios de inundações nessas áreas, que agora têm regulamentada a isenção de proteção.

A partir da análise do artigo 6º do novo código, observa-se que, além das APPs *ex vi legis*, descritas no artigo 4º, existe a categoria de APPs declaradas pelo Poder Executivo segundo justificativa de interesse social. Tais APPs têm como objetivo uma ou mais das seguintes finalidades:

- I - conter a erosão do solo e mitigar riscos de enchentes e deslizamentos de terra e de rocha;
 - II - proteger as restingas ou veredas;
 - III - proteger várzeas;
 - IV - abrigar exemplares da fauna ou da flora ameaçados de extinção;
 - V - proteger sítios de excepcional beleza ou de valor científico, cultural ou histórico;
 - VI - formar faixas de proteção ao longo de rodovias e ferrovias;
 - VII - assegurar condições de bem-estar público;
 - VIII - auxiliar a defesa do território nacional, a critério das autoridades militares.
 - IX - proteger áreas úmidas, especialmente as de importância internacional.
- (BRASIL, 2012).

É possível notar que juridicamente são desconsideradas como APPs as áreas de *várzea de inundação ou planície de inundação*, assim como as *áreas úmidas*, ambas consideradas pela literatura científica como ambientes instáveis e de alta vulnerabilidade ambiental, principalmente quando esses espaços estão ocupados por outros tipos de uso (TRICART, 1977; ROSS, 1994; MANDER et al., 1997; RAMOS; ANJOS, 2014). Os impactos gerados com as alterações citadas, que restringem a proteção das APPs apenas ao leito regular, têm conseqüências mais negativas nos rios de planície. Nos resultados apresentados no artigo *Restoration Challenges and Opportunities for Increasing Landscape Connectivity under the New Brazilian Forest Act* (GARCIA et al., 2013), a delimitação de APP baseada no leito regular de cursos de água afetará principalmente regiões de topografia plana, uma vez que áreas com relevo mais acentuado e rios profundamente assentados apresentam baixa variabilidade sazonal na largura do curso de água.

No tocante ao Regime de Proteção das APPs, previsto na Seção II, é notável a obrigatoriedade exigida por lei da manutenção das Áreas de Preservação Permanente por parte do proprietário da área, possuidor ou ocupante de qualquer título (artigo 7º). Esse mesmo artigo ainda se preocupa em delegar a tutela das APPs degradada a posteriores proprietários da área, no caso de transferência do imóvel rural. Essa última especificação, fundamentada no parágrafo 2º, restringe a obrigatoriedade de recomposição das APPs localizadas em áreas rurais, o que pode gerar ambigüidades na interpretação ou no entendimento da lei,

no que se refere à recomposição das APPs urbanas. Outro ponto a se considerar consta no parágrafo 3º, do artigo 7º:

§ 3º No caso de supressão não autorizada de vegetação realizada **após 22 de julho de 2008**, é vedada a concessão de novas autorizações de supressão de vegetação enquanto não cumpridas as obrigações previstas no § 1º. (grifo em negrito acrescentado).
(BRASIL, 2012).

Essa especificação da lei é um retrocesso à preservação ambiental no Brasil, tendo em vista que o Decreto nº 6.514/2008³ já havia disciplinado sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente com objetivo de promover o cumprimento das exigências do antigo código (BRASIL, 1965). No novo código, ocorre uma concessão de anistia aos proprietários rurais que estavam irregulares perante à legislação vigente na época, desvencilhando-os das suas obrigações legais e tornando-os regulares de acordo com a atual legislação.

Outro ponto relacionado às alterações do novo CFB, que converge com o tema da pesquisa, é a exclusão das APPs nascentes intermitentes, como apresentado no inciso IV, do artigo 4º: “as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d’água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros” (BRASIL, 2012). Nessa perspectiva, não é considerada a fragilidade ambiental a que estão sujeitas essas áreas, uma vez que esse tipo de ambiente possui eventuais afloramentos d’água, os quais, mesmo que não sejam perenes, exercem funções ambientais e contribuem para manutenção dos cursos hídricos no contexto da bacia hidrográfica.

Ainda sobre as disposições transitórias presente no código atual, que tinham como objetivo regularizar as propriedades que estavam em desacordo com a antiga lei, destaca-se uma gigantesca redução da extensão das áreas de restauração obrigatória. Como apontam Soares et al. (2014), a partir das novas concessões do CFB de 2012 e da anistia aos proprietários ilegais, houve uma redução de 58% das áreas potenciais para recuperação em relação à legislação anterior, entre APPs e RLs. Nesse contexto, é importante elucidar o conceito de “área rural consolidada”, definida pela Lei 12.651/2012, art. 3º, inciso IV: “área de imóvel rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações,

³ O decreto nº 6.514, de 22 de julho de 2008, que dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações e dá outras providências. Chama-se atenção ao fato de que o novo código especifica a data de criação do citado decreto mas desconsidera as leis anteriores à de 2012 (Lei 12.651).

benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris, admitida, neste último caso, a adoção do regime de pousio” (BRASIL, 2012).

A inclusão do conceito de área rural consolidada se apresenta como mais um ponto polêmico entre as alterações do novo CFB, uma vez que descaracteriza as funções das APPs e sua importância ecológica outrora justificada no CFB de 1965. A introdução do conceito em questão, evidencia a flexibilização da lei que dá sustentação no âmbito jurídico para ocupação de áreas frágeis e ratifica ações ilegais precedentes. No tocante à recomposição das APPs degradadas, é possível observar na nova lei uma redução da largura das faixas a serem recuperadas, levando como critério único o tamanho da propriedade, o que é totalmente incoerente com dinâmica natural particular de cada categoria de APP e atesta a falta de base científica na reformulação do CFB. Na tabela 1, são apresentadas as métricas para recomposição de APPs degradadas considerando o tamanho dos imóveis em módulos fiscais⁴ (MF).

Tabela 1 – Dimensões das áreas para recomposição de APPs no caso de áreas rurais consolidadas, a partir da modulação fiscal das propriedades.

Categoria de Área de Preservação Permanente	Tamanho do imóvel rural em Módulos Fiscais (MF)					
	< 1 MF	Entre 1 e 2 MF	Entre 2 e 4 MF	Entre 4 e 10 MF		> 10 MF
				Curso d'água com largura até 10 m	Curso d'água com largura > 10 m	
Faixas marginais de curso d'água natural perene e intermitente (todas as larguras)	5 m	8 m	15 m	20 m	30 – 100 m	
Entorno dos lagos e lagoas naturais	5 m	8 m	15 m	30 m		
Entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes	15 m					
Faixa marginal a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado de veredas	30 m			50 m		

Fonte: Laudares et al. (2014). Adaptado pela autora (2019).

⁴ Módulo fiscal é uma unidade de medida agrária expressa em hectares que pode variar de acordo com cada município da União. Os seguintes critérios são considerados para sua delimitação: tipo de exploração predominante no município; Renda obtida com a exploração predominante, outras explorações existentes que também influenciam, em menor grau, em função da renda ou da área utilizada, e o conceito de propriedade familiar.

Conforme foi apresentado na tabela anterior, é possível observar métricas para recuperação bastante reduzidas, que podem ser consideradas ineficientes para realização das funções ecológicas básicas da APP. Desconsiderar a natureza e dimensão da largura do curso d'água, e, ao invés disso utilizar uma unidade antrópica e arbitrária (módulo fiscal), permite que se crie “janelas para fraudes com desmembramentos de imóveis ou ainda redução do módulo fiscal para reduzir necessidade de recomposição” (PARCKER, 2015, p. 40).

Essas alterações apresentadas com o novo CFB, entre outras não discutidas nesta pesquisa, resultaram em mobilizações entre os especialistas em matéria ambiental que culminou em três Ações Diretas de Inconstitucionalidade (ADIs), impetradas pelo Ministério Público Federal, sendo elas: ADI 4.901, que trata da “redução ou extinção da reserva legal e a compensação no mesmo bioma como regra no país”; ADI 4.902, que questiona a autorização de “área rural consolidada” e anistia para multas e crimes cometidos pelos proprietários irregulares até a data de até 22 de julho de 2008; e ADI 4.903, que critica a consolidação de desmatamentos e extinção de APPs e a extensão das hipóteses de intervenção por interesse público e social. Além das três ADIs citadas, o Partido Socialista e Liberdade (PSOL) também apresentou uma quarta ADI, nº 4.937. A seguir, é apresentado um quadro de síntese sobre os principais dispositivos questionados pelas ações no que se refere às APPs.

Quadro 4 – Síntese dos principais dispositivos questionados do novo CFB pelas ADIs, com ênfase aos questionamentos relacionados as APPs estudadas nesta pesquisa.

ADI 4.901 – Reserva Legal		
Dispositivos questionados da Lei 12.651/2012	Norma Constitucional Violada	Fundamento
<i>Cálculo da APP na RL</i> Art. 15. Será admitido o cômputo das Áreas de Preservação Permanente no cálculo do percentual da Reserva Legal do imóvel	- Dever geral de proteção ambiental – art. 225, §1º CF; - Dever de reparação dos danos ambientais – art. 225, §3º CF; - Dever de restauração dos processos ecológicos - art. 225 §1º, I CF; - Vedação da utilização de espaço protegido de modo a comprometer os atributos que a justificam - art. 225, §1º, III CF; > Princípio da função social da propriedade - art. 186, I CF.	Permite permuta de APP por RL, ainda que ambas cumpram funções ecológicas distintas. Nesse caso, a lei permite que haja computa da área de APP com objetivo de alcançar porcentagem mínima exigida para RL, descaracterizando com isso o regime de proteção da RL.
ADI 4.902 – Áreas Consolidada e Anistia		
Dispositivos questionados da Lei 12.651/2012	Norma Constitucional Violada	Fundamento
<i>Autoriza consolidação e novas supressões de áreas desmatadas até 22.07.2008</i>	- Dever geral de reparação do dano ambiental – art. 225, §3º CF;	A lei é permissiva ao isentar o proprietário irregular da reparação do dano gerado e autoriza novas supressões

Continua

<p>Art. 7. § 3º No caso de supressão não autorizada de vegetação realizada após 22 de julho de 2008, é vedada a concessão de novas autorizações de supressão de vegetação enquanto não cumpridas as obrigações previstas no § 1º⁵.</p>	<p>Pedido: Declaração de inconstitucionalidade da expressão “após 22.07.2008”.</p>	<p>para aqueles que desmataram até 22.07.08, sem exigência razoável quanto aos motivos do impedimento de cumprir a lei; - Premia aqueles que cometeram danos ambientais e desmataram ilegalmente suas propriedades; - O conceito de “Área rural consolidada” isenta causadores de danos ambientais da obrigação objetiva em reparar o dano, sem exigir qualquer circunstância razoável para a dispensa da reparação.</p>
---	--	--

<p><i>Consolidação total ou parcial de APPs</i></p> <p>Art. 61-A; Art. 61-B; Art. 61-C E Art. 63: Ambos autorizam a consolidação dos danos ambientais praticados ilegalmente até 22.07.2008 para grande parte de APPs (art. 63); Recomposição a menor de acordo com tamanho da propriedade (“escadinha”) para mata ciliar ao redor de rios, nascentes ou olhos d’água perenes; lagos e lagoas naturais e restingas (§1º a §7º do art. 61-A); Autoriza recomposição com até 50% de exóticas nas pequenas propriedades ou posses rurais (§13, inciso IV do art. 61-A).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Dever geral de proteção ambiental art. 225, I CF; - Dever de reparação do dano ambiental – art. 225, §3º CF; - Dever de restauração dos processos ecológicos essenciais – art. 225, §1º, I CF; - Vedação de uso de espaço protegido de modo a comprometer os atributos que justificam sua proteção - art. 225, §1º, III CF; - Função social da propriedade – art. 186, II CF; - Princípio de vedação do retrocesso socioambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> - Com a introdução do conceito de “Área rural consolidada”, isenta causadores de danos ambientais da obrigação objetiva em reparar o dano no todo (art. 63) ou em parte (arts 61-A; 61-B; 61-C), sem exigir qualquer circunstancia razoável para a dispensa da reparação; - Critério único do tamanho da propriedade sem vinculação com importância ecológica para o tamanho da APP para fins de recomposição (art. 61-A);
--	---	---

ADI 4.903 – APP

Dispositivos questionados da Lei 12.651/2012	Norma Constitucional Violada	Fundamento
<p><i>Intervenção em APP por “interesse público e social” sem exigência de comprovação de outra alternativa técnica e locacional</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Dever de vedar utilização de espaços protegidos que possa comprometer a integridade dos atributos que justificam sua proteção – art. 225, §1º, III, CF; 	<p>A omissão pode autorizar intervenções em APP como regra e não exceção, permitindo o comprometimento de funções ecológicas. Violação do interesse público primário desta e das futuras gerações em nome de interesse secundário da administração.</p>
		<p>Continua</p>

⁵ § 1º Tendo ocorrido supressão de vegetação situada em Área de Preservação Permanente, o proprietário da área, possuidor ou ocupante a qualquer título é obrigado a promover a recomposição da vegetação, ressalvados os usos autorizados previstos nesta Lei.

<p>Art. 3, inciso VIII e IX: deixa de exigir comprovação por processo administrativo próprio de inexistência de alternativa técnica e locacional para todas as hipóteses de intervenção de “interesse público” e “interesse social”, restringindo às alíneas “e” e “g” (outras atividades);</p>	<p>– Pedido: Interpretação conforme para que todas as hipóteses de intervenção excepcional por interesse público e social em APP sejam condicionadas à inexistência de alternativa técnica/ locacional comprovada por meio de processo administrativo próprio.</p>	
<p><i>Ampliação das hipóteses de intervenção em APP por “interesse público e social”</i></p> <p>Art. 3, alínea “b”: considera interesse público a autorizar supressão de APP “gestão de resíduos sólidos” e “competições esportivas estaduais, nacionais ou internacionais”.</p>	<p>- Dever de vedar utilização de espaços protegidos que possa comprometer a integridade dos atributos que justificam sua proteção – art. 225, §1º, III, CF;</p> <p>- Pedido: Requer inconstitucionalidade de ambas as expressões – “gestão de resíduos sólidos” e “competições esportivas estaduais, nacionais ou internacionais”.</p>	<p>Não há qualquer justificativa razoável para se autorizar o sacrifício de APPs para atividades recreativas que, em regra, encontram alternativas locais adequadas. Ainda mais desarrazoada autorização de instalação de aterros sanitários em APP com a decorrente contaminação do solo, cursos d’água, lençol freático pelo chorume do lixo.</p>
<p><i>Extinção de APP em nascentes intermitentes ou que não gerem cursos de água e em olhos d’água intermitentes</i></p> <p>Art. 3º, VII e XVIII; art. 4º, IV: define “nascente” apenas como afloramento de lençol freático perene e que dê início a um curso d’água e como “olho d’água” afloramento natural de lençol freático, mesmo que intermitente, no entanto, seria passível de APP apenas os “olhos d’água perenes”.</p>	<p>- Princípio de vedação do retrocesso socioambiental;</p> <p>- Princípio da proporcionalidade em sua vertente da proibição de proteção deficiente;</p> <p>- Dever geral de não degradar - art. 225, I, CF;</p>	<p>Deixam de ser APPs nascentes intermitentes ou que não gerem cursos d’água; assim como os olhos d’água intermitentes. Também nascentes e olhos d’água que não oriundos de lençóis freáticos não são considerados APPs;</p>
<p><i>Extingue APP de reservatórios que não decorram de barramentos e não fixa faixa mínima para os decorrentes de barragem</i></p> <p>Art. 4º, III, §1º e §4º: não fixa faixa mínima de APP, deixando a cargo da licença ambiental para reservatórios d’água artificiais decorrentes de barramento de cursos de água. Extingue APP de reservatórios artificiais que não decorram de barramento de curso d’água e também extingue APP de reservatórios naturais ou artificiais de até 1 ha.</p>	<p>- Princípio de vedação do retrocesso socioambiental;</p> <p>- Dever geral de proteção ambiental – art. 225 CF;</p> <p>- Dever de vedar utilização de espaços protegidos que possa comprometer a integridade dos atributos que justificam sua proteção – art. 225, §1º, III, CF;</p> <p>- Princípio da proporcionalidade em sua vertente da proibição de proteção deficiente.</p>	<p>Extinção de espaços especialmente protegidos;</p> <p>Resolução Conama 302/02 estabelecia largura mínima para reservatórios artificiais decorrentes ou não de barramentos de 30 metros para área urbana e 100 m na área rural. A norma atual gera insegurança jurídica ao não fixar norma mínima a ser observada pelo licenciamento.</p>

<p><i>Redução de 100m para 30 m (área rural) e de 30m para 15m (área urbana) da largura de APP em reservatórios artificiais para energia elétrica e abastecimento de água</i></p> <p>Art. 5: reduz faixa de APP em reservatórios artificiais para abastecimento e geração de energia elétrica para mínimo de 30 metros e máximo de 100 metros em áreas rurais e entre 15 e 30 m em áreas urbanas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Dever geral de proteção ambiental – art. 225 CF; - Função social da propriedade - art. 186, II CF; - Princípio da proporcionalidade em sua vertente da proibição de proteção deficiente; - Pedido: Inconstitucionalidade das expressões “de 30 metros e máxima” e “de 15 metros e máxima”. 	<p>Largura mínima de 100 m para áreas rurais imposta pela Resolução 302/02 do Conama foi reduzida para 30m; e de 30 metros para áreas urbanas foi reduzida para 15 metros, sem quaisquer fundamentação técnico-científica. Além disso estabelece patamares máximos, mesmo que haja necessidade de se ampliar a APP no caso concreto;</p>
<p><i>Extinção de APP para além da faixa da cota maximorum</i></p> <p>Art. 62: Permite supressão de APP para além da cota máxima e a maximorum dos reservatórios artificiais de água para abastecimento público registrados ou concedidos antes da MP 2166-67/2001.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Dever geral de proteção ambiental – art. 225 CF; - Princípio da vedação do retrocesso socioambiental; - Princípio da proporcionalidade em sua vertente da proibição de proteção deficiente. 	<p>Na disciplina anterior, havia uma faixa de transição entre a cota máxima e a cota máxima maximorum (nível que supera o máximo operacional para eventos de cheias excepcionais) a partir da qual se iniciava a APP. Pela norma atual, a APP poderá estar situada nesta faixa de transição para os reservatórios instalados até 2001. Isto significa grave descaracterização das áreas de APP no entorno de reservatórios</p>
<p><i>Redução de APPs em matas ciliares, consideradas do menor curso do rio</i></p> <p>Art. 3, XIX: Leito regular como o leito menor de curso d’água durante o ano e não da cheia sazonal</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Dever geral de proteção ambiental – art. 225 CF; - Princípio da vedação do retrocesso socioambiental; - Princípio da proporcionalidade em sua vertente da proibição de proteção deficiente; - Pedido: Interpretação conforme para que leito regular seja compreendido como leito maior. 	<p>Resolução 303/02 do Conama define “nível mais alto” (expressão usada pelo Código anterior) como nível por ocasião da cheia sazonal. A contagem de APP a partir do leito menor pode levar ao esvaziamento das funções ecossistêmicas das APP como matas ciliares e de proteção às pessoas em situações de risco;</p> <p>Audiência Pública:</p> <p>a) Prof. José Luiz de Attayde (pesquisador da Associação Brasileira de Limnologia - ABLIMINO): pela inconstitucionalidade do termo leito regular pelo nível menor.</p> <p>b) Nurit Bensusan (UNB e ISA): equivale a 400 mil km na Amazônia que poderiam ser desmatados, equivalente ao Paraguai.</p>
<p><i>Equiparação do tratamento diferencial para agricultura familiar para todos imóveis até 4 módulos, independente da prática de baixo impacto. Exigência de titulação de TI e comunidade tradicional para tutela especial.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Princípio da isonomia; - Princípio da proporcionalidade em sua vertente da proibição de proteção deficiente. 	<p>Estende o tratamento diferenciado à agricultura familiar e pequenas posses e propriedades rurais do Capítulo XXI (arts. 52 a 58) da Lei 12.651/12 para <u>quaisquer agricultores com até 4 módulos</u>:</p>

Continua

		Continuação
<p>Art. 3º, parágrafo único: equipara agricultura familiar e pequenas propriedades ou posses rurais a propriedades com até 4 módulos;</p> <p>Exige titulação de Terras indígenas e áreas de povos e comunidades tradicionais para que gozem do tratamento diferenciado do capítulo XXI da Lei 12.651/12.</p>		<p>i) utilização de mão de obra predominantemente familiar ii) 80% da renda advir de atividades do estabelecimento rural dirigido pela família, conforme Lei 11.326/06. Equipara o §1º realidades completamente distintas, em que um agricultor não familiar com até 440 ha poderá intervir em APP e RL como atividade de “baixo impacto”, por exemplo;</p> <p>O reconhecimento dos territórios de povos e comunidades tradicionais é meramente declaratório de realidade fática, portanto exigência de titulação é irracional para equiparação com agricultura familiar. Modos de produção semelhantes de pouca mecanização e uso de insumos externos, atividade de baixo impacto que justifica equiparação.</p>

Fonte: PACKER (2015). Adaptado pela autora (2019).

A síntese das ADIs apresentada no quadro demonstra um esforço significativo por parte dos especialistas e juristas para expor inconsistências do novo CFB, elucidando a permissividade excessiva para com os proprietários rurais que estavam irregulares. O Brasil, enquanto um país historicamente latifundiário, atualmente apresenta 80% do seu território ocupado por propriedades rurais privadas, o que reflete um desafio imenso para equacionar interesses particulares de grandes grupos relacionados ao setor agropecuário e, ao mesmo tempo, para preservar as poucas reservas de vegetação nativa do país. Segundo Sparovek et al. (2010), para que ocorra uma realização prática das leis ambientais, é urgente o desenvolvimento de mudanças drásticas no atual uso agrícola da terra, onde grandes áreas de vegetação natural são diariamente convertidas em áreas produtivas para expansão do agronegócio.

Os impactos do Novo Código Florestal não se restringem às áreas rurais, mas têm consequências também no contexto urbano. A partir da análise dos instrumentos legais para gestão do meio ambiente, especificamente as políticas para gestão de água e proteção da vegetação nativa, são identificados avanços quanto à estrutura participativa e descentralizada, a criação de ferramentas para possibilitar uma análise das demandas e a constatação dos conflitos entre os atores sociais. Contudo, também é nítida a necessidade de rever esses mesmos instrumentos, a fim de resolver pontos que caminham em direção contrária à sustentabilidade, numa busca por novos mecanismos mais eficientes para a solução do

problema da exploração desenfreada dos recursos naturais no Brasil, algo que afeta diretamente a manutenção dos serviços ambientais e a qualidade de vida das populações.

No próximo tópico, desenvolvo uma discussão sobre a problemática do uso da água no meio urbano e suas consequências na conservação dos espaços especialmente protegidos e na qualidade dos recursos hídricos.

1.3. MEIO URBANO E RECURSOS HÍDRICOS

1.3.1 O Processo de Urbanização/Metropolização e suas Implicações nos Recursos Hídricos

De acordo com o relatório da Organização das Nações Unidas sobre as condições demográficas mundiais, em 2014, foi identificado que 54% da população mundial viviam em cidades (ONU, 2014). No cenário brasileiro, esse processo de urbanização torna-se eminente a partir da década de 1970, quando passa a ocorrer um forte processo de migração campo-cidade. O processo de urbanização brasileira teve início em meados dos anos 1940, quando começou a ocorrer um processo de inversão demográfica de uma população predominantemente rural para o oposto, conforme pode ser observado na figura 5.

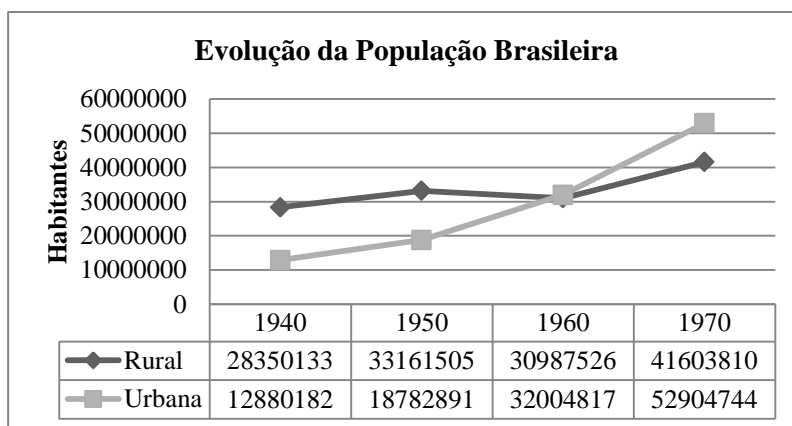


Figura 5 – Evolução da população brasileira entre os anos de 1940 e 1970.
Fonte: IBGE (1980).

No âmbito do estado de Goiás, a partir dos anos 1980, já havia evidentes reflexos do processo de urbanização. Nessa época, a população goiana passou a residir preferencialmente em cidades e vilas. Sobre esse processo, Arrais (2016) destaca que, “naquele período, confirmaram-se taxas de crescimento demográfico superiores às da média nacional”

(ARRAIS, 2016, p. 83). Corroborando com essa assertiva, a figura 6 apresenta a dinâmica populacional entre os anos de 1950 e 1980 para o estado de Goiás/Tocantins⁶.

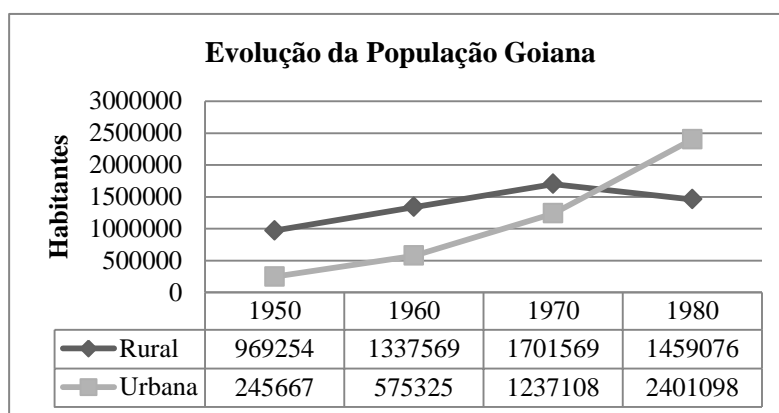


Figura 6 – Evolução da população goiano-tocantinense entre os anos de 1950 e 1980.
Fonte: IBGE (1980).

Conforme foi apresentado no gráfico anterior, a população rural de Goiás começou a despencar efetivamente em 1970, apresentando um decréscimo de 242.493 habitantes. Em 1980, a população urbana goiana já tinha ultrapassado a rural, representando 62,2% da população total. Ainda que o processo de urbanização dos países subdesenvolvidos, tal como o Brasil, seja considerado recente – quando comparado à urbanização europeia –, este já tem causado impactos significativos e transformações irreversíveis no uso e na ocupação do espaço geográfico, que se materializam principalmente no processo do êxodo rural, com consequente aumento da concentração fundiária e problemas habitacionais e ambientais no meio urbano. Sobre esse processo, Arrais (2016) afirma que

No sentido territorial compreende a urbanização como um processo e o crescimento urbano como seu sintoma. Trata-se, na verdade, de um processo de integração territorial, o que implica considerar, no conceito de urbanização, a modernização da infraestrutura (energia, comunicações e transporte) e a integração mercantil (ampliação de trocas comerciais entre diferentes regiões) como condição *sinequa non* para realização da produção do ambiente capitalista (ARRAIS, 2016, p. 81).

Relacionado ao processo de urbanização, destaca-se o fenômeno espacial denominado de metropolização. Esse termo é cunhado a partir da junção de duas palavras, “metrópole + ação”, o que leva a entender que esse processo está diretamente relacionado às forças que são exercidas no espaço e resultam em dinâmicas territoriais. Segundo Santos (1979), o surgimento do fenômeno da metropolização no contexto brasileiro aparece interligado ao

⁶ Somente em 1988, foi criado o estado do Tocantins a partir do desmembramento do estado de Goiás. Os municípios que faziam parte da antiga região norte do território goiano-tocantinense apresentavam maiores índices de população rural do que os municípios do sul e do centro dessa região.

processo de concentração demográfica e de produção que ocorreram em função do processo de industrialização. Considerando os dois fatores (concentração industrial e demográfica), em 8 de julho de 1973, o Governo Federal promulgou a lei Complementar nº 14, que instituiu 8 Regiões Metropolitanas (RM)⁷, formadas pelas capitais e seus municípios (BRASIL, 1973). Atualmente o Brasil é formado por 35 regiões metropolitanas e 3 regiões integradas de desenvolvimento econômico (RIDEs) (Figura 7), as quais apresentam realidades demográficas bastante distintas (Observatório das Metrôpoles, 2010).

Regiões Metropolitanas Oficiais



Figura 7 – Localização das 29 regiões metropolitanas do Brasil.
Fonte: Observatório das Metrôpoles, 2010.

O processo de metropolização enquanto um fenômeno de intenso adensamento populacional da metrópole (fator demográfico) e de produção (fator industrial) está diretamente relacionado ao processo de urbanização. Todavia, esse processo não se resume apenas aos fatores citados nem à delimitação de um recorte espacial. Ele é o resultado de uma cultura político-institucional que busca formar conjuntos de regiões para atender a determinados fins econômicos de uma política territorial (ARRAIS, 2012).

⁷ RM de São Paulo, RM de Belo Horizonte, RM de Porto Alegre, RM de Salvador, RM de Curitiba, RM de Belém e RM de Fortaleza.

No contexto do estado de Goiás, o processo de urbanização ocorreu inicialmente com a construção da nova capital do estado, Goiânia, na década de 1930, e, de forma mais proeminente nos anos 1960 com a construção de Brasília-DF. Entre outros fatores, os dois eventos tornaram a capital do estado um polo de atração para imigrantes, resultando na expansão e no adensamento da malha urbana, o que corroborou para um posterior processo de metropolização.

A Região Metropolitana de Goiânia (RMG) ou a Grande Goiânia foi instituída pela Lei Complementar nº 27, em 30 de dezembro de 1999, fazendo parte dessa região os seguintes municípios: Goiânia, Abadia de Goiás, Aparecida de Goiânia, Aragoiânia, Bela Vista de Goiás, Bonfinópolis, Brazabrantes, Caldazinha, Caturaí, Goianópolis, Goianira, Guapó, Hidrolândia, Inhumas, Nerópolis, Nova Veneza, Santo Antônio de Goiás, Senador Canedo, Terezópolis de Goiás e Trindade. De acordo com essa lei, a RMG tem por objetivo integrar a organização, o planejamento e a execução de funções públicas de interesse comum aos municípios dela integrantes (GOIÁS, 1999). O limite da RMG foi alterado por três vezes, onde foram introduzidos novos municípios na região do entorno, sendo formada atualmente por 20 municípios.

A Região Metropolitana de Goiânia apresenta hoje diferentes arranjos demográficos entre os municípios que a compõem. Quatro dos vinte municípios concentram cerca de 90% da população metropolitana (Goiânia, Aparecida de Goiânia, Senador Canedo e Trindade). Esses mesmos municípios formam anéis de conturbação, que evidenciam a elevada taxa de urbanização dessa região (ARRAIS, 2012). A expansão da malha urbana tem ocorrido frequentemente de forma não planejada (ou planejada sob a lógica do capital imobiliário/especulativo), e, por isso, os processos de urbanização e metropolização têm gerado problemas ambientais (ocupação de áreas de risco, impactos nos recursos hídricos e erosão de solos) e administrativos (extrapolação dos limites municipais).

O crescimento desordenado das cidades tem sido acompanhado por significativas alterações da paisagem urbana, principalmente no que se refere a duas variáveis ambientais: o solo e a água. A mudança do uso e da ocupação do solo tem desencadeado impactos como erosão acelerada, deslizamento de terra, assoreamento dos cursos d'água etc. No contexto das regiões metropolitanas, infelizmente, esses impactos são intensificados em função do maior fluxo migratório, da indisponibilidade de terras (especulação imobiliária) e da ausência de políticas habitacionais.

O aumento populacional nas regiões metropolitanas tem gerado uma maior demanda pelos recursos hídricos. Diante da necessidade de oferta de água para essa população, ocorre cada vez mais problemas com o abastecimento de água em função, principalmente, do elevado grau de degradação e do esgotamento dos mananciais urbanos. Sobre os recursos hídricos em ambiente urbano, Tucci (2008) enumera alguns dos principais impactos sobre as águas urbanas:

- Falta de tratamento de esgoto: grande parte das cidades da região não possui tratamento de esgoto e lança os efluentes na rede de esgotamento pluvial, que escoam pelos rios urbanos (maioria das cidades brasileiras);
- Outras cidades optaram por implantar as redes de esgotamento sanitário (muitas vezes sem tratamento), mas não implementam a rede de drenagem urbana, sofrendo frequentes inundações com o aumento da impermeabilização;
- Ocupação do leito de inundação ribeirinha, sofrendo frequentes inundações;
- Impermeabilização e canalização dos rios urbanos com aumento da vazão de cheia (sete vezes) e sua frequência; aumento da carga de resíduos sólidos e da qualidade da água pluvial sobre os rios próximos das áreas urbanas;
- Deterioração da qualidade da água por falta de tratamento dos efluentes tem criado potenciais riscos ao abastecimento da população em vários cenários, e o mais crítico tem sido a ocupação das áreas de contribuição de reservatórios de abastecimento urbano que, eutrofizados, podem produzir riscos à saúde da população (TUCCI, 2008, p. 3)

Diante das implicações do desenvolvimento urbano sobre os recursos hídricos, observa-se que o uso da água deve ser visto não só como uma questão de engenharia, mas também deve ser tratado como uma questão de sustentabilidade ambiental tanto no meio urbano quanto no meio rural. Alguns dos impactos supracitados, ainda que sejam fenômenos naturais, como no caso das enchentes, quando ocorrem em áreas urbanas, possuem geralmente uma magnitude maior do que aquela que teriam naturalmente. Isso ocorre principalmente em decorrência de chuvas intensas que acarretam o transbordamento dos cursos d'água, gerando um desequilíbrio no ciclo hidrológico. Esse desequilíbrio tem origem na modificação da paisagem pelo desmatamento e pela substituição da cobertura natural, provocando “simultaneamente [...] redução de tempo de concentração e [...] aumento do volume de escoamento superficial, causando extravasamento de cursos d'água” (POMPÊO, 2000, p. 16).

Ainda que haja dificuldades quanto à implantação de uma administração eficiente e sustentável de drenagem urbana e de gestão dos recursos hídricos, é importante que o planejamento ambiental das atividades urbanas relacionadas à água esteja alinhado de forma integrada ao próprio planejamento urbanístico, na busca de um planejamento físico-territorial-ambiental em consonância com as particularidades dos diferentes ambientes naturais e antrópicos (ROSS, 1994). Em outras palavras, é importante que as políticas urbanas tenham como base as normas gerais que regulamentam o meio ambiente.

Conforme foi discutido, o crescimento desordenado das áreas urbanas, evidenciado nas últimas décadas no Brasil, tem gerado impactos nos recursos hídricos – impactos que estão diretamente associados à retirada da vegetação natural das áreas de preservação permanente e ocupação irregular desses espaços (TUNDISI; TUNDISI, 2010). Ainda que exista um respaldo jurídico sobre a importância da manutenção das zonas ripárias, a descaracterização das APPs urbanas é uma realidade brasileira. No tocante a essa discussão, são analisados os dispositivos previstos na lei máxima ambiental (BRASIL, 2012), e discutidos os critérios para regularização das APPs urbanas, essenciais para proteção dos recursos hídricos, no que tange principalmente a utilização de APPs segundo as hipóteses de *utilidade pública e interesse social*.

1.3.2 APPs Urbanas

Conforme foi apresentado anteriormente, as normas que regulam as APPs estão sujeitas a muitas críticas, decorrentes principalmente da reformulação do Código Florestal Brasileiro (Lei 12.651/2012). As inconsistências identificadas na atual legislação ambiental contribuem ainda mais para o descumprimento das normas vigentes, algo que é possível observar na ocupação irregular frequente nas áreas de preservação rural e urbana. Mesmo que exista uma lei geral que disciplina sobre as APPs, o governo municipal também pode e deve legislar sobre questões relativas ao meio ambiente. Segundo Antunes (2015, p. 84),

De acordo com o artigo 23 da Lei Fundamental, os Municípios têm competência administrativa para defender o meio ambiente e combater a poluição. Contudo, os Municípios não estão arrolados entre as pessoas jurídicas de direito público interno dotadas de competência para legislar sobre meio ambiente. No entanto, seria incorreto e insensato dizer-se que os Municípios não têm competência legislativa em matéria ambiental, visto que teriam que abrir mão de sua autonomia constitucional para cumprir os próprios mandamentos constitucionais.

A partir do entendimento do autor, o meio ambiente faz parte do conjunto de atribuições legislativas e administrativas dos municípios, e, por isso, em escala local, os municípios têm autonomia para observar a legislação nacional e suplementar as leis de maneira a promover a proteção e o uso sustentável do meio ambiente. Todavia, o CFB de 1965 não discrimina a categoria de APPs urbanas, uma vez que a proposta inicial do código era disciplinar o uso e a ocupação do espaço rural brasileiro, cabendo às leis urbanísticas estabelecer normas e regras para o uso e a ocupação do espaço urbano. Foi a partir da lei

7.803/1989 que as APPs urbanas passaram a ter um tratamento específico para o contexto das cidades:

Parágrafo único. No caso de áreas urbanas, assim entendidas as compreendidas nos perímetros urbanos definidos por lei municipal, e nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, em todo o território abrangido, observar-se-á o disposto nos respectivos planos diretores e leis de uso do solo, respeitados os princípios e limites a que se refere este artigo. (BRASIL, 1989)

A partir dessa lei, consolidou-se o entendimento quanto ao regime jurídico das APPs localizadas em áreas urbanas. Todavia, mesmo com um aparato legal voltado à preservação desses espaços na zona rural e urbana, há conflitos entre o que é previsto no CFB e as normas urbanísticas quanto ao uso das APPs. Outro ponto relevante para a discussão se refere a possíveis interpretações conflituosas da lei, onde se entende que é permitido aos municípios, por meio dos dispositivos urbanísticos, estabelecer métricas de proteção das APPs inferiores as apresentadas pelo CFB. Isso foi observado no Projeto de Lei que deu origem à Lei 12.651 (BRASIL, 2012), que previa, no seu artigo 4º, incisos 7º e 8º, especificações para APPs urbanas (*ex vi legis*):

§ 7º. Em áreas urbanas, as faixas marginais de qualquer curso d'água natural que delimitem as áreas da faixa de passagem de inundação terão sua largura determinada pelos respectivos Planos Diretores e Leis de Uso do Solo, ouvidos os Conselhos Estaduais e Municipais de Meio Ambiente.

§ 8º. No caso de áreas urbanas e regiões metropolitanas, observar-se-á o disposto nos respectivos Planos Diretores e Leis Municipais de Uso do Solo.

Ambos os incisos foram vetados pelo Congresso Nacional, pois poderiam gerar um entendimento conflituo do texto legal e propiciar uma interpretação de que seria permitida uma possível redução das métricas de proteção através da deliberação do plano diretor ou de outros dispositivos na esfera municipal. Em busca de suprir os vetos dos incisos citados e na tentativa de reduzir o potencial de conflito entre legislações de esferas distintas (federal, estadual e municipal), a Medida Provisória nº 571/2012 incluiu os seguintes incisos no artigo 4º do CF:

§ 9º. Em áreas urbanas, assim entendidas as áreas compreendidas nos perímetros urbanos definidos por lei municipal, e nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, as faixas marginais de qualquer curso d'água natural que delimitem as áreas da faixa de passagem de inundação terão sua largura determinada pelos respectivos Planos Diretores e Leis de Uso do Solo, ouvidos os Conselhos Estaduais e Municipais de Meio Ambiente, **sem prejuízo dos limites estabelecidos pelo inciso I do caput.**

§ 10. No caso de áreas urbanas, assim entendidas as compreendidas nos perímetros urbanos definidos por lei municipal, e nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, observar-se-á o disposto nos respectivos Planos Diretores e Leis Municipais de Uso do Solo, **sem prejuízo do disposto nos incisos do caput.** (grifo em negrito acrescentado).
(BRASIL, 2012).

Se comparado aos § 7º e 8º, os § 9º e 10º mantiveram uma autonomia dos municípios na tutela das APPs urbanas quando as métricas estabelecidas para proteção não fossem menos restritivas do que aquelas previstas no CFB. Porém, entre alterações e vetos, não restou na edição final do texto legal referente ao novo CFB as especificações previstas anteriormente nos dois últimos incisos citados. No tocante a essa situação, Amado (2013) argumenta que

A despeito do não tratamento do tema pelo novo CFlo, entende-se que os municípios não possuem competência para reduzir os limites mínimos das APPs na áreas urbanas, sob pena de invasão da competência federal para a edição de normas gerais sobre a proteção florestal (AMADO, 2013, p. 204).

Segundo essa interpretação e baseado no artigo 4º do CF (BRASIL, 2012), a inexistência de respaldo jurídico específico para regulamentar as APPs urbanas pode engendrar a conclusão de que seria atribuído às APPs rurais e urbanas igual tratamento jurídico pelo administrador. Contudo, segundo Antunes (2015), essa seria uma conclusão errônea, conforme a análise constitucional apresentada a seguir.

Conforme esclarecem Azevedo e Oliveira (2014), a principal discussão em torno das APPs urbanas não se refere propriamente à questão das políticas urbanas poderem ou não flexibilizar as métricas da zona de amortecimento destinada à preservação, mas sim os impactos gerados com as alterações no novo CFB quanto às possibilidades para intervenção em APPs nas hipóteses de *utilidade pública* e *interesse social*. Como já foi dito ao longo do texto, uma das principais características das APPs é seu caráter de intocabilidade e restrição de uso econômico direto, em razão das múltiplas funções ecológicas prestadas por esses ambientes. Apesar disso, a lei justifica no artigo 8º a intervenção ou a supressão de APPs em casos excepcionais de utilidade pública, interesse social ou atividades eventuais de baixo impacto ambiental (BRASIL, 2012).

Considerando as alterações supracitadas, o artigo 3º do CFB atual apresenta uma série de conceitos e especificam nos incisos VIII e IX as atividades que podem ser entendidas à luz da legislação como de utilidade pública (§ VIII) e de interesse social (§ IX). Essas atividades são permitidas quando a intervenção nas APPs supostamente proporciona impactos positivos

à coletividade, sendo que a flexibilização do critério de intocabilidade ocorre em prol do desenvolvimento social e econômico de todos.

Os critérios que justificavam intervenções em APPs estavam previstos na Lei 4.771/1965, especificamente tratados na Resolução CONAMA nº 369/2006. No quadro 5, é apresentada uma comparação em relação às hipóteses admitidas para o uso de APPs de acordo com os dois últimos CFB (BRASIL, 1965, 2012). A partir da edição da resolução citada, é observado um aumento significativo de algumas hipóteses e a ratificação da competência do CONAMA para autorizar novas categorias de casos excepcionais. Nesse sentido, só são permitidas intervenções em APPs nos casos disciplinados pelo antigo CFB (Lei 4.771/1965) e quando definidos casos previstos pelo CONAMA.

Quadro 5 – Atividades previstas em lei que se enquadram enquanto hipótese de utilidade pública e interesse social para o antigo e o atual Código Florestal Brasileiro.

Lei 4.771/1965 conforme Resolução CONAMA nº 369/2006	Lei 12651/2012
<p><u>PRIMEIRA VERSÃO DA RESOLUÇÃO Nº 369/2006</u></p> <p>§2º Para os efeitos deste Código, entende-se por: [...] <i>IV - utilidade pública:</i> a) as atividades de segurança nacional e proteção sanitária; b) as obras essenciais de infraestrutura destinadas aos serviços públicos de transporte, saneamento e energia e aos serviços de telecomunicações e de radiodifusão; c) demais obras, planos, atividades ou projetos previstos em resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente-CONAMA; <i>V - interesse social:</i> a) as atividades imprescindíveis à proteção da integridade da vegetação nativa, tais como: prevenção, combate e controle do fogo, controle da erosão, erradicação de invasoras e proteção de plantios com espécies nativas, conforme resolução do CONAMA; b) as atividades de manejo agroflorestal sustentável praticadas na pequena propriedade ou posse rural familiar, que não descaracterizem a cobertura vegetal e não prejudiquem a função ambiental da área; e c) demais obras, planos, atividades ou projetos definidos em resolução do CONAMA;</p>	<p>Art. 3º. Para os efeitos desta Lei, entende-se por: [...] <i>VIII - utilidade pública:</i> a) as atividades de segurança nacional e proteção sanitária; b) as obras de infraestrutura destinadas às concessões e aos serviços públicos de transporte, sistema viário, inclusive aquele necessário aos parcelamentos de solo urbano aprovados pelos Municípios, saneamento, energia, telecomunicações, radiodifusão, bem como mineração, exceto, neste último caso, a extração de areia, argila, saibro e cascalho; c) atividades e obras de defesa civil; d) atividades que comprovadamente proporcionem melhorias na proteção das funções ambientais referidas no inciso II deste artigo; e) outras atividades similares devidamente caracterizadas e motivadas em procedimento administrativo próprio, quando inexistir alternativa técnica e locacional ao empreendimento proposto definidas em ato do Chefe do Poder Executivo federal;</p>
<p><u>EDIÇÃO DA RESOLUÇÃO Nº 369/2006</u></p> <p>Art. 2º. O órgão ambiental competente somente poderá autorizar a intervenção ou supressão de vegetação em APP, devidamente caracterizada e motivada mediante procedimento administrativo autônomo e prévio, e atendidos os requisitos previstos</p>	<p><i>IX - interesse social:</i> a) as atividades imprescindíveis à proteção da integridade da vegetação nativa, tais como prevenção, combate e controle do fogo, controle da erosão, erradicação de invasoras e proteção de plantios com espécies nativas; b) a exploração agroflorestal sustentável praticada na pequena propriedade ou posse rural familiar ou por</p>

Continua

nesta resolução e noutras normas federais, estaduais e municipais aplicáveis, bem como no Plano Diretor, Zoneamento Ecológico-Econômico e Plano de Manejo das Unidades de Conservação, se existentes, nos seguintes casos:

I - utilidade pública:

- a) as atividades de segurança nacional e proteção sanitária;
- b) as obras essenciais de infraestrutura destinadas aos serviços públicos de transporte, saneamento e energia;
- c) as atividades de pesquisa e extração de substâncias minerais, outorgadas pela autoridade competente, exceto areia, argila, saibro e cascalho;
- d) a implantação de área verde pública em área urbana;
- e) pesquisa arqueológica;
- f) obras públicas para implantação de instalações necessárias à captação e condução de água e de efluentes tratados; e;
- g) implantação de instalações necessárias à captação e condução de água e de efluentes tratados para projetos privados de aquicultura, obedecidos os critérios e requisitos previstos nos §§ 1º e 2º do art. 11, desta Resolução.

II - interesse social:

- a) as atividades imprescindíveis à proteção da integridade da vegetação nativa, tais como prevenção, combate e controle do fogo, controle da erosão, erradicação de invasoras e proteção de plantios com espécies nativas, de acordo com o estabelecido pelo órgão ambiental competente;
- b) o manejo agroflorestal, ambientalmente sustentável, praticado na pequena propriedade ou posse rural familiar, que não descaracterize a cobertura vegetal nativa, ou impeça sua recuperação, e não prejudique a função ecológica da área;
- c) a regularização fundiária sustentável de área urbana;
- d) as atividades de pesquisa e extração de areia, argila, saibro e cascalho, outorgadas pela autoridade competente;

- povos e comunidades tradicionais, desde que não descaracterize a cobertura vegetal existente e não prejudique a função ambiental da área;
- c) a implantação de infraestrutura pública destinada a esportes, lazer e atividades educacionais e culturais ao ar livre em áreas urbanas e rurais consolidadas, observadas as condições estabelecidas nesta Lei;
- d) a regularização fundiária de assentamentos humanos ocupados predominantemente por população de baixa renda em áreas urbanas consolidadas, observadas as condições estabelecidas na Lei nº 11.977, de 7 de julho de 2009;
- e) implantação de instalações necessárias à captação e condução de água e de efluentes tratados para projetos cujos recursos hídricos são partes integrantes e essenciais da atividade;
- f) as atividades de pesquisa e extração de areia, argila, saibro e cascalho, outorgadas pela autoridade competente;
- g) outras atividades similares devidamente caracterizadas e motivadas em procedimento administrativo próprio, quando inexistir alternativa técnica e locacional à atividade proposta, definidas em ato do Chefe do Poder Executivo federal;

Fonte: BRASIL, 1965, 2012; CONAMA, 2006. Elaborado pela autora (2019).

Ainda em relação à resolução supracitada, destacam-se os artigos 3º e 4º:

Art. 3º. A intervenção ou supressão de vegetação em APP somente poderá ser autorizada quando o requerente, entre outras exigências, comprovar:

I - a **inexistência de alternativa técnica e locacional** às obras, planos, atividades ou projetos propostos;

II - atendimento às condições e padrões aplicáveis aos corpos de água;

III - averbação da Área de Reserva Legal; e

IV - a inexistência de risco de agravamento de processos como enchentes, erosão ou movimentos acidentais de massa rochosa.

Art. 4º. Toda obra, plano, atividade ou projeto de utilidade pública, interesse social ou de baixo impacto ambiental deverá obter do órgão ambiental competente a autorização para intervenção ou supressão de vegetação em APP, em processo administrativo próprio, nos termos previstos nesta resolução, no âmbito do processo de licenciamento ou autorização, motivado tecnicamente, observadas as normas ambientais aplicáveis.

§ 1º. A intervenção ou supressão de vegetação em APP de que trata o *caput* deste artigo dependerá de autorização do órgão ambiental estadual competente, com anuência prévia, quando couber, do órgão federal ou municipal de meio ambiente, ressalvado o disposto no § 2º deste artigo. (grifo em negrito acrescentado).

(CONAMA, 2006)

Conforme pode ser observado no trecho da lei supracitada, a fim de evitar o uso indiscriminado das APPs diante das hipóteses previstas, é necessário para a autorização de uma obra numa APP que o empreendedor da mesma apresente uma comprovação referente à *inexistência de alternativa técnica e locacional*. No artigo 3º do novo CFB, apresentado no quadro 5, há nítidas alterações quanto ao tratamento das APPs nos casos de utilidade pública e interesse social, o que reflete diretamente uma redução da proteção desses espaços sob as hipóteses citadas.

Outro aspecto jurídico das intervenções excepcionais em APPs que revela um retrocesso na lei foi a liberação da comprovação/justificativa pelo próprio empreendedor de que inexistente alternativa técnica e locacional para a realização de uma determinada obra que não seja em uma APP urbana. Sendo assim, de acordo com o CFB, para que seja liberada a utilização em áreas de APP, é preciso somente que o empreendimento enquadre atividade pretendida na lista elencada no artigo 3º, não sendo mais prerrogativa a comprovação prevista no antigo código.

No tocante aos conceitos introduzidos no código florestal vigente e que tem relação com a justificativa para a intervenção na APP na hipótese de interesse social, é o conceito de área urbana consolidada⁸, a fim de disciplinar tratamento distinto entre categorias de APPs. O CFB de 2012, ao tratar do tema, faz menção aos dispositivos e critérios previstos na Lei nº 11.977/2009, que dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV) (BRASIL, 2009). Referente ao uso de APPs em área urbana consolidada, destaca-se novamente a Resolução CONAMA nº 369/2006, especificamente no seu artigo 9º, que trata *Da*

⁸ Segundo artigo 16-C, § 2º, da Lei nº 13.465/2017, considera-se área urbana consolidada aquela: I - incluída no perímetro urbano ou em zona urbana pelo plano diretor ou por lei municipal específica; II - com sistema viário implantado e vias de circulação pavimentadas; III - organizada em quadras e lotes predominantemente edificados; IV - de uso predominantemente urbano, caracterizado pela existência de edificações residenciais, comerciais, industriais, institucionais, mistas ou voltadas à prestação de serviços; e V - com a presença de, no mínimo, três dos seguintes equipamentos de infraestrutura urbana implantados: a) drenagem de águas pluviais; b) esgotamento sanitário; c) abastecimento de água potável; d) distribuição de energia elétrica; e e) limpeza urbana, coleta e manejo de resíduos sólidos.

Regularização Fundiária Sustentável de Área Urbana. Segundo Azevedo e Oliveira (2014), se compararmos os dispositivos previstos no CFB (BRASIL, 2012) e a resolução (CONAMA, 2009), houve, na lei mais recente, uma flexibilização da possibilidade de intervenção em APPs para regularização fundiária por interesse social em áreas urbanas consolidadas, uma vez que “tanto o novo CFlo quanto a Lei nº 11.977/2009 estabelecem várias condições mais permissivas que as anteriormente previstas pela Resolução CONAMA nº 369/2006” (AZEVEDO; OLIVEIRA, 2014, p. 87).

De acordo com o código de 1965, conforme consolidado pela resolução anteriormente mencionada, era competência do Conselho Nacional de Meio Ambiente definir as atividades que se enquadrassem nos casos excepcionais para intervenção em APPs. Contudo, a partir do código de 2012, entende-se que o legislador transfere a tutela de definir novas modalidades de utilidade pública ou de interesse social, além das já previstas no CFB, ao Poder Executivo e não mais ao CONAMA. Nesse sentido, segundo Azevedo (2013, p. 86),

Tal requisito somente será exigido para intervenções em APPs decorrentes de outras atividades similares devidamente caracterizadas e motivadas em procedimento administrativo próprio, definidas em ato do chefe do Poder Executivo federal, nos termos do art. 3º, VIII “e” e IX, “g” do novo CFlo. Ou seja, trata-se de um requisito que era regra na legislação anterior, tornando-se exceção no novo CFlo.

Conclui-se nesse primeiro momento que, a partir das alterações do Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012), houve, do ponto de vista quantitativo, uma redução significativa das áreas potenciais à preservação permanente em meio urbano e rural. Os efeitos dessas alterações refletem diretamente na quantidade e na qualidade dos recursos hídricos do Brasil e, sob o ponto de vista jurídico, fere a obrigação constitucional de proteger o meio ambiente e o direito fundamental a um ambiente ecologicamente equilibrado:

Todos têm o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.
(BRASIL, 1988).

De acordo com Lopes et al. (2017), quando o Poder Público deixa de cumprir as obrigações acima citadas, e considerando a análise anterior apresentada acerca da redução significativa das áreas de preservação permanente segundo o CFB de 2012, ocorre uma proteção insuficiente do meio ambiente, que, por sua vez, viola o princípio da proibição da proteção deficiente (*Untermassverbot*). Segundo os autores,

pelo princípio da proteção deficiente (*Untermassverbot*), o Estado se obriga a assegurar um nível mínimo adequado de tutela dos direitos fundamentais⁹, responsabilizando-se pelas omissões legislativas que impliquem o não cumprimento dessa imposição constitucional (LOPES, et al., 2017, p. 58).

De acordo com o exposto, é evidente o retrocesso legislativo quanto à redução das APPs urbanas, assim como das APPs rurais, considerando a presente análise feita de alguns dos dispositivos previstos no Código Florestal Brasileiro (BRASIL 2012). Tendo como embasamento os estudos científicos até aqui referenciados no capítulo, são identificados inúmeros problemas no texto legal quanto à proteção das Áreas de Preservação Permanente. Seja pela flexibilização da utilizando das APPs em áreas rurais consolidadas, seja nas métricas para restauração das APPs degradadas ou ainda pelo alargamento dos casos excepcionais de utilidade pública e interesse social no contexto das APPs urbanas. Por isso, é necessária a mobilização crítica, a partir de outras escalas de atuação, estadual e principalmente municipal, a fim de repensar as atuais normas e regras que tutelam os espaços territoriais especialmente protegidos.

Quanto às formas de otimizar o processo de monitoramento e fiscalização desses espaços potenciais a proteção ambiental, é difundida cada vez mais, no Brasil e no mundo, a utilização de Sistemas de Informação Geográfica – SIGs como ferramenta no processo de tomada de decisão. Os SIGs permitem, entre outras funções, gerar uma série de camadas de informações (*layers*) sobre diferentes variáveis importantes para o planejamento e gestão do território, além de serem capazes de manusear uma grande quantidade de dados e admitir a visualização da distribuição espacial de diferentes variáveis, a partir de dados georreferenciados. Nesse sentido, trata-se de discutir no último tópico, as aplicações dos sistemas de informação geográfica nos estudos ambientais e suas possibilidades como instrumentos eficientes e economicamente viáveis no processo de regularização do espaço geográfico a partir dos critérios previstos na legislação.

⁹ Santos (2008, p. 16) define o conceito jurídico de “direitos fundamentais” como “os direitos ou as posições jurídicas subjetivas das pessoas enquanto tais, individual ou institucional consideradas, assentes na Constituição, seja na Constituição formal, seja na Constituição material”.

1.4. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL E GEOTECNOLOGIAS

1.4.1 Sistema de Informação Geográfica

A sigla SIG (Sistema de Informação Geográfica) é uma tradução do acrônimo em inglês *Geographic Information System (GIS)*. Frequentemente o SIG é tido como um sinônimo de Geotecnologias, que, por sua vez, é usualmente um sinônimo de Geoprocessamento. Ambos os conceitos, consolidados nas últimas décadas, buscam representar o conjunto de técnicas modernas ligadas à ciência da informação geográfica. De forma sucinta, Rosa (2005, p. 1) conceitua Geotecnologias como sendo “o conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informação com referência geográfica”. Nesse sentido, num mundo globalizado, na chamada Era da Informação, as técnicas cartográficas avançaram bastante com o uso dos produtos de Sensoriamento Remoto, da Cartografia Digital, do Sistema de Posicionamento Global, dos sofisticados *softwares* de tratamento da informação geográfica e outros aparatos tecnológicos que são hoje ferramentas de apoio à decisão na resolução de problemas geográficos (Figura 8).



Figura 8 – Produtos das geotecnologias.
Fonte: ROSA (2005). Adaptada pela autora (2019).

A partir da análise da estrutura apresentada na figura anterior, o SIG é um subproduto das geotecnologias que começaram a se consolidar na literatura científica mais precisamente a partir dos anos 1980. Com os avanços da ciência da informação e com o surgimento do computador, os SIGs começaram a ganhar destaque como instrumentos para coleta, armazenamento e tratamento de dados e informações espaciais. Atualmente, há várias

definições de SIG, o que está relacionado ao fato dos autores/pesquisadores especializados nessa área frequentemente apresentarem definições para os SIGs de acordo com a linha de trabalho ou a pesquisa por eles adotada. Entre os conceitos atribuídos a Sistemas de Informação Geográfica, destacam-se as definições apresentadas a seguir:

GIS é um conjunto de ferramentas computacionais composto de equipamentos e programas que, por meio de técnicas, integra dados, pessoas e instituições, de forma a tornar possível a coleta, o armazenamento, o processamento, a análise e a oferta de informação georeferenciada produzida por meio de aplicações disponíveis, que visam maior facilidade, segurança e agilidade nas atividades humanas referentes ao monitoramento, planejamento e tomada de decisão relativas ao espaço geográfico (ROSA, 2005, p. 81).

Um SIG pode ser considerado um sistema que possui um banco de dados digitais para fins específicos. Esses sistemas são relacionados a outras aplicações de bancos de dados, mas com uma diferença importante: *toda informação em um SIG é vinculada a um sistema de referência espacial*. Outras bases de dados podem conter informação locacional (como endereços de rua ou códigos de endereçamento postal), mas uma base de dados de SIG usa georeferências como o meio primário de armazenar e acessar informação (RUFFINO, 2004, p. 21).

Sistemas de informação geográfica são sistemas computacionais feitos para armazenar e processar informação geográfica. Eles são ferramentas que melhoram a eficiência e efetividade do tratamento da informação de aspectos e eventos geográficos. Eles podem ser usados para muitas outras tarefas úteis, como armazenar grandes quantidades de dados, realizar operações analíticas numa fração de tempo necessária para fazê-lo manualmente e automatizar o processo de confecção de mapas úteis (LONGLEY et al., 2013, p. 17).

Além dos conceitos apresentados, há várias outras definições de SIG, mas, de modo geral, cada uma delas apresenta como característica essencial a capacidade de armazenar, descrever e processar informações em escala geográfica aplicadas à resolução de problemas espaciais (TEIXEIRA et al., 1991; CÂMARA et al., 1996; LONGLEY et al., 2013).

Entre os diversos programas, *softwares* e *hardwares* de geotecnologias oferecidos atualmente no mercado, destacam-se os produtos da família ArcGis (ESRI Inc.). A formação da empresa ESRI Inc. ocorreu em 1969, por meio do casal de estudantes de Harvard Lab, Jack e Laura Dangermond, com o objetivo de apresentar ferramentas para projetos de SIG. Atualmente, a ArcGis é a maior empresa vendedora de *softwares* de geoprocessamento do mundo (LONGLEY et al., 2013). Assim como a maioria dos programas de SIG, a marca ArcGis trabalha com dados de formatos vetoriais e matriciais, tendo na sua estrutura um conjunto de ferramentas das mais diversas funcionalidades.

Para atender as necessidades dos usuários de SIG, os produtos da ESRI apresentam sistemas e conjuntos de ferramentas para as mais variadas operações em sistemas espaciais, dentre eles destacam-se: ArcInfo, ArcView, ArcGis Engine, ArcGis Mobile, ArcGis Server, ArcExplorer, ArcOnline e outros. As principais funções desses sistemas são apresentadas no quadro 6.

Quadro 6 – Produtos da família ArcGis.

Produto	Aplicações
ArcOnline	Recursos de hospedagem de dados e aplicações possível de ser acessado na Web.
ArcExplorer	Browser ¹⁰ de uso gratuito.
ArcMobile	Sistemas de software leve com possibilidade de implantação em aparelhos portáteis ou móveis.
ArcEngine	Conjunto de componentes de software que desenvolvedores podem embutir nas suas aplicações.
ArcView	Sistema mais genérico com finalidade de visualização, análise e mapeamento de dados.
ArcInfo	Sistema desktop completo para usuário final de SIG.

Fonte: LONGLEY et al. (2013). Adaptado pela autora (2019).

No entanto, atualmente existe uma disponibilidade de oferta de *softwares* de SIG com licença livre (código aberto) que podem realizar *download* de forma gratuita pela internet, tais como: TerraView, SPRING, GRASS, gvSG, SAGA GIS, QGIS e outros. Os dois primeiros são SIGs brasileiros que foram desenvolvidos pela Divisão de Processamento de Imagens (DPI) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Além dos citados *softwares* para processamento de imagens, análise espacial e modelagem, tornou-se frequente no Brasil a disponibilização de dados geográficos georreferenciados em ambiente digital ou na forma de SIG-Web, nos quais os usuários podem visualizar diferentes informações espaciais sobre determinada área e assunto desejado. Em alguns desses casos, é possível, além da visualização, realizar o *download* dos dados geoespaciais. No tocante a estrutura digital, um SIG Web pode ser caracterizado por apresentar, geralmente, 5 componentes básicos, apresentados na Figura 9.

¹⁰ Browser é um programa desenvolvido para permitir a navegação pela web, capaz de processar diversas linguagens, como HTML, ASP, PHP, SHP. O ArcExplorer permite a comunicação com os servidores e os dados recebidos da Internet, e processa as respostas.

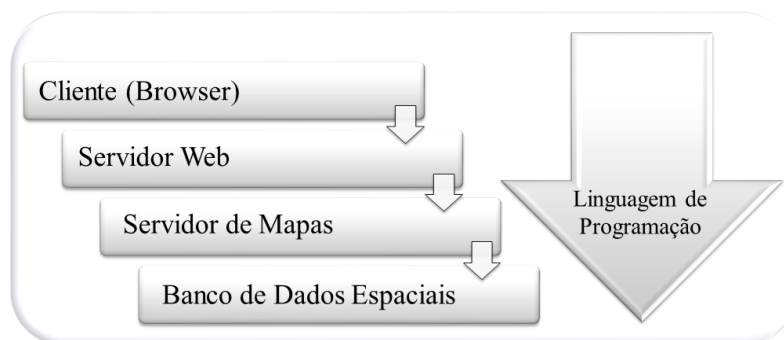


Figura 9 – Apresentação esquemática dos componentes de um SIG Web.
 Fonte: Elaborado pela autora (2019).

No contexto do Estado de Goiás, são relevantes dois SIGs Web, o Sistema Estadual de Informação (SIEG) e o Lapig Maps (Figuras 10 e 11). O Lapig Maps se apresenta como uma plataforma de pesquisa construída pelo Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (LAPIG) da Universidade Federal de Goiás (UFG/IESA), possuindo o objetivo de disponibilizar dados georreferenciados em formato vetorial e matricial de diferentes informações geográficas do Brasil. Nesse ambiente de *web*, é possível visualizar as camadas de informações e realizar o *download* dos mesmos. Os dados são fornecidos junto ao *download* com os respectivos metadados, o que confere uma característica extremamente positiva à oferta de informações quanto à origem do dado, data da análise, tipo de arquivo, projeção, escala e outros atributos cartográficos essenciais para que o usuário possa compreender as possibilidades e as limitações dos dados disponíveis a ele.

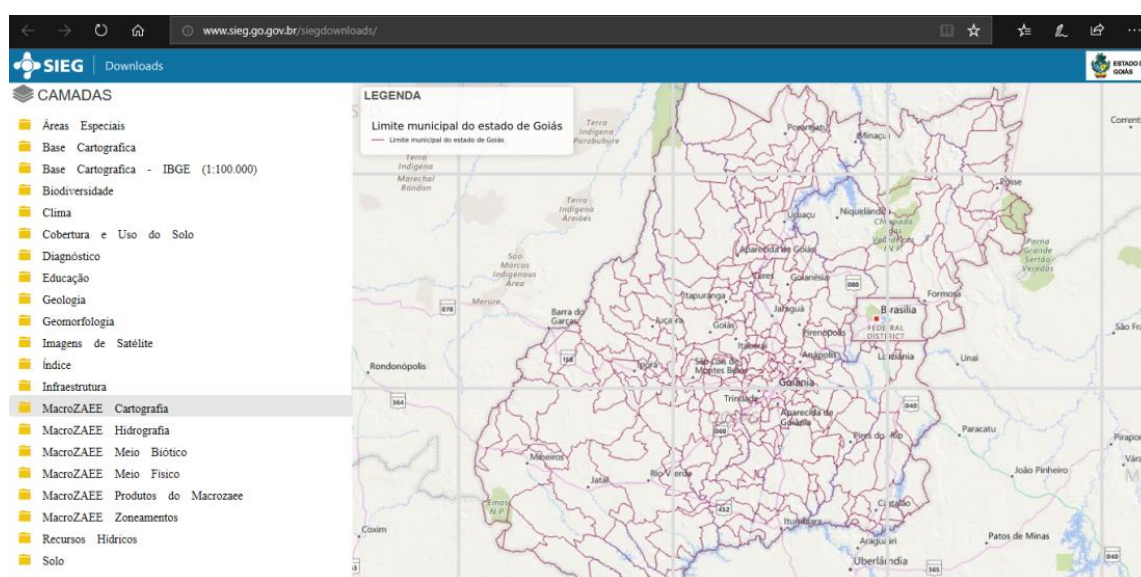


Figura 10 – Layout de apresentação do SIEG Maps, SIG web com mapas interativos e dados do Estado de Goiás disponíveis para download.
 Fonte: <http://www.sieg.go.gov.br/siegdownloads/>.

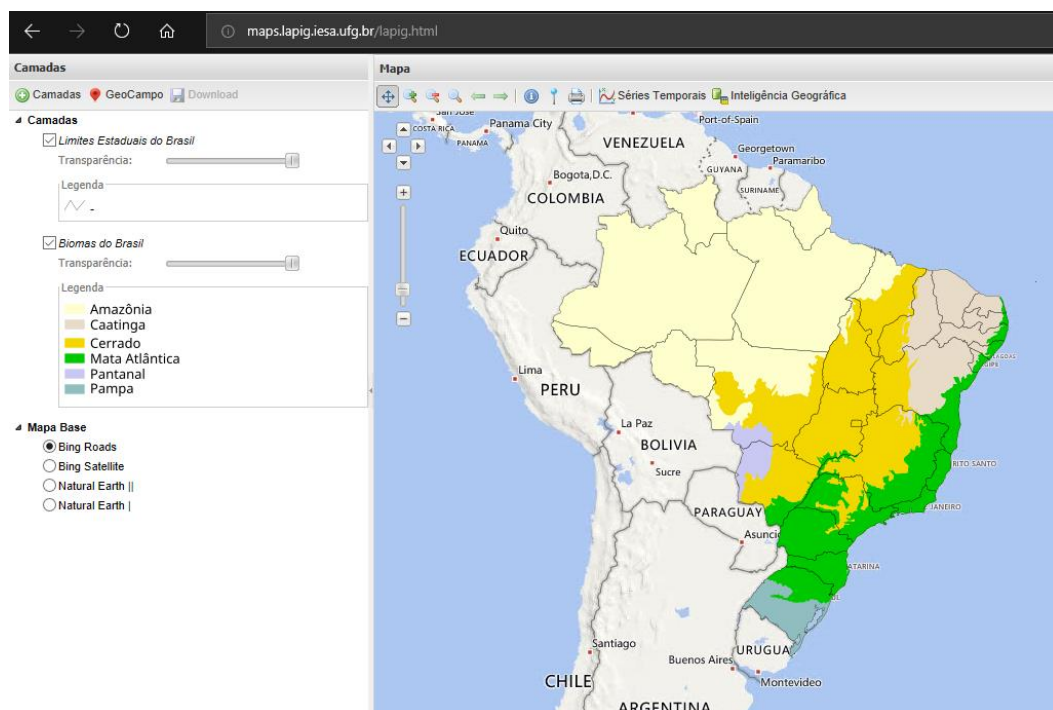


Figura 11 – Apresentação do SIG Web Lapig Maps.
 Fonte: <https://maps.lapig.iesa.ufg.br/lapig.html>

O Sistema Estadual de Geoinformação (SIEG) tem cada vez mais se consolidado a nível estadual na oferta de informações de caráter geospaciais do Estado de Goiás. Esse SIG Web foi desenvolvido pelo Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos (IMB), voltado para produção e sistematização de estudos geográficos e da base cartográfica da Divisão Administrativa e Territorial do estado de Goiás. O SIG conta com uma estrutura de dados matriciais e vetoriais dos mais variados aspectos ambientais, econômicos e sociais do Estado, possibilitando o *download* gratuito em diferentes formatos de arquivos (pdf, jpeg, shp e tiff).

Sobre as possibilidades da aplicação dos dados obtidos a partir de Sistemas de Informação Geográfica, ênfase, nesta tese, as aplicabilidades do SIG no estudo ambiental das Áreas de Preservação Permanente e como essa ferramenta das geotecnologias pode auxiliar na legislação ambiental, uma vez que permite o monitoramento, a análise e a fiscalização através da representação da realidade, podendo, assim, facilitar a aplicação de leis ambientais.

1.4.2 Aplicações de SIG

São muitas as pesquisas desenvolvidas nos últimos anos a partir do uso das geotecnologias, como os SIGs e os produtos de Sensoriamento Remoto, voltados à questão ambiental, mais especificamente nos estudos sobre Áreas de Preservação Permanente (AZEVEDO, 2008; MASCARENHAS, 2009; MASCARENHA; FERREIRA; FERREIRA, 2009; PIROLI, 2013; FREITAS et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2015; TAMBOSI et al., 2016; SCHWAIDA et al., 2017; SANTOS, 2018; OLIVEIRA et al., 2018), e no contexto da gestão e da legislação ambiental (TANCREDI et al., 2012; NICOLETTI; FERREIRA, 2015; BRITO et al., 2016; SOLARI, 2017; FRANCISCO et al., 2018). Nesse sentido, a partir da seleção de algumas dessas pesquisas, discorro sobre as principais contribuições conceituais e metodológicas das geotecnologias aplicadas dentro do recorte temático da tese.

No tocante à análise ambiental, é importante discutir a relevância das imagens de satélite no monitoramento, na fiscalização e na análise do espaço geográfico. Apesar dos drones e dos Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) terem ganhado bastante destaque na mídia e, por isso, fazerem parte hoje do vocabulário do brasileiro e das pesquisas científicas, as imagens de satélite não se tornaram obsoletas no estudo ambiental. Na verdade, elas são ainda ferramentas indispensáveis e economicamente viáveis na produção de produtos cartográficos.

No que se refere aos produtos de geotecnologias disponíveis gratuitamente pela internet, destaca-se o potencial das imagens do satélite Sentinel-2 nos estudos ambientais. Esse satélite foi lançado em 23 de junho de 2015 e permanece em operação, sendo resultado de iniciativas da Agência Espacial Europeia (*European Space Agency - ESA*) e da Comissão Europeia (CE). Dentre os objetivos propostos pela missão Sentinel-2, é válido destacar a oferta de cenas multiespectrais, caracterizadas pela alta resolução e alta frequência de revisão a nível global, que tornam essas imagens extremamente propícias para estudos de detecção de mudança no uso do solo e de outras variáveis físicas da paisagem. Esses estudos podem contribuir para o ordenamento territorial e o monitoramento florestal e agrícola (ESA, 2017).

O satélite Sentinel-2 apresenta 13 bandas que representam recortes do espectro eletromagnético. Conforme apresentado na tabela 2 e na figura 12, as imagens do Sentinel-2 apresentam resoluções espaciais de 10m, 20m e 60m, e suas bandas espectrais vão desde o visível ao infravermelho de ondas curtas. A depender da faixa espectral, o comprimento de onda pode variar de 490 até 1375 nanômetros. Ainda sobre a resolução espacial, uma das

principais características de um sensor remoto, as imagens do Sentinel-2 têm apresentado destaque nesse quesito, superando inclusive programas como Landsat-8 e Rapideye, ainda que este último possua resolução espacial maior que a do Sentinel-2.

Tabela 2 – Principais características das imagens do satélite Sentinel-2.

Satélite	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Resolução Espectral	Nr da Banda	Nome da banda	Comprimento de Onda Central (nanômetro)
Sentinel - 2	10 m	10 dias com possibilidade de 5 dias	3 bandas no visível	B2	Blue (azul)	490
				B3	Green (verde)	560
				B4	Red (Vermelho)	665
			20 m	1 banda no infravermelho	B8	NIR (Infravermelho Próximo)
	4 bandas <i>red edge</i>			B5	Red Edge 1	705
				B6	Red Edge 2	740
				B7	Red Edge 3	783
				B8a	Red Edge 4	865
	2 bandas no infravermelho			B11	SWIR 1	1610
				B12	SWIR 2	2190
	60 m			1 banda aerossol	B1	Aerossol
			1 banda vapor d'água	B9	Water Vapor	940
1 banda cirrus		B10	Cirrus	1375		

Fonte: ESA (2017). Adaptado pela autora (2019).

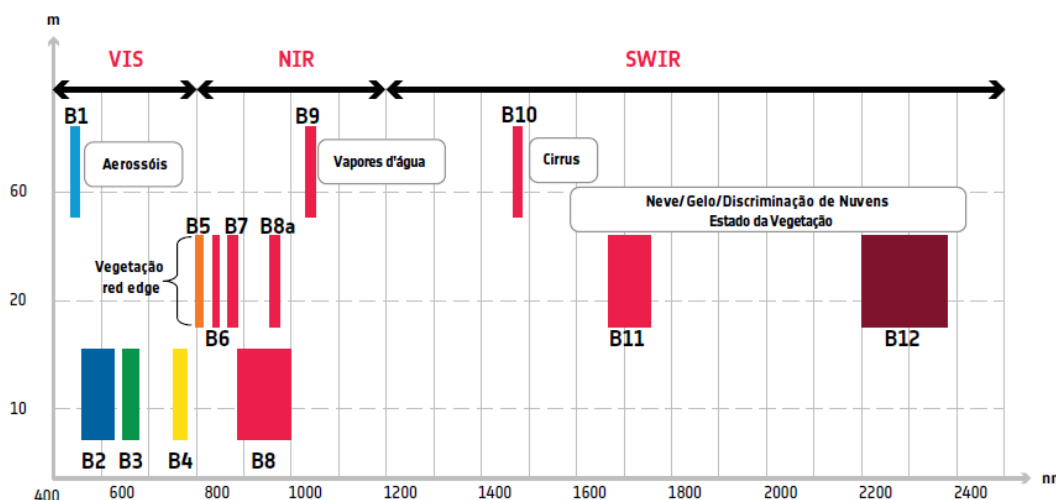


Figura 12 - Resolução Espacial (eixo Y) e Comprimento de Onda (eixo X) das imagens do satélite Sentinel - 2.

Fonte: www.processamentodigital.com.br.

Inúmeras pesquisas têm apontado positivamente para utilização de Geotecnologias no estudo do espaço geográfico, pautado principalmente no Sistema de Informação Geográfica (SIG) e imagens de Sensoriamento Remoto (SR). Sobre os aspectos potenciais dessas

ferramentas no âmbito ambiental, Francisco et al. (2018) apresentam no seu livro *Geotecnologias Aplicada à Estudos Ambientais* uma série de artigos que buscam exemplificar de diferentes formas a aplicação dessas novas tecnologias no estudo dos recursos naturais, com grande ênfase em relação ao solo e à água, aos sistemas de produção, à cobertura vegetal, ao estudo de bacias hidrográficas e à dinâmica demográfica, tendo como contexto estudos de caso nas regiões semiáridas e no nordeste brasileiro.

Outro trabalho importante que aborda a relevância dos produtos de SR e SIG no estudo ambiental com ênfase na recomposição florestal é a cartilha digital *Uso das Geotecnologias para o Planejamento Espacial e Monitoramento da Restauração Florestal em Áreas de Preservação Permanente Degradadas (APPDs)* (TAMBOSI et al., 2016). Os autores destacam também as vantagens advindas dos VANTs nos estudos da paisagem:

o uso de veículos aéreos não tripulados (VANTs) apresenta-se como uma alternativa de destaque para o monitoramento de áreas em restauração florestal. Os VANTs comportam o acoplamento de sensores de altíssima resolução espacial e um baixo custo operacional, possibilitando a obtenção de imagens que permitem o mapeamento detalhado e progressivo da restauração de áreas degradadas e/ou alteradas (TAMBOSI et al., 2016, p. 9).

Nesta pesquisa os autores utilizam o recorte espacial de três municípios do Mato Grosso (Alta Floresta, Carlinda e Paranaíta), localizados no Território Portal da Amazônia, com objetivo de apresentar um diagnóstico das suas APPs e APPDs por meio de SIG e imagens de VANTs, a fim de identificar o potencial dessas áreas enquanto corredores ecológicos a serem restaurados. Conforme resultados alcançados, aplicação de geotecnologias se mostrou eficaz para análise da dinâmica da paisagem dos municípios estudados e como ferramentas potenciais para o processo de tomada de decisão, uma vez que permite aos gestores terem acesso a dados atualizados, essenciais no monitoramento e restauração das APPs degradadas. A partir de uma combinação entre análise da paisagem e as imagens obtidas com uso do VANT, têm a capacidade de fornecer um nível de detalhe altamente refinado para a priorização da restauração florestal das APPDs, conforme exemplificado na figura 13.

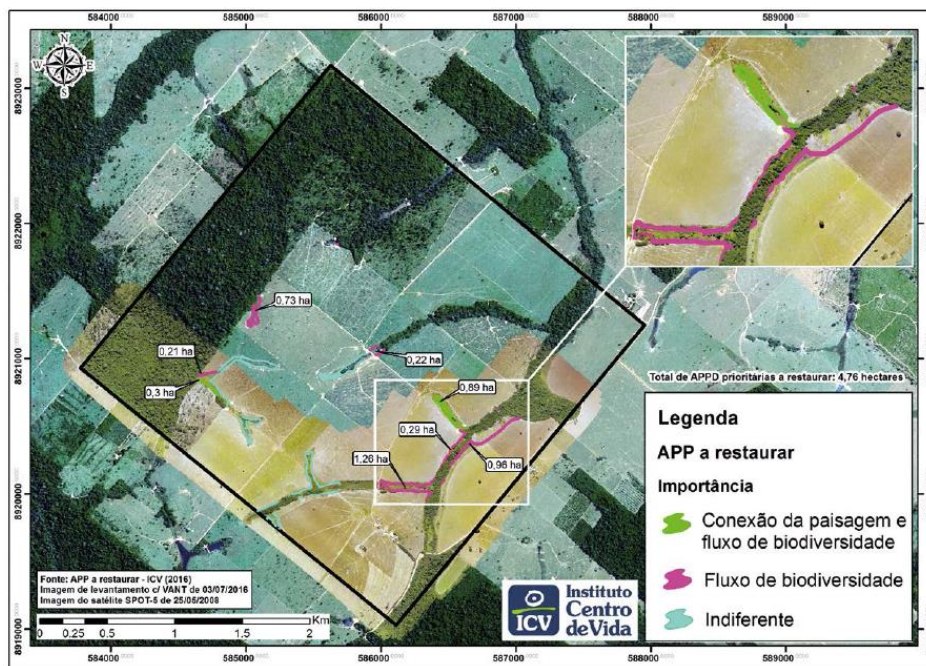


Figura 13 – Exemplo de APPDs prioritárias para restauração florestal a partir de imagem obtida com VANT em imóvel rural localizado em Alta Floresta – MT.
 Fonte: TAMBOSI et al. (2016).

Como outrora discutido no texto, apesar da disseminação das imagens de VANTs, damos destaque nesta tese a utilização de outras ferramentas, como o caso das imagens do já mencionado satélite Sentinel – 2. A título de exemplo, Solari (2017) enfatiza a utilização de imagens Sentinel-2 como suporte ao Cadastro Ambiental Rural (CAR) a partir de classificação supervisionada, com o objetivo de identificar qual o método de classificação mais eficiente no processo de cadastramento de assentamentos rurais no norte do estado do Mato Grosso. Nessa pesquisa, o autor comprova a sua hipótese quanto à aplicabilidade das imagens Sentinel – 2 no processo de cadastramento dos imóveis rurais, e enfatiza o papel desses instrumentos tanto para o contribuinte como para o Governo, em função da disponibilidade (acesso gratuito), qualidade da resolução, área imageada e tempo de revisada. Quanto ao método de classificação, Solari (2017) recomenda uso do *Spectral Correlation Mapper (SCM)* e do *Mahalanobis Distance*, pois ambas apresentaram uma menor variação nos índices de acurácia e Índice Kappa.

Na sua pesquisa, Felício (2014) através do Geoprocessamento buscou criar critérios para o zoneamento ambiental em áreas marginais a corpos d'água urbanos, a partir do estabelecimento de prioridades e modalidades de ocupação, segundo a legislação, que subsidiasse ações para o planejamento estratégico municipal e compatibilizasse as dinâmicas ambiental e urbana nas zonas ripárias. Por sua vez, Oliveira (2014) apresenta na sua pesquisa outra possibilidade de análise em SIG para avaliar os impactos do uso e ocupação de áreas de

preservação permanente no médio curso do rio Acaraú – CE e suas implicações na qualidade da água. Neste trabalho, o autor utilizou imagens do satélite LANDSAT 8, disponíveis gratuitamente, e softwares de código livre (SPRING e QGis), que se mostram eficiente para os objetivos propostos.

No tocante ao potencial dos SIGs, e das Geotecnologias de maneira geral, enquanto instrumento no processo de tomada de decisão, destacamos sua aplicação no assessoramento da realização sistemática da Perícia Ambiental (ARAGÃO; SANTOS, 2014; BOEIRA, et al., 2015; NICOLETTI; FERREIRA, 2015). A partir de ferramentas de geoprocessamento aliadas aos dados de sensoriamento remoto, Aragão e Santos (2014) enfatizam o sucesso dessa junção no processo forense ambiental, a partir da análise de caso da perícia ambiental no Ministério Público do Estado do Piauí (MPPI). Os autores apontam que além de serem úteis no processo de gestão e planejamento de informações espaciais, os produtos das geotecnologias se destacam pela eficiência da produção da prova material, essenciais na análise de crimes ambientais.

No contexto da perícia ministerial do MPPI, Aragão e Santos (2014) discutem a introdução de ferramentas para gestão, em especial a utilização do software QGis, de um sistema de informação geográfica (SIG) e do aplicativo web Geo Catálogo do Projeto MMA, o qual passou a disponibilizar a partir de 2014 imagens do satélite RapidEye para uso corporativo entre Procuradoria Geral de Justiça do Estado do Piauí e o Ministério do Meio Ambiente. Os autores ainda destacam que:

Dentre os recursos necessários para a implantação de SIG para atividades de criminalística podem ser citados: a obtenção de bases de dados cartográficos digitais, disponíveis em instituições de planejamento territorial ou órgão cartográfico oficial; a adoção de geoposicionamento de locais de interesse, o que pode ser realizado mediante o uso de receptores GNSS; a formação de bancos de dados multitemporais de sensoriamento remoto (fotografias aéreas, imagens óticas ou radar de sensores orbitais ou aerotransportados) das regiões de atuação da criminalística (ARAGÃO e SANTOS, 2014, p. 21 – 22).

A partir da aquisição do aparato básico necessário para utilização desse tipo de sistema, ARAGÃO e SANTOS (2014) apontam de forma sucinta os principais operações realizadas em ambiente SIG pela Coordenadoria de Perícias do Ministério Público do Piauí, (Quadro 7).

Quadro 7 - Principais operações requisitadas nas atividades periciais do MPPI que envolvia aplicação de SIG.

Operação	Descrição
Cálculo de Distância	Utilizada para se determinar a distância entre elementos do mapa como, por exemplo, distâncias viárias, ponto a ponto, planejamento operacional de perícias.
Análises Temporais	Acompanhar mudanças ocorridas em determinadas áreas durante específicos períodos de tempo.
Análises Topológicas	Estuda os objetos pelas relações entre si, tais como proximidade, conectividade, inclusão, coincidência, atributos. Por exemplo, verificar se um ponto, dentro de uma determinada área, está contido em unidade de conservação, se as árvores de um desmatamento estão sendo retiradas de uma área protegidas por lei.
Cálculo de Área	Utilizada para se determinar o tamanho de uma área, normalmente em km ² , utilizado para se determinar as dimensões entre as áreas das propriedades e áreas de preservação permanente (APP), planos de manejo florestal, glebas, queimadas, desmatamentos.
Cálculo de Declividade	Utilizada para se determinar a declividade de um terreno. Utilizada em perícias na delimitação de APP, onde, acima de 45° de declividade, a área é considerada automaticamente APP.
Determinar Direções	Utilizada para se determinar fluxos de matéria como direções de ventos, direções fluviais, direções pluviais. Utilizada normalmente em perícias de incêndios florestais, plumas de contaminação ambiental em rios ou até mesmo em direção do fluxo das águas das chuvas.

Fonte: ARAGÃO; ANTOS (2014).

Outras pesquisas também apontam o uso de geoprocessamento como ferramenta para perícia ambiental, como no caso apresentado por Boeira et al. (2015) que discutem os impactos gerados com a construção da Usina Hidrelétrica Santo Antônio – Rio Madeira, em Rondônia, a partir de técnicas de geoprocessamento. A partir da utilização de imagens do aplicativo Google Earth, do *software* QGis e de um banco de dados em arquivo digital (formato shapefile) da área do imóvel total, área indenizada, curva de nível e área inundada prevista após a construção da usina. Através dessa análise em ambiente SIG, foi possível visualizar e quantificar a área atingida pela inundação que ocorreu no rio Madeira em 2014, a fim de verificar se a área indenizada era compatível com a área impactada pelo empreendimento. A partir dessa pesquisa, os autores concluíram a eficiência e a funcionalidade dos produtos de geotecnologias no trabalho da perícia ambiental e identificaram, a partir deles, que a área ocupada pela enchente ultrapassou o limite máximo apresentado no prognóstico da usina, mas não ultrapassou os limites da área indenizada.

No artigo *Geotecnologia Aplicada à Perícia Ambiental*, os autores Nicotelli e Ferreira (2015) apresentam de forma sucinta uma análise bastante completa da aplicabilidade das geotecnologias em uso de soluções ambientais, apontando estudos de casos promissores em matéria ambiental. Por meio da revisão de literatura atualizada sobre o tema, os autores identificam sucesso na aplicação de praticamente todos os trabalhos acadêmicos analisados. No contexto da problemática em torno da aplicação das leis ambientais no Brasil atrelado ao histórico de desmatamento latente no país, é preciso que haja ações governamentais mais

efetivas. Nesse sentido apresenta-se cada vez mais estreita a relação entre produtos de geotecnologias e a perícia ambiental, como ferramenta estratégica no processo de monitoramento, fiscalização e identificação de crimes ambientais. Contudo, é importante discutir também a necessidade de adequação dos metadados, tais como: compatibilidade entre a escala do mapeamento e a escala de ocorrência do fenômeno a ser estudado; resolução das imagens para cada tipo de estudo; a disponibilidade de dados espaciais; e outras questões essenciais para a análise geoespacial, que os gestores e técnicos precisam ter ciência, para saber as limitações e potencialidades do banco de dados a eles disponível.

Destarte, concluo este capítulo de *Revisão de Literatura* ressaltando a importância dos produtos geotecnológicos no processo de análise espacial e na gestão do território, como uma ferramenta promissora dentro da política ambiental e urbana, em especial no contexto do polêmico Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012), de maneira que essas ferramentas auxiliem os gestores no processo de fiscalização e monitoramento das áreas territoriais especialmente protegidas, seja para sua manutenção ou restauração.

Diante do aparato jurídico apresentado, entende-se que o Brasil tem evoluído na sua política ambiental, criando instrumentos de gestão voltados à preservação dos recursos hídricos e da vegetação nativa, conforme dispositivos previstos na Lei das Águas e no Código Florestal. Contudo, ainda persistem muitas críticas a alguns desses instrumentos legislativos, diante da falta de aplicabilidade prática desses mecanismos, da ambiguidade na interpretação do texto legal; da baixa atuação e articulação precária dos órgãos gestores na solução de conflitos de interesses entre os atores sociais; o descumprimento histórico das leis ambientais a partir do desmatamento indiscriminado; e a impunidade diante crimes na esfera ambiental.

CAPÍTULO 2 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE PESQUISA

Neste capítulo, objetivo sistematizar as principais características da Região Metropolitana de Goiânia levando em conta os seus aspectos naturais (ou físico-ambientais), socioeconômicos e demográficos, que são essenciais para uma posterior discussão desenvolvida no capítulo 4.

No processo de análise do espaço, é fundamental a busca por uma visão holística para compreender os diversos processos que formam e transformam o espaço geográfico. Nesse sentido, apresento a seguir uma caracterização da RMG quanto aos seus elementos do meio físico que compõem a paisagem e seus fenômenos antrópicos relacionados principalmente à dinâmica de uso e ocupação do solo.

2.1. LOCALIZAÇÃO

A Região Metropolitana de Goiânia está localizada na mesorregião do Centro Goiano, especificamente microrregião de Goiânia, ambas unidades de planejamento do estado de Goiás. A RMG foi criada em 1999 através da Lei Complementar nº 27, que foi alterada pelas Leis Complementares nº 78 de 25 de março de 2010 e nº 87 de 7 de julho de 2011. Atualmente essa região é formada por 20 municípios (Figura 14), ocupa uma área de 7.312,96 km² e possui uma população de 2,2 milhões de habitantes, que representa 39,3% da população total do Estado de Goiás (IBGE, 2010).

A região apresenta expressivo contraste no âmbito ambiental e antrópico entre as demais do estado de Goiás e um quadro de desigualdade nos mais diversos aspectos. Nessa área, está localizado o município de Goiânia, capital do estado, que, desde 2007, é considerada pelo IBGE como uma metrópole, em função da sua infraestrutura consolidada e forte influência no contexto nacional. As principais vias de acesso à RMG compreendem as rodovias: Goiânia-Brasília, pela BR 153; Trindade, pela GO-060; Abadia de Goiás, pela BR-060; Bela Vista de Goiás pela BR-352 ou GO-020; Senador Canedo, pela GO-403; e Bonfinópolis, pela BR- 457 ou GO-010.

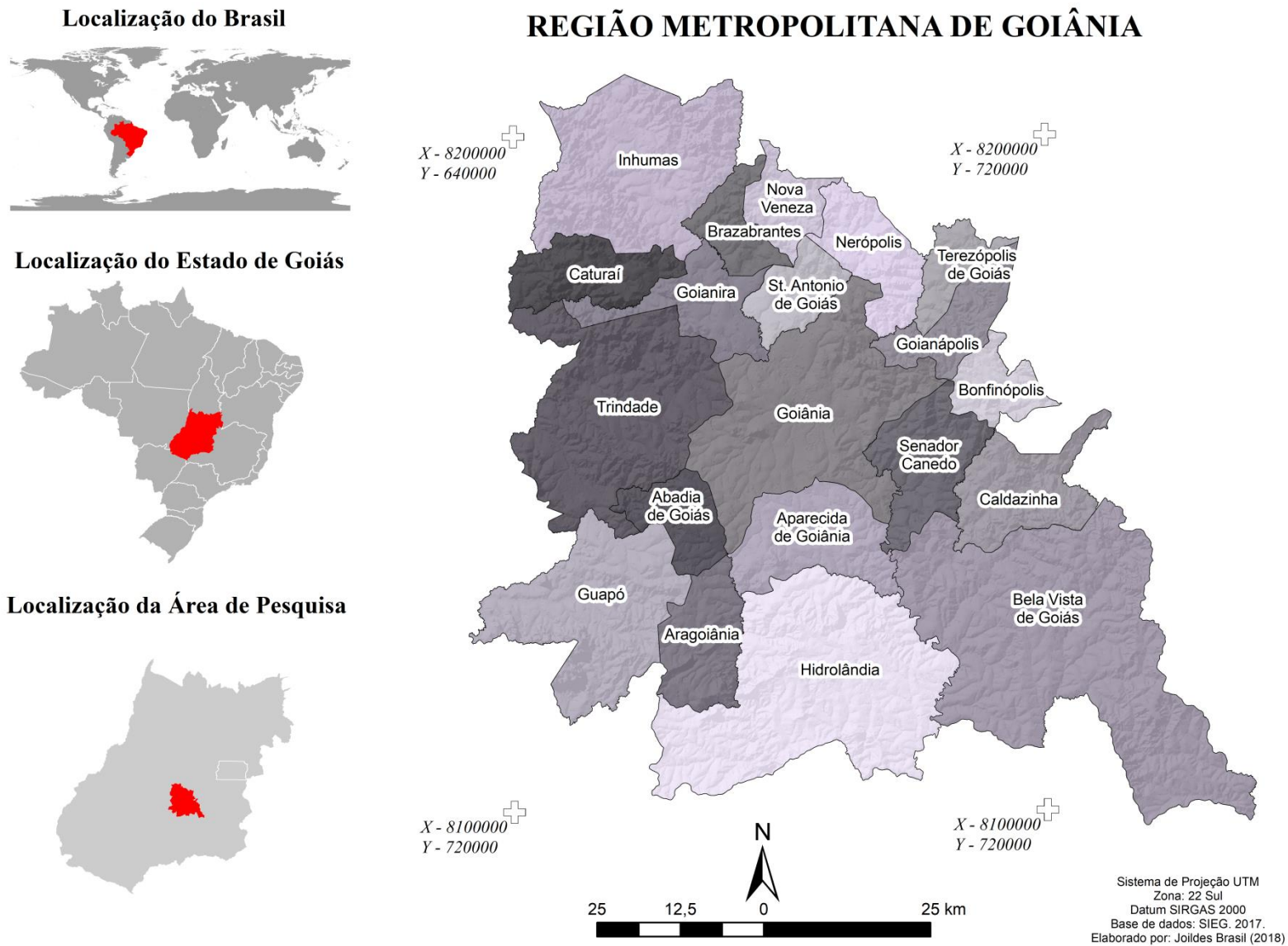


Figura 14 – Localização da área de pesquisa.

2.2. ASPECTOS DA PAISAGEM

2.2.1. Clima

De acordo com a classificação climática de Köppen (1948), a Região Metropolitana de Goiânia se enquadra nos padrões do clima tipo Aw (tropical úmido ou subúmido), caracterizado por apresentar duas estações bem definidas ao longo do ano, uma seca (entre maio e setembro) e uma chuvosa (de outubro a abril). O regime de chuvas da RMG depende diretamente da dinâmica atmosférica regional, influenciado pela atuação da massa de ar Tropical Atlântica e Equatorial Continental (massas intertropicais) e pela Massa Polar (extratropical), conforme é apresentado na figura 15.

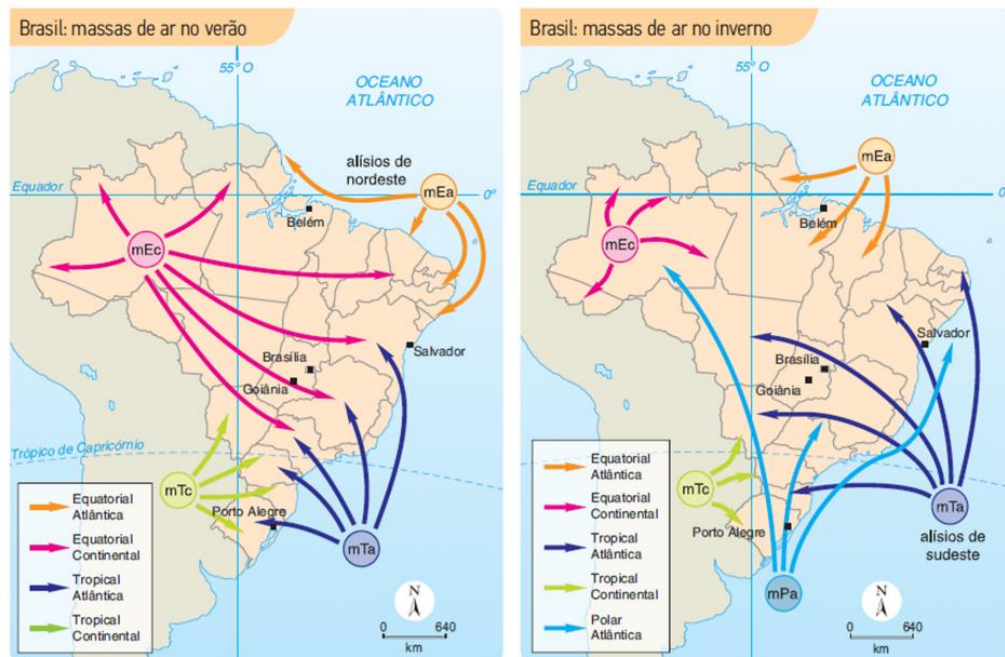


Figura 15 – Atuação das massas de ar no Brasil nas estações de verão e inverno.
Fonte: GIRARDI; ROSA (2011).

A atuação do sistema atmosférico da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e as Linhas de Instabilidade (LI) são fatores condicionantes para as precipitações na área de estudo, em função da umidade trazida de outras regiões pelas massas de ar Equatorial Continental e Polar Continental, assim como corroborando para a produção de fortes ventos e trovoadas. Outro fator relevante na questão climática dessa região é a continentalidade (localização no interior do continente, distante do litoral), que gera uma maior variação térmica durante o dia.

Conforme apresenta a figura 16, a precipitação acumulada mensal oscila de 0 a 300 mm, com os maiores valores registrados principalmente nos meses de verão, algo característico do tipo de clima da região. Ainda que haja algumas variações dessa distribuição, a depender das mudanças de vegetação e topografia, de modo geral, a área de pesquisa apresenta algumas características homogêneas no seu território, o que pode ser observado no levantamento de dados climáticos do INMET (2003) para o município de Goiânia (Tabela 3).

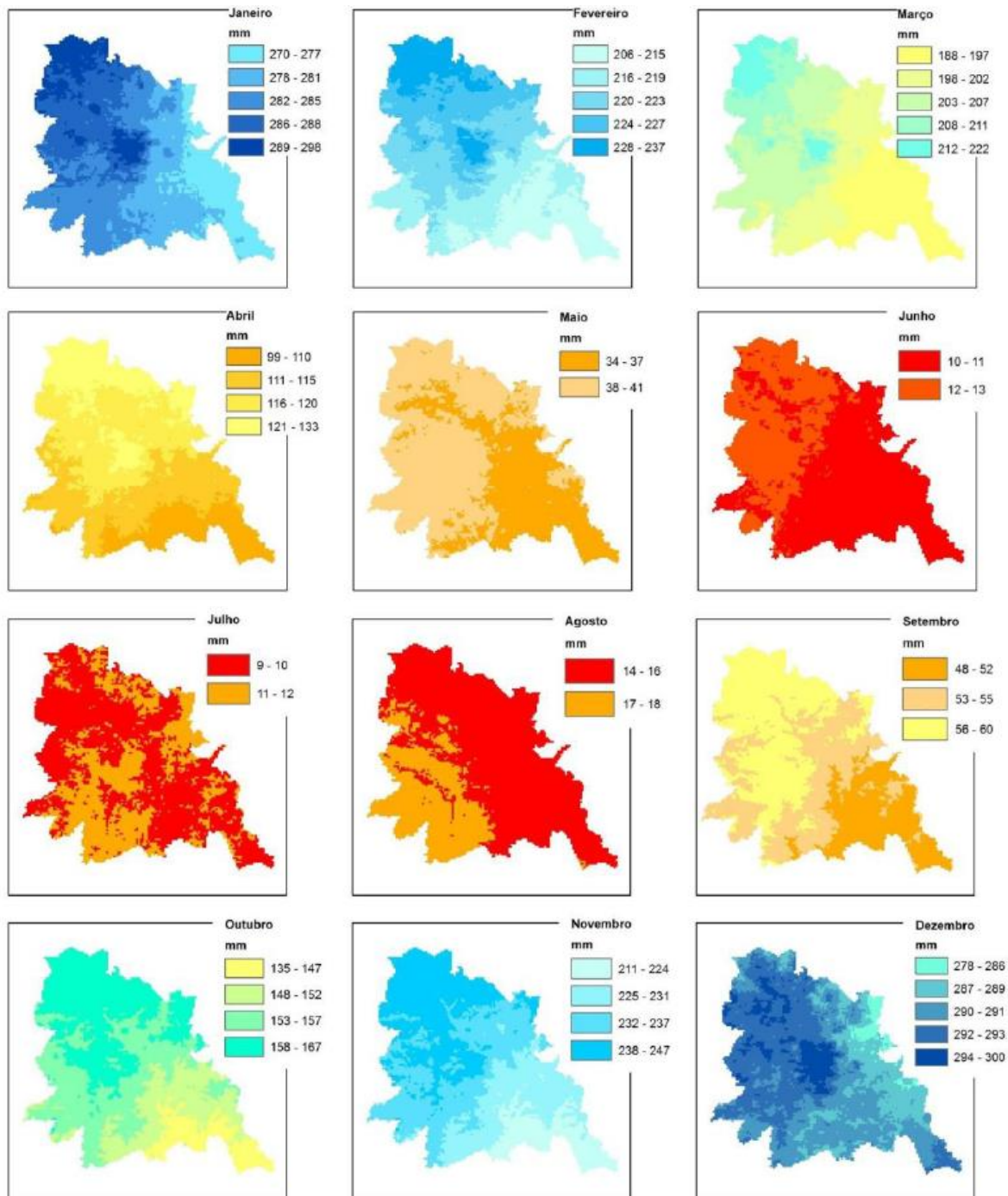


Figura 16 – Precipitação média da área de pesquisa para os anos de 1970 a 2000.
 Fonte: FICK; HIJMANS (2017).

Tabela 3 – Síntese dos principais dados climáticos do município de Goiânia-GO.

MUNICÍPIO: GOIÂNIA-GO							
Lat: 16,67 S		Long: 49,25 W		Altitude: 741m		Período: 1961-1990	
Mês	T	P	ETP	ARM	ETR	DEF	EXC
	°C	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Jan	23,8	270	110	100	100	0	160
Fev	23,8	213	100	100	100	0	113
Mar	23,9	210	109	100	109	0	101
Abri	23,6	121	98	100	98	0	23
Mai	22,1	36	81	64	72	9	0
Jun	20,8	9	64	37	36	28	0
Jul	20,8	6	66	20	23	44	0
Ago	22,9	13	88	9	24	65	0
Set	24,6	48	108	5	52	56	0
Out	24,6	171	116	60	116	0	0
Nov	24	220	109	100	109	0	71
Dez	23,5	259	109	100	109	0	150
TOTAIS	278,4	1.576	1.159	795	958	201	618
MÉDIAS	23,2	131	97	66	80	17	52

T - Temperatura Média Mensal do Ar; P - Precipitação Total Média; ETP - Evapotranspiração Potencial; ARM - Armazenamento; ETR - Evapotranspiração Real; DEF - Deficiência Hídrica; EXC - Excedente Hídrico.

Fonte: INMET (2003).

A temperatura média anual da região é de 23,2°C, oscilando entre 20,8°C e 24,6°C, tendo uma amplitude térmica inferior a 5°C. Conforme apresenta a tabela, o regime de chuvas registra seus maiores valores nos meses de verão e seus menores valores no inverno, o que é comum para a região Centro-Oeste (BARROS, 2003). De acordo com o extrato do balanço hídrico (Figura 17a), a área apresenta um período de déficit hídrico entre os meses de maio e setembro, mas apresenta um posterior período de excedente para o restante do ano.

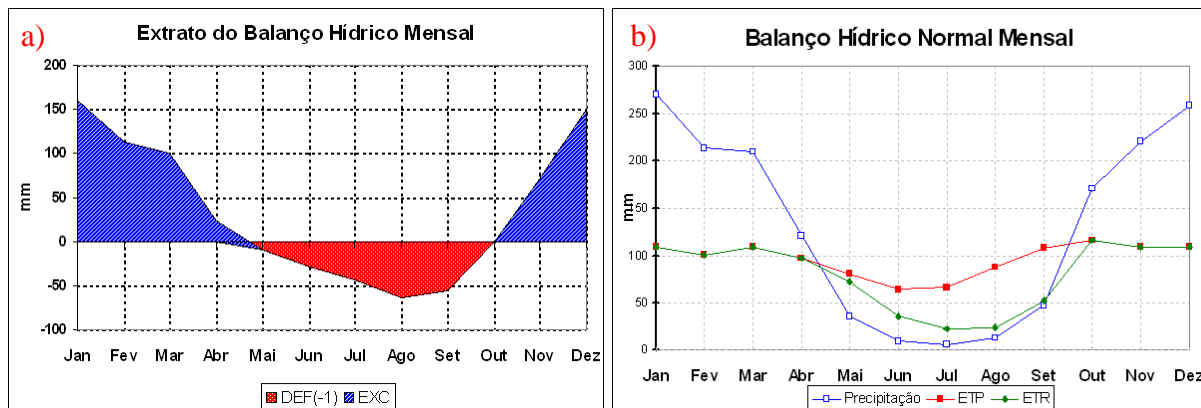


Figura 17 – Extrato balanço hídrico do município de Goiânia.

Fonte: INMET (2003).

Como pode ser observado na figura 17b, o déficit hídrico que ocorre entre os meses de maio e setembro está relacionado à baixa umidade recorrente nesse período, resultado da presença predominante da Massa Tropical Atlântica, que traz estabilidade atmosférica durante o período de estiagem. As perturbações atmosféricas ocorrem na região durante a primavera e o verão com a atuação da ZCAS e das LI.

2.2.2. Relevo

Quanto aos aspectos geomorfológicos, a área de pesquisa está inserida na macrounidade geomorfológica do Planalto Central Brasileiro e regionalmente no Planalto Central Goiano, mais especificamente entre as subunidades do Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba e do Planalto Rebaixado de Goiânia. A unidade do Planalto Central Goiano é considerada parte de um conjunto maior de maciços antigos do território brasileiro, diretamente associado às áreas de dobramentos e rejuvenescimentos brasileiros (NASCIMENTO, 1991).

A subunidade do Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba possui os relevos mais elevados da RMG e é onde se localiza os principais divisores de água das bacias de captação e abastecimento de água da região. Já as áreas do Planalto Rebaixado de Goiânia correspondem aos terrenos com menores altitudes, onde predominam as formas de relevo mais dissecadas e as planícies fluviais ao longo das principais drenagens. O Planalto Rebaixado de Goiânia é formado por relevos predominantemente do tipo plano a suave ondulado, com formas tabulares ou em formas suavemente convexas (CASSETI, 1994).

A partir da análise do mapa de relevo da RMG (Figura 18), é expressivo o predomínio das classes *Domínio de Colinas Dissecadas e Morros Baixos* em quase toda área da subunidade do Planalto Rebaixado de Goiânia. Na porção oeste da RMG, há o predomínio do *Domínio de Colinas Amplas e Suaves*. No setor centro-norte, há as áreas mais rebaixadas do relevo regional, referente à área de agradação do tipo terraços e planície fluvial (rio Meia Ponte).

Quanto às características hipsométricas, destaca-se na RMG relevos com altitudes variando de 551m a 1.145m (Figura 19 e tabela 4). Na região centro-oeste da RMG, são registradas as menores altitudes principalmente onde está localizado o domínio de colinas amplas e suaves. Na porção centro-norte da área de pesquisa, há relevos do tipo terraços, planícies e fundos de vale.

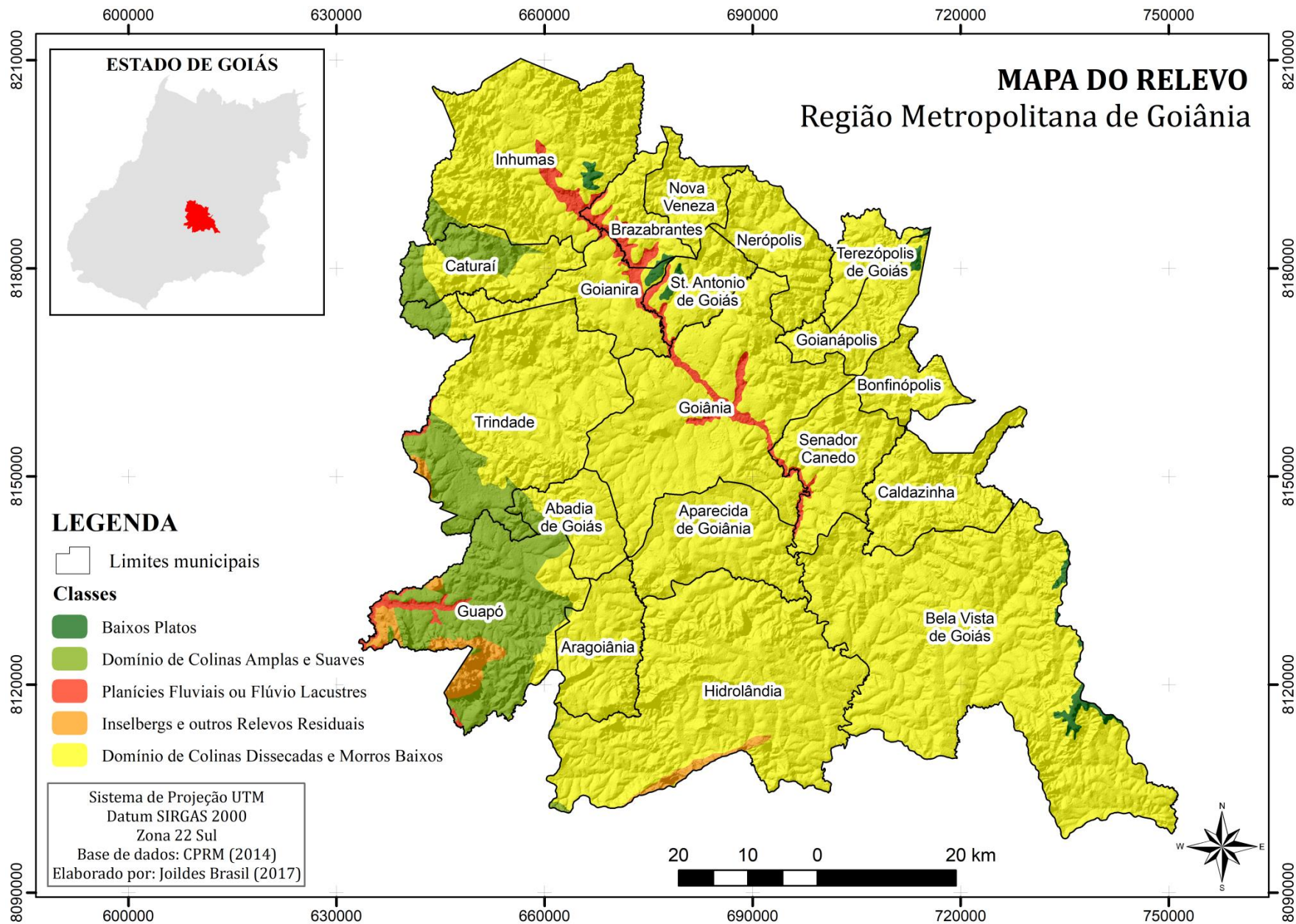


Figura 18 – Mapa do relevo.

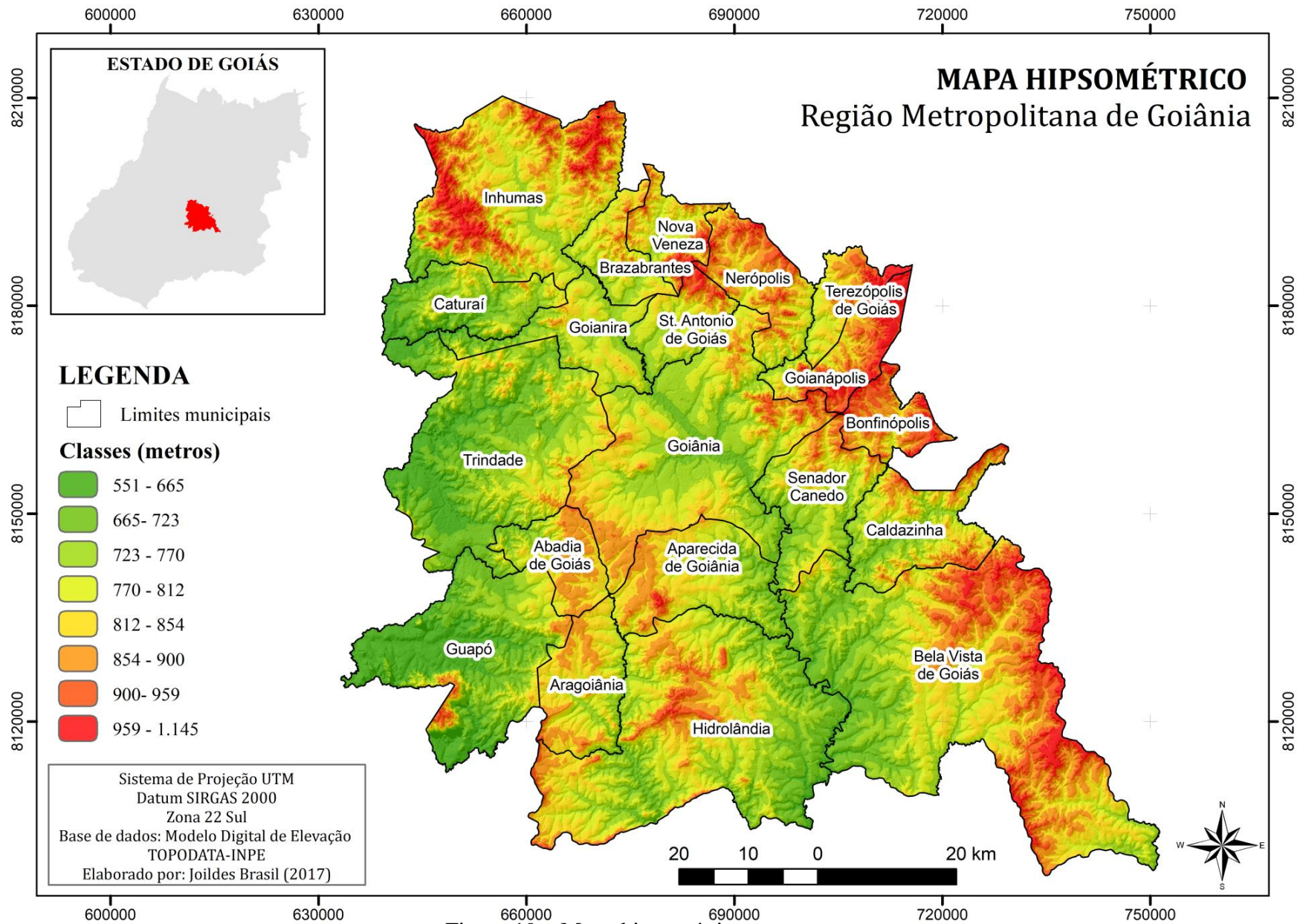


Figura 19 – Mapa hipsométrico.

Tabela 4 – Distribuição das classes hipsométricas e seus percentuais na área de pesquisa.

Classes Hipsométricas	Km²	%
551 - 665 m	438,16	5,96
665 - 723 m	1005,64	13,68
723 - 770 m	1459,47	19,86
770 - 812 m	1521,12	20,70
812 - 854 m	1314,32	17,88
854 - 900 m	907,27	12,34
900 - 959 m	485,22	6,60
959 - 1145 m	218,74	2,98

Fonte: Autora (2019).

De acordo com o mapa de declividade (Figura 20), observa-se junto à tabela 5 que mais de 50% da área de pesquisa apresenta valores baixos de declividade (de 0% a 8%), o que indica a predominância de relevos do tipo plano a suave-ondulado. A região central da RMG é justamente onde se encontra o maior adensamento urbano da região, tendo um predomínio de valores de declividade muito baixos (de 0% a 3%), caracterizados pelo relevo mais aplainado. As maiores declividades são registradas nos municípios do norte da RMG, com formas de relevo do tipo fortemente ondulado, com presença de formas aguçadas do tipo inselbergs e relevos residuais.

Tabela 5 – Distribuição das classes de declividade e seus percentuais na área de pesquisa.

Classes de Declividade	Km²	%
0 - 3 %	906,72	12,35
3,1 - 5 %	1363,01	18,56
5,1 - 8 %	1937,43	26,38
8,1 - 12 %	1299,00	17,69
12,1 - 20 %	1438,36	19,58
20,1 - 45%	389,56	5,30
45,1 - 79%	10,66	0,15

Fonte: Autora (2019).

De maneira geral, a geomorfologia da RMG é caracterizada por formas de relevo bastante dissecadas, conservadas no contexto de superfícies mais rebaixadas, onde a tendência da rede hidrográfica é a formação de formar rios meandrantes.

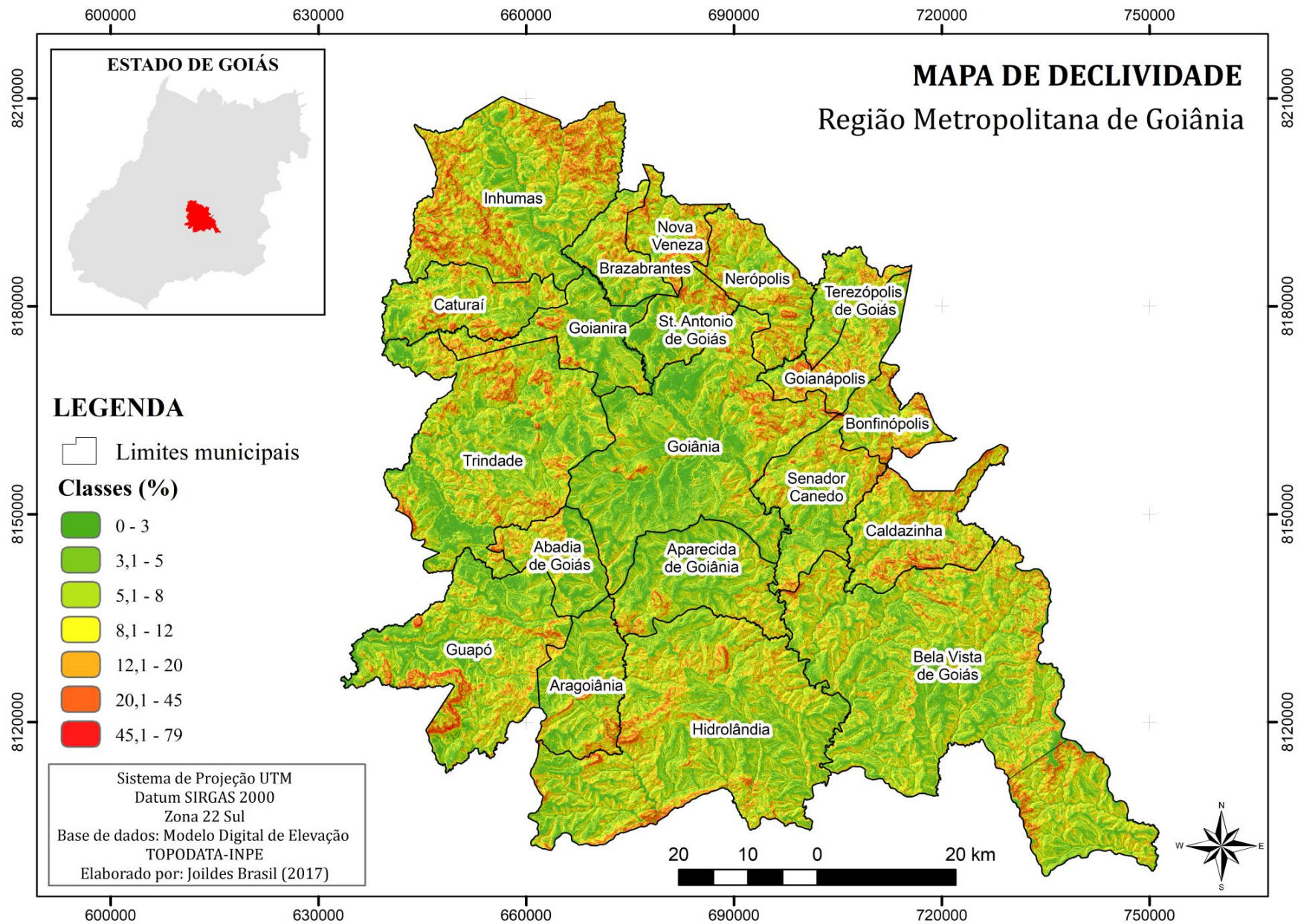


Figura 20 – Mapa de declividade.

2.2.3. Solos

Quanto ao aspecto pedológico, de acordo com Sistema Brasileiro de Classificação de Solos-SiBCS (EMBRAPA, 2009), são identificados na RMG cinco classes de solos referentes ao primeiro nível categórico: Argissolos, Cambissolos, Gleissolos, Latossolos e Neossolos, suas respectivas distribuições na área de pesquisa são apresentadas na tabela 6.

Tabela 6 – Distribuição das classes de declividade e seus percentuais na área de pesquisa.

Classes de Solos	Km ²	%
Argissolos	1009,91	13,81
Cambissolos	1873,81	25,62
Gleissolos	484,13	6,62
Latossolos	3855,24	52,72
Neossolos	89,96	1,23

Fonte: Autora (2019).

Conforme pode ser observado no mapa pedológico (Figura 21), a classe dos Latossolos é a mais expressiva, representando 52,72% da área total da RMG. Esse tipo de solo é caracterizado por ser bastante antigo (intemperizado) e profundo (superiores a 2 metros). Esses solos são geralmente bem drenados quando associados à quantidade de macro poros entre os seus agregados, com baixa fertilidade natural, ocorrendo principalmente em relevos mais planos e apresentando uma textura muito argilosa e argilosa cascalhenta. As características físicas dos Latossolos corroboram para uma baixa suscetibilidade à erosão laminar. Em contrapartida, tratando-se de erosões lineares, como voçorocas e ravinas, eles podem apresentar uma maior suscetibilidade em razão de sua estrutura granular, apresentando um baixo grau de agregação entre as partículas do solo (JACOMINE, 2009).

Os Cambissolos constituem 25,62% da RMG e estão diretamente associados à classe de solo do tipo Argissolos e a presença de relevos mais acidentados, variando de ondulado a forte (declividade de 8 a 45%). Em razão da superfície topográfica ser mais movimentada, principalmente próximo às áreas de encostas, nas regiões onde predominam os Cambissolos, os processos de erosão e transporte predominam sobre o intemperismo. Em relação aos aspectos físicos, os Cambissolos são solos mais recentes e, por isso, são pouco desenvolvidos e profundos, apresentando elevada pedregosidade (JACOMINE, 2009).

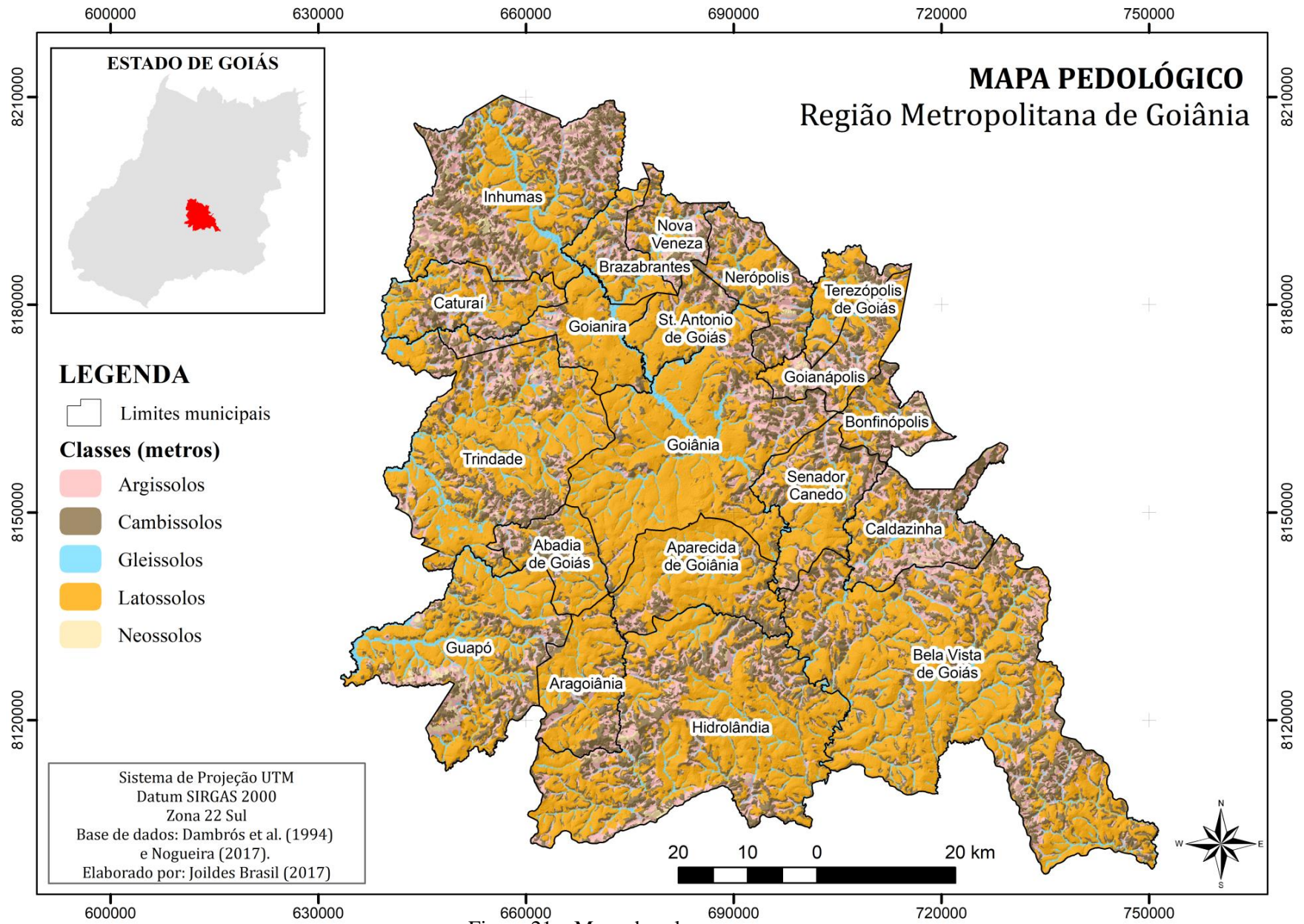


Figura 21 – Mapa de solos.

Os Argissolos são a terceira classe de solos que predominam na RMG (13,81%). Assim como os Latossolos, os Argissolos são bastante intemperizados e podem ocorrer em áreas com relevo bastante variado, são bem drenados e apresentam boa fertilidade natural, contudo, são mais suscetíveis ao processo erosivo (LEPSCH, 2011). Quando os Argissolos estão presentes em áreas de relevo acidentado com a presença de cascalho, eles podem se tornar ainda mais frágeis em relação ao escoamento superficial, que, em função da ação da gravidade, passa a ocorrer com maior intensidade, aumentando a ação erosiva (CALIL, 2009).

A classe dos Gleissolos representa 6,62% da área de pesquisa. Os Gleissolos são conhecidos como solos hidromórficos em razão de estarem localizados próximos a áreas úmidas, como planícies fluviais e várzeas. Esses solos são encontrados geralmente em saturação (afloramento superficial da zona saturada), podendo estar permanente ou periodicamente encharcados quando estão em contato com o lençol freático (LEPSCH, 2011). A última classe de solo identificada é a dos Neossolos, que estão presentes em 1,23% da área pesquisada. São conhecidos como solos não-hidromórficos, “jovens” por serem constituídos por sedimentos recentes pouco intemperizados, com baixos teores de matéria orgânica em função da baixa atuação dos processos pedogenéticos (JACOMINE, 2009). Eles podem ser identificados em áreas de relevo acidentado, com declividades superiores a 20%, onde geralmente são caracterizados pela forte presença de rochas (pedregosidade) e pela pequena profundidade, quando assentes diretamente sobre a rocha ou sobre um horizonte C ou Cr (EMBRAPA, 2009).

2.2.5. Uso e Cobertura da Terra

A área pesquisada nesta tese está localizada nos limites do bioma Cerrado (Figura 22), englobando diversificadas fitofisionomias, tais como formações florestais, savânicas e campestres (RIBEIRO; WALTER, 1998), associadas a outros usos de natureza antrópica. O Cerrado brasileiro passou pelas maiores mudanças na sua paisagem a partir do recorte temporal dos últimos 40 anos, quando ocorreu um processo de devastação em grandes proporções e de caráter definitivo a partir da expansão e consolidação das atividades relativas ao agronegócio.

A região centro-oeste do Brasil teve sua dinâmica de ocupação fortemente marcada pela construção de Brasília na década de 1950 e pela instituição de programas e políticas voltadas para promover a expansão da fronteira agrícola para essa região, tais como, o

Programa de Desenvolvimento dos Cerrados, o Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento do Cerrado, o Fundo Constitucional de Financiamento do Centro-Oeste, o Programa Nacional do Alcool (Proálcool), o Plano Nacional de Agroenergia, o Fundo Constitucional de Financiamento do Centro-Oeste (SILVA; MIZIARA, 2011; OLIVEIRA et al., 2018).

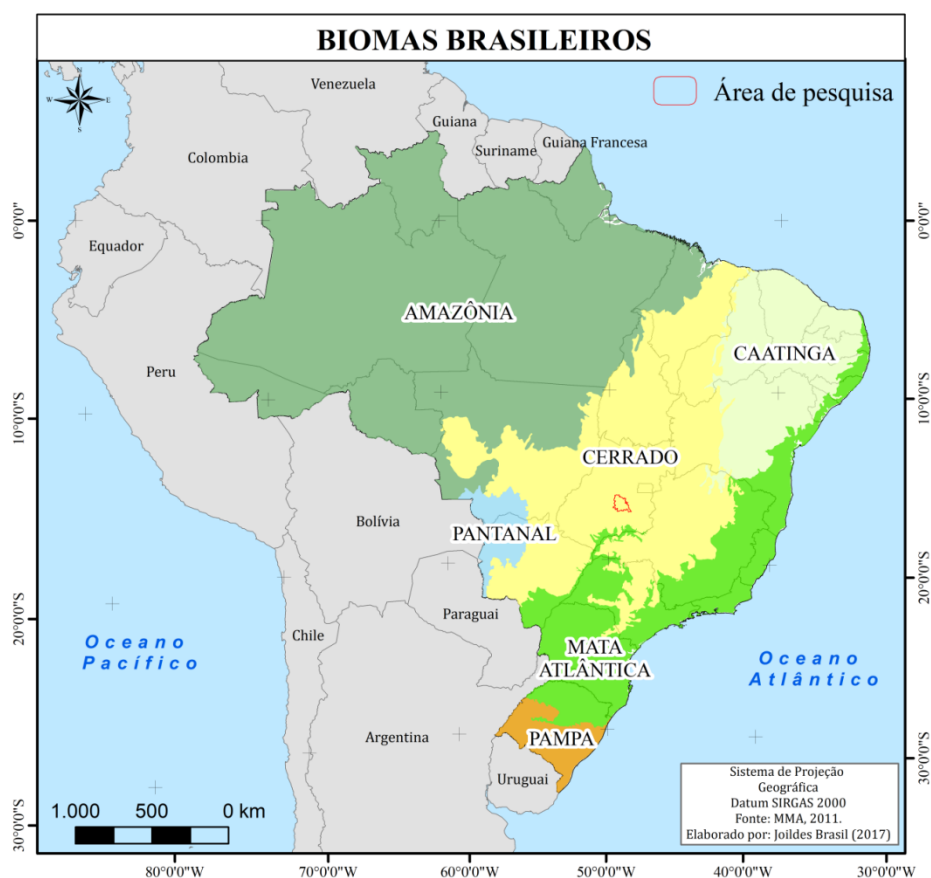


Figura 22– Localização da área de pesquisa no contexto dos biomas brasileiro.
Fonte: MMA (2011).

Apesar de possuir uma vegetação esparsa e a presença de solos de baixa fertilidade natural, o Cerrado se tornou palco de uma nova dinâmica da agricultura brasileira. A incorporação de novas tecnologias no campo associada aos incentivos governamentais para estruturação de um modelo capitalista de produção agrícola transformou drasticamente a paisagem desse bioma. Pesquisas sobre o Cerrado goiano apontam existir hoje apenas 35% de áreas conservadas do bioma, sendo que somente 0,9% e 3,5% estão localizadas em áreas de proteção integral ou uso sustentável (SANO et al., 2008; LOBO; GUIMARÃES, 2008; GIUSTINA, 2013).

Tratando-se da Região Metropolitana de Goiânia, é possível observar no mapa de cobertura e uso da terra (Figura 23) a predominância dos usos antrópicos em detrimento da vegetação nativa. De acordo com a tabela 7, entre as classes mapeadas, é nítida a predominância da pastagem na área de pesquisa, apresentando 43,92% (3.211,70 km²).

Tabela 7 – Distribuição das classes de cobertura e uso da terra na RMG em 2017.

Classes de Cobertura e Uso da Terra	Km²	%
Agricultura	620,77	8,48
Formação Campestre	216,41	2,95
Formação Florestal	755,51	10,33
Formação Savânica	623,68	8,52
Pastagem	3.211,70	43,92
Solo Exposto	1.136,22	15,53
Área Urbana	748,19	10,23

Fonte: Autora (2019).

No tocante à dinâmica do uso do solo na RMG, destaca-se o crescimento urbano evidenciado nas últimas décadas (LINO, 2013). Atualmente, a classe referente à área urbana representa 10,23% (748,19 km²) da área total da RMG, e, como pode ser observada no mapa de uso e cobertura da terra (figura 23), a urbanização ocorre de maneira concentrada, preferencialmente em Goiânia e municípios limítrofes (Trindade, Aparecida de Goiânia e Senador Canedo).

A classe de agricultura representa 8,48% (620,77 km²) da área de pesquisa, ocorrendo com maior expressividade nos municípios de Goianira, Trindade, Santo Antônio de Goiás e Brazabrantes. No contexto das áreas agrícolas, destaca-se a produção de frutas e verduras, e, em menor escala, a produção de soja, milho e cana-de-açúcar (GOIÁS, 2017). As áreas identificadas como solo exposto (15,53%) estão diretamente associadas à classe de agricultura, principalmente se for considerado o período de safras.

Quanto à vegetação nativa, as três fitofisionomias identificadas (Formação Florestal, Campestre e Savânica) juntas representam apenas 21,82% (1.495,62 km²) da RMG. A dinâmica de uso e ocupação provocou sucessivas substituições das áreas naturais em áreas antropizadas. As formações florestais, com destaque as matas galerias, matas ciliares e veredas, são ambientes extremamente importantes para o equilíbrio dos corpos hídricos. No contexto da RMG, essas áreas já foram bastante impactadas. Por isso, as áreas especialmente protegidas, como Unidades de Conservação (UCs), podem ser instrumentos estratégicos para preservação dos remanescentes de Cerrado na região.

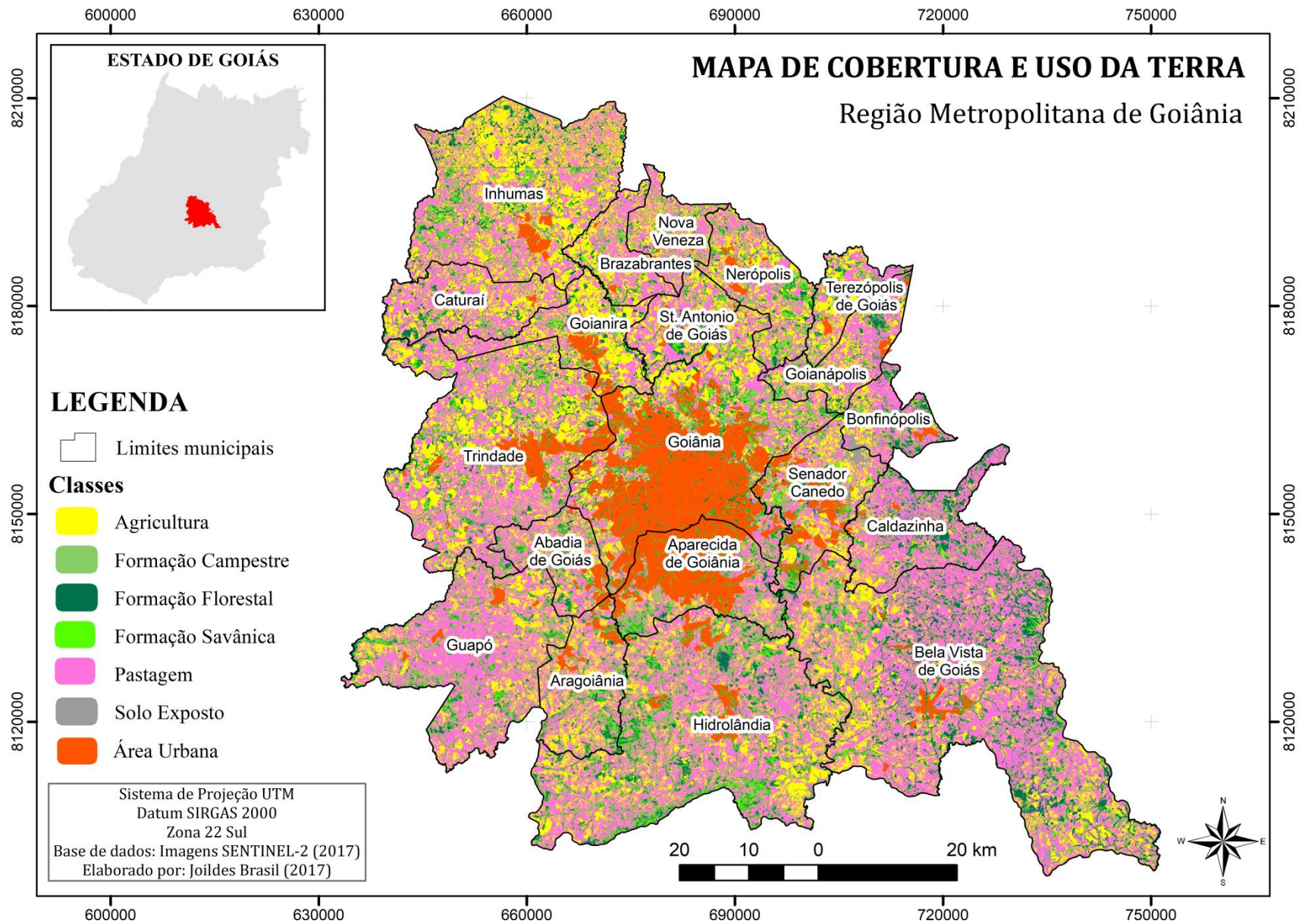


Figura 23 – Mapa de uso e cobertura da terra.

2.2.6. Recursos Hídricos

No que se refere aos aspectos hidrográficos, segundo o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 2003), a RMG está inserida na área de influência da Região Hidrográfica do Paraná, mas especificamente na subunidade da Bacia do Paranaíba. No contexto estadual, a área de pesquisa se localiza entre as unidades de gestão hídrica das bacias do Rio Meia Ponte, Turvos e dos Bois e Corumbá (Figura 24).

No tocante às bacias afluentes do Paranaíba que perpassam os limites da RMG, destaco três bacias contribuintes, conforme apresentado na figura sobre os aspectos hidrográficos da área de estudo. A Bacia do Meia Ponte é a que tem maior representatividade na RMG, ocupando uma área de aproximadamente 12.410,33 km² e drenando 37 municípios goianos, desde a sua nascente localizada no município de Itauçu até desaguar no rio Paranaíba no município de Cachoeira Dourada (divisa entre Goiás e Minas Gerais). Sobre seus afluentes, destacam-se os ribeirões João Leite, Santa Maria e Campanha, e os rios Dourados e Caldas.

Essa bacia, apesar de ocupar apenas 4% do território estadual, tem importância ímpar por abastecer parte significativa da Região Metropolitana de Goiânia. Segundo dados disponíveis no Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Gestão Hidrográfica do Meia Ponte (ANA, 2013), essa bacia historicamente tem sido bastante impactada pelo uso antrópico, principalmente pelo manejo inadequado do solo e a utilização intensiva de adubos e defensivos agrícolas, que aceleram processos erosivos e deterioram a qualidade das águas da bacia. As pressões urbanas também têm engendrado problemas ambientais ao Meia Ponte, afetando diretamente a qualidade e a disponibilidade de água, resultando no recente Decreto nº 9.176, de 09 de março de 2018, que declara situação de emergência nas Bacias dos Rios Meia Ponte e João Leite e define ações para garantir uso prioritário da água (GOIÁS, 2018).

Em relação à segunda bacia que contempla a área de estudo, a bacia do rio Turvos e dos Bois ocupa uma área de 34.759 km², representando 23% da RMG. O rio dos Bois nasce no município de Americano do Brasil (GO) e sua vaz, no reservatório da UHE São Simão, na margem direita do rio Paranaíba, está próximo ao município de Inaciolândia (GO). Seus principais tributários são os rios Turvos, dos Bois e Verde. Por sua vez, a bacia do rio Corumbá está localizada na porção sudeste da RMG (ocupando parcialmente o município de Bela Vista de Goiás). No estado, essa bacia abrange uma área de 9.000 km² e seus principais afluentes são os rios Descoberto e São Bartolomeu.

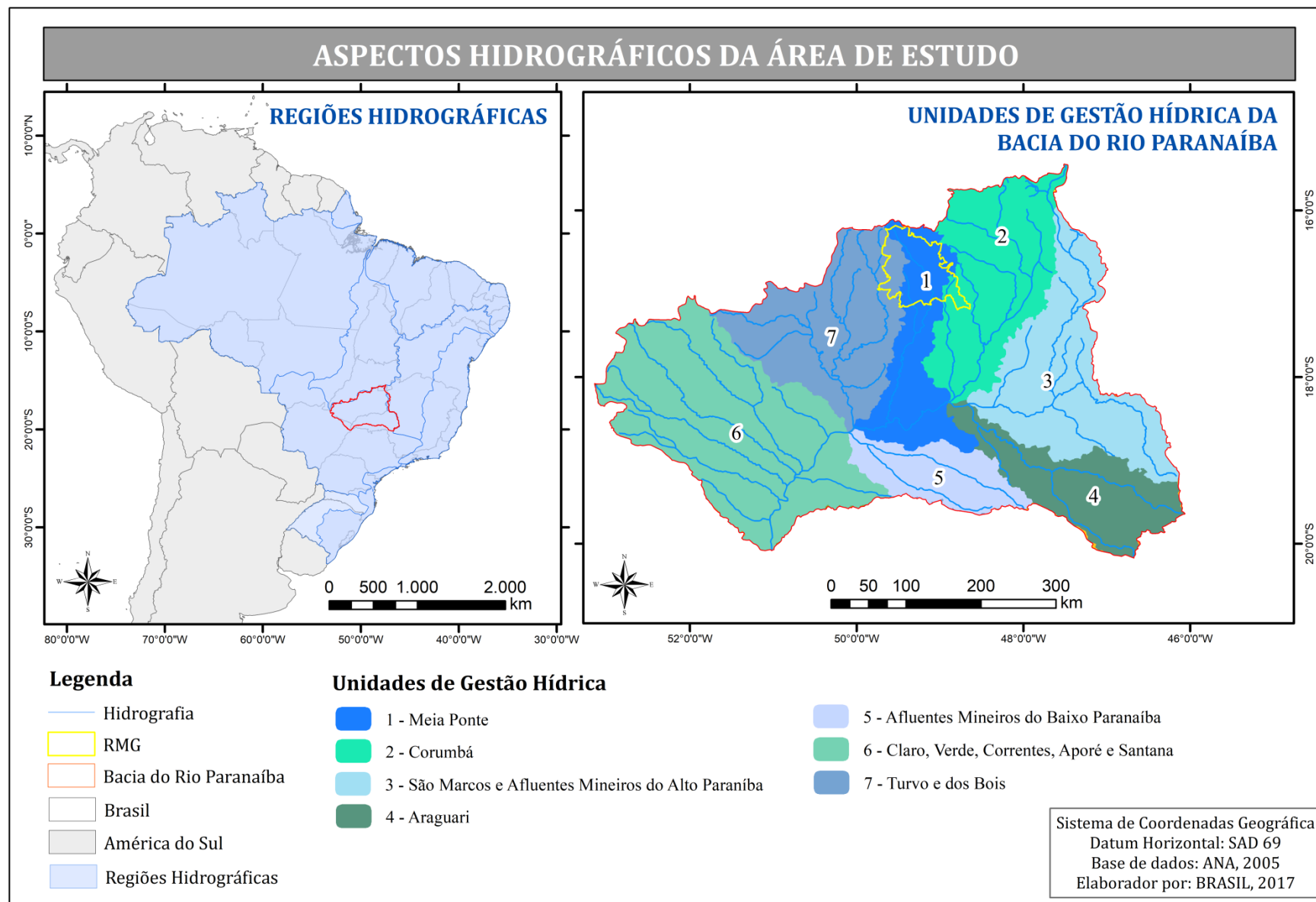


Figura 24 – Contextualização espacial dos aspectos hidrográficos da área de pesquisa.

A disposição da rede hidrográfica da RMG pode ser observada no mapa da figura 25 e a localização das bacias de captação de água é apresentada na figura 26. Os principais mananciais responsáveis por abastecer a área de pesquisa são o rio Meia Ponte e o Ribeirão João Leite. No quadro 8, é possível analisar os principais sistemas de abastecimento urbano de água na área de pesquisa, seus principais mananciais e suas respectivas sedes atendidas.

Quadro 8 – Sistemas de abastecimento urbano de água da área de pesquisa.

ABASTECIMENTO URBANO DE ÁGUA Região Metropolitana de Goiânia		
Sistema	Principais Mananciais	Sedes Urbanas Atendidas
Meia Ponte	Rio Meia Ponte	Aparecida de Goiânia; Goiânia; Trindade.
Sistemas complementares	Lajes; Samambaia; Arrozal	
Integrado Fonte do Ibura I	Fonte do Ibura I	
Sistemas Isolados	Mananciais Superficiais / Mistos	Abadia de Goiás; Aragoiânia; Goianópolis; Hidrolândia; Nerópolis; Senador Canedo.
	Poços	Goianira; Santo Antônio de Goiás.

Fonte: ANA (2010).

Nos últimos anos, a RMG tem passado por problemas de abastecimento de água em função principalmente das ocupações e dos usos predatórios e ao rápido crescimento populacional. Esses fatores têm refletido diretamente na qualidade da água e na disponibilidade desse recurso. Algumas pesquisas têm apontado que os impactos da ocupação irregular das bacias (RABELO et al., 2009; BORGES, 2009; BATISTA, 2015; BELIZÁRIO, 2015; RIBEIRO et al., 2016; ARANTES, 2017) e das áreas especialmente protegidas da RMG têm influenciado nas condições dos recursos hídricos (SILVA; FERREIRA, 2014; BRASIL, 2017), indicando um cenário de crise hídrica com possível desabastecimento da região (CUNHA; BORGES, 2014; SILVA NETO et al., 2015).

De maneira geral, os principais impactos nos recursos hídricos da RMG atualmente estão relacionados às pressões urbanas e aos conflitos de uso nas bacias de captação, em ambiente rural e urbano. Nesse sentido, a fiscalização e a manutenção das Áreas de Preservação Permanente são extremamente importantes para alcançar um reequilíbrio ecológico do meio ambiente e uma possível estratégia para combater a escassez hídrica já vivenciada em alguns municípios da RMG (Trindade, Aparecida de Goiânia, Goiânia e Senador Canedo).

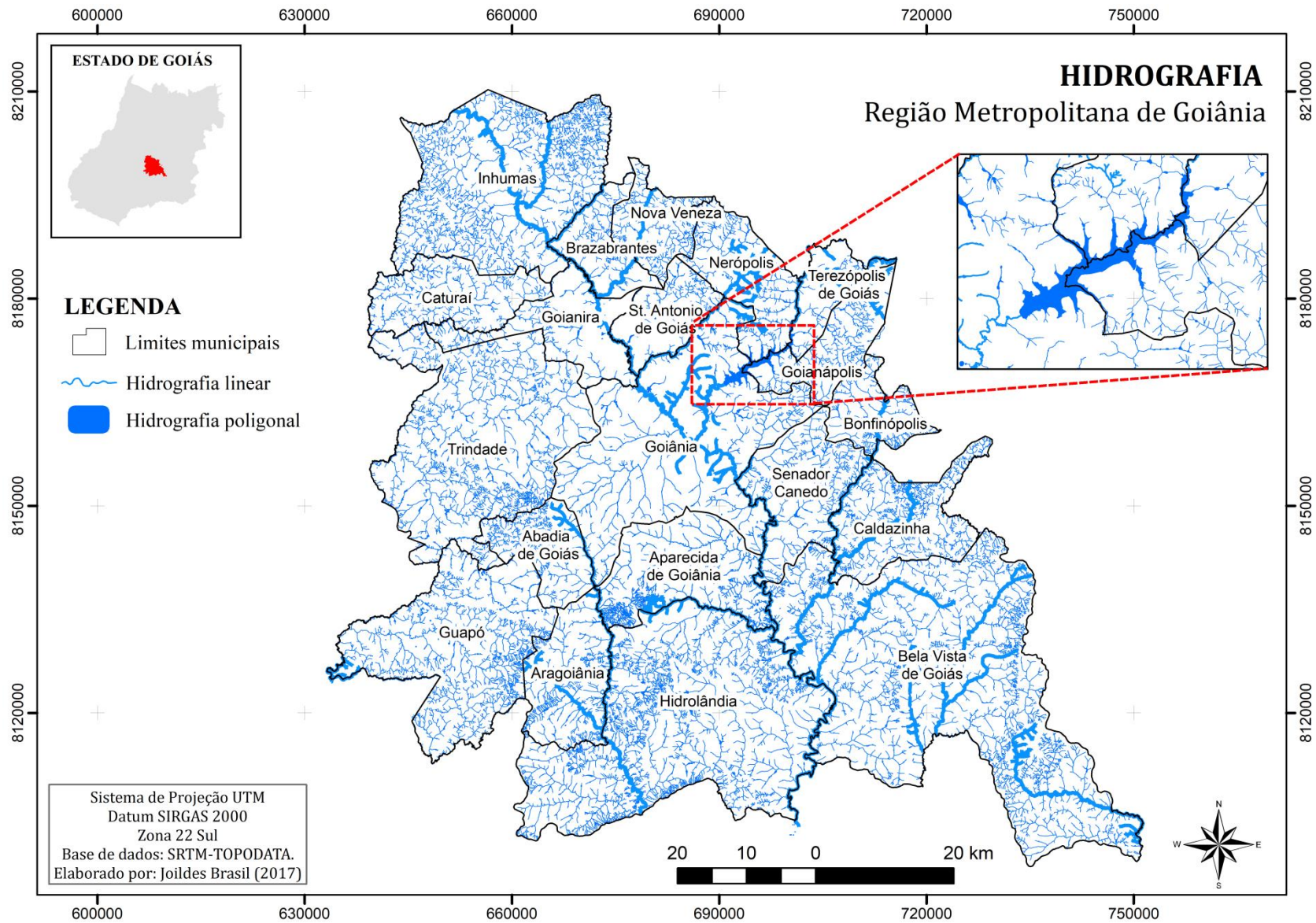


Figura 25 – Rede hidrográfica da área de pesquisa.

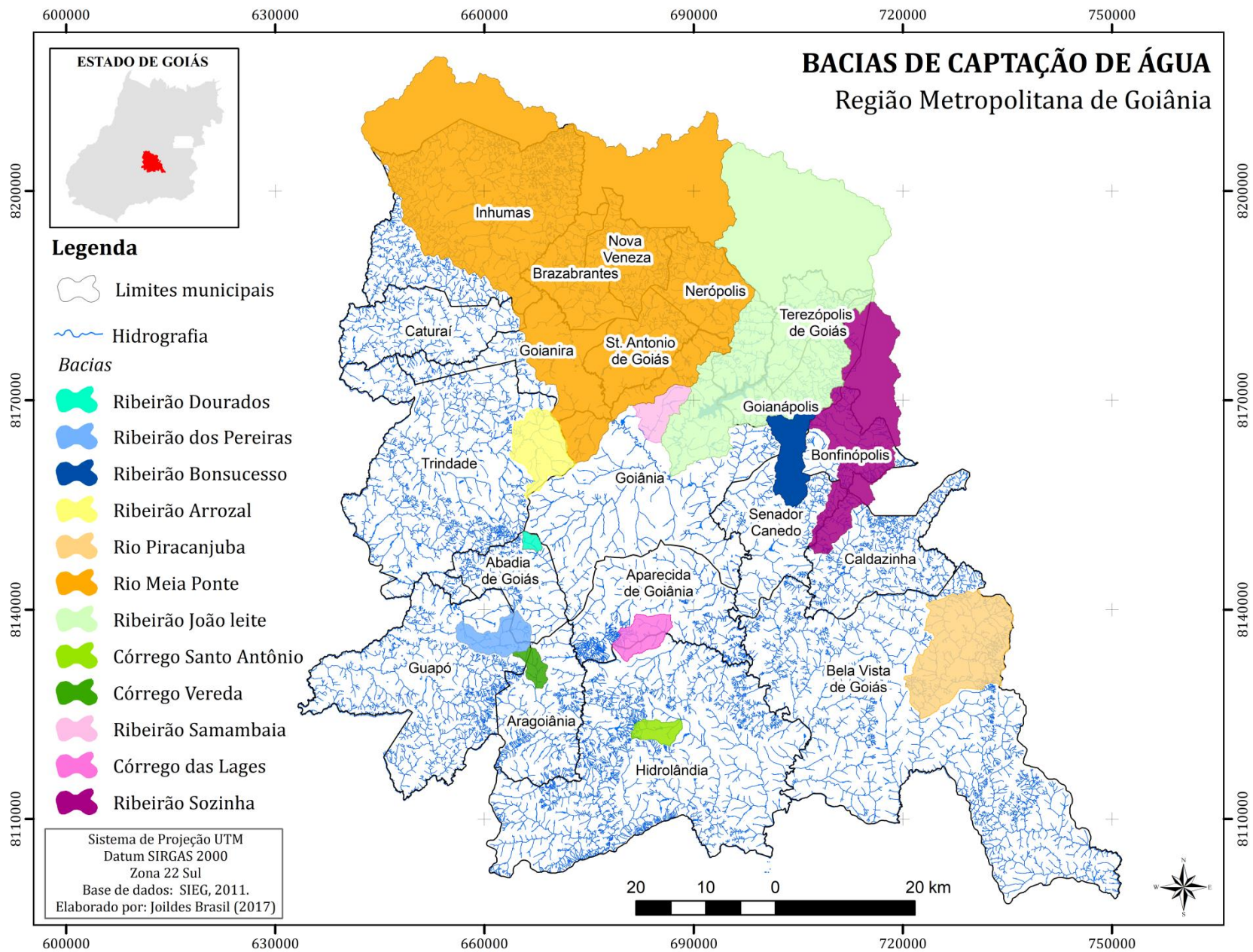


Figura 26 – Bacias de captação de água que abastecem a área de pesquisa.

2.3 ASPECTOS ANTRÓPICOS

2.3.1 Produção do Espaço: Breve histórico da RMG

Desde a sua institucionalização, em 1999, por meio da Lei Complementar Estadual (LCE) nº 27 (GOIÁS, 1999), a Região Metropolitana de Goiânia passou por adicionais alterações que reorganizou o território metropolitano (Figura 27). Inicialmente composta por 11 municípios, duas décadas depois, a região passou a ter 20 municípios membros. Alguns desses municípios posteriormente ingressos no contexto metropolitano foram imiscuídos entre outros fatores pelas conurbações com a capital (Goiânia) e pela relação econômica com a metrópole. Arrais (2012) aponta que a progressiva integração dos municípios teve como principal objetivo a oferta fundiária, uma vez que Goiânia já havia inflacionado seu estoque de terras e carecia de estratégias para o excesso populacional, havendo necessidade de remover esse incremento de população (geralmente de baixa renda) para outras localidades (municípios vizinhos emancipados).

A formação institucional das regiões metropolitanas (RMs) no Brasil ocorreu a partir da década de 1970 com o objetivo de reconhecer um conjunto de regiões para fins de políticas territoriais e para a realização de serviços de interesses comuns, como saneamento básico e transporte público (SOUZA, 2016). Além dos fatores como adensamento populacional, dinâmica econômica e processos migratórios, um dos fenômenos em comum no surgimento das RMs foi o processo de industrialização, atrelado ao desenvolvimento do setor terciário e a ofertas de serviços básicos (saúde, saneamento e educação).

Nesse contexto, no final da década de 1990, foi criada a Região Metropolitana de Goiânia, também conhecida como a Grande Goiânia. Atualmente essa região é formada por 19 municípios, mais Goiânia continua sendo o município-sede. Os sucessivos municípios que passaram a fazer parte da RMG provocaram um aumento significativo do estoque de terras rurais dessa região, principalmente a partir da inserção do município de Bela Vista de Goiás, desde a Lei Complementar nº 48, de 9 de dezembro de 2004. A última alteração no limite da RMG ocorreu em 2010, com o incremento de 7 municípios (Bonfinópolis, Brazabrantes, Caldazinha, Caturai, Inhumas, Nova Veneza e Terezópolis de Goiás).

Evolução dos Limites Municipais da Região Metropolitana de Goiânia - RMG

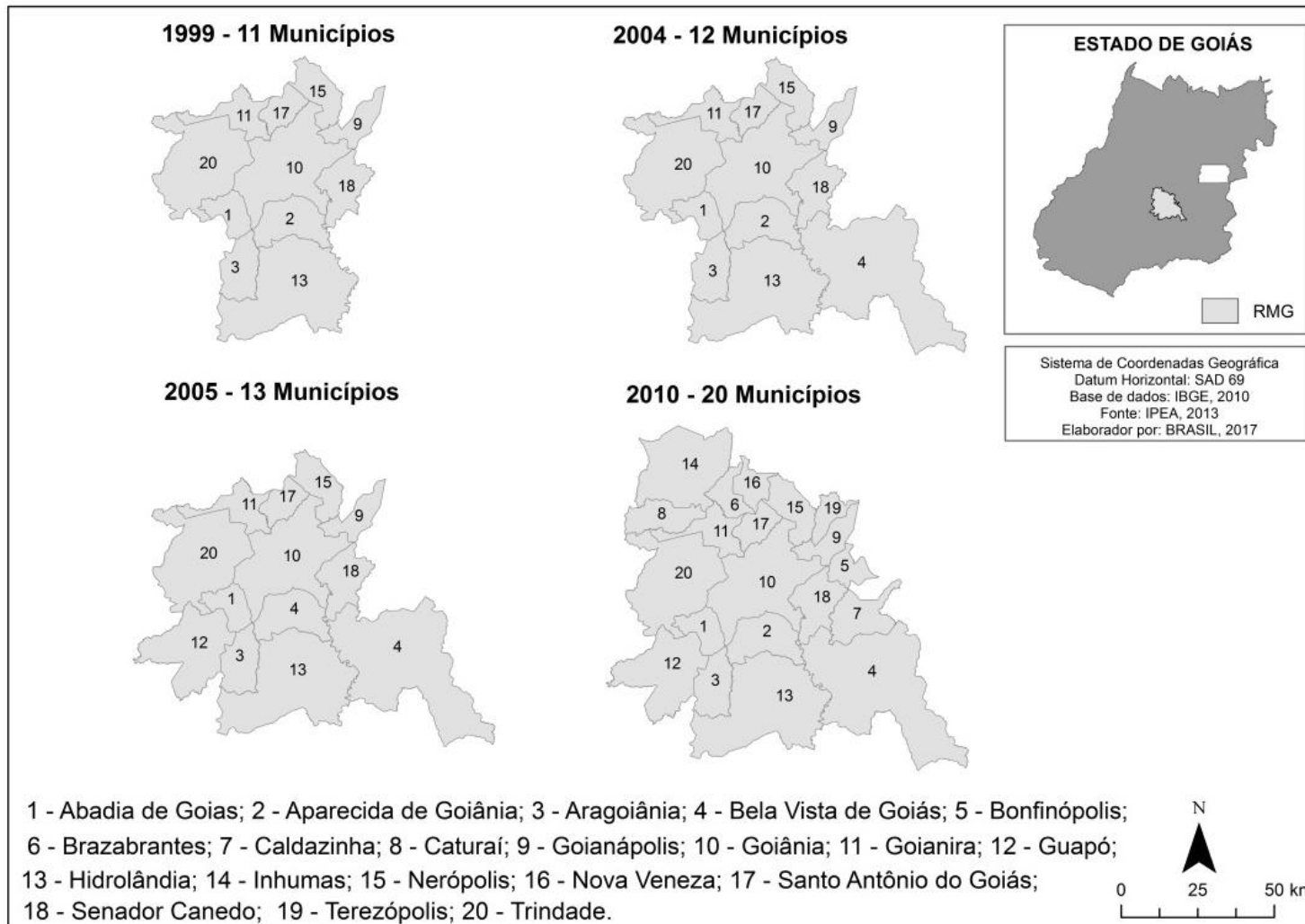


Figura 27 – Evolução dos limites administrativos da RMG, entre os anos de 1999 a 2010.
Fonte: IPEA (2013). Elaborado pela autora, 2017.

Quanto aos aspectos de localização, a RMG está inserida na porção central do estado de Goiás, compreendendo uma das unidades de planejamento do Estado e atualmente possuindo uma área de 7.312 km². Apesar do critério de regionalização imprimir um caráter de homogeneidade, há contradições e diferenças entre os municípios que formam a RMG. Esses antagonismos vividos no território metropolitano estão diretamente ligados, entre outros fatores, às mudanças demográficas ocorridas nas últimas décadas e às taxas de urbanização bastante diferenciadas entre os municípios, conforme apresento a seguir.

2.3.2 Dinâmica Metropolitana

Uma das principais características da RMG, que não difere da maioria das RMs brasileiras, é a forte concentração demográfica entorno do município-sede. Nesse cenário, observa-se uma distribuição espacial bastante desequilibrada entre os municípios, onde 90% da população total da RMG concentram-se em apenas quatro municípios: Goiânia, com 1,3 milhão de habitantes; Aparecida de Goiânia, com 455 mil; Trindade, com 104 mil; e Senador Canedo, com 84 mil habitantes (IBGE, 2010). Nota-se também, entre os quatro municípios supracitados, uma significativa diferença populacional (Tabela 8).

Tabela 8 – Dados demográficos da RMG, com destaque às quatro municípios que juntos correspondem quase 90% da população dessa região.

MUNICÍPIO	ÁREA	POPULAÇÃO 2000			POPULAÇÃO 2010		
	(km ²)	Rural	Urbana	Total	Rural	Urbana	Total
Abadia de Goiás	145,55	1.875	3.096	4971	1796	5072	6868
Aparecida de Goiânia	288,46	845	335.547	336392	471	455.264	455.735
Aragoiânia	218,75	2.162	4.262	6424	2846	5.529	8.375
Bela Vista de Goiás	1.276,61	6.932	12.278	19210	6594	17.945	24.539
Bonfinópolis	122,25	445	4.908	5353	515	7.021	7.536
Brazabrantes	123,5	1.049	1.723	2772	1061	2.179	3.240
Caldazinha	311,68	1.665	1.194	2859	1404	1.918	3.322
Caturai	207,15	1.213	3.117	4330	1015	3.655	4.670
Goianópolis	162,38	866	9.805	10671	1004	9.677	10.681
Goiânia	739,49	7.201	1.085.806	1.093.007	4.923	1.296.969	1.301.892
Goianira	200,4	655	18.064	18.719	606	33.455	34.061
Guapó	517	3.947	9.916	13.863	2.648	11.354	14.002
Hidrolândia	944,23	5.250	7.836	13.086	6.943	10.455	17.398
Inhumas	613,34	3.921	39.976	43.897	3.133	45.079	48.212
Nerópolis	204,21	1.325	17.253	18.578	981	23.208	24.189
Nova Veneza	123,37	1.060	5.354	6.414	1.103	7.026	8.129

Continua

Santo Antônio de Goiás	132,8	542	2.564	3.106	432	4.258	4.690
Senador Canedo	244,74	2.663	50.442	53.105	333	84.066	84.399
Terezópolis de Goiás	106,97	1.467	3.616	5.083	885	5.677	6.562
Trindade	713,2	3.258	78.199	81.457	4.399	100107	104.506
Total	7.396,08	4.8341	1.694.956	1.743.297	43.092	2.129.914	2.173.006

Fonte: IBGE (2010). Elaborada pela autora, 2017.

Em termos de evolução populacional, a região que hoje é definida como RMG possuía, em 1991, uma população de 1.312.709 habitantes. Em menos de 30 anos, essa área teve um expressivo crescimento populacional, apresentando em 2010 uma população de 2.173.141 habitantes (IPEA, 2015), conforme apresentado na figura 28.

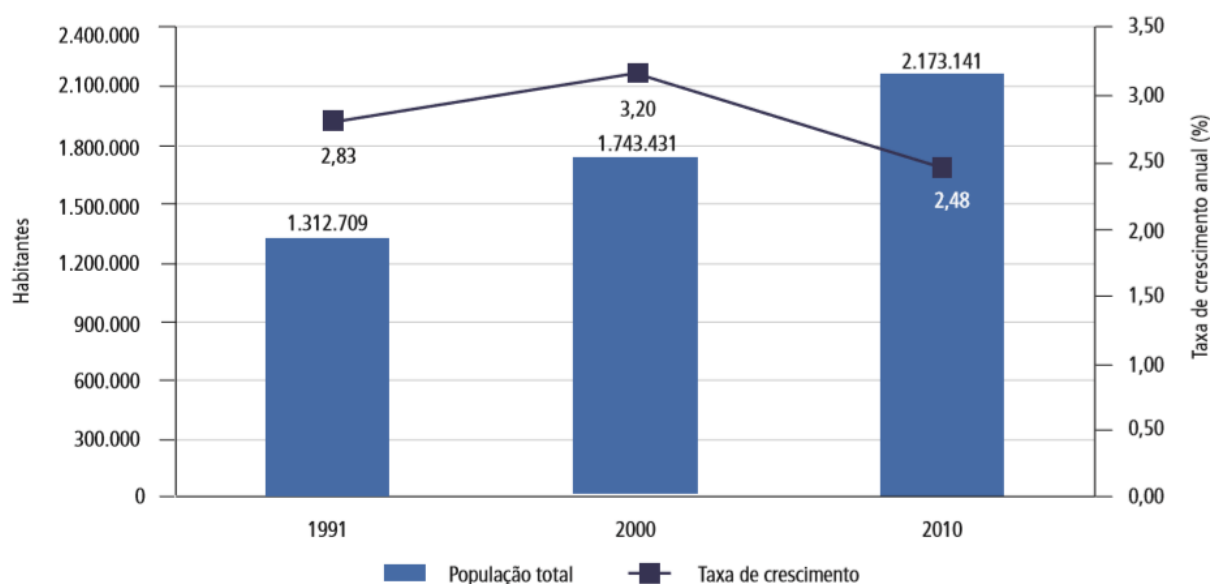


Figura 28 – Crescimento populacional e taxa de crescimento anual da RMG.

Fonte: IPEA (2015).

Ainda que sejam registradas atualmente baixas na taxa de crescimento, a tendência esperada é que continue havendo crescimento populacional na RMG nos próximos anos. Contudo, a expectativa é de que esse incremento populacional não se intensifique como outrora na capital, mas sim, nos municípios limítrofes e que conurbam com a sede metropolitana (Aparecida de Goiânia, Trindade, Senador Canedo e Goianira).

Como já foi mencionado, os municípios de Goiânia, Aparecida de Goiânia, Trindade e Senador Canedo concentram cerca de 90% da população total da RMG, os quais apresentam as maiores taxas de densidade demográfica. Os outros municípios são responsáveis por menos de 3% da população, onde se destacam Inhumas e Goianira, com 48mil e 34mil habitantes,

respectivamente. Em seguida, Nerópolis e Bela Vista de Goiás possuem ambas 24 mil habitantes, enquanto que os 16 municípios restantes apresentam população inferior a 20 mil (IBGE, 2010).

De acordo com as últimas pesquisas sobre a dinâmica metropolitana de RMG (PINTO, 2009; LIMA, 2014; ARRAIS, 2012; SOUZA, 2016; CUNHA, 2017), vem ocorrendo uma redução das taxas de crescimento na metrópole e a intensificação do crescimento nos municípios do entorno. Ainda assim, Souza (2016) destaca que mesmo que o crescimento dos municípios periféricos seja superior ao do núcleo (metrópole), identificando uma descentralização urbana, a maior parte do incremento absoluto do território metropolitano ainda provém dos municípios-sede.

É importante trazer para a discussão outros fatores que têm influenciado a dinâmica de crescimento das RMs além dos fluxos migratórios, tais como o declínio evidenciado nas taxas de fecundidade e de mortalidade nas últimas décadas no Brasil. Nesse contexto, há casos de crescimento populacional municipal de origem migratória, assim como incremento advindo do crescimento vegetativo, ainda que, no cenário atual brasileiro, exista uma tendência de apresentação de menores taxas de natalidade e mortalidade.

Desde sua institucionalização, a RMG tem passado por diversas mudanças de ordem territorial, demográfica e social. A incorporação dos municípios tem desacelerado o crescimento populacional de Goiânia, o que, por sua vez, tem gerado um alto crescimento nos municípios periféricos. Uma das explicações desse fenômeno está relacionada à especulação fundiária e imobiliária que ocorre na capital, provocando o incremento no valor do lote em Goiânia, que conseqüentemente influencia a formação de movimentos pendulares intrametropolitanos. Ao mesmo tempo, têm-se as questões de infraestrutura oferecida na metrópole, como maior oferta de emprego e concentração das atividades econômicas, que faz com que ela ainda mantenha forte característica de atração populacional. Esse conjunto de fatores tem influenciado na distribuição e redistribuição espacial da população metropolitana. A configuração atual, por sua vez, não é o resultado de fenômenos aleatórios, mas é condicionada por decisões políticas e por interesses do ramo imobiliário, que, junto com o Estado, estabelece padrões de ocupação.

No tocante à questão urbana na RMG, como apresentam Cunha e Borges (2014), do total da população estadual, a RMG entre os anos de 2000 e 2010 apresentou um crescimento populacional de 34,8% para 36,2% e sua população urbana passou de 36,6% para 39,3% em dez anos. Nesse sentido, ocorre um elevado grau de urbanização na RMG de

aproximadamente 98%. Esse crescimento populacional evidenciado nas últimas décadas aumentou conseqüentemente o consumo humano, e, com isso, gerou maiores demandas por recursos naturais, principalmente solo e água.

A expansão urbana na RMG é resultado de múltiplos fatores, mas ainda segue a lógica de outros aglomerados urbanos do Brasil, apresentando uma urbanização com características antagônicas, no sentido de que é, ao mesmo tempo, concentrada e dispersa. Essa urbanização que se materializa de maneira diferenciada no espaço é resultado das condições históricas de padrões de ocupação da capital e dos municípios vizinhos, do sistema rodoviário ofertado e da estrutura urbana, que juntos estimulam a distribuição de pessoas e mercadorias. De modo geral, segundo Cunha et al. (2017), a estrutura urbana da RMG apresenta três características marcantes: é formada (1) por uma zona central densa e verticalizada (que ocorre principalmente em Goiânia e áreas conurbadas), (2) por uma área também densa, mas de caráter horizontal e descontínuo, onde são identificados imensos vazios espaciais, e (3) pela existência de conjuntos habitacionais periféricos (distantes do centro urbano), os quais apresentam pouca ou nenhuma infraestrutura e serviços urbanos.

A dinâmica espacial entre as cidades da RMG é marcada pelos fluxos migratórios pendulares, associados à mobilidade casa-trabalho-estudo da população (IBGE, 2010). Esses fluxos são mais intensos no sentido de Goiânia. E mesmo que as tendências apontem para o incremento da população periférica em detrimento do núcleo, ainda assim esse crescimento se mantém subordinado ao centro metropolitano. O processo de urbanização vem acompanhado também da conversão de espaços rurais em áreas urbanas. Como aponta Lima (2014), não foram registrados nas últimas décadas na RMG uma redução das áreas rurais ou aumento do êxodo rural, entretanto, houve sim a inclusão de condomínios de chácaras, antes localizados na zona rural, mas que, a partir da expansão urbana, passaram a ser contabilizadas como zona de expansão urbana.

2.3.3 Atividades econômicas

A RMG representa atualmente 2/3 da população total do Estado de Goiás, sendo, portanto, o maior aglomerado urbano estadual e o segundo maior da região Centro-Oeste (IBGE, 2010). Essa região articula economicamente com outras regiões metropolitanas do Brasil e possui uma significativa área de influência. Essa importante relação de dinamismo exercida na atualidade pela RMG é resultado de uma conjuntura histórica atrelada à criação

de Brasília e à introdução da agricultura moderna no campo brasileiro, com grande destaque à região Centro-Oeste, especialmente Goiás. Como aponta Deus (2002), a introdução massificada de empreendimentos agropecuários no contexto da modernização do campo permitiu a ascensão de Goiás no cenário econômico nacional nas últimas décadas, fenômeno que se deu a partir da desconcentração econômica do modelo brasileiro de desenvolvimento.

A rede de influência de Goiânia (Figura 29), segundo dados do IBGE (2007), contempla os Estados do Piauí, Maranhão, Pará e Mato Grosso, estabelecendo relações com diferentes estruturas urbanas (capitais regionais e centros sub-regionais), nas quais Goiânia, enquanto município-sede da metrópole, se apresenta como centro de controle e comando regional (UFG, 2017). Essas características da RMG as tornam um local atrativo para fluxos migratórios, assim como os municípios do seu entorno.

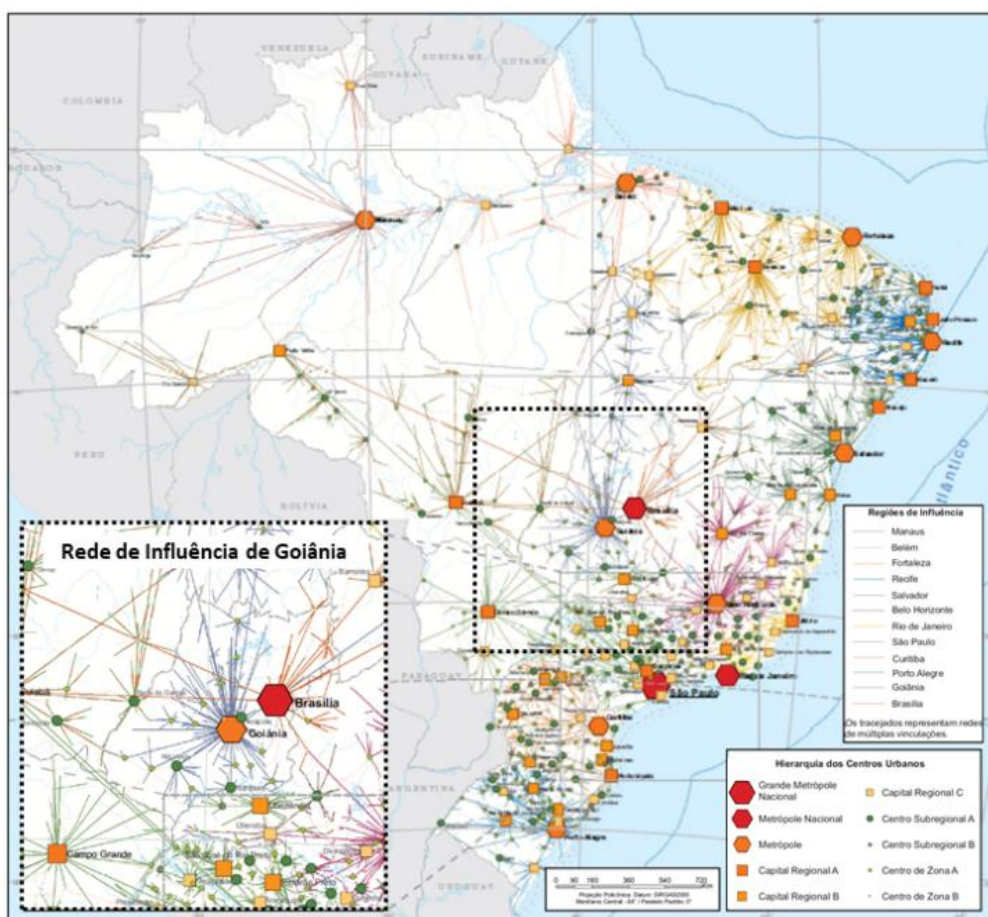


Figura 29 – Rede urbana brasileira, com destaque a região de influência de Goiânia.
 Fonte: IBGE (2007). Adaptado pela autora (2017).

Os processos como a modernização da agricultura e a inserção das atividades correlatas ao agronegócio em Goiás resultaram numa nova dinâmica de ocupação do território urbano e rural. De acordo com Viera Filho (2016), o avanço da fronteira agrícola no centro-

oeste brasileiro, a partir da década de 1970, veio acompanhado da devastação em massa do bioma Cerrado, numa mudança na estrutura fundiária e nos processos de urbanização e industrialização, que afetaram expressivamente a economia goiana.

Atualmente a economia da RMG é dependente das atividades desenvolvidas no contexto do município-sede, Goiânia, onde se concentram as principais atividades de serviços e comércio, além de atividades industriais (IPEA, 2015). Por isso, é identificado um perfil econômico bastante variado entre os municípios da região metropolitana conforme pode ser observado na tabela 9 a seguir:

Tabela 9 - Produto Interno Bruto (PIB) para o ano de 2014 dos municípios da RMG.

MUNICÍPIO	PIB (R\$ milhões)	%
Abadia de Goiás	185.114	0,28
Aparecida de Goiânia	11.664.369	17,55
Aragoiânia	92.713	0,14
Bela Vista de Goiás	784.188	1,18
Bonfinópolis	71.586	0,11
Brazabrantes	75.229	0,11
Caldazinha	42.492	0,06
Caturai	52.948	0,08
Goianópolis	152.947	0,23
Goiânia	46.094.735	69,34
Goianira	645.271	0,97
Guapó	163.840	0,25
Hidrolândia	497.512	0,75
Inhumas	927.191	1,39
Nerópolis	599.311	0,9
Nova Veneza	133.004	0,2
Santo Antônio de Goiás	136.428	0,21
Senador Canedo	2.392.500	3,6
Terezópolis de Goiás	156.863	0,24
Trindade	1.605.550	2,42
TOTAL	66.473.788	100

Fonte: IBGE, IMB (2014).

A partir da análise do PIB estadual, observa-se a importância de Goiânia, que, em 2014, apresentou PIB equivalente a 69,34% de toda RMG. No ano seguinte, segundo dados produzidos pelo Instituto Mauro Borges (IMB), no ranking das maiores economias municipais em Goiás para o ano de 2015, Goiânia, Anápolis e Aparecida de Goiânia ficaram entre os três primeiros, acumulando o valor do PIB (R\$ milhões) de 46.632.596, 13.301.497 e 11.518.675,

respectivamente. Dos 18 municípios restantes da RMG, 14 representam juntos menos de 1% do PIB metropolitano.

A estrutura produtiva da RMG apresenta um perfil muito próximo à realidade de Goiás, conforme apresentado na figura 30. Quanto à participação nos setores da economia, destaca-se o setor de serviços, que representa percentuais significativos em praticamente todos os municípios metropolitanos, indicando com isso uma forte característica da RMG como prestadora de serviços (Figura 31).

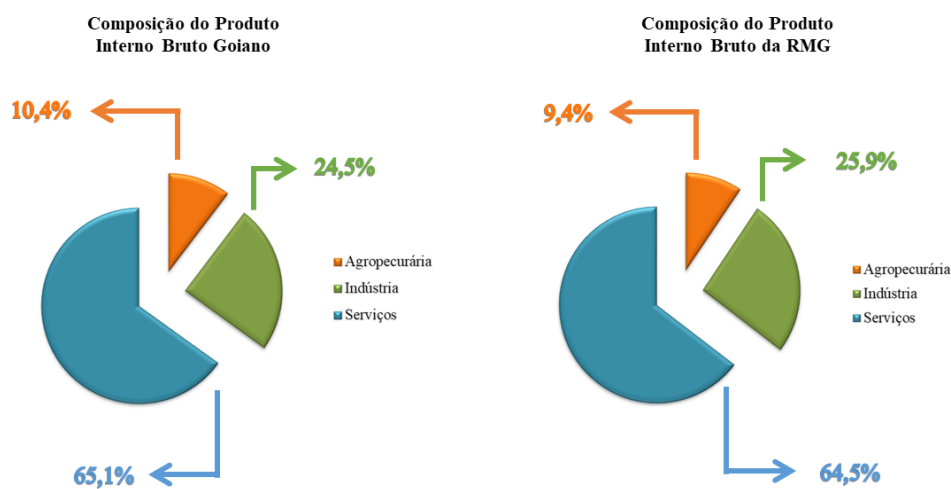
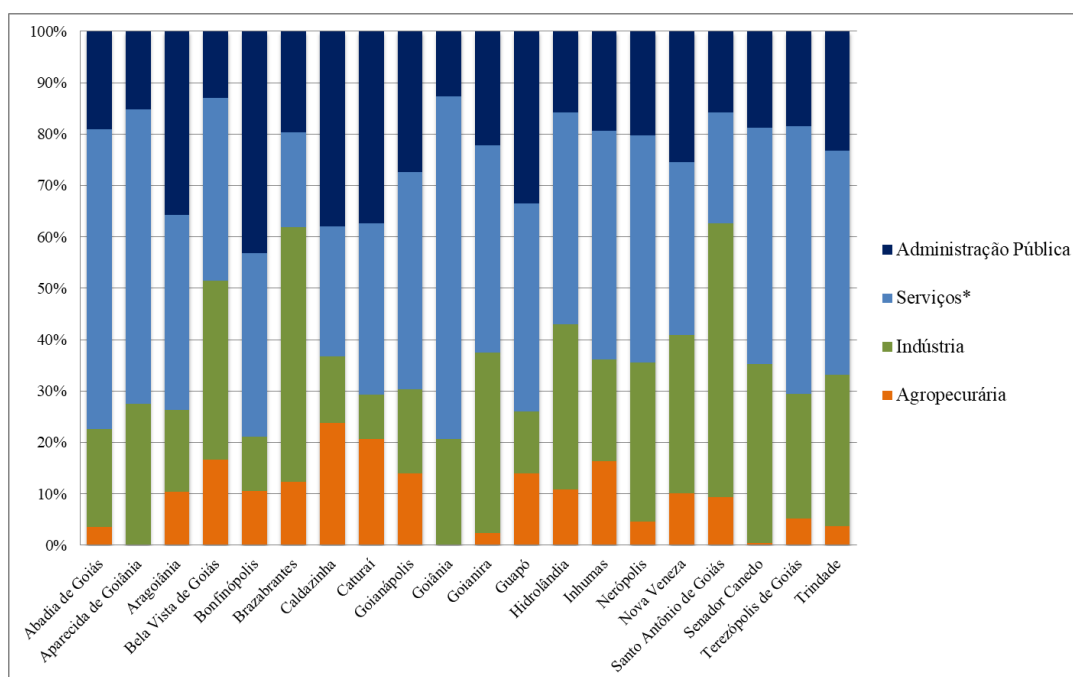


Figura 30 - Estrutura produtiva do Estado de Goiás (2015) e da RMG (2014).
Fonte: IBGE, IMB (2014, 2015). Adaptado pela autora (2017).



* Serviços exceto administração pública.

Figura 31 – Distribuição da participação dos setores da economia da RMG (2014).
Fonte: IBGE, IMB (2014). Adaptado pela autora (2017).

Apesar da forte influência do agronegócio na economia do estado no contexto da RMG, o setor agropecuário não é tão representativo (menos de 10%), excetuando os municípios de Caldazinha (23,8%), importante pela produção de leite e derivados, e Caturai (20,6%), com destaque para a produção de cana-de-açúcar. Nesse sentido, a baixa participação do setor primário na RMG tem relação com o custo mais elevado de terra nessa região, por isso, destaca-se a presença de produções agrícolas voltadas ao mercado consumidor metropolitano, como frutas e verduras, que se caracterizam por agregar maior valor à produção.

O setor terciário é representado na RMG principalmente pelas atividades correlacionadas à construção civil, à indústria da extrativa mineral, à transformação e ao serviço industrial de utilidade pública (UFG, 2017). A atividade industrial, por sua vez, também é desenvolvida de forma contrastante entre os municípios metropolitanos, com destaque a atuação predominante dos municípios de Goiânia e Aparecida de Goiânia. Incluindo também os municípios de Senador Canedo e Goianira, a partir a recente participação industrial dos municípios conurbados com a metrópole.

O setor de serviço é o mais expressivo e também se manifesta de forma heterogênea. Goiânia se destaca no setor terciário pelas atividades de serviço e comércio, que são importantes para os municípios membros da RMG e para sua área de influência a nível nacional (IBGE, 2007). A infraestrutura ofertada na metrópole faz com ela se destaque nos três setores da economia, e, conseqüentemente, no mercado de trabalho. A partir dos dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) do Ministério do Trabalho e Emprego, analisados pela UFG (2017), no quesito geração de emprego, apesar da administração pública ter papel importante nas cidades menores da RMG, a iniciativa privada tem sido a principal estrutura de instituições na geração de emprego no ambiente metropolitano.

De modo geral, existe uma dinâmica econômica bastante variada na RMG, onde cada setor tem sua importância no processo de crescimento e desenvolvimento metropolitano. Contudo, é preciso atrelar esses fatores à questão ambiental, a fim de que os impactos gerados a partir da urbanização acelerada, das atividades industriais e agropecuárias estejam em concordância com as diretrizes legais. A questão não é apenas preservar, mas compreender que, para que se mantenham disponíveis os recursos naturais, essenciais para o processo de desenvolvimento econômico, é preciso estabelecer limites mínimos de proteção para que os processos naturais consigam exercer suas funções, possibilitando o equilíbrio ecológico.

CAPÍTULO 3 – ABORDAGEM METODOLÓGICA

3.1 ETAPAS OPERACIONAIS

3.1.2. Levantamento dos dados

Essa etapa da tese trata-se de um levantamento bibliográfico e cartográfico desenvolvido de forma sistemática de dados secundários (ou existentes) sobre os aspectos ambientais e socioeconômicos da área de pesquisa. Esse processo se iniciou com a coleta de dados via internet sobre trabalhos acadêmicos (teses, dissertações e artigos científicos), dados oficiais, censitários e relatórios técnicos de órgãos públicos e privados, tais como Agência Nacional de Águas (ANA), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto Mauro Borges (IMB), Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Centro de Estudos da Metrópole (CEM), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Companhia Saneamento de Goiás (SANEAGO) e Agência de Saneamento de Senador Canedo (SANESC).

A segunda fase da pesquisa consiste em entrevistas realizadas informalmente com alguns dos gestores de certos órgãos e instituições que foram visitados. Numa visita à empresa de Saneamento de Goiás (SANEAGO), foi realizado um requerimento de dados sobre a qualidade da água, a demanda e a disponibilidade para os municípios que compreende o limite da Região Metropolitana de Goiânia. A SANEAGO oferece serviços hoje de saneamento a todos os municípios da RMG, com exceção de Senador Canedo, que conta com uma empresa municipal de abastecimento, a Agência de Saneamento de Senador Canedo (SANESC). Ambas as empresas foram visitadas, mas somente a SANEAGO respondeu ao requerimento, disponibilizando dados sobre parâmetros de qualidade de água (dados físico-químicos) referentes aos pontos de captação de água da RMG entre os anos de 2012 e 2016.

Os dados estatísticos utilizados na pesquisa são baseados no censo de 2010, elaborado pelo IBGE, para os 20 municípios que compõem a RMG. Foram também utilizados dados disponíveis no SIEG (IMB) do Estado de Goiás, dados referentes ao Cadastro Ambiental Rural (CAR), disponíveis para download na plataforma do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR), e dados gerados pelo Laboratório de Geoprocessamento e Processamento de Imagens (LAPIG), da Universidade Federal de Goiás. As etapas para elaboração da tese são apresentadas no fluxograma a seguir (Figura 32):

BASE DE DADOS		GEOPROCESSAMENTO	LEGISLAÇÃO	DADOS DE QUALIDADE DE ÁGUA	
Dados Vetoriais/matriciais	Fonte	Produtos cartográficos	Federal	Parâmetro	Unidade
Limite municipais	IMB – SEGPLAN	Hipsometria	Lei n° 6.766/1979	pH	-
Bacias hidrográficas	ANA	Declividade	Lei n° 4.771/1965	Temperatura	°C
Rede hidrográfica	LAPIG	Rede hidrográfica	Lei n° 9.433/1997	Cor aparente	uH
Limite das APPs	LAPIG	Solos	Lei n° 12.651/2012	Turbidez	NTU
Imóveis Rurais	SICAR	Uso e cobertura do solo	Lei n° 13.089/2015	Condutividade	Us/cm
Imagens SENTINEL-2 (2017)	ISA	Suscetibilidade à erosão	Estadual	Cloretos	mg/L
Imagens SRTM	INPE	Potencialidade à erosão	Lei n° 13.040/1995	Sulfato	mg/L
		Conflito de uso em APPs	Lei n° 12.596/1997	Nitrato	mg/L
		Mapa de Áreas Prioritárias à Recuperação	Lei n° 18.104/2013	Ferro Total	mg/L
			Municipal	Manganês	mg/L
			Planos Diretores	Oxigênio Dissolvido	mg/L
			Leis de Zoneamento e Uso do Solos	Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L

Figura 32 – Fluxograma das etapas metodológicas para construção da tese. Levantamento da base de dados existente, posterior processamento das imagens e elaboração dos mapas temáticos em SIG, seguida da análise do aparato legal sobre temas correlatos a questão de recursos hídricos e, por fim, análise da qualidade de água das bacias de captação da RMG.

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

3.1.3. Sistemas de Informações Geográficas

O tratamento dos dados ambientais foi realizado em ambiente SIG, através do software de geoprocessamento *Arc Map 10.3*, no qual todas as informações espaciais foram projetadas para o sistema *Universal Transversa de Mercator (UTM)*, *Datum SIRGAS 2000* e zona 22 Sul.

Os levantamentos cartográficos das informações disponíveis, juntamente com a coleta de dados censitários e dos produtos de sensoriamento remoto, como as imagens de radar e satélite, deram subsídio à elaboração de um Banco de Dados Espaciais (BDE) da área pesquisada. O objetivo do BDE é proporcionar a visualização integrada das variáveis ambientais a partir da representação em camadas dos aspectos da paisagem, tendo em vista que a informação cartográfica pode ser um importante instrumento no processo de tomada de decisão, orientando de forma integrada a análise dos fenômenos espaciais e contribuindo para possíveis intervenções estratégicas sobre o espaço geográfico.

3.1.4. Mapeamento Temático

3.1.4.1 MDE e Hipsometria

Para a elaboração das variáveis morfométricas (hipsometria, declividade e modelo de sombra), foi utilizado o Modelo Digital de Elevação TOPODATA do INPE (VALERIANO; ROSSETTI, 2008), com formato matricial, resolução espacial de 30 metros. Tal modelo é o resultado do refinamento de dados SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*), com resolução espacial original de 90 metros, por meio da aplicação de coeficientes geoestatísticos através do método da *krigagem*. A *krigagem* consiste em um método de interpolação no qual três células são criadas, no presente caso com a resolução de 30 m, a partir de uma célula com resolução de 90 m. A célula, por sua vez, está condicionada aos valores adjacentes e suas respectivas distâncias estão em uma matriz $n \times n$ células.

De acordo com algumas pesquisas da escala de aceitação dos dados SRTM (SANTOS, 2005; BARROS, 2006; SOUZA; DUARTE, 2012; NUNES, 2015), os mesmos possuem uma precisão vertical compatível com a escala 1:100.000, o que os enquadra na classe A do Padrão de Exatidão Cartográfico (PEC). No caso do novo modelo gerado a partir da Krigagem, os dados SRTM-TOPODATA possuem um Erro Médio Quadrático variando de 6,05 metros, em áreas mais acidentadas, a 7,6 metros, em áreas mais aplainadas. Dados com escala de

1:50.000 é tolerável erro médio de até 6,6 metros para a classe A e até 8 metros para a classe B, conforme é apresentado na Tabela 10.

Tabela 10 – Principais regras do Padrão de Exatidão Cartográfico para as escalas 1:50000 e 1:100.000.

Classe	ESCALA VERTICAL			
	1:50000		1:100000	
	Tolerância	EMQ	Tolerância	EMQ
A	90 % dos pontos < 10 m	6,6 m	90 % dos pontos < 25 m	16,6 m
B	90% dos pontos < 12 m	8 m	90 % dos pontos < 30 m	20 m
C	90% dos pontos < 15 m	10 m	90 % dos pontos < 36,6 m	25 m

Fonte: SOUZA; DUARTE (2012).

De acordo com Souza e Duarte (2012), a tolerância vertical dos dados SRTM-TOPODATA apresenta 93,18 % dos pontos com erro inferior a 12 metros, enquadrando-o na classe B, equivalente à escala 1:50.000. No geral, esse produto está entre os modelos com menor Erro Médio Quadrático tanto na escala 1:50.000 quanto na escala 1:100.000. Entre os Modelos Digitais de Terreno (MDEs) disponíveis gratuitamente hoje na web, o SRTM-TOPODATA apresentou precisão e acurácia aceitáveis no contexto de estudos de cunho ambiental na escala de 1:50.000, como no caso da presente pesquisa.

Os dados do projeto TOPODATA foram adquiridos gratuitamente através do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) no endereço eletrônico <http://www.dsr.inpe.br/topodata>. As imagens foram baixadas sem identificação espacial, no formato matricial, referentes às cenas que compreendem o limite da área de pesquisa. Em ambiente SIG, as mesmas foram projetadas para projeção UTM, tendo como referência espacial o *Datum* SIRGAS 2000, zona 22 Sul. Os instrumentos e os procedimentos técnico-operacionais adotados na pesquisa foram realizados no software *Arc Map 10.3*, com licença adquirida pelo Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (LAPIG) da Universidade Federal de Goiás (UFG/IESA).

Após as imagens SRTM-TOPODATA serem projetadas e mosaicadas, o modelo digital de elevação da área de pesquisa passou por um processo de filtro com o objetivo de correção dos pixels que apresentavam valores inconsistentes (superestimados ou subestimados) em relação aos pixels vizinhos. Esse processamento auxilia a diminuição das diferenças que frequentemente ocorrem no MDE, no que se refere ao número superestimado de pixels próximos à jusante do que aqueles situados à montante (NUNES, 2015). Através disso, foi possível melhorar a correlação dos dados com a realidade do relevo, o que,

posteriormente, auxiliou também no processo de delimitação da rede de drenagem, evitando com isso classificar erroneamente os cursos d'água.

A partir do MDE supracitado, foi gerado o mapa hipsométrico da área de pesquisa com uma resolução espacial de 30 metros e formato matricial, de acordo com as mesmas referências espaciais do MDE. As classes de altitude foram divididas a partir do método de quebras naturais do terreno, no qual as mesmas são agrupadas considerando a mínima variância entre os valores e a máxima área abrangida por cada intervalo de classe. Nesse procedimento, ocorreu o agrupamento das altitudes mais frequentes, formando intervalos de classes com menor amplitude altimétrica, que correspondem geralmente às áreas com menor declividade, representadas por superfícies relativamente planas. As áreas com altitudes que fogem do padrão geral (para mais ou para menos) foram regionalizadas em classes com maior variação de altitude, correspondendo às áreas de fundos de vales ou topos de morros. O mapa hipsométrico foi uma informação base para geração de outros produtos, que são descritos a seguir.

3.1.4.2 Declividade

Assim como a hipsometria, o mapa de declividade foi elaborado a partir do MDE SRTM-TOPODATA, optando pela utilização dos intervalos de declividade medidos em porcentagem. No módulo *ArcToolbox*, através da ferramenta *Slope*, disponível no SIG *Arc Map* 10.3, pode ser calculada a declividade da área de pesquisa a partir da amplitude altimétrica entre dois pixels e a distância entre ambos, que corresponde a 30 metros referentes à resolução espacial do MDE.

Os intervalos de classes da declividade foram baseados na proposta da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) (1979), mas com adaptações para a realidade da área de pesquisa. Esse dado foi utilizado na construção de outros aspectos ambientais estudados, como para o refinamento do mapa de solos e a geração dos mapas de suscetibilidade e potencialidade à erosão laminar.

3.1.4.3 Rede de Drenagem

O mapeamento da rede de drenagem foi realizado com base na interpretação conjunta de imagens de média resolução espacial com o modelo de hipsometria, associado ao modelo de sombra do relevo. Para a interpretação dos lineamentos de fluxo hídrico, foram utilizadas

imagens do satélite Sentinel-2 coloridas, composição RGB 483 e resolução espacial de 10 metros, conforme ilustrado na parte *a* da Figura 33. No módulo *ArcCatalog*, foram gerados três formatos de arquivos *shapefiles* referentes à rede de drenagem: *polyline* ou linear, para rios e cursos d'água de até 10 m de largura; *polygon* ou poligonal, para rios com largura superior a 10 m, lagos e lagoas; e *point* ou ponto, para delimitação das nascentes.

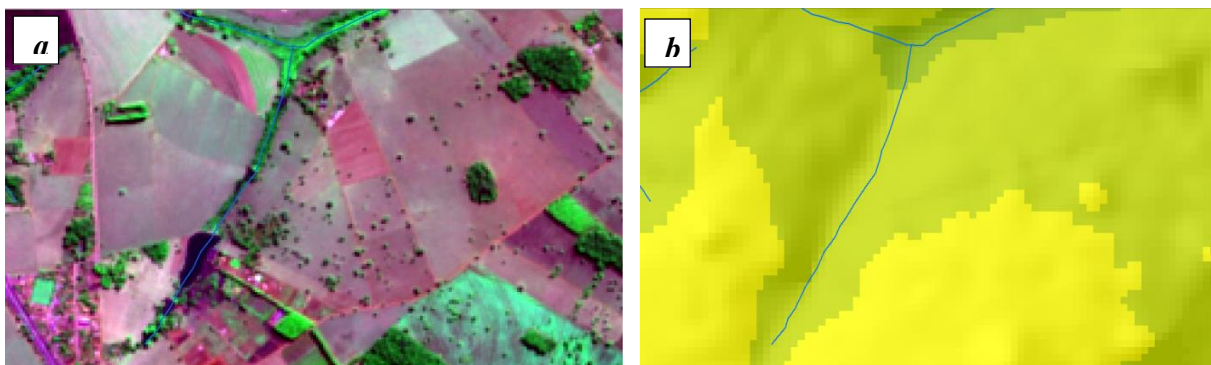


Figura 33 – Interpretação e mapeamento de canais de drenagem por meio de imagem Sentinel-2 (parte *a*); e sobreposição dos canais mapeados aos modelos de hipsometria e sombra (parte *b*).

Fonte: Imagem Sentinel – 2 (2017). Elaborado pela autora (2019).

Para os segmentos nos quais não foi possível a visualização da rede de drenagem em decorrência do aspecto fechado do dossel da vegetação, ou mesmo em função da pouca largura dos canais, buscou-se o auxílio no modelo de hipsometria sobreposto ao modelo de sombra, ambos elaborados a partir do MDE. Conforme ilustrado na parte *b* da figura anterior, a definição do canal de drenagem ficou mais evidente a partir da associação da porção central da mata de galeria, com o lineamento mais profundo exibido pelo modelo de hipsometria.

O mapeamento das nascentes resultou na identificação dos segmentos iniciais dos canais de drenagem. Para tanto, desde o início do mapeamento dos canais de primeira ordem, dedicou-se especial atenção para o início mais exato possível dessas feições. Dessa forma, enquanto que, na parte *a* da figura 34, não foi possível obter uma boa precisão no mapeamento das nascentes, na parte *b*, foi possível obter uma maior precisão mediante a observação de uma notável concavidade que, desde o início, passou a acompanhar os canais.

O mapeamento dos demais corpos hídricos, incluindo lagos, lagoas e outros tipos de represamento hídrico, foi realizado também com base em imagens do satélite Sentinel-2, coloridas e com resolução espacial de 10 metros. A fim de que todos os corpos hídricos com área igual ou superior a 4 pixels fossem mapeados no mesmo nível de detalhamento, procedeu-se a definição de uma faixa com largura latitudinal de 2 km, a qual proporcionou análise sempre na escala 1:10.000. Nesse sentido, na parte *a* da figura 35, tem-se a

identificação dos corpos hídricos, ao passo que, na parte **b** da mesma imagem, tem-se o mapeamento dos mesmos.

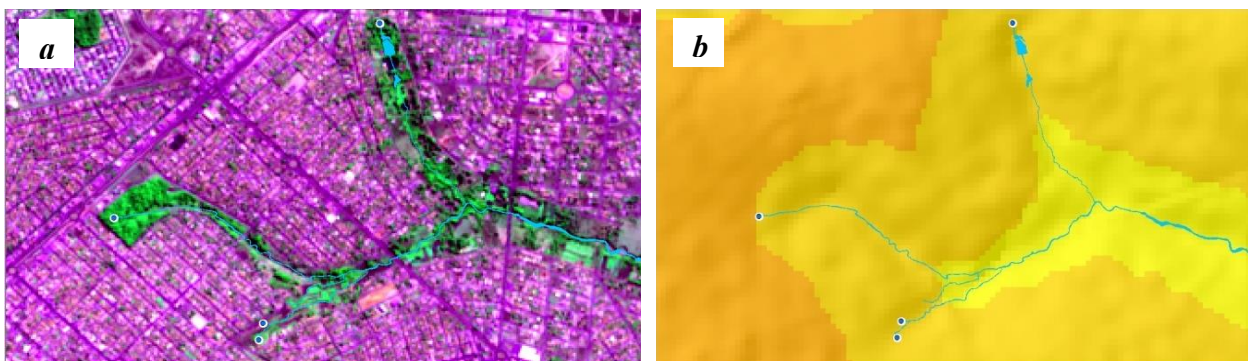


Figura 34 – Inferência da localização das nascentes em imagem Sentinel-2 (parte **a**); e confirmação da localização das mesmas sobre o modelo de hipsometria (parte **b**).

Fonte: Imagem Sentinel – 2 (2017). Elaborado pela autora (2019).

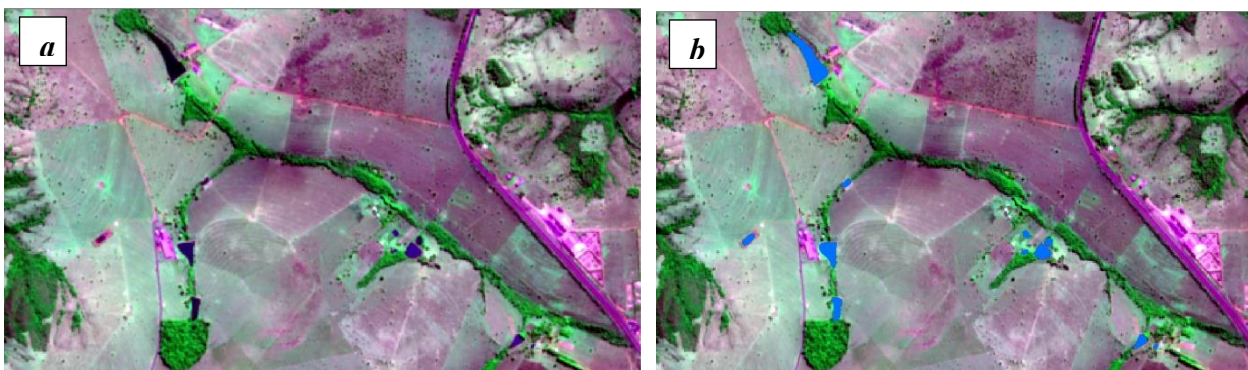


Figura 35 – Identificação dos corpos hídricos (parte **a**); e mapeamento dos mesmos em azul (parte **b**).

Fonte: Imagem Sentinel – 2 (2017). Elaborado pela autora (2019).

A toponímia dos cursos d'água foi feita a partir da base cartográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2009) na escala 1:100.000 para o estado de Goiás, disponível no endereço eletrônico, <http://www2.sieg.go.gov.br/>, do Sistema Estadual de Geoinformação (SIEG), a partir do qual foi possível fazer a edição manual no *shapefile* da rede hidrográfica para os rios principais que abastecem a área de pesquisa.

3.1.4.4 Delimitação das APPs

O mapeamento das Áreas de Preservação Permanente foi realizado mediante a definição de uma zona marginal aos cursos d'água, nascentes e lagos e lagoas, por meio da ferramenta *Buffer*, considerando a largura dos canais de drenagem em consonância com Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Essa lei determina a proteção das faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e

intermitente, excluindo os efêmeros, desde a borda do leito regular até uma faixa de 30 metros para cursos d'água com menos de 10 metros de largura e de 50 metros para cursos d'água que tenham de 10 a 50 metros de largura. As outras métricas de APP curso d'água previstas no artigo 4º do Código Florestal (BRASIL, 2012) não são discutidas nesta tese, uma vez que, a partir do mapeamento da rede de drenagem, não foram identificados na região metropolitana rios com largura superior a 50 metros.

Dessa forma, todos os cursos d'água com largura menor que 10 metros foram mapeados em formato *shapefile*, modo *polyline*, seguidos da aplicação da ferramenta *Buffer* e delimitação de faixas de 30 metros em cada margem, conforme ilustrado na parte **a** da figura 36. Os cursos d'água com largura de 10 a 50 metros foram mapeados no modo *polygon*, a fim de contemplar a variação de largura de cada segmento e evitar prejuízos quanto à aplicação do procedimento de definição da zona de amortecimento ou limite da APP, conforme pode ser observado na parte **b** da mesma figura. Caso esse procedimento fosse aplicado na drenagem mapeada no modo linha, haveria erros de até 25 metros para menos em torno dos canais com largura de até 50 metros.



Figura 36 – Aplicação da ferramenta buffer e definição de faixas de 30m em canais com até 10m de largura (parte **a**); e faixas de 50m em canais com largura variando de 10 a 50m (parte **b**).

Fonte: Imagem Sentinel – 2 (2017). Elaborado pela autora (2019).

As outras modalidades de APPs estudadas, “lagos e lagoas” e “nascentes”, foram mapeadas de acordo com as métricas apresentadas pela Lei Federal (BRASIL, 2012) e pelas diretrizes previstas na Resolução nº 303 de 2002 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). De acordo com ambas as referências, são consideradas “nascentes” todo local de afloramento natural, mesmo que intermitente, da água subterrânea, que coincide com o início do curso d'água. Foi utilizado um arquivo em formato *shapefile* do tipo *point* para identificação das nascentes, e, posteriormente, foi gerado um *buffer* de 50 metros, que

equivale aproximadamente a 7.854 m² de área de preservação em torno das nascentes ou olhos d'água perenes.

As APPs do tipo lagos e lagoas foram classificadas de acordo com a sua localização (área urbana ou zona rural) e em função do tamanho do corpo d'água, com *buffer* de 50 metros para lagos e lagoas localizadas em área rural (com corpo d'água de até 20ha) e 30 m de faixa marginal quando localizados em áreas urbanas. Áreas no entorno de reservatórios d'água artificial, a exemplo da barragem do Ribeirão João Leite (Figura 37), têm sua faixa marginal de proteção definida na licença ambiental do empreendimento, conforme inciso IV, do artigo 4º, da lei supracitada, que, nesse caso, é de 100 metros (Resolução CONAMA nº 004/85).

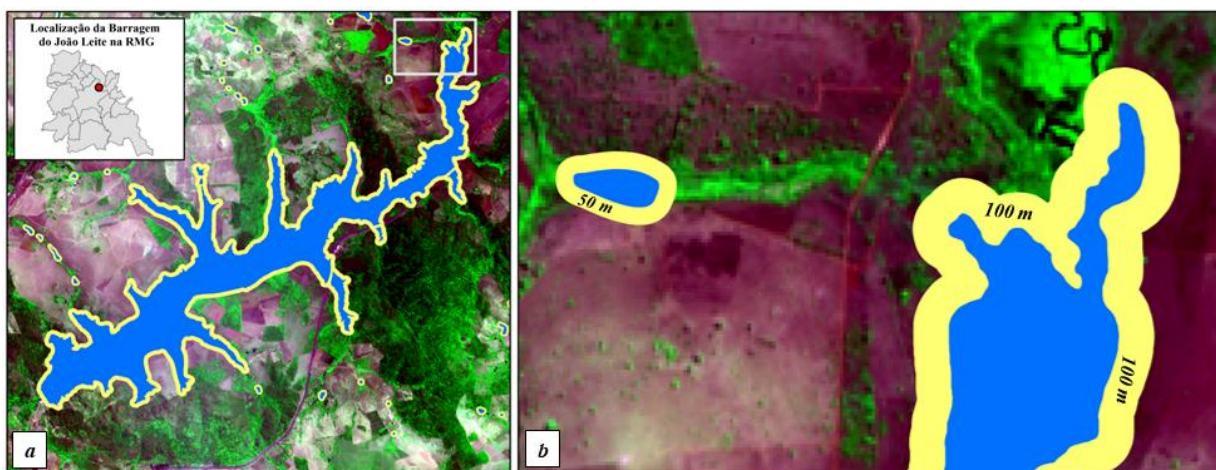


Figura 37 – Localização do reservatório do Ribeirão João Leite no contexto da RMG (a) e exemplo das APPs do tipo lagos e lagoas, com métricas conforme previsto no Código Florestal (b).

Fonte: Imagem Sentinel – 2 (2017). Elaborado pela autora (2019).

Para evitar a quantificação equivocada dos valores de APPs mapeadas (cursos d'água, nascentes, lagos e lagoas) que poderia vir acontecer quando houvesse uma sobreposição de áreas entre os *buffer*s gerados, foi aplicada a função *Merge*, também disponível no *ArcToolbox*, com o objetivo de unir os *shapefiles* das APPs em comum e eliminar as possíveis sobreposições, que iriam influenciar no resultado final.

3.1.4.5 Uso e Cobertura da Terra

Para elaboração do mapa de cobertura e uso da terra, foi utilizada a proposta apresentada por Ribeiro e Walter (1998) para distinção de classes de fitofisionomias do Bioma Cerrado. Semelhante ao método de classificação da vegetação em campo, que se

baseia na fisionomia da paisagem, o processo de classificação e mapeamento da cobertura natural por imagens orbitais está sustentado, preponderantemente, na “aparência” proporcionada pela coloração, especialmente as tonalidades de verde e a textura representada pelo arranjo da diversidade dos pixels.

O processo de classificação do uso e da cobertura do solo foi realizado através da interpretação de imagens do satélite Sentinel-2, produzidas em 27 de julho de 2017, a partir da composição colorida RGB 483, com resolução espacial de 10 m, representando as cenas que compreendem a área de pesquisa (Figura 38). Esse procedimento envolveu a análise prévia da imagem, seguida do processo de segmentação por meio do algoritmo *Segment Mean Shift*, com os parâmetros Detalhe Espectral 15,5, Detalhe Espacial 8 e Mínimo Segmento igual a 6 pixels, e posterior definição das classes de uso e cobertura do solo a serem mapeadas. Esse processo de classificação, apoiado pelo aplicativo *Google Earth*, teve o objetivo de auxiliar o aprimoramento da análise através do uso de imagens atualizadas do período em estudo.

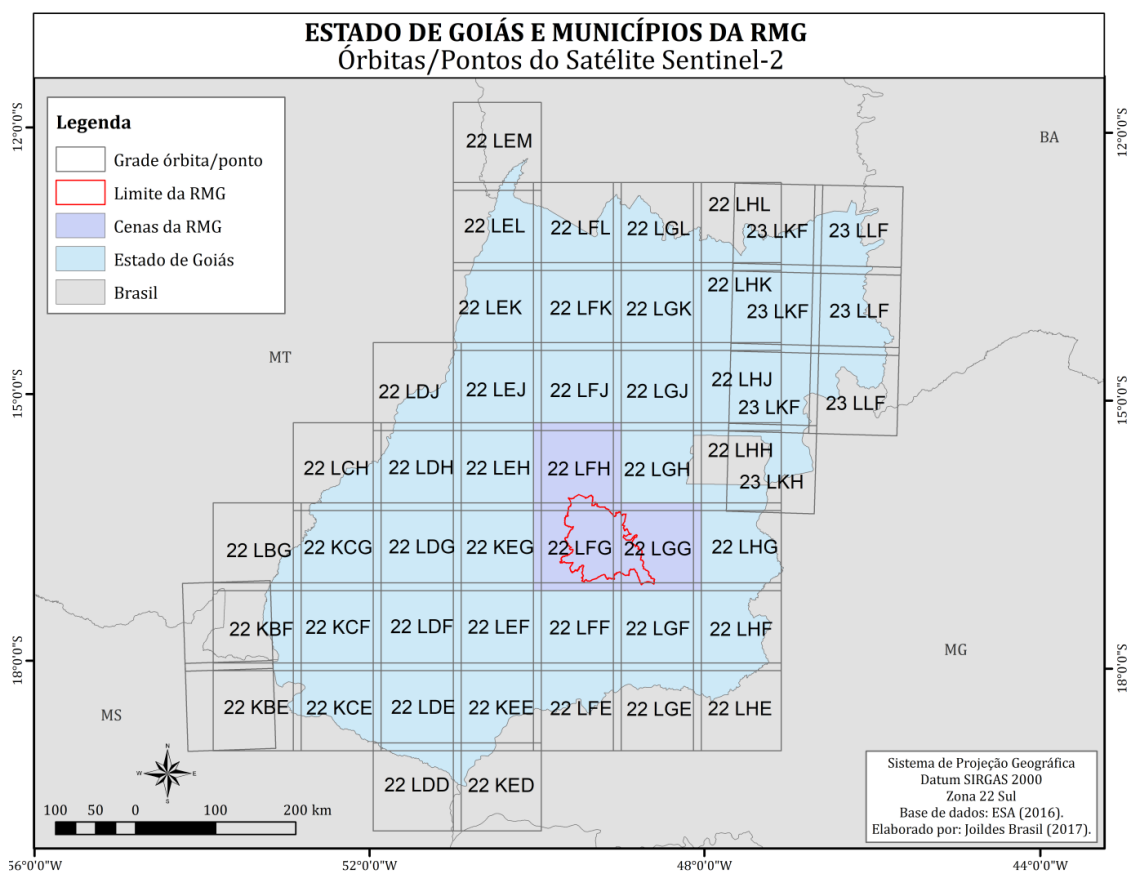


Figura 38 – Grade de imageamento órbitas/pontos do satélite Sentinel - 2. Localização do Estado de Goiás e da RMG, com destaque para as órbitas/pontos 22LFH, 22LFG e 22LGG, utilizadas nesta pesquisa na elaboração do mapa de uso e cobertura do solo.

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Para as classes de uso, objetivou-se evidenciar os diferentes estágios do processo de urbanização, contemplando as classes de Área Urbana Consolidada, Área Urbana em Expansão e Área Urbana Parcelada (Figura 39). A escolha desse processo de mapeamento da área urbana e sua categorização foram baseadas no grau de densidade das edificações ou adensamento urbano e a distância em relação aos núcleos urbanos densamente habitados, conforme foi preconizado por Almeida e Freitas (1996) e adotadas por Canil (2006).



Figura 39 – Subdivisões da classe de uso “área urbana”, Área Urbana Consolidada (a), Área Urbana Parcelada (b) e Área Urbana em Expansão (c).

Fonte: Imagem Sentinel – 2 (2017). Elaborado pela autora (2019).

A classificação da Área Urbana Consolidada, como mostra a figura 39a, caracteriza a constituição de um núcleo de adensamento urbano, densamente ocupado e dispendo de infraestrutura básica e equipamentos. Além de moradias, essa categoria se distingue por possuir atividades de comércio e serviços. Por isso, possui padrão construtivo de médio a alto, pouca ou nenhuma cobertura vegetal e, conseqüentemente, apresenta elevado grau de compactação e impermeabilização do solo.

A classe referente à Área Urbana Parcela (Figura 39b) caracteriza-se por áreas em início do processo de ocupação, com densidade de edificações variando de baixa a média, localizadas geralmente em regiões periféricas das áreas já densamente edificadas. Compreende loteamentos em implantação destinados às moradias de pessoas com menor poder aquisitivo, em que há a falta de infraestrutura e equipamentos urbanos. A classe Área Urbana em Expansão (Figura 39c) caracteriza-se pela transformação em área urbana de terrenos que até então eram considerados como rurais, geralmente afastados dos grandes centros. Destacam-se, nessa categoria, grandes loteamentos que possuem limitados equipamentos urbanos.

Ainda no que se refere ao processo de avaliação do uso do solo, optou-se por contemplar as classes de Solo Exposto, Solo Exposto por Agricultura, Solo Exposto por Eucalipto, Agricultura (Eucalipto e Pastagem). No que se refere à cobertura natural, optou-se por trabalhar em nível de formação vegetal, conforme apresentado por Ribeiro e Walter

(1998), contemplando as classes de Formação Florestal, Formação Savânica e Formação Campestre.

Para validação do mapa de uso e cobertura do solo gerado, foram realizadas saídas de campo entre os dias 7 e 21 de janeiro de 2019, onde foram coletados um total de 150 pontos amostrais para confirmação e refinamento de padrões espaciais identificados (cursos d'água, pastagem, solo exposto, agricultura, área urbana e cobertura natural). Dos pontos analisados em campo, apenas 7 foram identificados com alteração entre o que é representado no mapa de uso e cobertura e a classe identificada em campo. Esses pontos referem-se unicamente às áreas classificadas no mapa como “solo exposto”, mas que foram identificadas em campo (nos 7 pontos amostrais citados) como áreas de “agricultura”. Em seguida, para analisar o grau de confiabilidade da classificação, a partir de uma matriz de confusão das amostras de áreas testes, foi analisado o índice Kappa (Equação 1):

$$K = \frac{n \sum_{i=1}^c x_{ii} - \sum_{i=1}^c x_{i+} x_{+i}}{n^2 - \sum_{i=1}^c x_{i+} x_{+i}} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

K = índice de exatidão Kappa;

r = número de linhas da matriz;

X_{ii} = número de observações na linha i e coluna i ;

X_{i+} e X_{+i} = totais marginais da linha i e coluna i , respectivamente;

N = número total de observações.

Segundo Moreira (2001) o índice Kappa é um dos principais métodos de análise multivariada discreta para estimar a confiabilidade entre os objetivos reais (verdade terrestre) e a representação gerada pelo mapa temático. A estatística Kappa varia de 0 a 1, onde valores identificados mais próximos a 1 sugerem uma classificação mais eficiente, conforme é apresentado na tabela 11.

Tabela 11 – Índice Kappa e o correspondente desempenho da classificação

ÍNDICE KAPPA	QUALIDADE DA CLASSIFICAÇÃO
$K < 0$	Péssima
$0 < k \leq 0,2$	Ruim
$0,2 < k \leq 0,4$	Razoável
$0,4 < k \leq 0,6$	Boa
$0,6 < k \leq 0,8$	Muito Boa
$0,8 < k \leq 1,0$	Excelente

Fonte: Fonseca (2000).

Após avaliação da qualidade da classificação gerada a partir das imagens Sentinel-2 para o ano de 2017, referente à área de pesquisa (Região Metropolitana de Goiânia), obteve-se índice Kappa de 0,91, equivalente a 91% de confiabilidade do mapa de uso e cobertura do solo, o que indica uma classificação excelente. Em seguida, os dados da classificação foram utilizados junto à base de dados das APPs para análise do conflito de uso, como é descrito a seguir.

3.1.4.6 Conflito de Uso em APPs

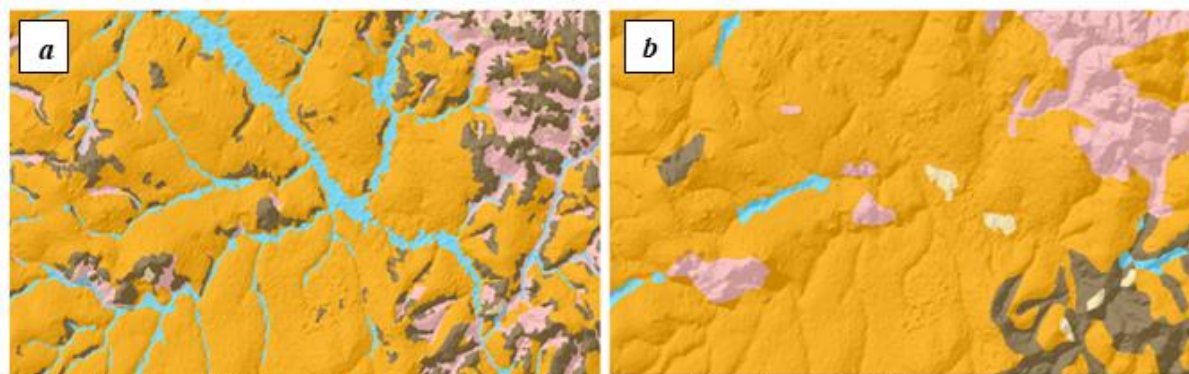
Para elaboração do mapa de conflito de uso em áreas destinadas à preservação permanente, foram utilizados os dados de uso de cobertura do solo e dos limites das Áreas de Preservação Permanente. Com o uso do módulo *ArcToolBox* e da ferramenta *Spatial Analyst*, foi utilizada a extensão *overlay*, por meio da qual houve a sobreposição das informações dos dois dados supracitados (limite das APPs e cobertura e uso da terra), a fim de identificar as ocorrências de conflito de acordo com as classes de uso identificadas nas APPs. Dessa forma, foi possível quantificar as áreas de cada conflito e o tipo de uso existente nas APPs. O objetivo desse mapa foi o de avaliar a situação da preservação da biodiversidade e da cobertura vegetal natural em áreas especialmente protegidas por Lei (BRASIL, 2012; GOIÁS, 2013), podendo, a partir das informações identificadas, inferir quanto ao estado atual de conservação dos corpos d'água que essas APPs, em tese, iriam proteger.

Depois de identificadas as áreas com conflito de uso em APPs, conforme diretrizes apresentadas na legislação ambiental brasileira e com o apoio do SIG apresentado, foi elaborado um mapa temático de símbolos proporcionais para representar de forma quantitativa, em termos percentuais, o grau de preservação e degradação das APPs, onde foi possível identificar quantitativamente a situação das APPs com cursos d'água de cada município da RMG.

3.1.4.7 Distribuição das Classes de Solos

O mapa de solos utilizado nesta pesquisa foi o resultado da análise de trabalhos anteriores desenvolvidos para a área da Região Metropolitana de Goiânia (DAMBRÓS et al., 1994; LUIS, 2012; NOGUEIRA, 2017), a fim de se obter um produto com nível satisfatório de refinamento no que diz respeito aos limites físicos entre as unidades pedológicas e as suas informações agregadas (alfanuméricas) sobre as propriedades do solo.

As informações contidas no mapa de solos, apresentadas por Nogueira (2017), dispõem de uma boa distinção entre os limites físicos das unidades pedológicas; contudo, sua pesquisa se deteve na classificação apenas do primeiro nível categórico. Por sua vez, os dados apresentados no Zoneamento Ecológico-Econômico da Área do Aglomerado Urbano de Goiânia (DAMBRÓS et al., 1994) oferecem informações agregadas (alfanuméricas) sobre as características físicas, mineralógicas e morfológicas do solo, permitindo descrições mais precisas sobre o segundo e terceiro nível categórico. Contudo, esse último trabalho, em termos de sinuosidade dos polígonos (ou das unidades pedológicas), não é muito preciso, como pode ser observado na figura 40.



Fonte: Nogueira (2017).

Fonte: Dambrós et al. (1994)

Figura 40 – Bases cartográficas de solos da Região Metropolitana de Goiânia. Na figura “a” é possível observar a distinção mais precisa entre as classes de solo, se comparado com a figura “b”, onde os limites são mais imprecisos, tomando como referência relevo sombreado sob a imagem.

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

A proposta da presente pesquisa foi correlacionar esses dois bancos de dados pedológicos disponíveis, preservando a integridade dos limites entre cada unidade de classe de solos e, ao mesmo tempo, incluindo uma boa descrição morfológica dos aspectos pedológicos da região, o que serviu de base para construção dos mapas de suscetibilidade e potencialidade à erosão laminar, conforme é apresentado a seguir.

3.1.4.8 Suscetibilidade e Potencialidade a Erosão Laminar

Os mapas de suscetibilidade e potencialidade (ou risco) à erosão laminar baseou-se na metodologia do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) (1990), amplamente discutida e adaptada por SALOMÃO (1994, 1999), principalmente no que se refere ao porte dos vegetais e às atividades antrópicas predominantes como fatores de proteção e sujeição do solo à erosão laminar. Segundo essa metodologia, a potencialidade à erosão pode ser determinada com base no cruzamento ou interseção dos dados qualitativos e espaciais dos tipos de uso e ocupação do solo com a suscetibilidade à erosão dos mesmos. Essa, por sua vez, resulta da combinação da erodibilidade relativa das diversas unidades pedológicas com as classes de declividade.

A erodibilidade dos solos baseou-se na metodologia de Bertoni e Lombardi Neto (1985), que consideram as características estruturais e texturais das unidades pedológicas, resultando em índices de erodibilidade relativa (Tabela 12). Para tanto, utilizou-se as classes de solos presentes na Folha Goiânia do projeto RADAMBRASIL (BRASIL, 1983), na escala 1:1.000.000, aos quais atribuiu-se um índice de erodibilidade relativa, posteriormente agrupadas em classes com comportamento semelhante quanto à resistência à erosão.

Tabela 12 – Unidades pedológicas, índices e classes de erodibilidade relativa.

Unidades Pedológicas	Índices Relativos de Erodibilidade	Classes de Erodibilidade
Argissolos de textura média, arenosa a cascalhenta; Cambissolos; Neossolos Litólicos e Neossolos Quartzarênicos.	10 a 8,1	I – Extremamente Susceptível
Argissolos de textura argilosa a muito argilosa.	6 a 4,1	III – Modernamente susceptível
Latossolos Vermelhos de textura argilosa a média; Latossolos Vermelho Amarelo de textura média.	4 a 2,1	IV – Pouco susceptível
Gleissolos.	0 a 2,1	V – Pouco a não

Fonte: Adaptado de Bertoni; Lombardi Neto (1985).

Para a determinação das classes de suscetibilidade à erosão laminar, adotou-se a metodologia do IPT (1990), que resulta da interseção dos Índices de Erodibilidade Relativa (IRE) com as classes de declividade (Tabela 13). Esse procedimento busca relacionar a estrutura e a textura dos solos, a coesão existente entre os grãos e o consequente atrito com os fluxos hídricos (possibilidade de desestruturação) com a declividade do terreno (condições de deslocamento) que induz o deslocamento das massas d'água. Assim, quanto maior a fração do solo e a declividade do terreno, mais suscetível o mesmo estará à desagregação erosiva e ao transporte das partículas e porções de solo desprendidas.

Tabela 13 – Relação entre classes de solos, declividade e suscetibilidade à erosão laminar.

IER - Índice de Erosão Relativa	Declividade (%)			
	> 20	12,1 - 20	6,1 - 12	0 - 6
1	I	I	II	II
2	I	II	II	III
3	II	III	III	IV
4	III	IV	IV	V
5	-	-	-	V

Fonte: Adaptado do IPT (1990).

O mapa de declividade utilizou dados provenientes do projeto TOPODATA-INPE (VALERIANO; ROSSETTI, 2008). Esses dados resultam da avaliação e aplicação de um único conjunto de coeficientes geoestatísticos no refinamento de dados SRTM, com resolução espacial original de 90 metros, por *krigagem* para todo o território brasileiro. Esses dados foram projetados em ambiente *Arc Map*, no qual, tendo como base uma matriz de células 3x3, aplicou-se a relação da amplitude altimétrica dividida pela distância horizontal entre as mesmas x 100 (relação declividade em %).

O mapa de uso e ocupação do solo baseou-se em imagens do satélite Sentinel-2, geradas em 27 de julho de 2017, a partir da composição colorida RGB 483, com resolução espacial de 10 m. Essas imagens também foram utilizadas no processo de mapeamento da cobertura e do uso do solo. Elas foram avaliadas, segmentadas e classificadas no ambiente SIG, através do software *Arc Map 10.3*, no qual foram interpretadas, adotando-se o índice de proteção ou sujeição do solo à erosão laminar (Tabela 14).

Tabela 14 – Classes de uso e ocupação do solo e respectivos índices de proteção ou sujeição à erosão laminar (IPSEL).

IPSEL - Índice de proteção ou sujeição à erosão laminar	Classes de uso e ocupação do solo
I	Áreas com intensa atividade antrópica com culturas anuais, estradas e áreas urbanizadas.
II	Cobertura vegetal de baixo porte, culturas perenes, cana-de-açúcar e pastagens.
III	Cobertura vegetal de baixo a médio porte, pasto sujo e campo cerrado.
IV	Cobertura vegetal de porte alto a médio, com atividade antrópica reduzida.
V	Espelhos d'água e várzeas, cujo potencial erosivo pode ser considerado nulo.

Fonte: Adaptado de Salomão (1999).

Para a determinação das classes de potencialidade à erosão laminar, utilizou-se a metodologia do IPT (1990), contida em Salomão (1999), que é resultado da interseção das classes de suscetibilidade à erosão laminar com as classes de uso e ocupação do solo. As classes de potencial erosivo resultantes podem ser conferidas na matriz de definição das classes de potencial à erosão laminar (CPOEL) (Tabela 15).

Tabela 15 – Matriz de definição das classes de potencial à erosão laminar.

CPEL - Classes de suscetibilidade a erosão laminar	Índices de proteção ou sujeição à erosão laminar				
	1	2	3	4	5
1	I	I	I	II	-
2	I	II	II	III	-
3	II	II	II	III	-
4	II	III	III	III	-
5	III	III	III	III	III

Fonte: Adaptado do IPT (1990); Salomão (1999).

A base de dados gerados, como o mapeamento temático apresentado, deu subsídio à discussão quanto à análise ambiental das APPs da área de pesquisa, a fim de entender a dinâmica natural desses ambientes especialmente frágeis que são respaldados em lei como espaços territoriais especialmente protegidos, tendo em vista as múltiplas funções e os serviços ambientais por eles prestados.

3.1.5 Sistematização das Legislações

Para a realização de uma análise crítica quanto aos aspectos técnicos e ao embasamento jurídico que tutela a delimitação e utilização das APPs de cursos d'água, foi realizado um levantamento bibliográfico exploratório que parte de uma escala macro, considerando as políticas da esfera federal, para uma análise mais específica, no contexto estadual, municipal e metropolitano. No que diz respeito à discussão sobre política de recursos hídricos e vegetação nativa junto com as políticas urbanas, buscou na pesquisa entender como essas esferas se complementam ou quando entre elas há conflitos, principalmente no que se refere ao direito previsto na Constituição Federal (BRASIL, 1988) de um ambiente ecologicamente equilibrado.

A primeira etapa dessa sistematização foi o recorte temático e a linha de raciocínio sobre a qual iria ser realizada a análise e posterior discussão. A fim de discutir a importância das zonas ripárias e do conceito jurídico das APPs, como ambientes naturais que exercem a função primordial de preservar os recursos hídricos (BRASIL, 2012), foi realizado um

levantamento da legislação a nível federal, mas com recorte para o Estado de Goiás, no que se refere aos principais instrumentos voltados à gestão de águas, que parte inicialmente da Política Estadual sobre Recursos Hídricos (Lei Estadual nº 13.123/1997).

Em seguida, procurou-se discutir o papel dos Comitês de Bacias Hidrográficas Federais e Estaduais enquanto um “Parlamento das Águas”, identificando os avanços e os atuais desafios dessa gestão em Goiás. Para fechar essa análise, foi realizado um levantamento das políticas urbanas da área de pesquisa quanto à situação dos Planos Diretores Municipais dos municípios membros da Região Metropolitana de Goiânia e às ferramentas da política urbana para discussão sobre o uso do solo e da água, o que se reflete diretamente na ocupação das APPs. Dando um destaque especial à recente proposta de elaboração do Plano de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Goiânia (PDI-RMG), e como este instrumento normativo pode vir a ter papel diferencial no que se refere à autonomia municipal, em especial sobre a tutela das APPs da RMG, conforme previsto na Lei nº 13.089/2015 que institui o Estatuto da Metr pole.

Em relação   legislação estadual específica em matéria ambiental, foram discutidos os critérios do atual Código Florestal do Estado de Goiás (CFEGO), Lei 18.104/2013, quanto aos instrumentos para proteção da vegetação nativa, com ênfase nas áreas de Preservação Permanente fluviais em áreas urbanas e rurais, analisando como as alterações do CFEGO, embasadas na Lei Federal 12.651/2012, refletiram na redução do regime de proteção das APPs, ferindo o princípio da proibição de proteção deficiente (*Untermassverbot*).

3.1.6 Dados do Cadastro Ambiental Rural

Em função das novas diretrizes quanto ao regime de proteção das áreas de Preservação Permanente, com objetivo de quantificar os impactos dessas alterações nas APPs da área de pesquisa, foram utilizados os dados do Cadastro Ambiental Rural (CAR). Apesar das controversas, críticas e Ações Diretas de Inconstitucionalidade (ADIs) sobre o atual Código Florestal Brasileiro Federal e Estadual (BRASIL, 2012; GOIÁS, 2013), é importante apontar alguns avanços realizados, como foi a criação de um sistema gratuito e autodeclaratório de registro on-line das propriedades rurais do Brasil, que se deu a partir da criação em novembro de 2016, pelo Governo Federal, da plataforma eletrônica do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR).

Através do portal do SICAR (<http://www.car.gov.br/publico/imoveis/index>)   possível acessar de forma integrada informações georreferenciadas de todos os imóveis rurais (IRs) do

Brasil e realizar o download gratuito dos dados (Figura 41). As informações são disponibilizadas por município em formato *shapefile* e contém basicamente as seguintes informações¹¹: área do imóvel, localização da vegetação remanescente (nativa), APPs, nascentes, áreas de uso restrito, áreas consolidadas, hidrografia, reserva legal, área de servidão administrativa, área de pousio e outras informações de caráter ambiental. Para realizar a análise proposta na tese, foi feito o download dos dados dos 20 municípios da RMG e extraídas as informações sobre a *área do imóvel rural*, *APPs*, *nascentes* e *área rural consolidada*.



Figura 41 – Apresentação do portal SICAR, registro público eletrônico de âmbito nacional, onde são disponibilizados para download os dados concernentes aos imóveis rurais de todo o Brasil.

Fonte: SICAR (2019).

Posteriormente, em ambiente SIG, os dados do CAR foram combinados com os planos de informações sobre uso e cobertura da terra e APPs, a fim de analisar a situação dos imóveis rurais perante a legislação ambiental, no que se refere às suas APPs, atreladas às informações quanto ao tamanho do módulo fiscal para cada município da área de pesquisa.

¹¹ Observou-se que os dados disponíveis não são padronizados para todos os municípios. Mas, de modo geral, o que é exigido pela Lei 12.651/2012, no seu capítulo VI, parágrafo § 1º, inciso III, é comum a todos: indicação das coordenadas geográficas com pelo menos um ponto de amarração do perímetro do imóvel, a localização dos remanescentes de vegetação nativa, das Áreas de Preservação Permanente, das Áreas de Uso Restrito, das áreas consolidadas e, caso existente, também da localização da Reserva Legal.

3.1.7 Dados de Qualidade de Água

O processo de aquisição dos dados sobre a qualidade da água das bacias que abastecem a Região Metropolitana de Goiânia foi adquirido de diferentes fontes nesta pesquisa. Os dados específicos sobre os parâmetros físico-químicos foram disponibilizados pela empresa de Saneamento de Goiás, que forneceu dados analíticos de 21 pontos amostrais distribuídos nas bacias da RMG (Tabela 16).

Os dados disponibilizados pela SANEAGO para os 21 pontos amostrais foram coletados entre os anos de 2012 e 2016, contemplando 8 das principais bacias de captação e abastecimento de água da área de pesquisa. Apesar de haver um grande número de parâmetros analisados, o período de frequência das coletas em campo foi muito descontínuo ao longo do período amostrado. Entre os parâmetros analisados, apenas 7 apresentaram regularidade de amostragem, sendo eles: cloretos, pH, oxigênio dissolvido, temperatura da água, cor aparente, turbidez e condutividade (Quadro 9).

Quadro 9 - Parâmetros físico-químicos para análise de qualidade da água.

	PARÂMETROS	UNIDADE
Parâmetros Químicos	Cloretos	mg/L
	pH	-
	Oxigênio Dissolvido	mg/L
Parâmetros Físicos	Temperatura da água	°C
	Cor aparente	mg Pt-Co L-1
	Turbidez	NTU
	Condutividade	µs/cm

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Atrelado aos dados da empresa de saneamento de Goiás, foi realizada uma pesquisa sobre os documentos oficiais que apresentavam dados quanto à situação dos recursos hídricos que contemplam a área de pesquisa, como os relatórios técnicos elaborados pela Agência Nacional de Águas e pelos Comitês de Bacias, em especial o Comitê de Bacia do Rio Paranaíba e o Comitê de Bacia do Rio Meia Ponte. Foram selecionados também trabalhos acadêmicos, entre artigos, teses e dissertações, que discutiam o tema de recursos hídricos, destacando principalmente pesquisas que apresentavam dados sobre as condições da qualidade da água das bacias da RMG (BORGES, 2009; CARVALHO; SIQUEIRA, 2011; SANTOS, 2014; SOUZA, 2014; BATISTA, 2015; BELIZÁRIO, 2015; RIBEIRO et al., 2016; ARANTES, 2017; NUNES, 2017).

Tabela 16 – Síntese das informações sobre os pontos amostrais das bacias de captação de água da RMG.

BACIAS	ÁREA		PONTOS DE COLETA DE ÁGUA		LOCALIDADE	COORDENADAS	
	km ²	ha	Nº DE PONTOS AMOSTRAIS	CURSO D'ÁGUA		X	Y
						(m. E)	(m. S)
Ribeirão Dourados	5,79	578,83	1	Rio Dourados	Abadia de Goiás	667726,87	8148155,02
Córrego Lages	22,73	2273,69	0	-	Aparecida de Goiânia	-	-
Córrego Vereda	14,35	1.435,03	1	Ribeirão Vereda	Aragoiânia	667312,82	8128840,24
Rio Piracanjuba	181	18.100,00	1	Rio Piracanjuba	Bela Vista de Goiás	722423,52	8125873,96
Ribeirão Sozinha	59,12	2.911,85	3	Rio Sozinha	Goianápolis	712919,56	8174831,3
				sem/identificação	Bonfinópolis	720349,15	8161691,94
				sem/identificação (nascente)	Caldazinha	713555,95	8155683,1
Ribeirão João Leite	770,39	77.039,36	6	Ribeirão João Leite	Terezópolis de Goiás	705663,19	8185205,07
				Córrego Lago		798993,77	8181642,45
				Córrego Macaquinho		704393,78	8176440,08
				Córrego Descoberto	Nerópolis	698243,21	8180114,85
				sem/identificação (nascente)		698917,87	8175260,49
Córrego tamanduá (nascente)	Goianápolis	699730,38	8168601,82				
Ribeirão Samambaia	31,21	3.121,50	0	-	Goiânia	-	-
Rio Meia Ponte	1.630,95	163.095,41	2	Ribeirão Cachoeira	Brazabrantes	674072,46	8180912,11
				Ribeirão Meia Ponte	Goiânia	678180,13	8167334,99
Ribeirão dos Pereiras	41,23	4.123,04	1	Ribeirão dos Pereiras	Guapó	657053,42	8137402
Ribeirão Bonsucesso	34,5	3.450,48	0	-	Senador Canedo	-	-
Ribeirão Arrozal	66,79	6.678,51	5	Córrego Gilberto	Trindade	670460,91	8164036,3
				sem/identificação (nascente)		672407,45	8161147,31
				Córrego Arrozalzinho		666038,26	8156673,2
				Ribeirão Arrozal		664189,68	8162400,62
				Ribeirão Arrozal		666777,36	8164400,04

Fonte: SANEAGO (2018). Elaborado pela autora (2019).

Diante da carência de uma maior disponibilidade de dados em torno dos parâmetros de qualidade de água em nível da RMG, foram utilizadas as bases secundárias das pesquisas supracitadas. Os dados fornecidos pela SANEAGO e os mapas ambientais elaborados nesta pesquisa, a fim de avaliar a situação das Áreas de Preservação Permanente como indicador para análise da qualidade dos recursos hídricos da área de pesquisa, possibilitaram o reconhecimento de quais são as áreas mais frágeis ou prioritárias para possíveis intervenções ou políticas de recuperação e restauração florestal.

3.1.8 Elaboração do Mapa de Áreas Prioritárias à Recuperação de APPs

Para definir as áreas prioritárias para recuperação das parcelas degradadas nas Áreas de Preservação Permanente da Região Metropolitana de Goiânia, foi utilizado o método de análise multicritério chamado *Commitment Programming* (programação por conteúdo) proposto por Van Westen e Farifteh (1997) no software ILWIS (*Integrated Land Water Information System*). Nesta pesquisa, o método citado foi emulado dentro do software ArcGIS, obedecendo a todos os critérios aritméticos.

Os parâmetros para a definição das áreas prioritárias para recuperação foram baseados nas propostas metodológicas de Francisco (2006) e Francisco et al. (2008). O método proposto pelos autores tem como objetivo minimizar a distância de todos os pontos possíveis de ocorrerem em relação a um dado ponto identificado pelo tomador de decisão (DM), que seria o “ponto meta” (*ideal point*). Essa distância métrica é apresentada na seguinte equação, segundo Zuffo et al. (2002):

$$l_s(x) = \left(\sum_{i=1}^n \alpha_i \left| \frac{f_i - f(x)}{f_i^* - f_{i,w}} \right|^s \right)^{1/s} \quad (\text{Equação 2})$$

em que:

$l_s(x)$ = distância entre a solução obtida com o procedimento metodológico x é a solução ideal;

α_i = peso atribuído a cada critério i;

$f_{i,w}$ = pior valor obtido para o critério i;

f_i^* = melhor valor obtido o critério i;

$f_i(x)$ = resultado da implementação da decisão x considerando o critério i;

S = proporcionalidade aplicada ao desvio, sendo $1 \leq S \leq \infty$; nessa pesquisa, optou-se pelo valor $S = 1$, a fim de manter todos os desvios de f_i * proporcionais às suas magnitudes.

Nesse processo, foi utilizado os critérios de *proximidade de área de vegetação remanescente, vulnerabilidade à erosão, uso e cobertura da terra nas APPs e categoriais de APPs* (nascentes, cursos d'água e lagos e lagoas). Os critérios selecionados e os pesos atribuídos foram escolhidos a partir da revisão de literatura sobre o tema (Tabela 17), considerando os que se mostraram mais relevantes nas pesquisas (ZUFFO et al., 2002; VETTORAZZI, 2006; FRANCO et al, 2013; NOSSACK et al., 2014) e diante da disponibilidade dos planos de informações da área de pesquisa para elaboração dos mesmos.

Tabela 17 – Pesos atribuídos às parâmetros selecionados para análise multicritério.

Critérios	Pesos
Proximidade de área de vegetação remanescente	0,168
Vulnerabilidade à erosão	0,154
Uso e cobertura da terra nas APPs	0,150
Categoriais de APPs	0,132

Fonte: Francisco (2006).

Fonte: Adaptado pela autora (2019).

Para análise do critério de proximidade de área de vegetação, foram utilizados os dados do mapeamento de uso e cobertura da terra, no qual foram extraídas as classes de vegetação nativa (formação campestre, savânica e florestal) da Região Metropolitana de Goiânia. O mapeamento, inicialmente feito por segmentação, em seguida foi transformado em *shapefile*, foi novamente convertido em formato *raster*, contendo no final apenas as informações da vegetação natural e utilizando o algoritmo *Raster Operations* no Arcgis, item *Distance Calculation*, gerando um mapa de proximidade (distância) a partir das áreas de vegetação nativa. Foi definida uma distância mínima de 50 metros entre a APP e os fragmentos de vegetação nativa remanescentes, normalizados na escala de 1 a 2, através de uma função linear decrescente, por meio da opção *Image Processing*, item *Stretch*.

O segundo critério selecionado foi o uso e a cobertura da terra nas APPs. Essa análise prioriza a recuperação de áreas cujo tipo de uso potencializa os processos erosivos do solo. As classes mapeadas na área de pesquisa e seus respectivos pesos são apresentados na tabela 18. Às áreas com maior potencialidade de erosão, foram atribuídos pesos mais próximos a 2. Como exemplo da classe de solo exposto, que são áreas desmatadas em decorrência da atividade de agricultura e do uso inadequado do solo, as quais se tornaram ambientes mais propícios à formação de processos erosivos.

Tabela 18 – Classes de cobertura e uso da terra identificadas na RMG e seus respectivos pesos.

Classes	Peso
Agricultura	1,6
Formação Campestre	1,4
Formação Florestal	1,4
Formação Savânica	1,4
Pastagem	1,4
Solo Exposto	2,0
Área Urbana Consolidada	1,8
Área Urbana Parcelada	1,8
Área Urbana em Expansão	1,8

Fonte: Francisco (2006).

Fonte: Adaptado pela autora (2019).

As categorias de APPs selecionadas nesta pesquisa foram as APPs fluviais, nascentes, lagos e lagoas. Com base no plano de informação do mapa de APPs da RMG, foram atribuídos valores para cada categoria, conforme exposto na tabela 19. As APPs nascentes atingiram o valor máximo, tendo em vista a importância desses ambientes na formação de cursos d'água ou represas naturais e por contribuir para a disponibilidade e a distribuição de água por gravidade sem gastos energéticos (CALHEIROS et al., 2004).

Tabela 19 – Pesos atribuídos para cada tipo de APP.

Categoria de APP	Peso
Fluviais	1,75
Nascentes	2,00
Lagos e lagoas	1,0

Fonte: Francisco (2006).

Fonte: Adaptado pela autora (2019).

A vulnerabilidade à erosão foi calculada a partir do cruzamento das informações sobre a erodibilidade do solo e a declividade das APPs, variando entre 1 e 2, sendo que foi atribuído maior peso às classes de solos com maior erodibilidade, em função da prioridade para recuperação. À declividade, foi dado maior peso às classes mais acentuadas (do relevo fortemente ondulado ao escarpado), em função desses ambientes apresentarem condições propícias ao desenvolvimento de processos erosivos e favorecer o escoamento superficial (Tabelas 20 e 21).

Tabela 20 – Pesos para cada classe de erodibilidade.

Classes de Erodibilidade	Peso
I – Extremamente Susceptível	2,00
III – Modernamente susceptível	1,66
IV – Pouco susceptível	1,33
V – Pouco a não	1,00

Fonte: Foster (1981); Levy (1995).
Adaptado por Francisco (2006).

Tabela 21 - Classe de declividade e seus respectivos pesos.

Declividade (%)	Peso
0 - 3	1,0
3 - 6	1,2
6 - 12	1,4
12 - 20	1,6
20 - 45	1,8
>45	2,0

Fonte: Lepsch et al. (1983).
Adaptado por Francisco (2006).

Definidos os critérios para todos os planos de informações e os seus respectivos pesos, foi elaborado o mapa de prioridade de recuperação da APP. Na linha de comando no ambiente SIG foi inserida a seguinte equação:

$$\text{Área Prioritária} = 0,168*(2-PVN)+0,132*(2-APP)+0,154(2-VUL)+0,150*(2-usoAPP)$$

(Equação 3)

Onde:

PVN = Proximidade da Área com Vegetação Nativa;

APP = Categoriais de APPs;

VUL = Vulnerabilidade à Erosão;

usoAPP = Cobertura e uso da terra nas APPs.

A espacialização do modelo de análise multicriterial do Programação por Compromisso foi gerado a partir da equação acima apresentada, onde cada critério foi multiplicado por um fator que corresponde ao peso médio a ele atribuído. O cruzamento dessas informações resultou no mapa de áreas prioritárias para recuperação de APPs da área de pesquisa, representado em quatro classes de prioridade: Muito Alta, Alta, Média e Baixa.

A proposta da tese é a de que o mapa supracitado permite direcionar os tomadores de decisão quanto à fiscalização das APPs da RMG, e, através desse mapeamento, ter condições para criação de políticas voltadas à manutenção das APPs conservadas e, ao mesmo tempo, estabelecer estratégias para restauração das APPs degradadas, tomando como um indicador os níveis de prioridade apresentados no mapa.

Contudo, é importante apontar que o mapa de áreas prioritárias não é a única ferramenta nesse processo de planejamento territorial das APPs, e, por isso, deve ser utilizado de forma integrada aos outros dados e mapeamentos descritos neste capítulo, podendo, assim, trazer novos olhares sobre a situação conflituosa da ocupação das APPs e de como as normas protetivas têm tido capacidade de atuação precária no processo de preservação desses espaços. Nesse contexto, espera-se que o banco de dados e mapeamentos gerados na elaboração desta tese, possa contribuir na gestão sustentável das áreas de preservação e dos mananciais da Região Metropolitana de Goiânia.

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. INTRODUÇÃO AO CAPÍTULO

Nos capítulos anteriores, apresentei a fundamentação teórica, jurídica e metodológica que permitiu alcançar os objetivos propostos nesta tese. Para interpretação e discussão dos resultados alcançados nesse processo, apresento primeiramente, neste capítulo, uma análise das políticas ambientais e urbanas que tutelam o processo de gestão dos recursos hídricos no contexto goiano, com destaque para as políticas estaduais, o papel dos comitês de bacias hidrográficas e a gestão na escala metropolitana.

Logo em seguida, realizo uma avaliação da situação das Áreas de Preservação Permanente da Região Metropolitana de Goiânia quanto aos seus aspectos ambientais, que permitem entender a relevância da manutenção desses espaços ambientalmente frágeis, mas imprescindíveis para conservação dos recursos hídricos. Nesse mesmo tópico, apresento os principais conflitos de uso das APPs para os 20 municípios que compõem a RMG, quantificando as áreas preservadas e degradadas.

Após essa avaliação ambiental, discorro sobre o atual regime de proteção das APPs no contexto urbano e rural da RMG, de acordo com as diretrizes previstas no Código Florestal Goiano (Lei nº 18.104, de 18 de julho de 2013). Procuo identificar as consequências das alterações advindas do atual CFB na progressiva redução das áreas de preservação e consequentemente nos instrumentos de proteção das bacias hidrográficas da região, uma vez que a manutenção das APPs reflete diretamente na qualidade ambiental das bacias.

A partir de uma análise ambiental e jurídica das APPs, discorro sobre os reflexos que essas alterações no uso e na ocupação têm causado na qualidade da água das bacias de captação da RMG, na busca de estabelecer as relações entre uso do solo e a qualidade dos recursos hídricos. Por fim, apresento um mapa síntese das áreas prioritárias à recuperação, com o objetivo de nortear posteriores políticas públicas voltadas ao combate da crise hídrica já noticiada nos últimos anos em alguns municípios da RMG, a partir da recuperação das APPs degradadas e da manutenção dos espaços preservados.

4.2. ANÁLISE DOS INSTRUMENTOS LEGAIS NA GESTÃO DE ÁGUAS NO ESTADO DE GOIÁS

4.2.1 Aspectos da Política Estadual sobre Recursos Hídricos

Para a realização da presente análise, no âmbito institucional e legal no que se refere a Goiás, destacam-se como relevantes para a discussão dois aparatos legais sobre a matéria ambiental: a Legislação de Recursos Hídricos do Estado de Goiás e o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Goiás. No tocante à gestão e às políticas ambientais, foi lançado, em 2012, o livro “Legislação de Recursos Hídricos do Estado de Goiás”, elaborado pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos em parceria com a Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Goiás (SEMARH), atual Secretaria de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos (SECIMA). A partir dos aparatos legais advindos da Política Nacional sobre Recursos Hídricos, o Estado de Goiás apresenta alguns avanços quanto à gestão ambiental dos recursos hídricos, o que se deve principalmente à política voltada à criação e à consolidação dos comitês de bacias hidrográficas. Todavia, mesmo diante dos avanços alcançados, permanecem alguns entraves para a efetivação das ações e metas propostas no Plano Estadual de Recursos Hídricos, conforme discorro mais adiante.

A legislação sobre os recursos hídricos de Goiás perpassa pela instância federal, estadual e municipal, entre Leis, Decretos e Resoluções, que devem estar em consonância com o que é previsto na Constituição Federal (BRASIL, 1988) e na Constituição Estadual de Goiás (GOIÁS, 1989). A partir do levantamento bibliográfico realizado sobre as legislações relativas à gestão de águas, é apresentado o quadro 10, onde é possível analisar cronologicamente a evolução dos instrumentos legais que regulamentam os aspectos relacionados ao meio ambiente e aos recursos hídricos do Estado de Goiás, desde a criação a nível federal do Código das Águas, em 1934, até a institucionalização mais recente dos comitês de bacias e leis estaduais sobre a proteção da vegetação nativa (Lei nº 18104/2013 e Lei nº 19.755/2017).

Quadro 10 – Histórico da legislação ambiental do Estado de Goiás relativa à proteção da vegetação nativa e dos recursos hídricos.

LEGISLAÇÃO	INSTÂNCIA	DISPÕE SOBRE
Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934	Federal	Código de Águas

Continua

Lei nº 4.771, de 15 de Setembro de 1965	Federal	Código Florestal Brasileiro
Lei nº 12.596, de 14 de março de 1995	Estadual	Política Florestal do Estado de Goiás
Decreto nº 4.468, de 19 de junho de 1995	Estadual	Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH
Decreto nº 4.469, de 19 de junho de 1995	Estadual	Regulamento da Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos
Decreto nº 4.470, de 19 de junho de 1995	Estadual	Regulamento do Fundo Estadual do Meio Ambiente
Lei complementar nº 20, de 10 de dezembro de 1996	Estadual	Controle, gestão, e fiscalização do Fundo Estadual do Meio Ambiente
Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997	Federal	Política Nacional de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
Lei nº 13.040, de 20 de março de 1997	Estadual	Plano Estadual de Recursos Hídricos e Minerais
Lei nº 13.123, de 16 de julho de 1997	Estadual	Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos
Decreto nº 2.612, de 3 de junho de 1998	Federal	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000	Federal	Agência Nacional de Águas
Lei nº 13.583, de 11 janeiro de 2000	Estadual	Conservação e proteção ambiental dos depósitos de água subterrânea no Estado de Goiás
Decreto nº 5.580, de 09 de abril de 2002	Estadual	Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte - CBRMP
Lei nº 14.475, de 16 de julho de 2003	Estadual	Agência Goiana de Águas
Resolução nº 007, de 10 de julho de 2003	Estadual	Instituir Câmara Técnica de Arbitragem de conflitos pelo Uso da Água.
Decreto nº 5.826, de 11 de setembro de 2003	Estadual	Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Turvo e dos Bois - COBRIB
Resolução nº 008, de 10 de julho de 2003	Estadual	Regulamento do Sistema de Outorga do Direito de Uso da Água de Domínio do Estado de Goiás
Resolução nº 09, de 04 de maio de 2005	Estadual	Regulamento do Sistema de outorga das águas de domínio do Estado de Goiás
Decreto nº 6.999, de 17 de setembro de 2009	Estadual	Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH
Decreto nº 7.232, de 25 de fevereiro de 2011	Estadual	Unidades administrativas complementares da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos
Decreto nº 7.337, de 13 de maio de 2011	Estadual	Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho – CBH Rio Vermelho
Decreto nº 7.535, de 29 de dezembro de 2011	Estadual	Comitê das Bacias Hidrográficas dos Afluentes Goianos do Baixo Paranaíba
Decreto nº 7.536, de 29 de dezembro de 2011	Estadual	Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Corumbá, Veríssimo e da porção goiana do Rio São Marcos
Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012	Federal	Novo Código Florestal Brasileiro
Decreto nº 7.957, de 07 de agosto de 2013	Estadual	Comitê das Bacias Hidrográficas dos Afluentes Goianos do Alto Araguaia
Decreto nº 7.958, de 07 de agosto de 2013	Estadual	Comitê das Bacias Hidrográficas do Rio das Almas e Afluentes Goianos do Rio Maranhão
Decreto nº 7.956, de 07 de agosto de 2013	Estadual	Comitê das Bacias Hidrográficas dos Afluentes Goianos do Rio Paranaíba
Lei nº 18.104, de 18 de julho de 2013	Estadual	Nova Política Florestal do Estado de Goiás
Decreto nº 8.449, de 11 de setembro de 2015	Estadual	Alterações no Decreto nº 6.999 sobre o CERHI
Lei nº 19.574, de 29 de dezembro de 2016	Estadual	Extinção do CERH e Criação do Conselho Estadual de Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Lei nº 19.755, de 17 de julho de 2017	Estadual	Programa de Fomento Florestal do Estado de Goiás – PFFEG

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Dentre os instrumentos normativos apresentados no quadro anterior, destaca-se a nível estadual a criação em 1997 da Lei nº 13.123 (GOIÁS, 1997), que institui o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SIGRH/GO), que regulamenta a política de recursos hídricos de Goiás, cujo organograma institucional é apresentado na figura 42. De modo geral, a Lei Estadual nº 13.123 propõe: estabelecer um órgão gestor dos recursos hídricos do Estado (SECIMA) e de uma Agência Ambiental; a criação de organismos colegiados (Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI) e comitês de bacia); a criação de agências de bacia; a criação do Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos (CORHI); e uma conta especial de recursos hídricos do Fundo Estadual do Meio Ambiente (FEMA).

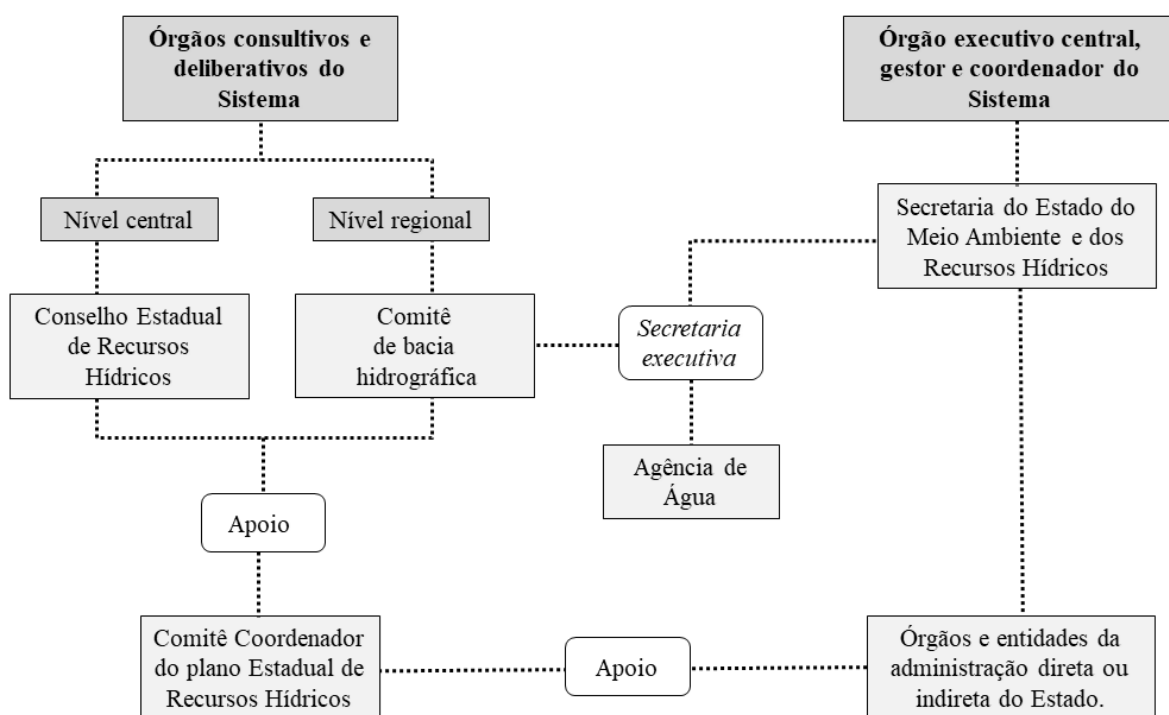


Figura 42 – Organização do sistema de gerenciamento de recursos hídricos do estado de Goiás.
Fonte: MMA (2006). Elaborado pela autora (2019).

Ao observar a lei estadual, o objetivo da Política Estadual de Recursos Hídricos (GOIÁS, 1997) é promover o acesso à água de qualidade, essencial para a manutenção da vida, o desenvolvimento econômico e o bem-estar das populações. Nesse sentido, o governo do Estado de Goiás legisla em consonância com a legislação federal, e tem por objetivos a recuperação e a preservação das suas águas a partir de uma gestão participativa e integrada. Essa gestão de águas é prevista no artigo 25 da Lei Estadual nº 13.123 através do Sistema de Gestão de Recursos Hídricos, que é composto por órgãos de coordenação e de integração

participativa, sendo eles: o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHI), de nível central; Órgão Gestor; e os Comitês de Bacias Hidrográficas, de nível regional.

Quanto aos instrumentos de gestão da água, destaco o Plano de Recursos Hídricos, que tem como objetivo garantir o acesso à água em quantidade e qualidade, de maneira que proporcione a consolidação do desenvolvimento econômico e social sustentável. Em Goiás, o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) foi apresentado em 2015, realizado a partir de uma parceria com o Banco Mundial e a Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano do Ministério do Meio Ambiente. Nesse plano,

Foram realizadas avaliações do balanço hídrico (disponibilidade *vs* demanda), tanto para quantidade quanto qualidade das águas, evolução dos setores usuários, condições ambientais da bacia, crescimento populacional e econômico do Estado, condições de clima, solo, hidrografia, hidrologia, hidrogeologia, planejamentos setoriais, entre outras variáveis. Foram construídos cenários e avaliadas as variáveis e condições a serem consideradas, com impacto direto e indireto na quantidade e qualidade das águas. Por fim, foram elaborados programas, diretrizes e metas que visam garantir, no horizonte do Plano, as ações necessárias à orientação dos usos e a garantir o melhor aproveitamento desse recurso, de forma múltipla e racional e prevenindo e propondo ações para defesa contra eventos hidrológicos críticos (secas e cheias) (SECIMA, 2017, p. 10).

O Plano Estadual de Recursos Hídricos é mais do que um simples relatório técnico na esfera política. Ele é uma ferramenta potencial extremamente importante como instrumento norteador quanto ao direcionamento de ações voltadas à gestão de águas. Seguindo as diretrizes estaduais, o artigo 18 da Lei Estadual nº 13.123 (GOIÁS, 1997) apresenta que

O Estado, através de seu órgão gestor, conforme os arts. 132 e 140 da Constituição Estadual, instituirá e manterá atualizado, por lei, o plano estadual de recursos hídricos, tomando por base os planos de bacias hidrográficas, o sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos, as normas relativas à proteção do meio ambiente, as diretrizes do planejamento e gerenciamento ambientais e assegurará recursos financeiros e mecanismos institucionais para garantir:

- I - a utilização racional das águas superficiais e subterrâneas;
- II - o aproveitamento múltiplo dos recursos hídricos e o rateio dos custos das respectivas obras, na forma da lei;
- III - a proteção das águas contra ações que possam comprometer seu uso, atual e futuro;
- IV - a defesa contra secas, inundações e outros eventos críticos, que ofereçam riscos à saúde, à segurança pública e prejuízos econômicos e sociais (GOIÁS, 1997).

Todavia, um dos maiores desafios hoje enfrentados pelos tomadores de decisão em Goiás é por em prática os programas, as ações e as metas que são estabelecidos no plano de recursos hídricos. Como alternativa ao problema, destaca-se a articulação entre o poder público e a sociedade, que pode se estabelecer de diferentes formas. Nesse contexto, o papel

das universidades e dos institutos de pesquisas é fundamental. Essa articulação conjunta no processo de planejamento e gestão pode ocorrer a partir de parceiras institucionais entre universidades e órgãos públicos de gestão de recursos hídricos, a fim de estabelecer estratégias de ação quanto à gestão de águas. Um exemplo de consolidação da troca de informações a partir de redes cooperativas entre sociedade em geral, universidades e tomadores de decisão é o Programa Nacional de Cooperação Acadêmica (PROCAD) (LEAL et al., 2015), que corrobora com a ideia de gestão participativa, prevista em lei, e ressalta a importância do respaldo científico no contexto do processo de tomada de decisões em âmbito político.

É importante frisar que o Plano Estadual de Recursos Hídricos deve ser atualizado periodicamente quanto à situação dos recursos hídricos do Estado e das bacias hidrográficas, e deve passar por uma revisão após o período de 4 anos da elaboração do último plano. No caso de Goiás, esse período se encerra no presente ano (2019); contudo, ainda não houve manifestação quanto à revisão do PERH pelos órgãos competentes. Além do PERH, em escala regional, destaca-se os planos de bacias, que são previstos na legislação estadual:

Art. 20 - Os planos de bacias hidrográficas conterão, dentre outros, os seguintes elementos:

I - diretrizes gerais, a nível regional, capazes de orientar os planos diretores municipais, notadamente nos setores de crescimento urbano, localização industrial, proteção dos mananciais, exploração mineral, irrigação e saneamento segundo as necessidades de recuperação, proteção e conservação dos recursos hídricos das bacias hidrográficas;

II - metas de curto e longo prazos para se atingir índices progressivos de recuperação e conservação dos recursos hídricos das bacias hidrográficas, traduzidos, entre outros, em:

a) planos de utilização prioritária e propostas de enquadramento dos corpos d'água em classes de usos preponderantes;

b) mapeamento hidrogeológico e planos de utilização prioritária das águas subterrâneas;

c) programas anuais e plurianuais de recuperação, proteção, conservação e utilização dos recursos hídricos da bacia hidrográfica correspondente, inclusive com especificações dos recursos financeiros necessários;

d) programas de desenvolvimento regionais integrados a que se refere o art. 5º desta lei (GOIÁS, 1997).

No tocante aos organismos colegiados de gestão participativa em Goiás, destaca-se o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH), criado através do Decreto Estadual nº 6.999, de 17 de setembro de 2009, e alterado pelo Decreto nº 8.449, de 11 de setembro de 2015. Cabe ao CERH deliberar quanto à organização do Sistema de Gestão de Recursos Hídricos, à organização interna do Conselho Estadual de Recursos Hídricos, à solução de conflitos entre usuários, e aos instrumentos de gestão. De modo geral, o conselho se apresenta

como um órgão colegiado deliberativo, que desempenha a função de supervisionar e promover a implementação das diretrizes da Política Estadual de Recursos Hídricos. De acordo com o Decreto nº 8.449 (GOIÁS, 2015), fazem parte do CERH:

- I – O Secretário de Estado de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos;
- II – 01 (um) representante da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico, Científico e Tecnológico e de Agricultura, Pecuária e Irrigação;
- III – 02 (dois) representantes da Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos;
- IV – 01 (um) representante da Agência Goiana de Regulação, Controle e Fiscalização de Serviços Públicos – AGR;
- V – 01 (um) representante da Empresa de Saneamento de Goiás S/A – SANEAGO;
- VI – 01 (um) representante da Companhia Energética de Goiás – CELG;
- VII – 01 (um) representante da Associação Goiana dos Municípios – AGM;
- VIII – 01 (um) representante da Associação dos Irrigantes do Estado de Goiás-IRRIGO/GO;
- IX – 01 (um) representante da Federação da Agricultura do Estado de Goiás – FAEG;
- X – 01 (um) representante da Federação da Indústria do Estado de Goiás – FIEG;
- XI – 01 (um) representante da Associação de Mineradores de Águas Termais do Estado de Goiás – AMAT/GO;
- XII – 01 (um) representante do Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia de Goiás – CREA/GO;
- XIII – 01 (um) representante do Fórum Goiano de Comitês de Bacia;
- XIV – 01 (um) representante da Universidade Federal de Goiás;
- XV – 01 (um) representante de organizações não-governamentais com objetivos de defesa de interesses difusos e coletivos da sociedade, com atuação comprovada na área de recursos hídricos, indicada entre seus pares;
- XVI – 01 (um) representante de associação técnica de estudos em recursos hídricos, com atuação comprovada em Goiás, indicada entre seus pares;
- XVII – 01 (um) representante do Ministério Público do Estado de Goiás, sem direito a voto (GOIÁS, 2015).

Desde sua criação, as principais discussões promovidas pelo CERH de Goiás se concentraram em deliberar sobre a estruturação do sistema de gestão de recursos hídricos, e, principalmente, sobre os comitês de bacias hidrográficas estaduais, conforme discorro no tópico a seguir. Contudo, é importante apontar também a atuação a nível municipal, desenvolvida primordialmente através dos planos diretores de bacias hidrográficas e na participação de representantes dos municípios na composição dos Comitês de Bacias.

Outro ponto relevante é o papel do Ministério Público de Goiás (MPGO) na articulação do processo de tomada de decisão quanto à gestão de recursos hídricos do Estado, auxiliando na regulamentação do aparato jurídico (legislação federal, estadual e municipal referentes ao meio ambiente e ao uso do solo), na fiscalização do papel das agências ambientais (MMA, IBAMA, SECIMA) e na atuação em defesa e preservação do meio ambiente, conforme é previsto no artigo 225 da Constituição Federal (BRASIL, 1988).

Quanto às últimas ações deliberadas a nível estadual sobre recursos hídricos, foi assinado, em setembro de 2018, o plano de quatro bacias hidrográficas de Goiás, sendo elas a bacia do Baixo Araguaia, o Rio dos Bois, Meia Ponte e São Marcos. Segundo aponta o secretário do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado, Hwaskar Fagundes, o objetivo é traçar um diagnóstico e indicar ações, diretrizes e metas para os próximos vinte anos, mas principalmente buscar evitar um possível desabastecimento de água no Estado (CBN, 2018). A elaboração do plano será realizada conjuntamente com a SECIMA e a Universidade Federal de Goiás, que irão apresentar, no prazo de 18 meses, um diagnóstico da situação hídrica, a fim de atualizar as informações sobre os recursos hídricos das regiões sul, sudoeste e sudeste de Goiás, onde se concentram as principais atividades econômicas do Estado, contemplando o contexto da Região Metropolitana de Goiânia.

4.2.2 Comitês de Bacias Hidrográficas

Em função de muitos dos rios que drenam o território goiano serem de domínio da União, a gestão dos recursos hídricos do Estado deve ser realizada de forma compartilhada entre ambos (Estado e União), uma vez que os rios goianos não desaguam diretamente no oceano, pertencendo a rios maiores de domínio federal que extrapolam os limites estaduais. Nesse sentido, os comitês de bacias estaduais devem sempre estar de acordo com a lógica global dos outros comitês de bacias federais, dos quais os rios goianos também fazem parte.

Atualmente, são instituídos no Estado de Goiás um total de 5 Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs), instalados em rios sob domínio do Estado, e na esfera federal faz parte de mais 2 comitês. A atuação dos CBHs em Goiás é estabelecida pelo plano nacional e estadual de recursos hídricos, a partir das unidades hidrográficas apresentadas nas figuras 43 e 44. Os Comitês de bacias federais (ou interestaduais) estão em estágio mais avançado de estruturação e funcionamento, inclusive com Planos de Recursos Hídricos das Bacias já aprovados, como é o caso do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Paranaíba. A Agência Nacional de Águas, através do Portal do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), disponibiliza mapas interativos do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paranaíba (Figura 45), onde são apresentados diversos dados sobre a bacia (aspectos físicos da paisagem, dados socioeconômicos, turismo e lazer).

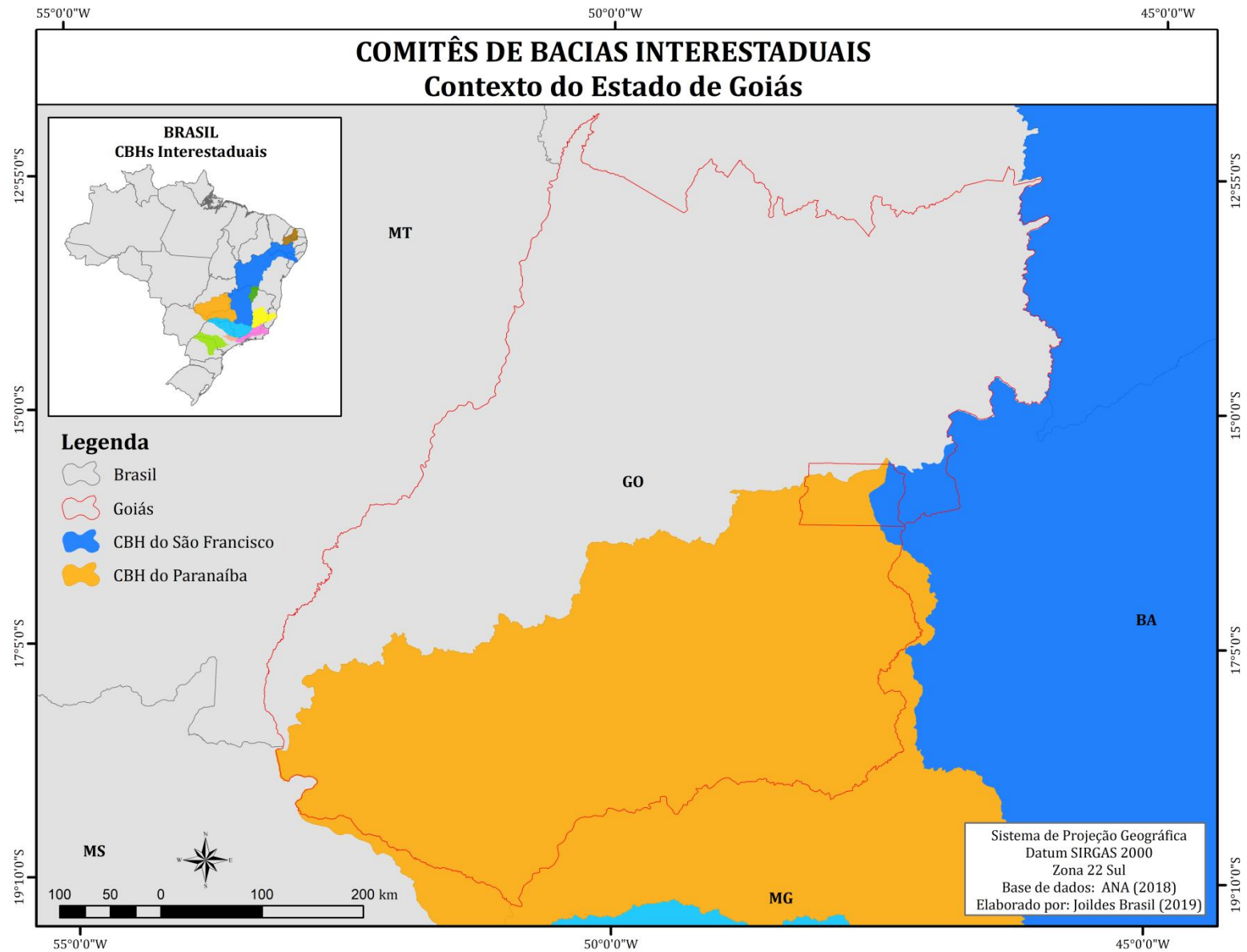


Figura 43 – Mapa dos comitês de bacia hidrográfica de domínio da União, dos quais o Estado de Goiás faz parte do CBH Paranaíba e CBH São Francisco.

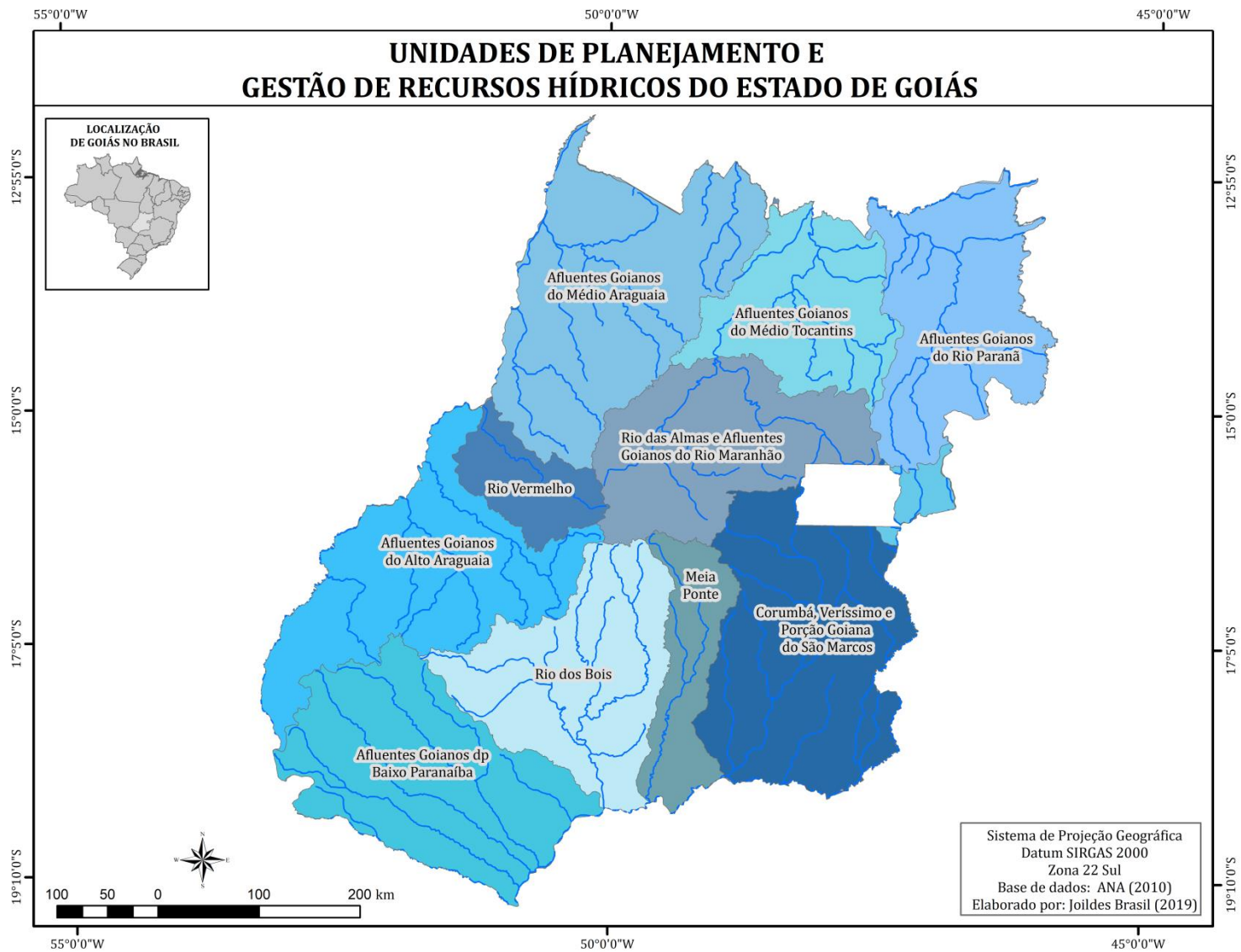


Figura 44 – Mapa das regiões hidrográficas do Estado de Goiás, dos quais existem atualmente 5 comitês CBHs estaduais: CBH Baixo Paranaíba, CHB Rio dos Bois, CBH Meia Ponte, CBH Rio Vermelho e CBH Corumbá, Veríssimo e São Marcos.

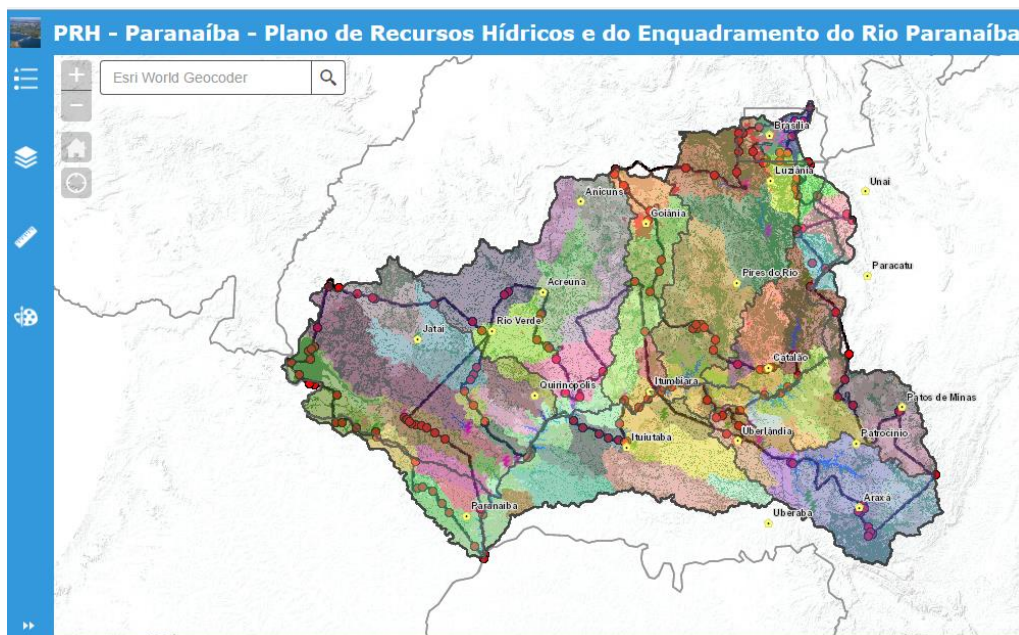


Figura 45 – Mapa interativo com os dados do PRH e do enquadramento do Rio Paranaíba.
Fonte: ANA, 2013.

A institucionalização do CBH do rio Paranaíba se deu a partir de 5 anos de muitos debates e discussões até a sua criação por meio do Decreto de Lei de 16 de julho de 2002, que dispõe sobre o Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba (COBARIPA) e suas providências; contudo, a sua instalação se deu apenas 6 anos depois, em 10 de junho de 2008. Desde a sua criação, foram identificados vários problemas no sistema de implementação do comitê, principalmente de natureza institucional e conjuntural (VEDOVOTO et al., 2002), mas, ao mesmo tempo, o CBH conseguiu desenvolver diversos estudos quanto à situação dos municípios que compõem a bacia, como apresentado no Plano de Recursos Hídricos e do Enquadramento dos Corpos Hídricos Superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba (ANA, 2013).

A bacia do Paranaíba abrange os limites de 3 Estados brasileiros (Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul) e o Distrito Federal. De forma esquemática, podem ser observadas as unidades hidrográficas que compõem a bacia do Paranaíba na figura 46 e no mapa da figura 47. O estado de Goiás se destaca nesse contexto por seu território ocupar representativos 63% da área total da bacia. Quanto à estrutura organizacional do CBH do rio Paranaíba, o mesmo é formado por uma *plenária* formada por 45 membros titulares do Poder Público, representada pelas três esferas (Federal, Estadual e Municipal), mais a sociedade civil e os usuários de recursos hídricos; uma *diretoria* formada por 1 presidente, 2 vice-presidentes e 1 Secretário, de maneira que seja garantida a participação dos representantes dos três Estados membros e do Distrito Federal; e uma *Câmara Técnica de Planejamento Institucional*, que objetiva a

elaboração de propostas de planejamento estratégico para o CBH-Paranaíba e o estabelecimento de procedimentos para o seu acompanhamento.

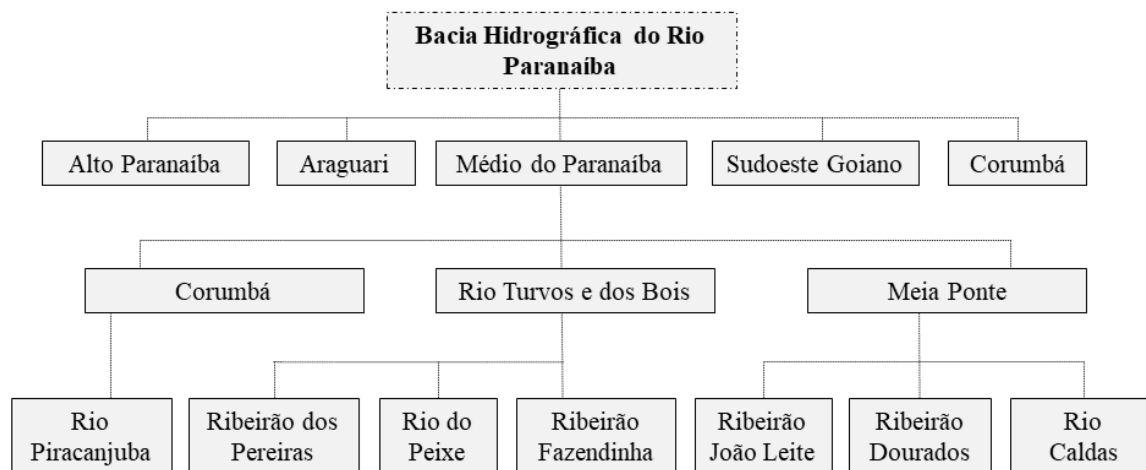


Figura 46 – Fluxograma das unidades hidrográficas que compõem a Bacia do Paranaíba.
Fonte: SIEG (2015). Adaptado pela autora (2019).

Segundo dados disponíveis pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2018), até 15 de agosto de 2018, foram cadastrados 341 usuários federais na bacia do rio Paranaíba, dos quais 92% tinham como finalidade o uso da água para irrigação, enquanto que 8% dos usuários destinavam o uso para mineração, saneamento e outros empregos. De acordo com o Relatório de Gestão do CBH do Paranaíba, apresentado pela Associação Multissetorial de Usuários de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas (ABHA), o orçamento do CBH do Paranaíba para 2018 indicou “urgência em relação à estruturação dos comitês afluentes de forma a fortalecer as unidades de planejamento” (ABHA, 2018, p. 8), associada à necessidade de manutenção das atividades do CBH do Paranaíba no tocante à conservação ambiental e ao uso sustentável dos recursos hídricos, que se estabelecem por meio da “implementação de programas para enquadramento dos corpos hídricos superficiais” e através da “fiscalização dos usuários de recursos hídricos”.

Destaca-se também nessa análise que os projetos e as ações previstos no Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Paranaíba estão muito mais estruturados no Distrito Federal do que nos outros Estados componentes da bacia, chamando a atenção mais uma vez para o fortalecimento do papel dos comitês afluentes ou estaduais, colocando em pauta a autonomia de gestão dos Estados membros, com foco na instrumentalização da bacia como um todo.

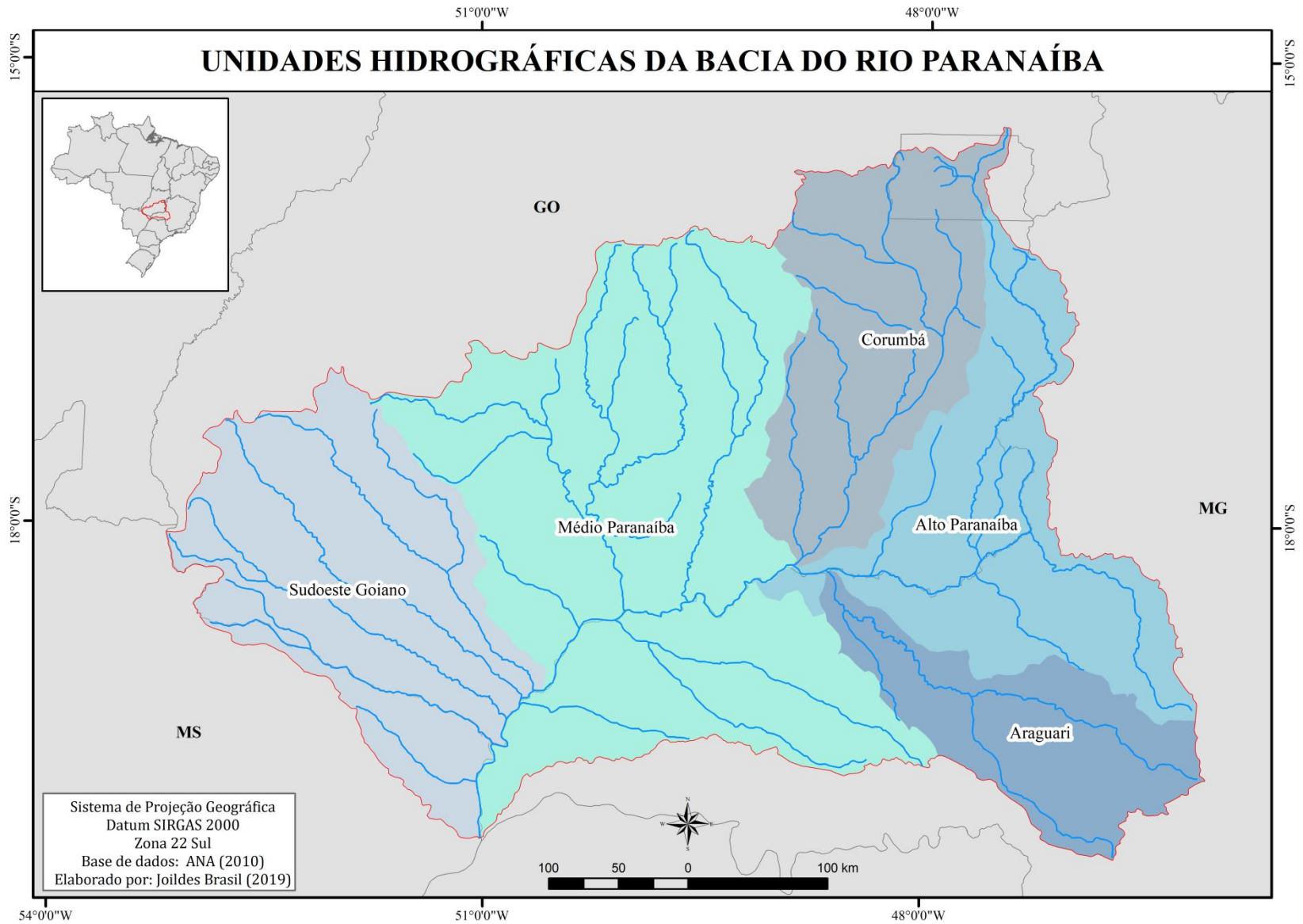


Figura 47 – Localização das unidades hidrográficas da bacia do Paranaíba.

No contexto do Estado de Goiás, o limite estadual abrange quase todas as unidades hidrográficas da bacia do Paranaíba, com exceção da unidade de Araguari. Entretanto, as regiões hidrográficas de Goiás extrapolam os limites do CBH do Paranaíba, conforme foi ilustrado na figura anterior. Das 9 regiões hidrográficas do Estado, há CBHs instalados nas bacias do Rio Meia Ponte, Rio Vermelho, Rios Turvo e dos Bois e Afluentes Goianos do Baixo Paranaíba. A maioria dos CBHs Estaduais ainda está em fase de estruturação, buscando estabelecer bases para a capacitação dos membros e para a elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos das Bacias. No quadro 11, pode ser observada uma síntese da situação dos CBHs de Goiás, onde são apresentadas as resoluções dispostas pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos e seus respectivos decretos de criação.

Quadro 11 – Síntese da situação dos comitês de bacias hidrográficas no Estado de Goiás.

COMITÊS DE BACIAS EM GOIÁS	SITUAÇÃO	
	Resolução	Decreto de Criação
Bacia do rio Meia Ponte	Resolução nº 04 de Setembro de 2001 – Proposta de instituição do Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Meia Ponte	Decreto nº 5.580, de 09 de abril de 2002 – Dispõe sobre a organização do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte - COBAMP e dá outras providências.
Bacia do Rio Vermelho	Resolução nº 15 de Março de 2011 – Proposta de instituição do Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Vermelho	Decreto nº 7.337, de 13 de maio de 2011 – Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho – CBH RIO VERMELHO e dispõe sobre sua organização e dá outras providências.
Bacia dos Rios Turvos e dos Bois	Resolução nº 06 de abril de 2003 – Proposta de instituição do Comitê da Bacia Hidrográfica do rio dos Bois.	Decreto no 5.826, de 11 de setembro de 2003 – Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Turvo e dos Bois - COBRIB, dispõe sobre a sua organização e dá outras providências.
Bacia do Baixo Paranaíba	Resolução nº 18 de setembro de 2011 – Proposta de instituição do Comitê das Bacias Hidrográficas dos rios do Sudoeste Goiano – CBH Sudoeste Goiano	Decreto nº 7.535, de 29 de dezembro de 2011 – Institui o Comitê das Bacias Hidrográficas dos Afluentes Goianos do Baixo Paranaíba, dispõe sobre sua organização e dá outras providências.
Bacia dos Rios Corumbá, Veríssimo e São Marcos	Resolução nº 19 de setembro de 2011 – Proposta de instituição do Comitê das Bacias Hidrográficas dos rios do Sudeste Goiano – CBH Sudeste Goiano	Decreto nº 7.536, de 29 de dezembro de 2011 – Institui o Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Corumbá, Veríssimo e da porção goiana do Rio São Marcos, dispõe sobre sua organização e dá outras providências.

Continua

Bacia do Alto Araguaia	Resolução nº 28 de maio de 2013 – Proposta de instituição do Comitê das Bacias Hidrográficas dos Afluentes Goianos do Alto Araguaia.	Decreto nº 7.957, de 07 de agosto de 2013 – Institui o Comitê das Bacias Hidrográficas dos Afluentes Goianos do Alto Araguaia, dispõe sobre sua organização e dá outras providências.
Bacia dos Rios Almas e Maranhão	Resolução nº 29 de maio de 2013 – Proposta de instituição do Comitê das Bacias Hidrográficas do Rio Almas e Afluentes Goianos do rio Maranhão.	Decreto nº 7.958, de 07 de agosto de 2013 – Institui o Comitê das Bacias Hidrográficas do Rio das Almas e Afluentes Goianos do Rio Maranhão, dispõe sobre sua organização e dá outras providências.
Bacia do Rio Paranã	Resolução nº 30 de maio de 2013 – Proposta de instituição do Comitê das Bacias Hidrográficas dos afluentes goianos do rio Paranã.	Decreto nº 7.956, de 07 de agosto de 2013 – Institui o Comitê das Bacias Hidrográficas dos Afluentes Goianos do Rio Paranã, dispõe sobre sua organização e dá outras providências.

Fonte: CHARGAS et al.(2017). Adaptado pela autora (2019).

De acordo com a Gerência de Apoio ao Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de Goiás (GOIÁS, 2018), há 5 comitês de bacias estaduais instalados na região, o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte (COBAMP), o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Vermelho (CBH), o Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Corumbá, Veríssimo e Porção Goiana do Rio São Marcos, o Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Turvos e dos Bois, e o Comitê da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Goianos do Baixo Paranaíba. Três comitês foram aprovados pelo CERH, mas ainda estão em fase de instalação, o Comitê do Alto Araguaia, o Comitê dos Rios Almas e Maranhão e o Comitê do Rio Paranã. No contexto da área de pesquisa, analiso as ações dos três CBH que compõem os limites da RMG.

O Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte (COBAMP) é o que apresenta um pouco mais de avanços do que os demais comitês, o que se deve à importância dessa bacia no contexto do desenvolvimento de atividades econômicas do Estado e diante das pressões populacionais, relacionadas principalmente à Região Metropolitana de Goiânia. No contexto da área de pesquisa, existe, no território metropolitano, uma área de influência de três comitês de bacias: CBH do Rio Meia Ponte, CBH dos Rios Turvo e dos Bois e CBH dos Rios Corumbá, Veríssimo e São Marcos (CBH Sudeste Goiano), conforme é ilustrado na figura 48.

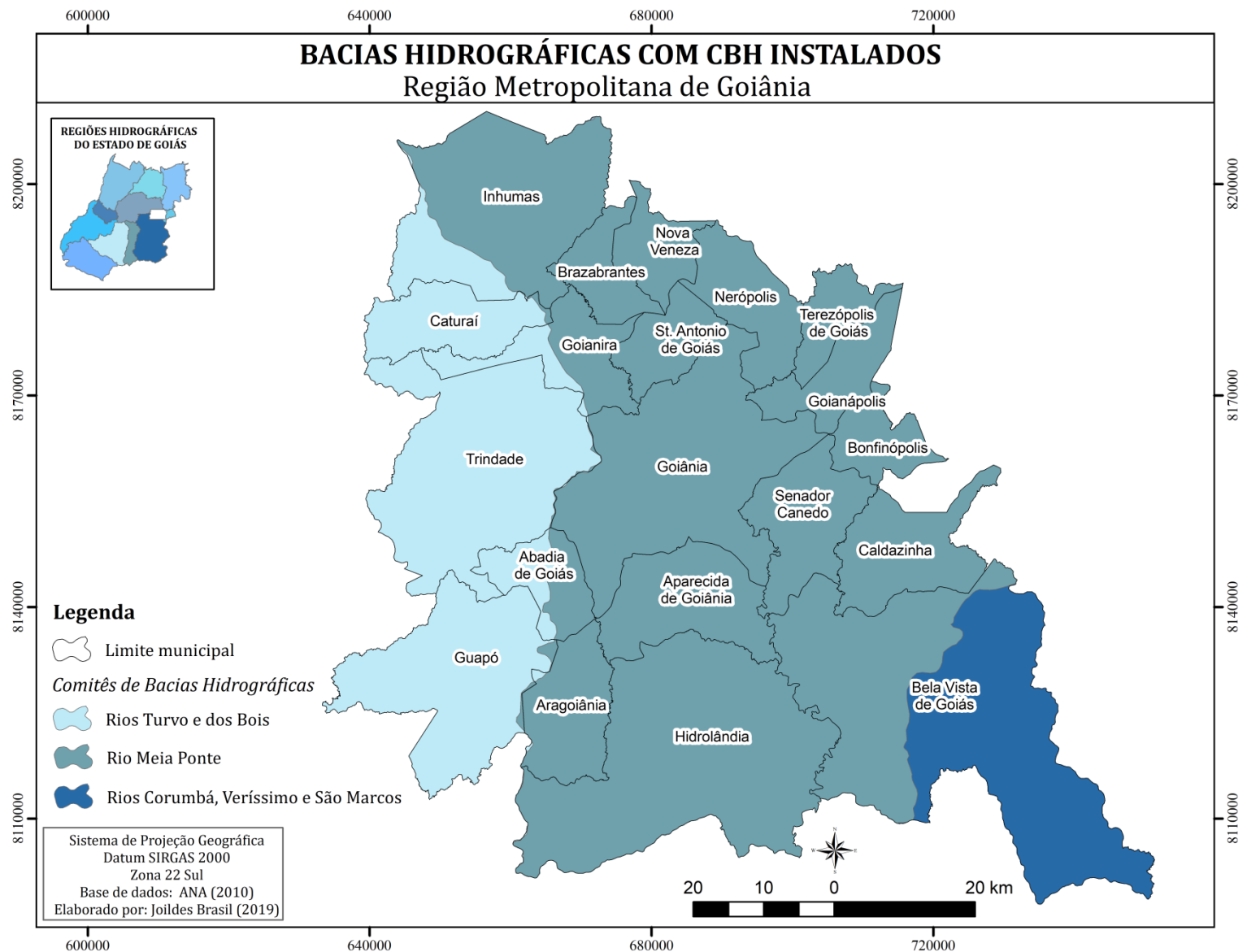


Figura 48 – Localização das três bacias hidrográficas com comitês instituídos nos limites da RMG.

O COBAMP foi instituído pelo decreto nº 5.580 de abril de 2002 e instalado em 2003. Essa bacia abrange uma área de 14.500 km², o que corresponde a 3,56% da área do Estado de Goiás e a 68% da área de pesquisa. Fazem parte da bacia do rio Meia Ponte, os seguintes municípios da RMG: Inhumas, Brazabranes, Nova Veneza, Goianira, Santo Antônio de Goiás, Nerópolis, Teresópolis de Goiás, Goianópolis, Goiânia, Bonfinópolis, Senador Canedo, Caldazinha, Aparecida de Goiânia, Abadia de Goiás, Aragoiânia, Hidrolândia, Bela Vista de Goiás. Mesmo diante de sua pequena extensão no contexto estadual, essa bacia apresenta um alto grau de antropização e adensamento populacional, concentrando uma população de 2.248.000 habitantes (ANA, 2015). Sobre o processo de uso e ocupação da bacia do Rio Meia Ponte, Silva et al. (2006) já alertavam quanto ao

Processo acelerado de urbanização causado pela mecanização do campo e desenvolvimento industrial a partir da década de 60. Os problemas ambientais dominantes na região refletem o processo de ocupação econômica. Nas áreas urbanas, devido à concentração desordenada, têm-se irregularidades principalmente no saneamento básico. Nas áreas rurais, ocorrem perdas de solo devido à falta de manejo adequado, uso indiscriminado de agrotóxicos, erosão, retirada de argila e areia, etc. A implantação, em fundos de vales, de indústrias que usam os mananciais como receptores para os efluentes industriais é outro problema que vem se acentuando (SILVA et al., 2006, p. 12)

Nesse cenário de uma bacia sujeita a diversos impactos e conflitos de uso, torna-se ainda mais importante a atuação do CBH do Rio Meia Ponte no processo de gestão de águas. Couto (2010), analisando o uso dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Meia Ponte, aponta que o COBAMP tem apresentado algumas propostas e medidas, relacionadas principalmente às seguintes deliberações: Deliberação nº. 06/2005, que trata da perfuração, fiscalização e outorga de poços tubulares em Goiânia; Deliberação nº. 09/2006, que recomenda medidas para proteger a disponibilidade e qualidade das águas do Parque Vaca Brava; Deliberação nº. 10/2007, que aprova o plano de Metas de Abatimentos de Cargas Poluidoras e de Volumes de Esgoto para o Ribeirão Santo Antônio, em Aparecida de Goiânia; e Deliberação nº. 11/2007, que anuncia a elaboração de um plano ecológico e recreação para barragem do ribeirão João Leite. Em 2015, foi realizada uma reunião do comitê em Abadia de Goiás, onde foram discutidas propostas para a concretização do projeto da bacia e a necessidade de estabelecer ações de melhorias qualitativas e quantitativas das águas do rio Meia Ponte e seus afluentes (SECIMA, 2015). Mais recentemente, no dia 29 de junho de 2016, foi estabelecida a nova diretoria do CBH do Rio Meia Ponte, com mandato de 2016 a 2019.

Em março de 2018, por meio do Decreto nº 9.176, o Governo do Estado de Goiás declarou situação de emergência nas Bacias dos rios Meia Ponte e João Leite, definindo ações para garantir o uso prioritário da água (GOIÁS, 2018). Na busca de controlar a crise hídrica evidenciada nos meses de setembro e outubro de 2017, nos quais ocorreram limitações no fornecimento de água em alguns setores da Capital goiana, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Goiás se mobilizou e homologou a deliberação do Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Meia Ponte para delinear diretrizes estratégicas contra a situação de escassez hídrica, sendo que “entre essas diretrizes está a permissão temporária para a utilização remanescente do recurso hídrico a jusante da captação de água da SANEAGO, no município de Goiânia” (JORNAL OPÇÃO, 2018).

Diante da importância dessa bacia para o Estado e principalmente para o abastecimento da RMG, atrelada à problemática em torno das questões ambientais, é urgente a necessidade de que o COBAMP se posicione de forma mais efetiva. Ainda que nos últimos anos tenham ocorrido alguns eventos de planejamento e incentivos à capacitação dos seus membros, ainda persistem limitações de ordem técnica, financeira e administrativa para que haja uma atuação concreta do comitê. Entre os principais desafios na gestão de águas pelo comitê, estão: a falta de recurso financeiro, a ausência de representantes das prefeituras nas reuniões, a indisponibilidade de dados atualizados sobre a bacia e a carência de profissionais especialistas em gestão de recursos hídricos que possam orientar as Câmaras Técnicas.

Ao mesmo tempo, é importante frisar que o CBH do rio Meia Ponte não pode e não tem competência para agir sem as bases advindas do aparato governamental. Nesse sentido, os Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos e do Meio Ambiente, na última reunião realizada em 13 de agosto de 2018, chamam a atenção para a mobilização dos candidatos ao Governo do Estado a se posicionarem quanto à questão hídrica em Goiás, incentivando os mesmos a incluir nos seus planos de governos estratégias para a gestão dos recursos naturais, tais como:

A criação e estruturação de um ou mais organismos, com status de autarquia, jurisdicionados à Secima, para a gestão das políticas estaduais de meio ambiente e de recursos hídricos, com estrutura que favoreça a desconcentração das atividades, por meio de escritórios regionais (JORNAL OPÇÃO, 2018).

Ainda sobre os desafios da gestão de água na bacia do rio Meia Ponte, ocorreu em 15 de março de 2019 uma reunião entre a Secretaria de Meio Ambiente (SEMARH), a Fundação de Amparo à Pesquisa de Goiás (FAPEG), a Universidade Federal de Goiás (UFG) e o Comitê da Bacia do rio Meia Ponte. Essa reunião teve como pauta a discussão sobre a

situação da bacia em relação aos aspectos hidrológicos, físicos, socioeconômicos, de biodiversidade e de educação ambiental, e a necessidade urgente de atualizar as informações hidrológicas e desenvolver estudos sobre a degradação e o uso do solo da bacia, componentes essenciais para um monitoramento e fiscalização mais eficaz no que se refere ao diagnóstico quali-quantitativo da água. O projeto discutido em reunião tem o orçamento de R\$ 3,7 milhões a serem custeados pelo Fundo Estadual do Meio Ambiente (FEMA), pela FAPEG, pela UFG e pela Agência Nacional das Águas (ANA), com o prazo para elaboração dentro dos próximos três anos.

O segundo CBH analisado no contexto da RMG foi o Comitê de Bacia dos Rios Turvo e dos Bois, que foi criado através do Decreto nº 5.826 de 11 de setembro de 2003. Essa bacia abrange uma área total de 35.800 km² e atende uma população de 624.000 habitantes em 52 municípios goianos (ANA, 2013). No contexto da RMG, os limites dessa bacia coincidem integralmente com os municípios de Caturai, Trindade e Guapó, e parcialmente com os municípios de Inhumas, Goianira e Abadia de Goiás, equivalentes a 23% do território metropolitano, abarcando três bacias de captação de água da RMG: bacias do Rio do Peixe (Caturai), Ribeirão dos Pereiras (Trindade) e Ribeirão Fazendinha (Guapó).

Apesar de ter sido criado em 2003, só houve a aprovação do regimento interno do CBH dos rios Turvo e dos Bois em 25 de fevereiro 2013, e a eleição e posse da primeira diretoria em 21 de agosto de 2014. Os primeiros Grupos de Trabalhos (GTs) desenvolvidos pelo comitê tiveram como foco temas como a educação ambiental e o desenvolvimento do plano da bacia. Posteriormente, em 20 de abril de 2017, foi realizada a 1ª Reunião Extraordinária do CBH Turvo e dos Bois para tratar da aprovação do Termo de Referência do Plano de Bacia, que ainda estava em fase de elaboração. As articulações do CBH têm se estabelecido de forma mais assídua no município de Rio Verde, sede onde têm ocorrido as últimas reuniões do comitê.

Mesmo contando com o apoio estadual, através da SECIMA, o CBH Turvo e dos Bois tem enfrentado desafios na gestão, diante do pouco desenvolvimento de agentes sociais e da sociedade civil nas reuniões, comunicação pouco eficiente, ausência de ações práticas e necessidade de estrutura física para melhorar a articulação do comitê. Apesar das dificuldades apresentadas, de acordo com Valéria Leão Souza, vice-presidente do comitê e representante do Poder Público, as prioridades da atual gestão são as de promover a efetivação das ações para elaboração do plano de bacia hidrográfica dos rios Turvo e dos Bois, propor a adesão junto à ANA do comitê ao Programa Nacional de Fortalecimento dos Comitês de Bacias

Hidrográficas (Pro-Comitês), estreitar as relações entre o CBH e as prefeituras que fazem parte da bacia e realizar reuniões intermitentes a fim de identificar as demandas e os conflitos de interesse quanto aos usos múltiplos da água (SOUSA, 2018).

O terceiro comitê, CBH dos Rios Corumbá, Veríssimo e São Marcos, ocupa uma pequena porção da região nordeste da RMG (9,6% da área total), especificamente a parte do município de Bela Vista de Goiás. Esse comitê foi instituído através do Decreto nº 7.536, de 29 de dezembro de 2011, que criou o CBH dos rios do Sudeste Goiano (CBH Sudeste Goiano). A instalação, a posse e a eleição dos membros da diretoria do CBH Sudeste Goiano ocorreram em 26 de agosto de 2014, no município de Catalão, com prorrogação do mandato da atual diretoria em 24 de agosto de 2017, que ocorreu na cidade de Anápolis.

Sobre o CBH dos Rios Corumbá, Veríssimo e São Marcos, existe poucas informações disponíveis quanto às últimas ações realizadas pelo mesmo, a não ser sobre o 2º Seminário de Integração que ocorreu na cidade de Caldas Novas, em 13 de dezembro de 2017, no qual destacou-se o potencial hidrelétrico dos rios que compõem a bacia, mas chamou a atenção também para o tímido apoio financeiro e técnico fornecido pelo Estado de Goiás para com o comitê, o que dificulta a realização de atividades e ações mais efetivas. Até o presente momento, o CBH dos Rios Corumbá, Veríssimo e São Marcos desenvolveu ações incipientes voltadas à estruturação e à aprovação do regimento interno, à realização de 6 reuniões ordinárias, à elaboração do plano de bacia e ao estabelecimento de relações com os municípios a fim de apresentar soluções aos problemas sobre recursos hídricos e incentivar a divulgação das atividades do comitê nas redes sociais e na mídia em geral (CBH Sudeste Goiano, 2017).

A partir dessa análise, observa-se que a política de recursos hídricos em Goiás tem se estruturado nos últimos anos a partir principalmente da criação e da instalação dos comitês de bacias hidrográficas. Contudo, o potencial real das ações desenvolvidas pelos CBHs estaduais ainda é muito aquém da realidade dos diversos usos e múltiplos interesses envolvidos na gestão de águas. A proposta, com base da esfera federal (Lei nº 9.433/1997) e estadual (Lei nº 13.123/1997), de uma gestão integrada e participativa é extremamente importante e válida, mas ainda esbarra em limitações e desafios.

As ações a nível federal são as mais atuantes, em especial o CBH do Paranaíba com a elaboração e a revisão do seu Plano de Recursos Hídricos da Bacia, juntamente ao desenvolvimento dos Planos de Ações das bacias-membros do comitê. Ainda que seja de fundamental importância estabelecer a gestão de águas a partir da bacia hidrográfica como

unidade de planejamento (BRASIL 1997), devem-se destacar as ações a nível municipal sob a perspectiva das unidades político-administrativas, e analisar como elas se articulam entre si no processo de gestão de águas no seu território, a partir dos instrumentos da política urbana, conforme é analisado a seguir.

4.2.3 Gestão dos Recursos Hídricos a Partir dos Planos Diretores

Conforme mencionado no início deste tópico, discutir os aspectos legais na gestão de recursos hídricos, tomando a APP como ferramenta-chave na proteção dos cursos d'água, envolve também a análise das leis que regulamentam o parcelamento do solo urbano e o planejamento municipal, que se estabelecem por meio do Plano Diretor (PD), segundo previsto no Estatuto da Cidade (Lei 10.257/2001). Conforme apresenta o quadro 12, existe uma situação bastante diversificada entre os municípios que compõem a Região Metropolitana de Goiânia, desde municípios com PD aprovados a outros com PDs desatualizados, não concluídos ou ainda em fase de aprovação na Câmara Municipal.

Quadro 12 - Situação dos Planos Diretores (PDs) dos municípios que compõem a RMG.

Município	Nº da Lei do PD	Situação do PD	Obrigatoriedade de Atualização do PD
Abadia de Goiás	Lei Complementar nº 003 de 14/07/2008	Desatualizado	Até 2018
Aparecida de Goiânia	x	Lei em fase de aprovação	Sem informação
Aragoiânia	Lei nº 856/2008 de 16/10/2008	Não aplicado	16/10/2018
Bela Vista de Goiás	Lei Complementar nº 084 de 16/12/2014	Lei aprovada	Atualizado
Bonfinópolis	Lei nº 490 de 23-06-2008	Lei aprovada	23/06/2018
Brazabrantes	Sem informação	Não concluído	Sem informação
Caldazinha	Elaborado	Lei encaminhada à Câmara para aprovação em 10/2015.	Sem informação
Caturai	Sem informação	Concluído	Sem informação
Goianápolis	Lei 991 de 11/03/2003 (Lei vigente)	Lei aprovada	Atualização imediata
Goiânia	Lei nº 171/2007	Lei aprovada	Atualização prevista para 2019 CPD SEPLAM/GO
Goianira	Lei nº 005/2007	Lei aprovada	Em atualização
Guapó	Lei Complementar nº 12 de 26/11/2008	Lei aprovada	26/11/2018
Hidrolândia	Lei nº 288/2006	Lei aprovada	Atualização imediata
Inhumas	Lei nº 2.675/2007	Lei aprovada	Até 2017
Nerópolis	Lei 1472 de 29/11/2008	Lei aprovada	29/11/2018

Continua

Continuação			
Santo Antônio de Goiás	Lei 367/06 de 22/12/06	Lei aprovada	Atualização imediata
Senador Canedo	Lei nº 1317/2007	Lei aprovada	Atualização (2016) aguardando aprovação na Câmara
Terezópolis de Goiás	Sem informação	Concluído desde 2010	Até 2020
Trindade	Lei nº 008 de 02 de junho de 2008	Lei aprovada	Atualização aguardando as diretrizes do PDUI

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

O plano diretor faz parte da política urbana, mas também é um instrumento no processo de gestão dos recursos hídricos, de maneira que deve promover o desenvolvimento urbano e criar estratégias para que esse desenvolvimento não comprometa a qualidade e a quantidade dos recursos naturais, como solo e água. Contudo, ao observar o quadro anterior, percebe-se que nem todos os municípios da RMG são contemplados com essa ferramenta de gestão. Como aponta Silva (2019), além da ausência dos PDs, muitos municípios da RMG estão com seus planos desatualizados, o que dificulta ainda mais uma gestão integradora, uma vez que os próprios gestores desconsideram a relevância desse instrumento de planejamento e gestão.

Acerca dos planos diretores municipais analisados – especificamente aqueles que tiveram seus acessos disponibilizados –, percebe-se, de maneira geral, uma incipiente discussão específica sobre a matéria de APPs, assim como sobre a gestão de recursos hídricos. Dentre os PDs, observa-se que o plano diretor de Aparecida de Goiânia (instituído pela Lei Complementar nº 124, de 14 de dezembro de 2016) aponta muito superficialmente a questão das APPs quando discorre sobre a delimitação das Zonas Especiais de Proteção Ambiental, o que é um problema, uma vez que o município apresenta uma rica rede hidrográfica, diretamente associada às características topográficas da região, mas que, ao mesmo tempo, tem passado por um intenso processo de urbanização nas últimas décadas (implantação de loteamentos e ocupação populacional), que conseqüentemente comprometeu o caráter de intocabilidade dos espaços especialmente protegidos por lei, como margens de rios e fundos de vales, conforme foi apresentado na Carta de Risco de Aparecida de Goiânia (2012).

Sobre o PD de Aragoiânia (instituído pela Lei Complementar nº 856, de 16 de outubro de 2008), deve-se considerar que esse plano especifica uma sessão para discussão sobre sustentabilidade dos recursos hídricos. Dentre as ações previstas no PD, destaca-se a fiscalização através de técnicos sobre o uso e a ocupação do solo nas APPs dos mananciais do município, dentro de um intervalo de seis meses. Contudo, um dos problemas enfrentados

pelas prefeituras (principalmente dos municípios mais periféricos) é justamente a falta de disponibilidade de uma equipe técnica para desenvolvimento desse trabalho de fiscalização e monitoramento ambiental. Por isso, é fundamental a articulação dos órgãos gestores municipais com instituições de ensino e pesquisa, a fim de estabelecer a prática de cooperação técnica.

O PD de Bela Vista de Goiás (Instituído pela Lei Complementar nº 84, de 16 de dezembro de 2014), apresenta, no seu “Capítulo 2 – Zoneamento”, o conceito de Zona de Preservação Ambiental (ZAP), que é subdividido em 3 categorias: ZAP 1, equivalente à Área de Proteção Permanente; ZAP 2, Unidades de Conservação; ZAP 3, Margens do Rio Piracanjuba e da parte superior do Córrego Suçuapara, ao longo do curso d'água, desde o seu nível mais alto, em faixa marginal com largura de 100 metros contados do término da APP. As dimensões das APPs são as mesmas previstas na Lei Federal nº 12.651/2012, com exceção as APPs que se enquadram na categoria da ZAP 3, que passam a ter limite superior às métricas apresentadas no Código Florestal Federal (BRASIL, 2012). Isso demonstra uma preocupação por parte do legislador de se manter preservada as margens dos principais mananciais de abastecimento público de água do município, levando a crer que existe um entendimento de que as APPs devem ser mantidas por força de lei, mas também por questões de seguridade ambiental dos recursos hídricos.

O PD de Goiânia (instituído pela Lei Complementar nº 171, de 29 de maio de 2007) é um dos mais articulados entre os municípios analisados, mas é também passível de críticas. Em relação às diretrizes voltadas à questão hídrica e às APPs, deve-se considerar que as métricas para APPs são mais restritivas que as do Código Florestal Federal, nos casos do Rio Meia Ponte e os Ribeirões Anicuns e João Leite, que são de 100 metros. É estabelecido também APPs de 100m para as áreas circundantes das nascentes permanentes e temporárias, de córrego, ribeirão e rio (GOIÂNIA, 2007). O Plano Diretor de Goiânia também conta com ações voltadas à proteção ambiental e à regularização quanto ao uso da água. Para isso, o PD aponta questões como a necessidade de fortalecer o papel do CBH do Rio Meia Ponte, estabelecer uma gestão compartilhada entre os municípios, que, junto a Goiânia, compartilham Áreas de Proteção Ambiental nos seus territórios, em especial as APAs do Rio Anicuns, São Domingos e Meia Ponte.

Sobre o PD de Inhumas (instituído pela Lei Complementar nº 2.675, de 14 de dezembro de 2007), destacam-se dois programas relativos à conservação dos recursos hídricos, que são o Programa de Reflorestamento e Recuperação dos Cursos D'Água e Matas

Ciliares, e o Programa de Proteção e Recuperação de Nascentes. De acordo com Silva (2019), o PD de Inhumas apresenta duas unidades de planejamento hídrico, denominadas de macrozonas: a de proteção ambiental e a de restrição à ocupação. A primeira caracteriza-se por paisagens naturais voltadas à preservação, formadas pelas faixas marginais do Rio Meia Ponte, das nascentes e dos córregos Saleiro, Pé-de-Pato, Santa Rita, Grotão, Goiabeiras, Bambuzinho, Cemitério e Cedro. A segunda unidade se caracteriza pela presença de áreas ambientalmente frágeis em função dos aspectos do relevo, como declividades acentuadas (maior que 40%) e afloramento do lençol freático com formação de nascentes.

O último PD analisado foi o do município de Trindade. Dentre as diretrizes de caráter ambiental previstas nesse plano, destaca-se o enquadramento como patrimônio natural do município Córrego Arrozal e sua respectiva Área de Proteção Ambiental, em função da extrema importância desse curso d'água no abastecimento público municipal. O plano ainda disciplina sobre a preservação da APA e das APPs do Córrego Arrozal, mas também direciona ações quanto a outros mananciais que abastecem o município, como os córregos Arrozalinho, Barro Preto, Miranda e Anil e o Ribeirão Bruacas.

Ao fim dessa análise introdutória dos Planos Diretores, busco identificar o posicionamento dos municípios acerca da legislação ambiental voltada aos instrumentos de conservação dos recursos hídricos, tendo em vista a atual situação de crise hídrica evidenciada na região metropolitana. Mesmo havendo outros instrumentos na ordem federal e estadual, como a Política Nacional do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos, o papel local dos municípios é fundamental para a efetivação da legislação ambiental, a fim de ser aplicada dentro do contexto e das particularidades de cada local. Nota-se que ainda existe muito a fazer, frente à complexidade das ferramentas normativas e da frequente ausência de uma visão integrada dos diferentes aspectos da paisagem que se correlacionam no território municipal e intermunicipal, a exemplo dos rios e das bacias hidrográficas, que não se restringem aos limites administrativos.

Nesse contexto de imensa diversidade municipal sobre os mais diferentes aspectos (sociais, econômicas e ambientais), tem sido discutida recentemente a formulação de um Plano Diretor da Região Metropolitana de Goiânia (PDI-RMG, 2017). O projeto para elaboração desse plano está previsto no Estatuto da Metrôpole (Lei nº13.089, de 12 de janeiro de 2015). Ele dispõe sobre as diretrizes da governança interfederativa das Regiões Metropolitanas. A proposta seria integrar os planos diretores municipais ao Plano da Região Metropolitana de Goiânia (SECIMA, 2015).

Entre os anos de 2015 e 2017, foram elaborados diagnósticos sobre diferentes aspectos da RMG, considerando as condições ambientais, socioeconômicas, de desenvolvimento urbano, de mobilidade urbana e de gestão e governança. Isso foi extremamente importante porque, nesse processo, foram envolvidos representantes do Estado e dos municípios que integram a região, contando também com representantes da sociedade civil. Além da ampla participação, destaca-se a construção de um banco de dados espaciais sobre informações metropolitanas geradas ao final dessa primeira fase de elaboração do PDI-RMG (2017). Diante da ausência ainda frequente de uma base de dados e informações georreferenciadas na escala do município e no âmbito metropolitano, os diagnósticos podem ser instrumentos importantes para o processo de gestão, principalmente para direcionar os municípios que ainda não elaboraram seus PDs ou os têm desatualizados.

No que se refere à estrutura do arranjo institucional da RMG, a mesma está baseada no seguinte aparato legal: Lei nº 17.257/2011, responsável por criar a Secretaria de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Goiânia; Lei Complementar nº 27, de dezembro de 1999, e Decreto nº 5.193, de 17/03/2000, que dispõem sobre o Conselho de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Goiânia (CODEMETRO); Lei Complementar nº 27, de 30 de dezembro de 1999, que cria a Região Metropolitana de Goiânia; e o Decreto nº 5.192 de 17/03/2000, que cria o Fundo de Desenvolvimento Metropolitano de Goiânia (FUNDEMETRO) (Figura 49).

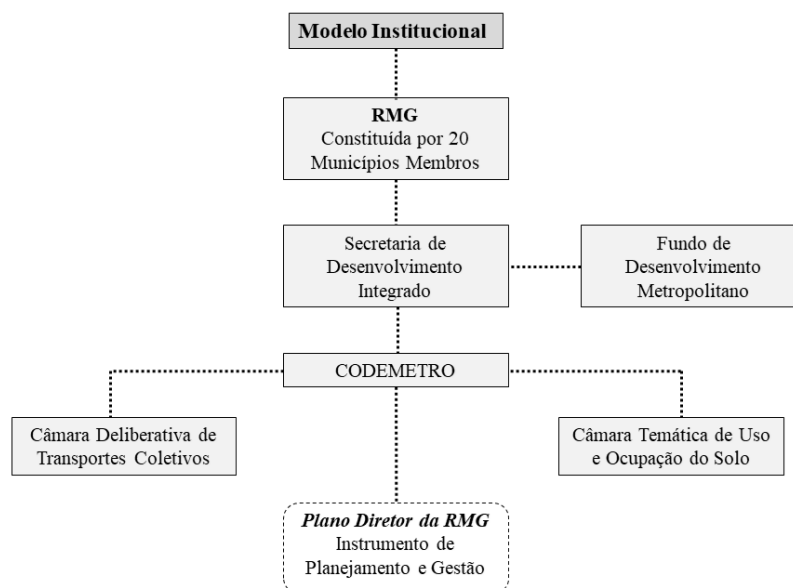


Figura 49 – Estrutura institucional da Região Metropolitana de Goiânia.
Fonte: IPEA (2012). Adaptado pela autora (2019).

Nesse modelo, destaca-se a Câmara Temática de Uso e Ocupação do Solo, que influencia diretamente o aspecto hídrico. Contudo, as câmaras temáticas que compõem o CODEMETRO ainda não estão em funcionamento, com exceção a da Câmara de Transporte Coletivo (PMTTC) (CUNHA, 2016). Nesse sentido, quanto aos instrumentos de gestão de águas que atuam direta e indiretamente na RMG, sobressaem o comitê interstadual do Rio Paranaíba e os comitês de bacias estaduais do Rio Meia Ponte e dos Rios Turvos e dos Bois, que também têm tido dificuldades na efetivação de uma gestão participativa da água.

De acordo com o que foi apresentado e discutido ao longo deste capítulo, observa-se que ainda há muito o que se fazer para que se alcance um processo de planejamento e gestão de recursos hídricos sustentáveis. São muitos os entraves políticos, técnicos, sociais e culturais a serem superados. As constantes disputas que existem no território refletem diretamente no uso e na ocupação do espaço e no processo de tomada de decisão, que geralmente acaba por beneficiar alguns em detrimento de muitos. No contexto da era da informação, os produtos de Sensoriamento Remoto, os Sistemas de Informação Geográfica e todo o aparato imiscuído nas geotecnologias têm oferecido aplicações múltiplas para a gestão de recursos hídricos. Todavia, é preciso ir além do que é gerado pelo geoprocessamento, buscando incluir nessa análise os conflitos de interesse por parte dos usuários, do Estado e da população em geral.

Nesse sentido, a partir da análise ambiental através do SIG, apresento um diagnóstico da situação dos recursos hídricos da Região Metropolitana de Goiânia, através do recorte espacial das suas Áreas de Preservação Permanente, para, com isso, expor indicativos, propostas e alternativas quanto à gestão dessas áreas especialmente protegidas, essenciais para a manutenção da qualidade e da quantidade dos recursos hídricos metropolitanos.

4.3. AVALIAÇÃO AMBIENTAL DAS APPs DA RMG

4.3.1 Mapeamento e Quantificação das APPs

A partir dos dados da rede hidrográfica e com o auxílio do modelo digital de elevação, foram mapeadas as APPs da Região Metropolitana de Goiânia. Dentre as modalidades previstas no Código Florestal Federal e Estadual (BRASIL, 2012; GOIÁS, 2013), foram selecionadas para esta pesquisa as APPs localizadas nas áreas marginais de cursos d'água, de nascentes e de lagos e lagoas. O mapeamento permitiu a quantificação de cada modalidade de

APP estudada em relação à sua representação percentual e de área, conforme é apresentado na tabela a seguir (Tabela 22).

Tabela 22 – Distribuição das APPs na RMG.

Categoria de APP		Critério de Delimitação Largura do rio (m)	Extensão da APP Largura da faixa marginal (m)	km ²	%
Fluvial		< 10 m	30 m	548,69	68
		10 – 50 m	50 m	61,85	7,67
Nascente		Raio de 50 m ao redor da nascente		108,77	13,48
Lagos e lagoas	Rural	Raio de 50m ¹² (lagos e lagoas < 20ha de superfície)		87,56	10,86
	Urbana	Raio de 30 metros		15,28	1,89
TOTAL				806,88	100

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Em função da escala de detalhe do mapeamento (1: 10.000) e da extensão territorial da RMG (7.312,96 km²), o mapa das Áreas de Preservação Permanente quando impresso acaba comprimindo algumas informações. Por isso, para facilitar a visualização e a distinção dos elementos representados, foram expostas áreas amostrais com o maior zoom a fim de auxiliar a leitura do mapa das APPs, como pode ser observado na figura 50.

Foram mapeadas 14.434 nascentes e olhos d'água nos 20 municípios que compõem a área de pesquisa, incluindo nascentes perenes, que apresentam fluxo contínuo, nascentes temporárias, cujo fluxo apenas ocorre na estação chuvosa, e nascentes efêmeras, que surgem durante a chuva, permanecendo por apenas alguns dias ou horas (CALHEIROS et al., 2004). A área de pesquisa apresenta regiões de relevo mais dissecado, com maiores altitudes e alta declividade, onde se concentram algumas áreas importantes de cabeceiras de drenagem, como no setor sudoeste de Aparecida de Goiânia, referente ao Parque Municipal Serra da Areia (PMSA) (Figura 51), e entre os municípios de Trindade e Abadia de Goiás, mas principalmente no setor nordeste da RMG, onde estão localizadas as principais bacias de captação de água, os rios Meia Ponte e Ribeirão João Leite.

¹² Todos os lagos e lagoas mapeados na zona rural da RMG enquadram-se na metragem de proteção de 50m, com exceção a barragem do Ribeirão João Leite, que neste caso é de 100 metros (Resolução CONAMA nº 004/85).

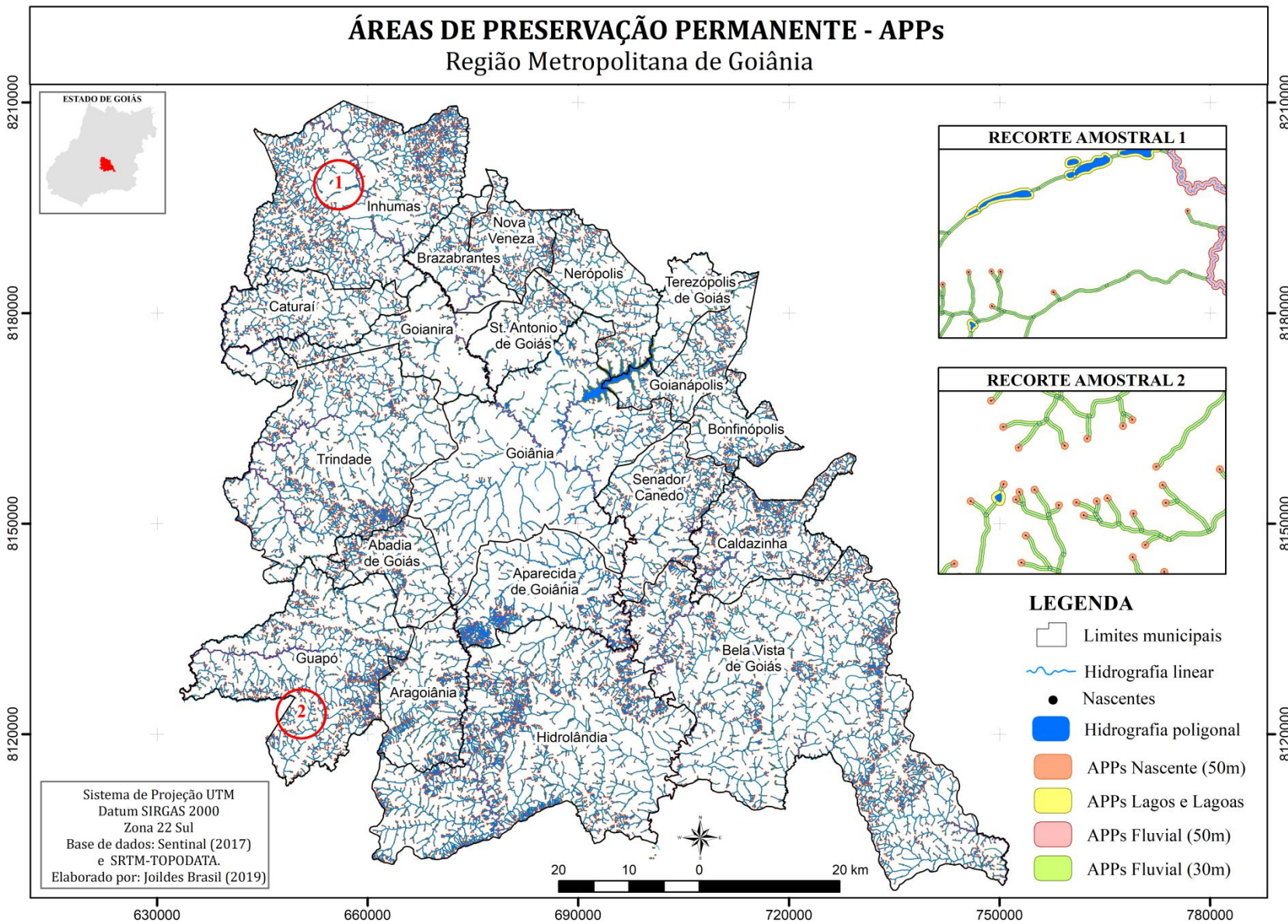


Figura 50 – Mapa de APPs da RMG.

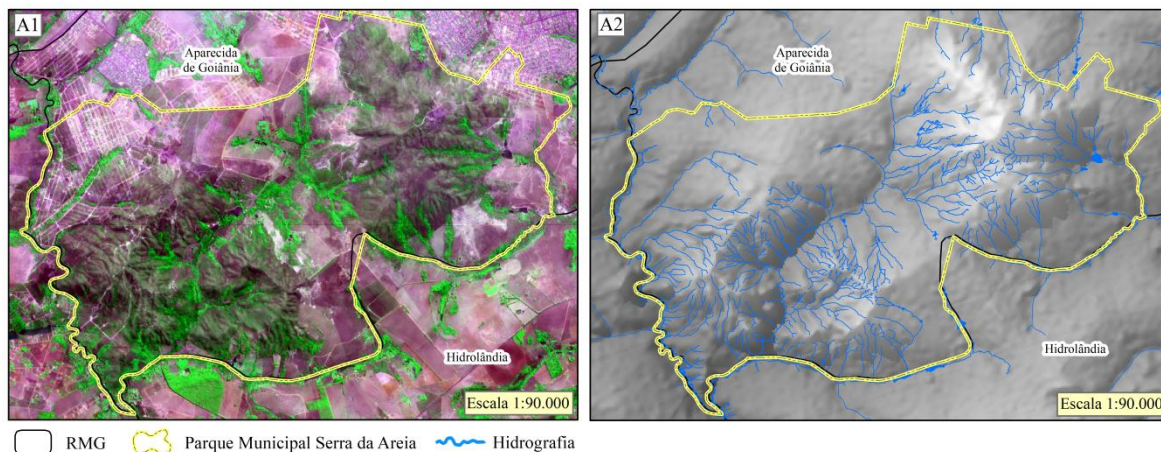


Figura 51 – A figura A1 é representada por uma imagem Sentinel - 2 de 2017 do PMSA, enquanto que a figura A2 apresenta o MDE com a rede hidrográfica. A área do parque apresenta relevo bastante movimentado, com superfícies dissecadas e concentração de áreas de afloramento.

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

O PMSA é formado por um relevo do tipo denudacional, com presença de morros e colinas, fazendo com que a superfície seja fortemente dissecada e entalhada pela ação fluvial, como pode ser observado na figura anterior. O parque é uma região de grande importância, devido à presença significativa de olhos d'água e nascentes, em especial as nascentes dos rios Dourados, São Antônio e Lages, que formam sub-bacias tributárias da bacia do rio Meia Ponte.

Foram identificados 3.116 tipos de massas d'água na RMG, classificadas dentro da categoria de APPs Lagos e Lagoas. Na área de pesquisa, predominam pequenos e médios lagos artificiais, os quais são destinados principalmente à dessedentação animal e à manutenção de atividades agrícolas. No contexto rural, são observados os maiores percentuais dessa categoria de APP (10,65 %), enquanto que na área urbana ela representa 1,86%. A maior massa d'água registrada na RMG se refere ao lago que se formou a partir da barragem do Ribeirão João Leite (Figura 52). Apesar de existirem opiniões controversas quanto à funcionalidade da barragem, a mesma foi construída com o objetivo de abastecer toda Goiânia e Região Metropolitana. Atualmente a barragem encontra-se nos limites da APA do João Leite, sendo, portanto, uma unidade de conservação de uso sustentável.

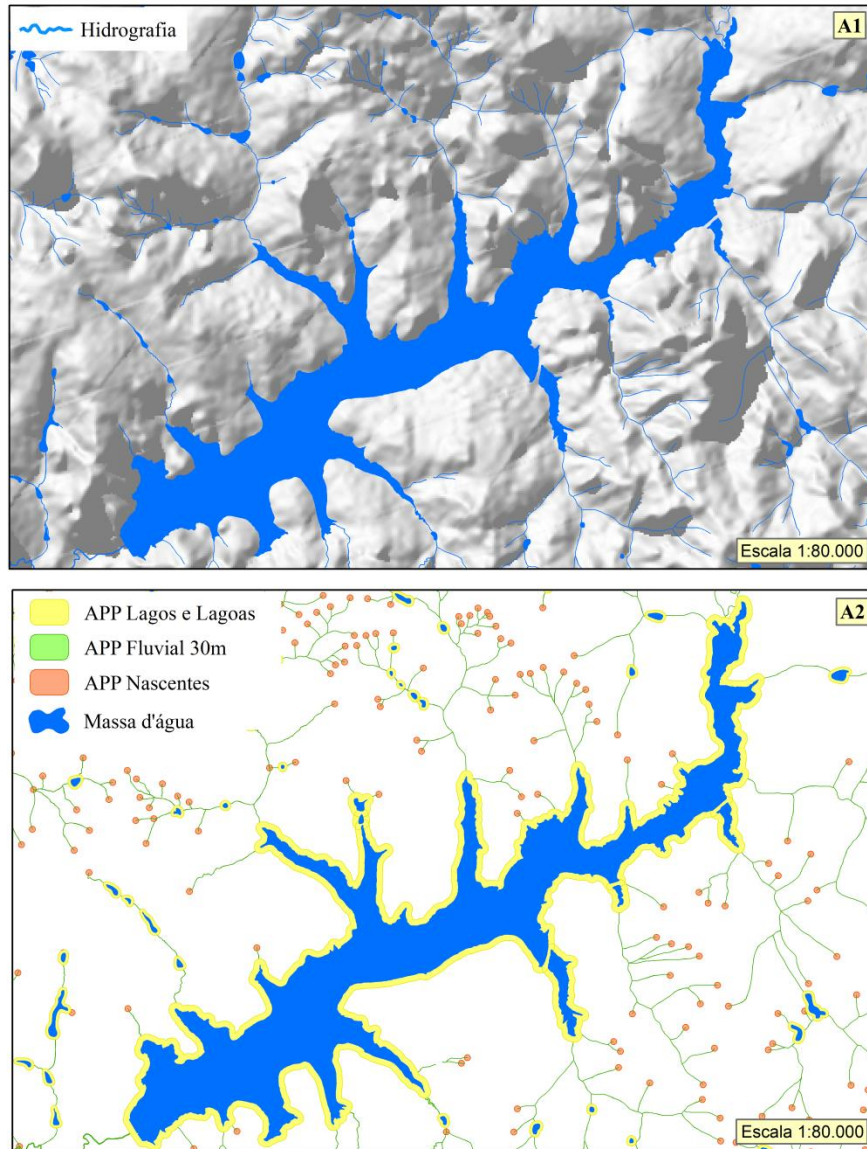


Figura 52 – Recorte amostral com a localização do lago do Ribeirão João Leite, situado entre os limites municipais de Goiânia, Goianápolis, Nerópolis e Terezópolis de Goiás.
 Fonte: Elaborado pela autora (2019).

As APPs fluviais (ou zona ripária) representam a maior participação entre as categorias de APPs mapeadas, equivalentes a 75,67% da área total, sendo identificadas como APPs fluviais de duas modalidades, de 30 m e de 50 m, conforme estabelece nas legislações ambientais (BRASIL, 2012; GOIÁS, 2013). Em termos quantitativos, as APPs mapeadas (fluviais, nascentes, lagos e lagoas) representam 806,88 km², equivalentes a 10,98% da área total da RMG. A base de dados gerada com o mapa de APPs deu suporte para a análise posterior quanto aos tipos de uso e cobertura da terra que ocorrem em conformidade ou não com o que é permitido por lei para esses espaços. Com o objetivo de identificar a situação de preservação dessas áreas e apontar possíveis conflitos de uso, conforme discutiremos a seguir.

4.3.2 Uso e Cobertura da Terra na RMG e nas suas APPs

O padrão da distribuição dos tipos de uso e cobertura da terra das APPs mapeadas segue a lógica do contexto regional da área de pesquisa, conforme foi apresentado no Capítulo 2. Esse padrão é resumidamente ilustrado na figura 53. Destaca-se a ação antrópica na configuração da paisagem metropolitana, principalmente quanto aos impactos das estruturas urbanas e da atividade agropecuária, que têm afetado diretamente a qualidade ambiental dos cursos d'água da região, o que é um reflexo da ocupação irregular das APPs.

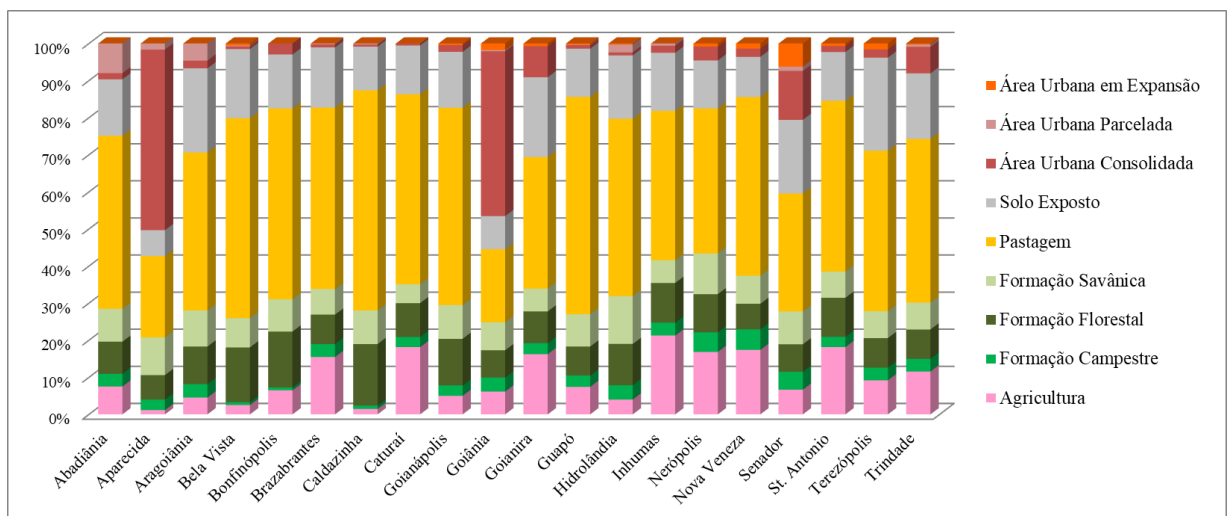


Figura 53 – Síntese da distribuição percentual de cada tipo de uso e cobertura identificado por município da RMG.

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

A partir do mapa de uso e cobertura das APPs (Figura 54), foram quantificados os dados de área e porcentagem por classe para cada modalidade de APP estudada, como podem ser analisados na tabela 23 e na figura 55. É significativa a predominância da classe de pastagem nas APPs nascentes e nas APPs lagos e lagoas, com representatividade de 44,97% e 40,17%, respectivamente. Percebe-se uma diminuição dos valores dessa classe nas outras modalidades de APPs fluviais, mas ainda sim elevados, ocorrendo em 23,13% das APPs 30m e 19,95% das APPs 50m.

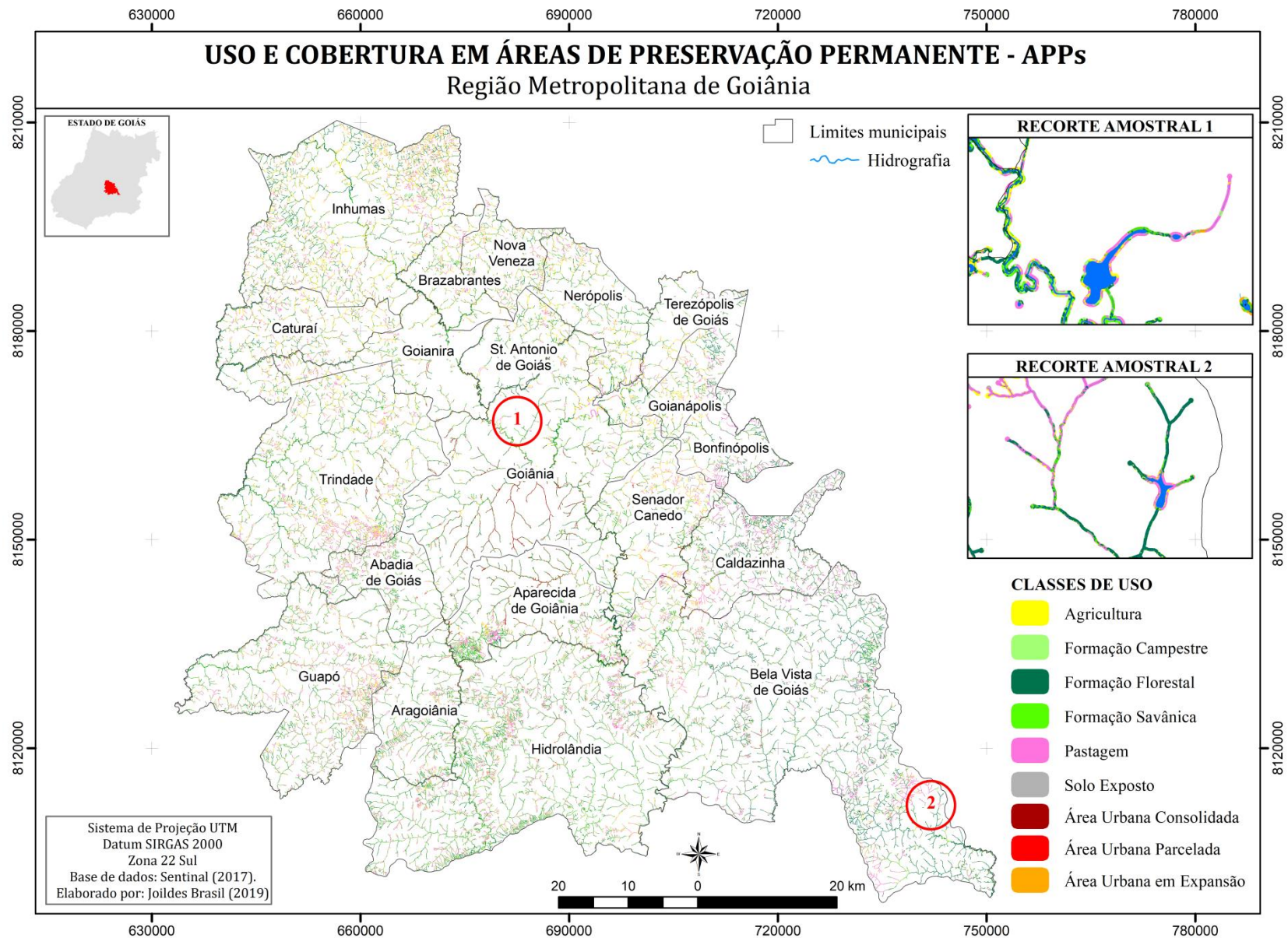


Figura 54 – Mapa de uso e cobertura das APPs da área de pesquisa.

Tabela 23 – Distribuição das classes de uso e cobertura nas APPs da RMG.

Uso e Cobertura APPs Fluviais 30m	Km²	%
Agricultura	64,17	11,69
Formação Campestre	31,25	5,69
Formação Florestal	182,60	33,28
Formação Savânica	112,87	20,57
Pastagem	126,95	23,13
Solo Exposto	20,03	3,65
Área Urbana Consolidada	9,84	1,79
Área Urbana Parcelada	0,41	0,07
Área Urbana em Expansão	0,53	0,09
Uso e Cobertura APPs Fluviais 50m	Km²	%
Agricultura	4,11	6,65
Formação Campestre	3,41	5,516
Formação Florestal	26,10	42,20
Formação Savânica	13,86	22,41
Pastagem	12,34	19,95
Solo Exposto	1,33	2,16
Área Urbana Consolidada	0,51	0,83
Área Urbana Parcelada	0,14	0,23
Área Urbana em Expansão	0,02	0,03
Uso e Cobertura APPs Nascentes	Km²	%
Agricultura	11,52	10,59
Formação Campestre	4,64	4,27
Formação Florestal	17,40	16,00
Formação Savânica	15,70	14,43
Pastagem	48,91	44,97
Solo Exposto	9,05	8,32
Área Urbana Consolidada	1,20	1,10
Área Urbana Parcelada	0,14	0,13
Área Urbana em Expansão	0,15	0,14
Uso e Cobertura APPs Lagos e Lagoas	Km²	%
Agricultura	11,27	12,87
Formação Campestre	4,46	5,10
Formação Florestal	12,18	13,90
Formação Savânica	10,30	11,77
Pastagem	35,18	40,17
Solo Exposto	11,03	12,60
Área Urbana Consolidada	2,20	2,51
Área Urbana Parcelada	0,36	0,41
Área Urbana em Expansão	0,55	0,63

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

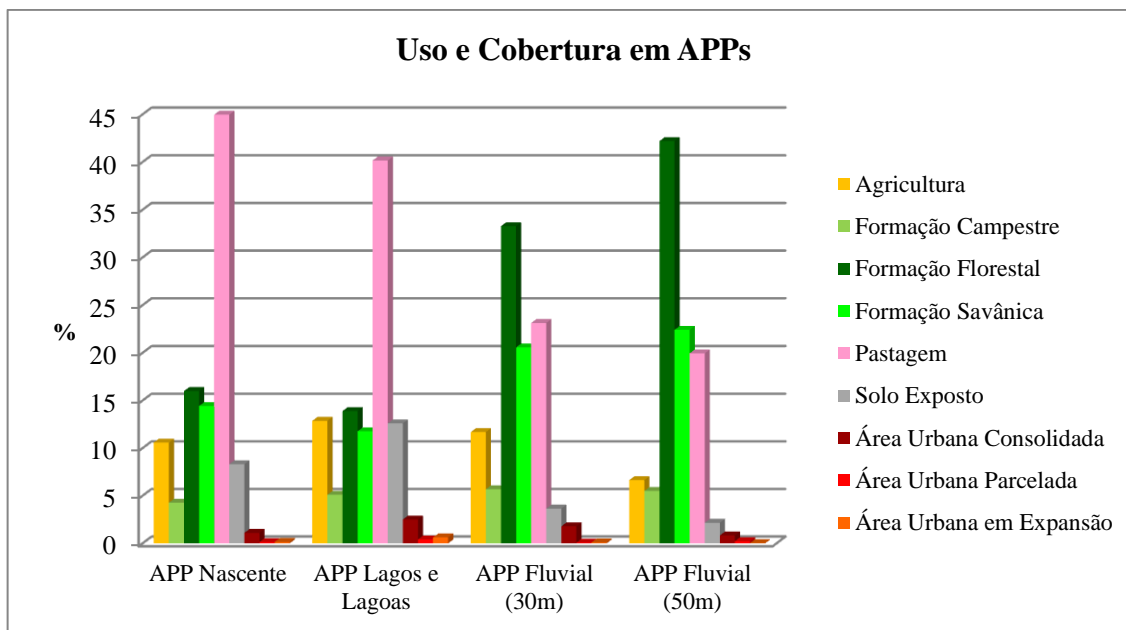


Figura 55 – Distribuição das classes de uso e cobertura nas APP mapeadas.

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Os remanescentes de vegetação identificados (Formações Campestre, Florestal e Savânica) apresentam as maiores porcentagens nas margens dos leitos fluviais, mas, mesmo assim, não atingem nem 50% da área das APPs dessa categoria. A descaracterização desses ambientes, que por lei deveriam ser preservados, acaba por comprometer a dinâmica natural e a prestação dos serviços ambientais a eles vinculados. A ocupação urbana, apesar de ser a menor em termos de representatividade, também gera desequilíbrio a esses ambientes, uma vez que está relacionada principalmente ao grau de impermeabilização dos lotes. A falta de infraestrutura para drenagem urbana, o crescimento populacional e a ocupação irregular de áreas ambientalmente frágeis tornam o meio ambiente ainda mais suscetível a processos como a erosão acelerada.

Apesar do setor agropecuário não ser o mais influente na economia do cenário metropolitano em função, por exemplo, do alto custo da terra, é significativo o uso das classes de pastagem e agricultura nas APPs da RMG. A pastagem ocupa, entre as categorias de APPs, 44,97% das nascentes, 40,17% dos lagos e lagoas, 23,13% das fluviais de 30 m, e 19% das fluviais de 50 m. Enquanto que a agricultura representa percentuais de uso nas APPs de 10,59% das nascentes, 12,87% dos lagos e lagoas, 11,69% das fluviais de 30 m, e 6,65% das fluviais de 50 m. Diante da heterogeneidade dos municípios metropolitanos, são observados padrões de uso e ocupação do solo que muitas vezes se estendem ao espaço das APPs. Nesse sentido, discorro a seguir sobre os conflitos de uso nas APPs metropolitanas.

4.3.3 Conflito de Uso em APPs

Com base na análise dos dados de uso e cobertura da terra nos limites das Áreas de Preservação Permanente da RMG, foi possível identificar conflitos de uso nesses espaços, a partir da dissimetria evidenciada entre o que é previsto na legislação ambiental brasileira e os usos efetivos das APPs, que geralmente possuem finalidades econômicas ou ocupacionais. Considerando a importância das APPs para um ambiente ecologicamente equilibrado e seu caráter de intocabilidade, assistido por lei (BRASIL, 2012), foram reclassificadas as classes de uso e cobertura da terra em duas categorias de situação das APPs: preservada e degradada. A partir de um panorama geral, é possível observar na tabela 24 a situação das APPs da área de pesquisa.

Tabela 24 – Distribuição das APPs preservadas e degradadas na RMG.

APP na RMG	Preservada (%)	Degradada (%)
APP fluvial 30 m	59,5	40,5
APP fluvial 50m	70,1	29,9
APP nascentes	34,7	65,3
APP lagos e lagoas	30,7	69,3

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Dentre as categorias de APPs discutidas na tese, a mais comprometida em termos de conservação é a APP de lagos e lagoas, com apenas 30,7% das suas áreas devidamente ocupadas por vegetação nativa. Quase 70% desse tipo de APP apresenta uso conflitante, ocupada principalmente pelas classes de pastagem (40,17%), agricultura (12,87%) e solo exposto (12,6%). Como já foi discutido por Borges (2008) e Rosin (2016), as APPs ao redor de lagos, lagoas, represas e reservatórios naturais ou artificiais foram por muito tempo um conceito mal discutido na legislação, e, quando inseridas no CFB (BRASIL, 1965), não dispunham de métricas específicas para sua preservação. Contudo, é fato que as alterações antrópicas, como construções de barragens, represas ou reservatórios artificiais, causam impactos ao meio ambiente, e, por isso, cabe dentro do processo de licenciamento ambiental estipular as dimensões para faixas de amortecimento (ou proteção) desses ambientes, considerados a partir da Resolução do CONAMA nº 4/1985 como reservas ecológicas.

A segunda categoria com maior índice de ocupação irregular é a APP do tipo nascente, com 65,3% das suas áreas ocupadas por uso conflituoso perante a legislação, onde quase 50% são zonas de pastagem. Isso é um dado bastante preocupante, uma vez que esses ambientes são extremamente importantes por serem os locais de cabeceiras das bacias hidrográficas,

essenciais à manutenção da quantidade e qualidade da água. No caso da RMG, que já está passando por um cenário de desabastecimento de água nos últimos anos, esses dados vêm a contribuir como um alerta das condições que se encontram os mananciais e as áreas de nascentes da região.

As APPs fluviais apresentam grau de degradação um pouco menor do que as categorias anteriores, mas ainda os conflitos existem em 40,5% das APPs fluviais de 30 m e 29,9% das APPs fluviais de 50 m. Em ambas as tipologias de APPs, predominam o uso de pastagem e agricultura, seguindo a lógica de ocupação regional. Acredita-se que o percentual de APPs preservadas das duas modalidades possa ter relação com algumas políticas relacionadas ao principal rio de abastecimento público de água da região, o rio Meia Ponte. Como exemplo do decreto nº 5.496 de outubro de 2001, que fixa regras para o licenciamento ambiental para instalação de novos empreendimentos na bacia do rio Meia Ponte, e o decreto nº 6.210, de 29 de julho de 2005, que introduz alterações no supracitado decreto.

De acordo com o decreto nº 5.496 (GOIÁS, 2001), em função da extrema importância da bacia hidrográfica do rio Meia Ponte para a RMG, e diante do expressivo grau de degradação que se encontra a referida bacia, o licenciamento ambiental para instalação de novos empreendimentos potencialmente poluidores nas proximidades da bacia do Rio Meia Ponte devem cumprir os seguintes requisitos:

- I – afastamento mínimo, da **cota máxima de inundação**, de **mil metros** do leito do rio e de **duzentos metros** de seus afluentes;
 - II – apresentação do EIA/RIMA e/ou estudos técnicos específicos;
 - III – aprovação prévia do CEMAM, a critério da Agência Goiana do Meio Ambiente. (grifo em negrito acrescentado).
- (GOIÁS, 2001)

Apesar do decreto apresentar critérios mais restritivos de proteção para as faixas marginais do rio Meia Ponte e seus afluentes, se comparado à legislação federal (BRASIL, 2012), e mesmo à RMG tendo 59,7% da sua área dentro dos limites dessa bacia, observa-se que não houve o cumprimento do que é previsto no texto legal (GOIÁS, 2001), como pôde ser visto no contexto das APPs da região metropolitana. Ainda assim é importante chamar atenção para esse tipo de ação, voltada à preservação ambiental, principalmente num cenário de extrema flexibilização das leis ambientais, tal como vem ocorrendo no Brasil.

Diante das porcentagens de degradação das APPs da região metropolitana, é compreensivo o cenário de crise hídrica anunciado pelo decreto nº 9.176, de 09 de março de 2018, que declara situação de emergência nas Bacias dos Rios Meia Ponte e João Leite

(GOIÁS, 2018). Mesmo assim, no presente ano, o Governador do Estado de Goiás, Ronaldo Caiado, assinou o decreto nº 9.445, de 09 de maio 2019, que revoga o decreto nº 5.496 de outubro de 2001 e o decreto nº 6.210 de 2005, que apresentavam regras para o licenciamento ambiental na bacia do rio Meia Ponte. Dentre as possíveis interpretações do decreto nº 9.445, entende-se que o mesmo não respeita o *princípio da proibição de proteção deficiente*, uma vez que tal decreto não assegura padrões mínimos adequados para a proteção do direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado. Pelo contrário, mais uma vez, assim como foi com o CFB (BRASIL, 2012), o decreto anistia aqueles que estavam irregulares perante o decreto anterior (nº 5.496 /2001).

A figura 56 representa esses conflitos nas APPs a partir da perspectiva dos municípios membros da RMG para compreender como na esfera local tem sido observado o cumprimento da legislação. A partir do mapa síntese da situação das APPs, observa-se a degradação de mais de 40% das APPs de quase todos os municípios da região metropolitana, com exceção de Hidrolândia (38%) e Bela Vista de Goiás (37%). Os municípios no setor norte da RMG são os que apresentam menores percentuais de áreas preservadas. Neles, estão localizadas as principais bacias de captação e abastecimento público de água.

Goiânia e Aparecida de Goiânia são os municípios com maiores percentuais de APPs preservadas, mas ainda assim os números não são muito distantes da média regional. A ausência dos planos diretores em alguns municípios da RMG e a falta de fiscalização para o cumprimento da legislação ambiental permitem que a questão seja tratada com menos importância do que deveria ter. As consequências desse descaso são evidenciadas nos problemas de ordem socioambiental presentes na área de pesquisa, afetando principalmente a qualidade do solo (LIMA; FERREIRA; FERREIRA, 2018) e os recursos hídricos (LINO, 2013; BELIZÁRIO, 2014; NUNES, 2017).

O uso irregular das APPs e o descumprimento da legislação ambiental não são exclusivos do contexto da área de pesquisa. Atualmente, no cenário de políticas públicas e instituições ambientais no Brasil, há uma falta de comprometimento por parte dos governos acerca do tema. Ainda que o país seja uma referência mundial no que tange a suas leis ambientais e ao seu importante conjunto de áreas protegidas (equivalentes a 30% do território), mesmo assim “a estrutura de fiscalização e regularização ambiental do país foi desmontada e o pouco que sobrou está paralisado” (LE MONDE DIPLOMATIQUE BRASIL, 2019, p. 4).

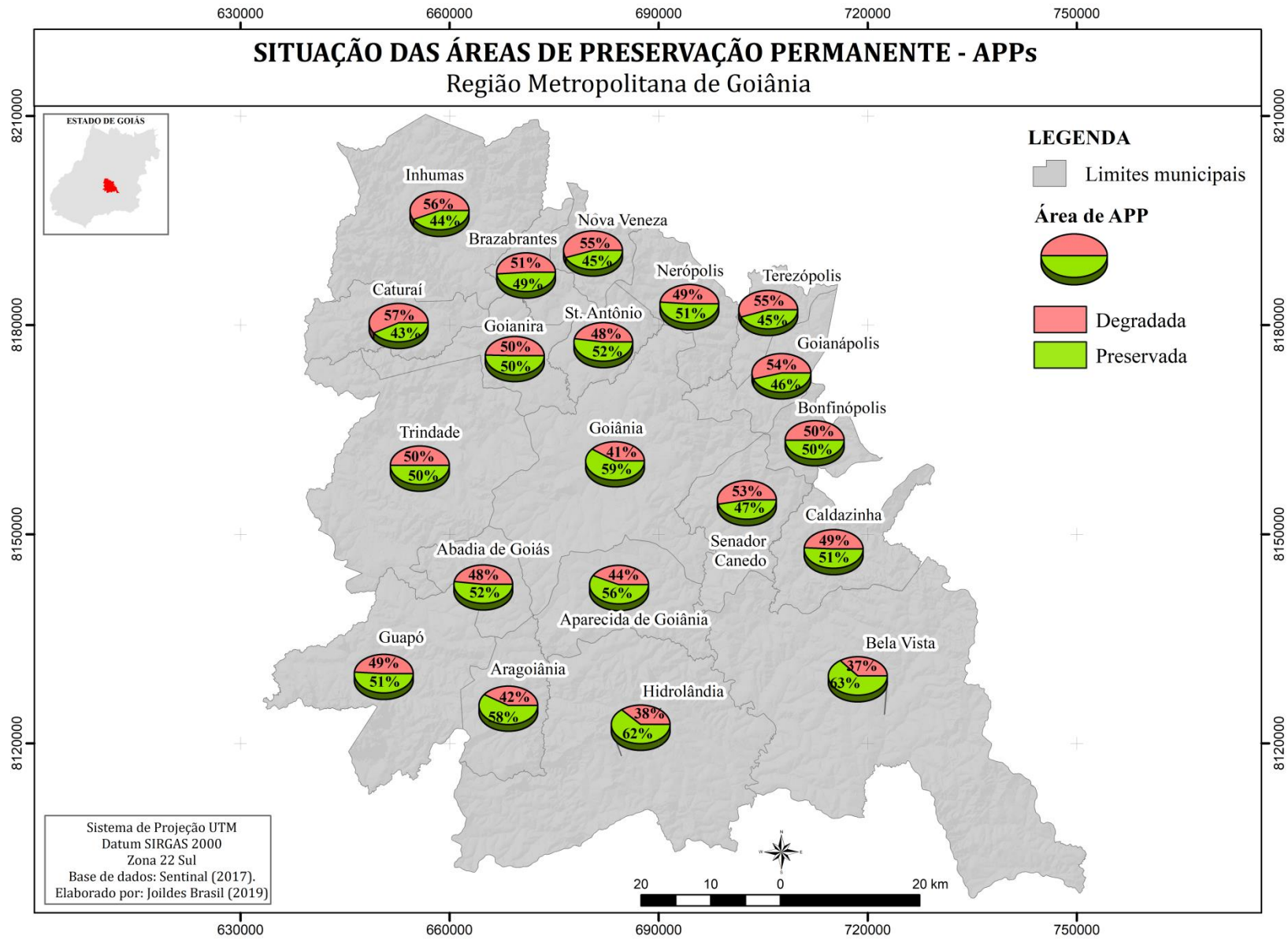


Figura 56 – Mapa de situação das APPs da área de pesquisa.

Diante dos conflitos de uso e ocupação, descumprimento da lei, fiscalização ambiental deficiente e desinteresse dos tomadores de decisão, é preciso refletir sobre o rumo ambiental que está caminhando o Brasil e a que interesse e objetivo servem a atual política de desmatamento. A fim de justificar a importância e a manutenção das APPs, apresento a seguir uma caracterização física delas, indicando suas fragilidades ambientais naturais e as potencializadas pelo uso antrópico, com o objetivo de tornar clara a necessidade e a urgência de uma nova forma de ocupar esses espaços.

4.3.4 Aspectos do Relevo e do Solo na Fragilidade Ambiental das APPs

A caracterização ambiental das APPs da RMG foi elaborada a partir da análise conjunta das variáveis ambientais relevantes no processo de transformação do solo e do relevo, a partir da discussão de produtos temáticos analíticos, como mapa de hipsometria, declividade e solos (Figuras 57, 58 e 59). A análise altimétrica permite entender um pouco da dinâmica de fluxos de energia e matéria, onde se observa a variação topográfica das APPs. De acordo com a figura 58 e tabela 25, percebem-se altitudes superiores a 845 m nas APPs dos setores norte, leste e sudeste da área de pesquisa, próximas às áreas de cabeceiras do rio Meia Ponte, ribeirão João Leite, ribeirão Sozinha e rio Piracanjuba¹³. As APPs com menores altitudes registradas (de 552 a 711 m) localizam-se na porção oeste e centro-sul da RMG, nas proximidades das bacias do ribeirão Arrozal (município de Trindade) e do ribeirão dos Pereiras (em Guapó), ambos localizados na bacia do rio Turvo e dos Bois. Essas áreas, por estarem em superfícies mais rebaixadas do terreno, em decorrência da força da gravidade, recebem maior aporte de sedimentos através dos processos naturais como erosão e escoamento superficial.

¹³ Ver página 108, figura 26, com a localização das bacias de captação de água que abastecem a área de pesquisa.

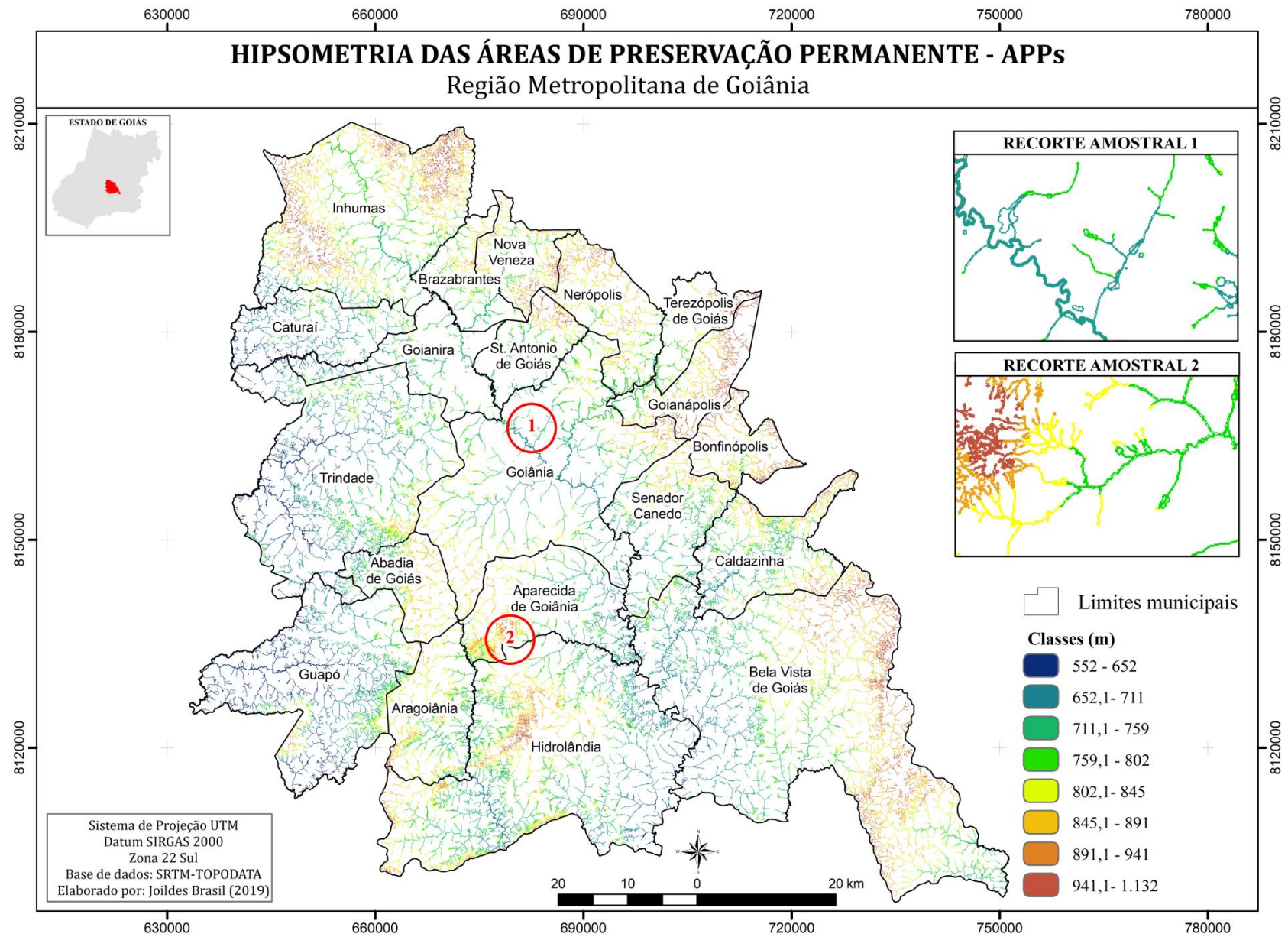


Figura 57 – Mapa hipsométrico das APPs da área de pesquisa.

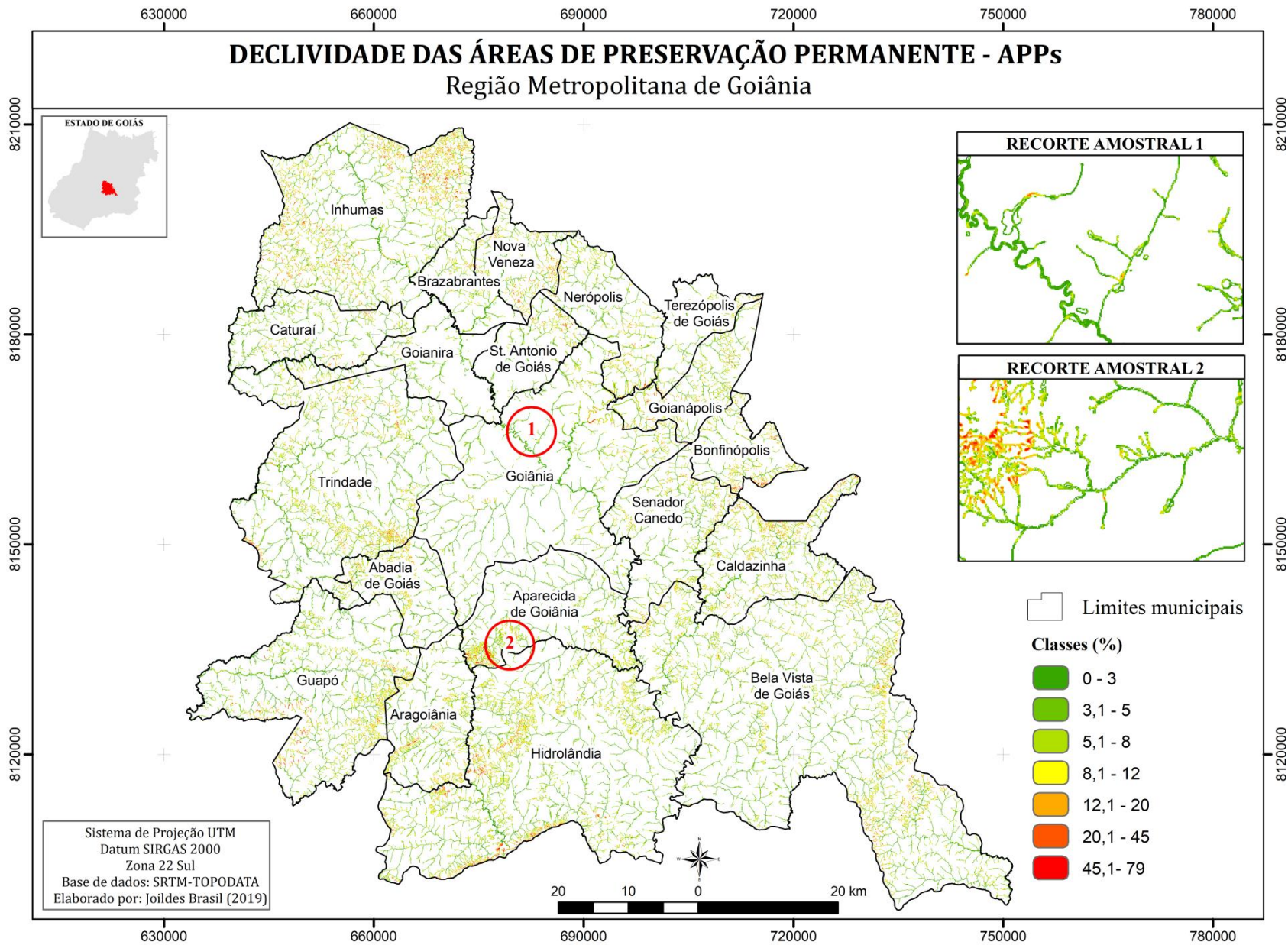


Figura 58 – Mapa de declividade das APPs da área de pesquisa.

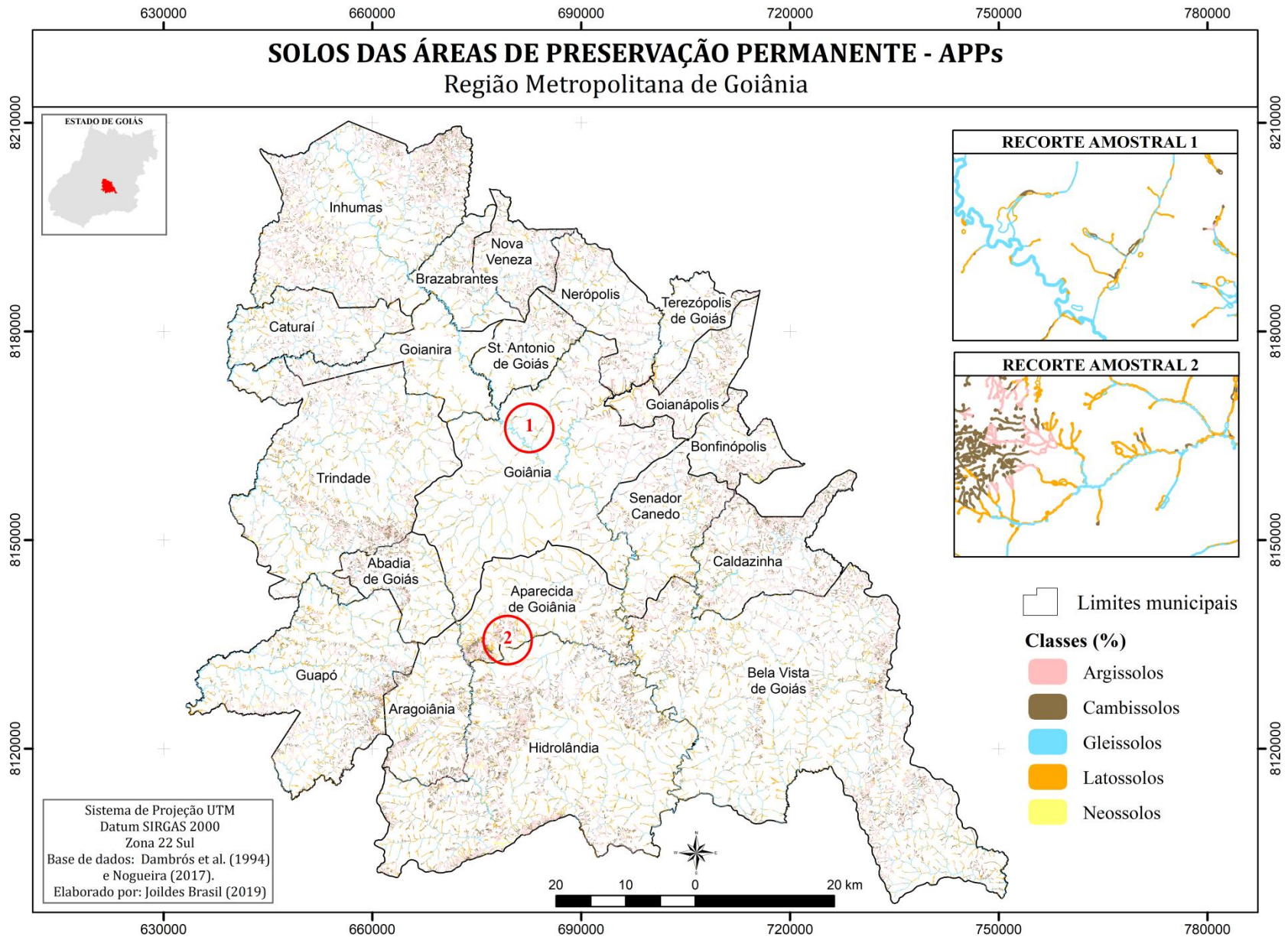


Figura 59 – Mapa de solos das APPs da área de pesquisa.

Tabela 25 – Distribuição das classes hipsométricas das APPs da RMG.

Classes	Km ²	%
551 - 665 m	64,10	7,96
665 - 723 m	137,64	17,09
723 - 770 m	168,22	20,88
770 - 812 m	146,81	18,22
812 - 854 m	118,30	14,69
854 - 900 m	87,65	10,88
900 - 959 m	64,25	7,98
959 - 1145 m	18,62	2,31

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

A variável declividade corrobora para a identificação de áreas de APPs mais suscetíveis a determinados processos morfopedológicos, como a denudação e a agradação. A partir da análise da tabela 26, percebe-se uma distribuição bastante variada da declividade nas APPs, onde 44,42% dessas áreas estão localizadas em declividades variando de 0 a 8%, onde se encontram superfícies com topografia pouco movimentada (relevo plano) à presença pontual de colinas e relevo com declives suaves. Por sua vez, 42,23% das APPs estão em relevos mais acidentados e escarpados, como na região próxima ao Parque Municipal Serra da Areia (Figura 57, recorte amostral 2). Áreas com altitudes mais elevadas, associadas a terrenos movimentados, dão condição a ambientes mais instáveis em termos de erosão, e, a depender do uso do solo aplicado, essa instabilidade natural passa a ser intensificada.

Tabela 26 – Distribuição das classes de declividade das APPs da RMG.

Classes	Tipo de relevo	Km ²	%
0 - 3 %	Plano	71,90	8,96
3,1 - 5 %	Suave ondulado	226,16	28,18
5,1 - 8 %		58,42	7,28
8,1 - 12 %	Ondulado	106,38	13,25
12,1 - 20 %		0,80	0,10
20,1 - 45%	Forte Ondulado	176,66	22,01
45,1 - 79%	Montanhoso	162,25	20,22

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

No tocante ao aspecto pedológico, a distribuição das classes de solos nas APPs é bastante homogênea, com exceção da classe dos Neossolos, que não excedem 2% do total (Tabela 27). Os Latossolos, por serem solos mais antigos e profundos, estão localizados principalmente nas áreas de topografia mais aplainada, com baixos valores de declividades. Já os solos mais jovens, como os Cambissolos associados aos Argissolos, ocorrem nos setores

com terreno mais movimentado (relevo forte ondulado/montanhoso), e, por isso, são pouco profundos e pedregosos. Os Gleissolos estão localizados principalmente nas superfícies mais rebaixadas do terreno, com destaque às áreas da planície fluvial do rio Meia Ponte.

Tabela 27 – Distribuição das classes de solos das APPs da RMG.

Classes	Km ²	%
Argissolos	231,91	28,74
Cambissolos	209,09	25,91
Gleissolos	166,86	20,68
Latossolos	185,19	22,95
Neossolos	13,94	1,73

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

A proposta dessa breve caracterização é elucidar a complexidade na interpretação da paisagem em Áreas de Preservação Permanente. Mais do que o fator locacional que limita a área de APP, existe uma dinâmica natural e particular para cada ambiente, em função da morfometria do relevo, material de origem, tipo de solo e do uso e da cobertura. A seguir, discorro sobre alguns conceitos importantes envolvidos nos processos erosivos, a partir do mapeamento da suscetibilidade e potencialidade à erosão laminar das APPs da RMG.

4.3.4 Suscetibilidade e Potencialidade a Erosão Laminar em APPs

A erosão é um fenômeno fundamental no processo de modelagem do relevo e do desenvolvimento do solo, ocorrendo basicamente a partir do desgaste, transporte e posterior sedimentação (agradção) de materiais e sedimentos originados da decomposição e desagregação das rochas e do solo. As alterações antrópicas que ocorrem na superfície, iniciadas pela retirada da cobertura natural, interferem diretamente na dinâmica natural, e consequentemente, no processo erosivo.

Dentre os tipos de erosões mais frequentes em solos tropicais, destaca-se a erosão hídrica (de origem pluvial), em função dos maiores valores de temperatura e umidade registrados nesses ambientes, refletindo em um elevado volume pluviométrico, que geralmente se concentra em alguns meses do ano (GUERRA, 2012). Esse tipo de erosão pode, por sua vez, se manifestar de forma linear ou laminar. As erosões lineares ocorrem a partir da formação de caminhos preferenciais do fluxo superficial e subsuperficial da água, que evoluem desde sulcos, ravinas até voçorocas. As erosões laminares, ou em lençol, ocorrem

através do escoamento contínuo e gradual da lâmina d'água, que remove sedimentos e nutrientes do solo de forma homogênea e lenta.

Diante do exposto, nesta seção da tese, analiso a suscetibilidade e o potencial à erosão laminar das Áreas de Preservação Permanente da área de pesquisa¹⁴. Cabe elucidar que a suscetibilidade à erosão laminar diz respeito à capacidade ou à predisposição que determinado ambiente apresenta para que o processo de erosão aconteça de forma gradual e homogênea (IPT, 1990; SALOMÃO, 1994; 1999; CPRM, 2014). Essa propensão é expressa por meio de classes de probabilidade de ocorrência do fenômeno.

Duas variáveis são fundamentais na compreensão da suscetibilidade à erosão, a saber, os aspectos do terreno, no que diz respeito à declividade, e o tipo de solo e suas propriedades texturais. Quanto maior for o declive, ou seja, quanto maior for a inclinação do terreno, cria-se um ambiente propício ao desgaste físico e ao transporte de sedimentos em superfície. O aspecto textural, por sua vez, associado aos fatores clinográficos, influencia nesse processo. Por exemplo, superfícies irregulares ou acidentadas onde ocorrem solos com textura arenosa ou siltosa (como os Neossolos e Cambissolos) geralmente apresentam maior suscetibilidade à erosão. Já ambientes com relevo mais plano, com solos mais profundos, de textura mais argilosa (como os Latossolos), tendem a ser mais resistentes à ação erosiva e, por isso, apresentam baixos índices de suscetibilidade.

A figura 60 e a tabela 28 permitem observar áreas com maior e menor propensão à formação de processos erosivos laminares. O mapa de suscetibilidade visualmente indica áreas mais suscetíveis em quase todos os setores. As classes I (Extremamente Suscetível) e II (Muito Suscetível) ocorrem em 55,97% das APPs, principalmente nas áreas com presença de Cambissolos, Argissolos e Neossolos, associados ao relevo movimentado. Eles são os ambientes mais críticos em termos de erosão e são também onde estão as principais bacias de abastecimento público da RMG, como pode ser observado nos municípios de Inhumas (bacia do rio Meia Ponte), entre Trindade e Abadia (próximo à bacia do Ribeirão Pereiras), em Aparecida (próximo à bacia do Córrego Lages) e na porção nordeste da RMG (nas bacias dos Ribeirões João Leite, Bonsucesso e Sozinha).

¹⁴ Foram elaborados na pesquisa mapas de suscetibilidade e potencialidade à erosão laminar para toda a Região Metropolitana de Goiânia. Contudo, nos Resultados e na Discussão, são apresentados os referidos mapas para o recorte das APPs. Os mapas completos da RMG podem ser visto no anexo 1 e 2.

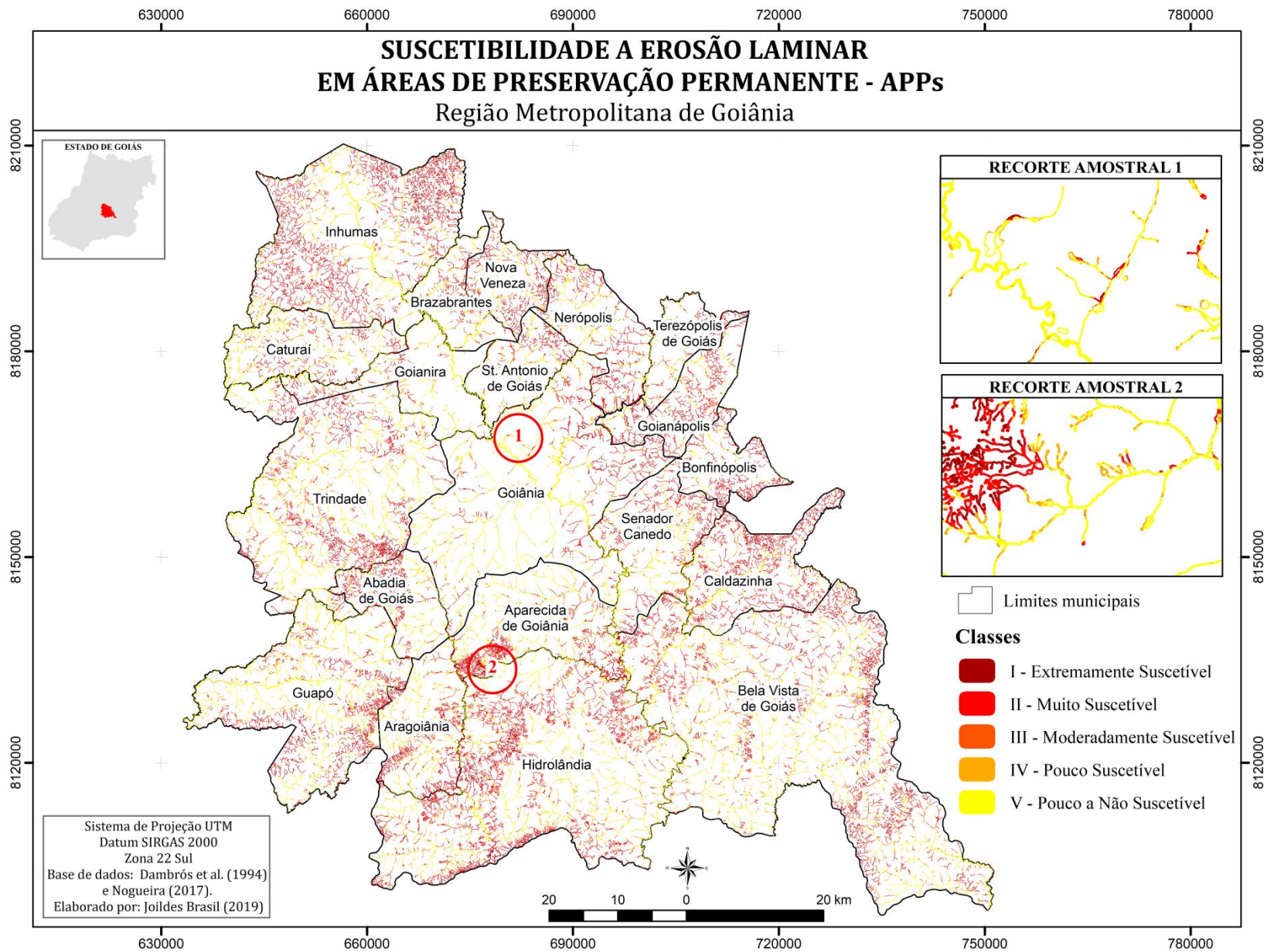


Figura 60 – Mapa suscetibilidade a erosão laminar das APP's da área de pesquisa.

Tabela 28 – Distribuição das classes de suscetibilidade à erosão laminar das APPs da RMG.

Classes	Km²	%
I - Extremamente Suscetível	162,18	20,10
II - Muito Suscetível	289,43	35,87
III - Moderadamente Suscetível	1,40	0,17
IV - Pouco Suscetível	88,90	11,02
V - Pouco a não Suscetível	265,09	32,85

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Menos de 1% das APPs se enquadra na classe III (Moderadamente Suscetível), enquanto que as classes IV (Pouco Suscetível) e V (Pouco a não Suscetível) representam 43,85% do total, estando diretamente associadas às APPs localizadas em baixas altitudes, com menor declividade (3 a 12%) e com solos de textura argilosa (Latosolos e Gleissolos). Se comparado com os dados de declividade e altitude, as áreas com menor índice à erosão coincidem com as APPs que estão em regiões mais aplainadas e rebaixadas da RMG, pelo fato de que, nesses ambientes, o escoamento superficial é menos intenso devido à gravidade, que, nessas circunstâncias, possibilita a formação de áreas de acumulação e depósito de sedimentos, ao invés de processos erosivos. Como na porção central das APPs de Goiânia, mas principalmente nas áreas marginais do curso principal do rio Meia Ponte.

Em relação ao potencial à erosão laminar, deve-se considerar que o conceito de potencialidade denota a capacidade ou predisposição natural que um determinado ambiente apresenta para o desenvolvimento de um fenômeno, nesse caso, o processo erosivo. A identificação dessa potencialidade é o resultado do cruzamento do mapa de suscetibilidade à erosão e o uso e a cobertura da terra. A partir da intersecção de ambos os dados, é possível identificar as áreas de APPs com maior sensibilidade para desencadear a formação de processos erosivos, considerando, nessa interpretação, as classes de potencialidade apresentadas por Salomão (1999).

Conforme pode ser observado na figura 61, foram identificadas na área de pesquisa 3 classes de potencialidade à erosão laminar, apresentadas em número romanos, que variam de I (Alto Potencial) a III (Baixo Potencial). De acordo com os dados, verificou-se potencialidade moderada em 47,48% das APPs mapeadas, enquanto que 52,52% enquadram-se nas classes de médio e alto potencial a processos erosivos laminares (Tabela 29).

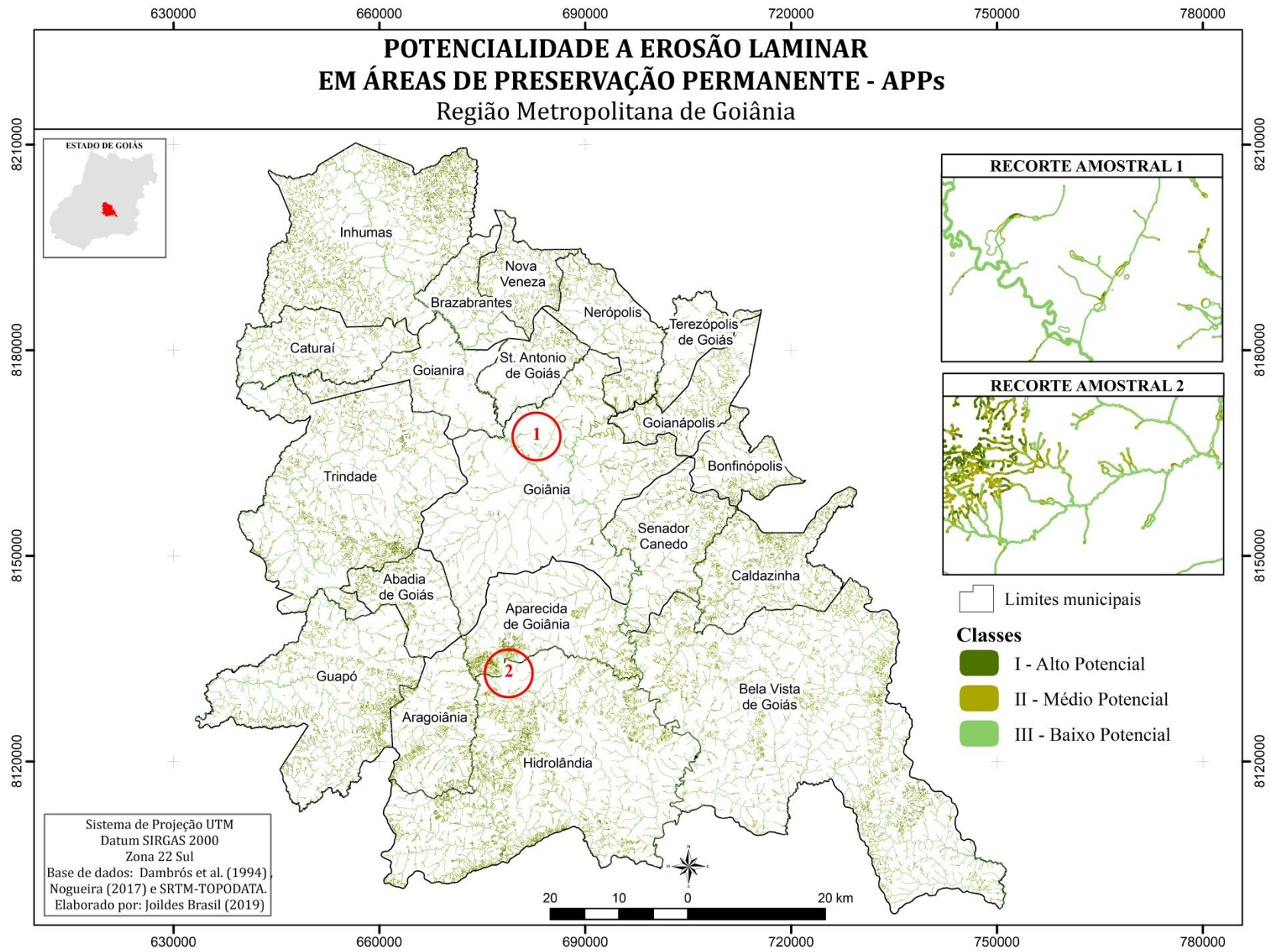


Figura 61 – Mapa de potencialidade a erosão laminar das APP's da área de pesquisa.

Parte das áreas onde foi identificada a classe I é resultado do cruzamento dos Neossolos, mas principalmente dos Cambissolos, com textura mais arenosa e cascalhenta, localizados em áreas de maior declive e escarpas, associados ao uso predominante da pastagem e do solo exposto. Essas áreas requerem maior atenção quanto ao manejo do solo em função da baixa cobertura natural, das características do relevo e do tipo de uso.

Tabela 29 – Distribuição das classes de potencialidade à erosão laminar das APPs da RMG.

Classes	Km ²	%
I – Alto Potencial	151,00	18,71
II – Médio Potencial	272,83	33,81
III - Baixo Potencial	383,17	47,48

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

As áreas com *médio potencial* e *alto potencial*, de modo geral, estão relacionadas a áreas de Latossolos e Argissolos de textura média, localizados em superfícies com relevo suave ondulado a ondulado, onde foram identificados principalmente a classe de uso agrícola. Enquanto que a classe III também está relacionada à presença de Latossolos, junto aos Gleissolos, ambos localizados em áreas de relevo suave, de textura argilosa. Essa classe também engloba áreas pontuais de Neossolos e Argissolos que ocorrem em superfície relativamente plana, onde há presença de vegetação remanescente. Ainda assim, essas áreas são bastante sensíveis, principalmente a partir da conversão da vegetação natural em uso antrópico. Como foi apontado na recente pesquisa sobre *Modelagem da Perda Superficial de Solo para Cenários de Agricultura e Pastagem na Região Metropolitana de Goiânia*, “a substituição da vegetação remanescente por pastagem ou agricultura representa um aumento de perda do solo média de 51% e 110%, respectivamente para os dois usos” (LIMA; FERREIRA; FERREIRA, 2018, p. 1529).

A partir da análise da suscetibilidade e potencialidade à erosão laminar, integrada às outras variáveis físicas da paisagem, é possível observar que há, nas APPs, ambientes distintos em termos pedológicos, morfológicos e vegetacionais, que refletem em espaços ambientalmente frágeis à propensão do processo erosivo. A ocupação irregular identificada em todas as categorias de APPs da RMG, junto às características naturais desses ambientes, requer atenção do Poder Público quanto à ocupação e à regularização desses espaços, o que justifica ainda mais a preservação e a recomposição das áreas já degradadas.

Diante da análise ambiental apresentada, discorro a seguir sobre a situação das APPs a partir da perspectiva do Código Florestal Goiano (GOIÁS, 2013), apontando como esses

espaços são disciplinados no contexto rural e urbano. Para essa discussão, são analisados os dados do Cadastro Ambiental Rural e do BDE gerados na presente pesquisa, a fim de estabelecer comparações entre as bases de dados e problematizar as novas diretrizes introduzidas pelo código florestal vigente sobre os critérios para tutela das APPs. Analiso também como esses novos conceitos e mecanismos estão ou não contribuindo para a degradação legalizada desses espaços especialmente frágeis.

4.4. CÓDIGO FLORESTAL ESTADUAL E AS APPs

4.4.1 APPs Rurais

Apesar da Região Metropolitana de Goiânia se destacar pelo caráter urbano, a área rural dos municípios exerce forte influência na dinâmica de ocupação das APPs em função da sua representatividade. A partir da análise dos imóveis rurais disponíveis pelo SICAR, apresentada na tabela 30, observa-se que praticamente todos os municípios da RMG apresentam área do IR superior a 60% da área total de cada município, com exceção de Aparecida de Goiânia, Goiânia e Senador Canedo. Segundo dados do PDI-RMG (2017), essa média é ainda superior, sendo de 84% de área rural. Além da imensa representatividade, essas áreas apresentam o maior percentual de vegetação remanescente. Nelas, estão localizados os principais mananciais de captação de água.

Tabela 30 – Dados dos imóveis rurais (IR) para os municípios que compõem a RMG.

Municípios	Área do município (ha)	Área Total dos IR (ha)	% no município
Abadia de Goiás	14.555	8.141	55,93
Aparecida de Goiânia	28.846	6.277	21,76
Aragoiânia	21.875	14.312	65,43
Bela Vista de Goiás	127.661	89.827	70,36
Bonfinópolis	12.225	9.826	80,38
Brazabranes	12.350	10.732	86,90
Caldazinha	31.168	21.049	67,53
Caturai	20.715	15.677	75,68
Goianápolis	16.238	10.855	66,85
Goiânia	73.949	21.010	28,41
Goianira	20.040	14.915	74,43
Guapó	51.700	41.111	79,52
Continua			

			Continuação
Hidrolândia	94.423	65.958	69,85
Inhumas	61.334	47.763	77,87
Nerópolis	20.421	14.900	72,96
Nova Veneza	12.337	9.717	78,76
Santo Antônio de Goiás	13280	10.572	79,61
Senador Canedo	24474	9.709	39,67
Terezópolis de Goiás	10.697	6.182	57,79
Trindade	71.320	43.768	61,37
Total	739.608	472.301	63,86

Fonte: INCRA (2019). Elaborado pela autora (2019).

No tocante à análise das APPs rurais da RMG, destaco a discrepância identificada entre os dados apresentados pelo SICAR (INCRA, 2019) e o mapeamento realizado na presente pesquisa. Na figura 62, é nítida a diferença entre as nascentes mapeadas e aquelas registradas no CAR. A partir do mapa da rede de drenagem¹⁵, elaborado na escala de 1:10.000, foi possível a identificação de 9.967 nascentes localizadas nos limites dos imóveis rurais da RMG. Em contrapartida, os dados do SICAR registraram apenas 2.837 nascentes. Os municípios com maiores disparidades nos dados são os de Bela Vista de Goiás, Guapó, Hidrolândia, Inhumas e Trindade.

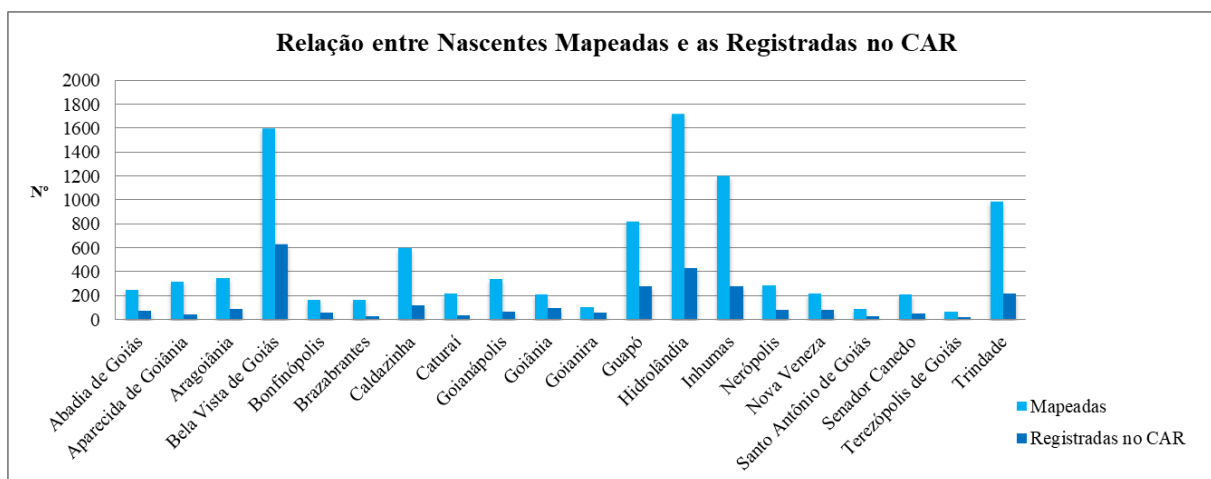


Figura 62 – Comparação entre o número de nascentes mapeadas através da rede hidrográfica elaborada na pesquisa, na escala de 1:10.000, e os números apresentados pelo SICAR para os imóveis rurais da RMG.

Fonte: INCRA (2019). Elaborado pela autora (2019).

¹⁵ A descrição dos processos metodológicos para elaboração da base de dados sobre a rede de drenagem da área de pesquisa é apresentada nas páginas 123, 124 e 125.

Uma das possíveis explicações para a disparidade evidenciada entre o número de nascentes mapeadas e as dos CAR pode ter relação com as especificações previstas no código florestal vigente (GOIÁS, 2013), que explicita no seu artigo 5º, inciso XIII, o seguinte conceito de nascente: “afioramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d’água”. De maneira similar, elucida no seu artigo 9º, inciso IV, que é considerada APP nascente “as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d’água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros”. Ou seja, segundo o código florestal, só serão contempladas como Áreas de Preservação Permanente as nascentes que se apresentam de maneira perene (de fluxo contínuo), desconsiderando, assim, as nascentes temporárias e efêmeras. Isso pode ser considerado como um critério excludente e extremamente prejudicial à preservação, configurando uma proteção deficiente às nascentes.

No tocante às APPs fluviais (cursos d’água, lagos e lagoas), são observadas incompatibilidades entre as bases de dados. Conforme é apresentado na figura 63, para todos os municípios são identificados valores de APPs superiores se comparados à base do SICAR, tal como ocorre nos casos verificados das nascentes. Essas inconsistências presentes nos dados do cadastro ambiental rural também têm sido identificadas em outras pesquisas (BARROS; BARCELOS; GALLO, 2016; FARIAS, 2017; SANTOS, 2017; FRANCO, 2018), chamando atenção para a forma como esse instrumento de planejamento territorial, que é extremamente potencial para o combate e a redução do desmatamento, tem sido utilizado na prática pelos seus usuários.

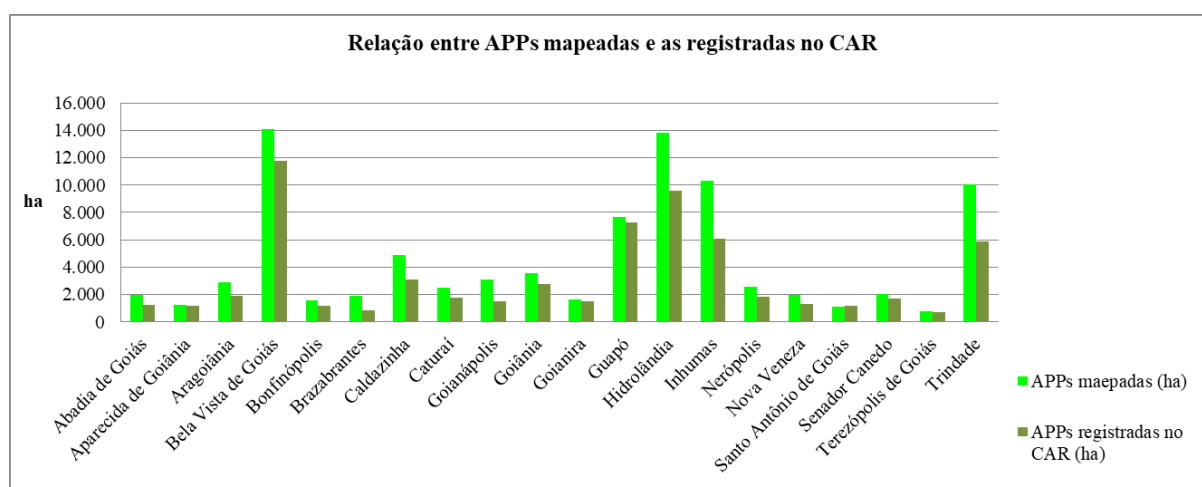


Figura 63 – Comparação entre as áreas de APPs (cursos d’água, lagos e lagoas) mapeadas na pesquisa em relação aos dados apresentados pelo SICAR para as APPs dos imóveis rurais da RMG.

Fonte: INCRA (2019). Elaborado pela autora (2019).

Outro ponto a ser discutido diz respeito à necessidade de conhecimento técnico e específico no manuseio dos novos mecanismos advindos com a legislação (BRASIL, 2012; GOIÁS, 2013), uma vez que os mesmos “exigem conhecimento sobre geotecnologias e tecnologias da informação, sem falar de direito, política ambiental e outros temas que requerem especialidade nem sempre acessível em qualquer lugar” (PIRES; SAVIAN, 2016, p. 103). Ainda que seja cada vez mais frequente o uso de produtos das geotecnologias (como GPS e outros aplicativos similares), a população em geral não domina as ferramentas para a elaboração de um mapeamento ambiental georreferenciado, como exige o CAR.

A pesquisa desenvolvida por Santos (2017) sobre diferentes metodologias para delimitação dos imóveis rurais corrobora com essa discussão. Sua pesquisa identificou diferentes resultados sobre uma mesma realidade espacial, que confrontava o mapeamento apresentado no CAR para as áreas selecionadas no estudo. Segundo a autora, as plataformas públicas “não atendem satisfatoriamente quanto a identificação visual das feições, principalmente em pequenas propriedades, tornando necessário a utilização de dados e programas computacionais alternativos” (SANTO, 2017, p. 6).

Um segundo aspecto importante na análise das APPs rurais remete-se ao tamanho dos imóveis rurais, fator que se tornou relevante a partir das alterações do CFB (BRASIL, 2012), o qual passou a considerar o tamanho do módulo fiscal como parâmetro para delimitação das larguras de recomposição das APPs. No contexto da estrutura fundiária do Estado de Goiás, Teixeira Neto (2011) observou um predomínio da pequena propriedade¹⁶ nas regiões com maior densidade urbana e populacional do Estado, enquanto que a média e a grande propriedade são mais significativas em regiões menos povoadas, historicamente marcadas pela forte atuação da agropecuária, como o Noroeste e o Nordeste de Goiás.

Segundo o mesmo autor, o que explicaria o número expressivo das pequenas propriedades seria, entre outros fatores, “a decomposição de parte da média propriedade em minifúndios, que, como os latifúndios improdutivos, pouca serventia social e econômica têm para seus proprietários” (TEIXEIRA NETO, 2011, p. 135). Atualmente, percebe-se que a estrutura fundiária de Goiás observada pelo autor entre os anos 1996 e 2003, permanece muito similar ao contexto dos municípios da RMG¹⁷, conforme é apresentado na figura 64.

¹⁶ De acordo com o artigo 4º da Lei nº 8.629/93 (BRASIL, 1993), as propriedades rurais podem ser classificadas em minifúndios, com tamanho de até um módulo fiscal, pequenas propriedades, com área entre um e quatro módulos fiscais, médias propriedades, com dimensão superior a quatro até 15 módulos fiscais, e grandes propriedades, com área maior do que 15 módulos fiscais.

¹⁷ A tabela completa com os dados da estrutura fundiária dos municípios da RMG é apresentada no Anexo 3.

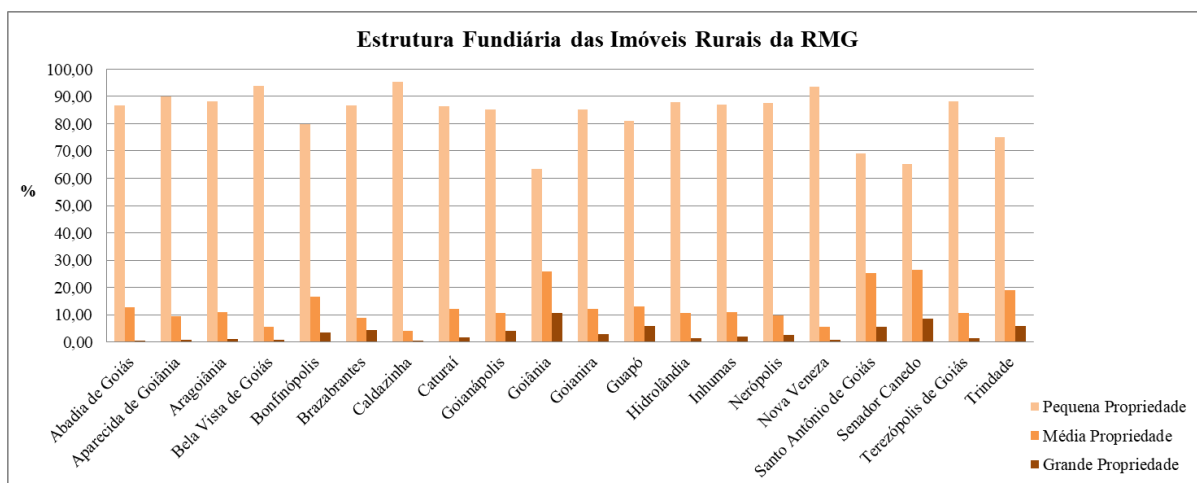


Figura 64 – Distribuição da estrutura fundiária da RMG.
Fonte: INCRA (2019). Elaborado pela autora (2019).

Nessa análise, deve-se considerar o impacto desse número expressivo de pequenas propriedades registradas na RMG, principalmente a partir das disposições do código florestal para uso de APPs em pequenas propriedades, conforme apresentado no artigo 9º, parágrafo 3º (GOIÁS, 2013). Outro aspecto são as áreas (hectares) bastante variadas das pequenas propriedades, em função do tamanho do módulo fiscal de cada município, como pode ser observado na figura 65. Por exemplo, no caso de Goiânia, o módulo fiscal é de apenas 7 ha, contra 35 ha para os municípios de Hidrolândia, Caldazinha e Bela Vista de Goiás.

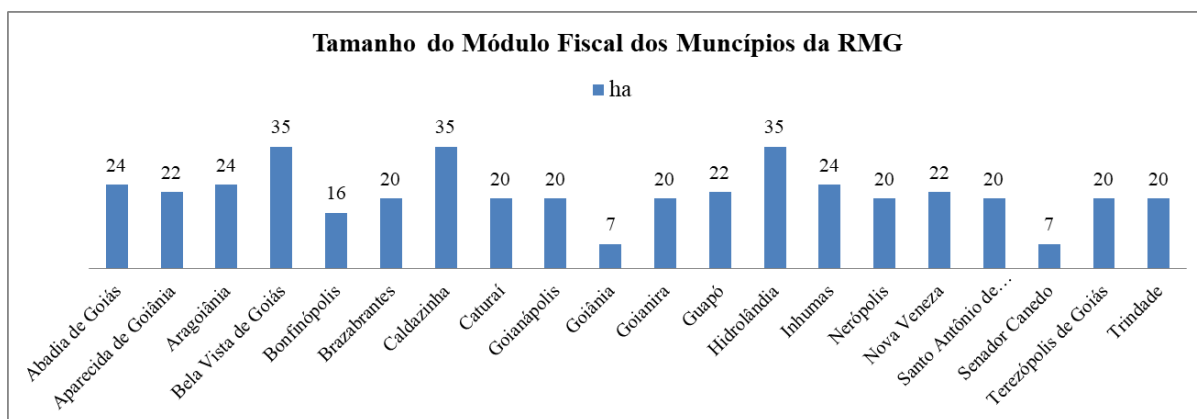


Figura 65 – Distribuição da dimensão em hectares do módulo fiscal dos municípios da RMG.
Fonte: INCRA (2019). Elaborado pela autora (2019).

Um conceito importante no contexto das APPs rurais é o de Área Rural Consolidada (ARC) advinda do código florestal vigente, que corresponde a uma determinada área do imóvel rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, como edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris, admitidas, nesse último caso, como a adoção do regime de pousio (GOIÁS, 2013). A partir da análise dos dados do SICAR, é apresentada a

tabela 31 com as informações referentes à área rural consolidada registrada para os imóveis rurais da RMG. Observa-se que a ARC é superior a mais da metade da área total dos IRs da área de pesquisa, com média de 66,13%. A média da área de APPs (fluviais, nascentes, lagos e lagoas) que estão em ARC é 44,46%. Ou seja, as APPs localizadas em área consolidada, estão sujeitas a métricas diminutas de proteção¹⁸.

Em termo de obrigações ambientais previstas no código florestal (GOIÁS, 2013), o supracitado conceito de ARC legaliza áreas que antes estavam irregulares perante a lei antecedente (GOIÁS, 1995), no tocante as APPs que estavam degradadas. Diante das fragilidades ambientais identificadas em áreas ripárias, e, o mesmo tempo, perante os imprescindíveis serviços ecológicos prestados por esses ambientes, o conceito de ARC vem na contramão do pensamento de sustentabilidade ambiental.

Tabela 31 – Dados sobre área rural consolidada dos imóveis rurais da RMG.

ÁREA RURAL CONSOLIDADA - ARC				
Municípios	Área (ha)	% no IR	APP em ARC (ha)	% da APP do IR
Abadia de Goiás	5.677	69,73	719	36,48
Aparecida de Goiânia	3.382	53,88	318	25,34
Aragoiânia	9.619	67,21	964	33,36
Bela Vista de Goiás	61.785	68,78	4.215	29,93
Bonfinópolis	6.290	64,01	468	29,89
Brazabrantes	6.004	55,94	738	39,15
Caldazinha	14.429	68,55	2.400	49,44
Caturai	11.303	72,1	1.142	45,66
Goianápolis	6.887	63,45	604	19,57
Goiânia	13.656	65	2.328	65,99
Goianira	11.133	74,64	715	44,25
Guapó	30.261	73,61	3.078	40,19
Hidrolândia	44.742	67,83	8.792	63,75
Inhumas	32.032	67,06	9.221	89,37
Nerópolis	10.018	67,23	1.144	45,06
Nova Veneza	63.94	65,8	845	42,92
Santo Antônio de Goiás	8.070	76,33	495	44,43
Senador Canedo	6.161	63,46	794	39,35
Terezópolis de Goiás	3.672	59,4	276	34,33
Trindade	25.707	58,73	7.121	70,72
Total	317.222	66,13	46.377	44,46

Fonte: INCRA (2019). Elaborado pela autora (2019).

¹⁸ Na página 58 da tese, a Tabela 1 apresenta as dimensões das áreas para recomposição de APPs no caso de áreas rurais consolidadas, a partir da modulação fiscal das propriedades.

Dentre os municípios que apresentam maior percentual das APPs dos IRs, localizadas em ARC, destacam-se: Inhumas (89,37%), Trindade (70,72%), Goiânia (65,99%) e Hidrolândia (63,75%). A problemática especial observada em Inhumas, além dos aproximados 90% das APPs estarem em ARC, é a sua localização estratégica em relação ao abastecimento público de água da RMG, no contexto da bacia do rio Meia Ponte. O município apresentou 77,21% da sua área ocupada pelo uso de agricultura (21,63%), pastagem (40,24%) e solo exposto (15,70%), sendo também o segundo município a apresentar maiores valores de APPs degradadas (56%).

A análise das APPs rurais mostra que existe um conflito de informações entre o que é apresentado no CAR e o mapeamento elaborado na pesquisa. Um número considerável de áreas de preservação não cadastradas reflete num propenso problema ambiental para a RMG, colocando em risco o equilíbrio de vários ambientes que estão descaracterizados em função do uso irregular. Fora essa questão da discrepância no mapeamento do CAR, destaca-se o quão prejudicial para o meio ambiente foi à instituição do conceito de ARC, uma vez que ele reduziu consideravelmente as áreas para recomposição das APPs e flexibilizou o uso antrópico desses ambientes. Ainda que a lei seja explícita quando exige do proprietário a adoção de técnicas de conservação do solo e da água para minimizar os impactos ambientais causados pela presença das atividades humanas nas APPs, tem sido observado que o cumprimento da lei ainda é extremamente baixo, por isso, não foi por acaso que houve a introdução do conceito de área rural consolidada. Ao invés de promover o cumprimento da legislação outrora vigente, como a Lei de Crimes Ambientais (BRASIL, 1998) e o Decreto nº 6.514/08, que dispõe sobre as infrações e as sanções administrativas ao meio ambiente (BRASIL, 2008), os legisladores optaram por anistiar os devastadores por meio do próprio instrumento legal voltado à preservação da vegetação nativa.

4.4.2 APPs Urbanas

Assim como as APPs rurais, aquelas que estão localizadas em áreas urbanas têm igual regime de proteção por lei (GOIÁS, 2013). Considerando que, no contexto das cidades brasileiras, existe um alto grau de impermeabilização do solo urbano, a manutenção das APPs urbanas é ainda mais importante do que a manutenção das APPs rurais. Da mesma forma que o código florestal flexibiliza a utilização das APPs em ARC, no âmbito urbano, é previsto o conceito de Área Urbana Consolidada (AUC), no artigo 5º, inciso XXIII (GOIÁS, 2013). A AUC representa a parcela da área urbana com densidade demográfica maior que cinquenta

habitantes por hectare e malha viária implantada e que tenha, no mínimo, dois dos seguintes equipamentos de infraestrutura urbana implantados: (a) drenagem de águas pluviais urbanas, (b) esgotamento sanitário, (c) abastecimento de água potável, (d) distribuição de energia elétrica, ou (e) limpeza urbana, coleta e manejo de resíduos sólidos (BRASIL, 2009).

No âmbito das APPs da área de pesquisa localizadas em AUC, é apresentada a tabela 32. Observam-se os maiores percentuais de AUC nos municípios de Aparecida de Goiânia (67,99%), Goiânia (60,39%) e Senador Canedo (29,95%), sendo também, por conseguinte, os três municípios que apresentam maior área de APPs em AUC. As APPs localizadas em AUC já passaram por diversas discussões jurídicas sobre o direito de tutela desses espaços no contexto urbano. No seio desse debate, estão envolvidos os direitos à propriedade e ao ambiente ecologicamente equilibrado.

Tabela 32 – Dados sobre área urbana consolidada dos municípios da RMG.

ÁREA URBANA CONSOLIDADA – AUC				
Municípios	Área (há)	% no município	APP em AUC (há)	% APP do município
Abadia de Goiás	761	5,23	19,36	0,75
Aparecida de Goiânia	19.613	67,99	1687	36,02
Aragoiânia	2.307	10,55	317	10,97
Bela Vista de Goiás	2.796	2,19	302	2,14
Bonfinópolis	588	4,81	34	2,17
Brazabrantes	311	2,52	27	1,43
Caldazinha	231	0,74	10	0,21
Caturai	367	1,77	27	1,08
Goianápolis	544	3,35	61	1,98
Goiânia	44.658	60,39	3109	88,12
Goianira	3.059	15,26	210	13
Guapó	1.346	2,6	304	3,97
Hidrolândia	4.189	4,44	460	3,3
Inhumas	2.131	3,47	188	1,82
Nerópolis	1.470	7,2	136	5,36
Nova Veneza	547	4,43	59	3
Santo Antônio de Goiás	663	4,99	62	5,57
Senador Canedo	7.331	29,95	707	35,03
Terezópolis de Goiás	770	7,2	42	5,22
Trindade	7.566	10,61	556	5,52
Total	101.248	13,69	8.317	9,29

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

O próprio código florestal prevê a tutela das APPs urbanas a partir dos instrumentos da política urbana, como a lei de uso do solo e o plano diretor municipal. Entretanto, eles não podem apresentar critérios de proteção inferiores ao que é previsto na lei máxima ambiental. No contexto de Aparecida de Goiânia, o descumprimento das leis que regulam as APPs está diretamente associado ao crescimento urbano, conforme apresentado no Diagnóstico do Plano Diretor de Aparecida de Goiânia que aponta, como um dos principais condicionantes da degradação das APPs do município, os loteamentos e a ocupação populacional irregular em áreas de preservação (PREFEITURA DE APARECIDA DE GOIÂNIA, 2014).

A Lei Complementar nº 5/2002, que dispõe sobre o zoneamento, o uso e a ocupação do solo na área urbana e rural do município de Aparecida de Goiânia, prevê no seu texto legal proteção às APPs e métricas específicas de delimitação, conforme está disposto no artigo 50, incisos I a III¹⁹:

I - As Faixas bilaterais contíguas aos cursos d'água **permanentes e temporários**, com largura mínima de 50 (cinquenta) metros, a partir das margens ou **cota de inundação** para todos os córregos; de 100 (cem) m para o Rio Meia Ponte e os Ribeirões das Lajes e Dourados, desde que tais dimensões propiciem a preservação de suas planícies de inundação ou várzeas;

II - As áreas circundantes das nascentes **permanentes e temporárias**, de córrego, ribeirão e rio, com um raio de mínimo 100 (cem) metros podendo o órgão municipal competente ampliar esses limites, visando proteger a faixa de afloramento do lençol freático;

III - as faixas de 50 (cinquenta) metros circundantes aos lagos, lagoas e reservatório d'água naturais ou artificiais como represas e barragens, desde o seu nível mais alto medido horizontalmente; (grifo em negrito acrescentado).

(APARECIDA DE GOIÂNIA, 2002).

Destacam-se na lei supracitada critérios de proteção mais rígidos do que aqueles previstos nos códigos federal e estadual (BRASIL, 2012; GOIÁS, 2013), considerando a proteção dos cursos d'água a partir da cota de inundação (ou seja, leito maior) e incluindo a preservação das nascentes temporárias com limite de preservação de 100 m (superior a ambos os códigos florestais). Diante do crescimento urbano registrado no município em função, por exemplo, da proximidade direta com a capital, foi engendrada uma ocupação irregular das APPs, refletindo em 44% das áreas de preservação de Aparecida de Goiânia ocupadas por usos antrópicos.

Por sua vez, a Lei Complementar nº 31, de 29 de dezembro de 1994, que dispõe sobre o uso e a ocupação do solo nas zonas urbanas e de expansão urbana do município de Goiânia,

¹⁹ As outras categorias de APPs mencionadas na Lei Complementar nº 5/2002 não são analisadas na tese, por isso, não foram incluídas no texto.

faz menção ao conceito de APPs quando apresenta os critérios para Zonas de Proteção Ambiental, especificamente no seu artigo 86, que considera como APPs:

I - As faixas bilaterais contíguas aos cursos d'água **temporários e permanentes**, com largura mínima de 50m (cinquenta metros), a partir das margens ou **cota de inundação** para todos os córregos; de 100m (cem metros) para o rio Meia Ponte e os Ribeirões Anicuns e João Leite, desde que tais dimensões propiciem a preservação de suas planícies de inundação ou várzeas;

II - as áreas circundantes das nascentes **permanentes e temporárias**, de córrego, ribeirão e rio, com um raio de no mínimo 100m (cem metros), podendo o órgão municipal competente ampliar esses limites, visando proteger a faixa de afloramento do lençol freático; (grifo em negrito acrescentado).

(GOIÂNIA, 1994).

Os mesmos critérios de proteção são aplicados no contexto das APPs de Goiânia, com métricas de preservação específicas para os principais mananciais de abastecimentos públicos, destacadas em ambas leis supracitadas (Rio Meia Ponte e os Ribeirões das Lajes e Dourado, em Aparecida de Goiânia; e Meia Ponte e os Ribeirões Anicuns e João Leite, em Goiânia). No tocante ao município de Senador Canedo, o zoneamento e o uso do solo foram instituídos através da Lei Complementar nº 1.379, de 19 de dezembro de 2008. A lei enquadra as APPs no contexto da classe de Zonas de Proteção Ambiental 1, que abarca as faixas bilaterais ao longo dos cursos d'água, circundantes de lagos e represas, matas nativas, morros e serras, destinados à proteção, preservação e recuperação permanente (SENADOR CANEDO, 2008). No seu artigo 42, são apresentadas as faixas de preservação, que seguem o padrão das leis complementares de Aparecida de Goiânia e de Goiânia.

Ainda que tenha respaldo nas leis urbanísticas para manutenção das Áreas de Preservação Permanente em áreas urbanas e rurais dos municípios, para os três exemplos apresentados, é fato que nem todos os outros municípios da RMG são contemplados com esse mesmo instrumento, assim como no caso dos planos diretores outrora discutidos. Outro ponto importante a considerar na gestão das APPs urbanas da RMG é os critérios previstos no código florestal federal (BRASIL, 2012) e reproduzidos no código estadual (GOIÁS, 2013) em relação às hipóteses de intervenções excepcionais em Áreas de Preservação Permanente. Dentre as três hipóteses para intervenção em APPs (utilidade pública, interesse social e atividades de baixo impacto ambiental), a lei estadual prevê uma lista de vinte e quatro tipos de atividades diversas²⁰.

²⁰ As atividades que respaldam a intervenção ou a supressão de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente são apresentadas nos incisos VIII, IX e X do art. 5º do Código Florestal Goiano. As hipóteses de utilidade pública e interesse social podem ser observadas no quadro 5, página 72 da tese, coluna à direita.

Na discussão de APPs urbanas, a maioria das críticas ao código remete-se às hipóteses de utilidade pública e interesse social. Por isso, vale a pena elucidar ambas as atividades, como apresenta Coelho Junior (2010, p. 16):

[...] por utilidade pública deve-se entender aqueles casos em que a supressão da APP atende o interesse de toda a coletividade, citando-se como exemplo, a construção de uma ponte, de uma hidrelétrica, de uma captação de água, a exploração de uma mina de ferro e a escavação de um fóssil. Já por interesse social deve-se entender aqueles casos em que a supressão da APP atende imediatamente aos anseios de um grupo determinado, mas mediamente ao anseio de toda a sociedade pela melhoria das condições de vida da população, citando-se, como exemplo, a possibilidade de utilização do manejo florestal sustentável em pequenas propriedades rurais.

No contexto da RMG, diante dos conflitos de usos identificados em todos os municípios e especialmente das pressões urbanas ao longo dos cursos d'água, é importante, em alguns casos, o emprego de obras e medidas estruturais para minimizar os impactos aos recursos hídricos e ao solo urbano, como através da canalização de rios, da construção de tanques de retenção e de diques marginais artificiais (ROSIN, 2016). Mas, ao mesmo tempo, essas medidas podem também causar outros impactos, relacionados principalmente à dinâmica natural do curso d'água.

Diante dos múltiplos interesses envolvidos na utilização das APPs urbanas para outras finalidades, acredita-se que, antes de tudo, seja necessário que o Poder Público reveja as formas de utilização desses espaços ambientalmente frágeis, mas essenciais à manutenção de um ambiente urbano de qualidade. Mediante usos irregulares e um cenário de crise hídrica vigente na região metropolitana, é preciso considerar a situação de degradação dos cursos d'água, compreender as funcionalidades da manutenção das APPs e buscar urgentemente novas formas de utilização desses espaços, considerando suas particularidades geomorfológicas, fluviais e sociais envolvidas, respeitando as faixas de proteção.

4.5. INFLUÊNCIAS DA OCUPAÇÃO IRREGULAR DAS APPs NA QUALIDADE DA ÁGUA DOS RECURSOS HÍDRICOS DA RMG

No sentido de correlacionar os impactos nas Áreas de Preservação Permanente da RMG e a qualidade dos recursos hídricos, foi realizado um levantamento de pesquisas científicas (monografias, dissertações, teses e artigos) que apresentavam informações sobre a situação hídrica dos principais mananciais e bacias de captação e abastecimento de água da

área de pesquisa, analisando conjuntamente os dados físico-químicos de vinte e um pontos amostrais distribuídos na RMG²¹ (Figura 66) e os aspectos ambientais de cada ponto (Tabela 33). As variáveis físicas analisadas foram temperatura da água, cor aparente, turbidez e condutividade, enquanto que as variáveis químicas foram pH (potencial hidrogeniônico), cloretos e oxigênio dissolvido (OD). Importante elucidar que a distribuição dos pontos foi baseada na disponibilidade de dados pela SANEAGO, onde foram escolhidos aqueles que apresentavam frequência na amostragem, a fim de apresentar uma análise mais confiável acerca de cada parâmetro estudado.

O pH é um importante parâmetro na análise de qualidade de água, uma vez que ele influencia diretamente nos ecossistemas aquáticos, e indiretamente condiciona na precipitação de alguns elementos químicos tóxicos, como metais pesados. De acordo com a Companhia Ambiental do Estado do São Paulo-CETESP (2017), são considerados como critérios de proteção a vida aquática valores de pH entre 6 e 9. Para todos os pontos amostrais foram identificados valores dentro dessa faixa, variando de 6,4 a 7,8 na estação seca e pH de 6,2 a 8 na estação chuvosa, conforme apresentado na figura 67.

Acerca da qualidade de água do rio Meia Ponte, de acordo com os dados apresentados por Mello, Trindade e Marcuzzo (2011), os valores de pH também se mantiveram dentro da média prevista pelo CONAMA, e explicam que as variações identificadas ao longo dos pontos parecem estar mais associadas ao caráter sazonal. Em estudo desenvolvido por Ribeiro et al. (2016) sobre a qualidade da água na bacia do Ribeirão Anicuns²², Goiânia, foram observadas variações em alguns parâmetros analisados, indicando a influência direta das atividades antrópicas. Com relação ao pH, os pontos amostrados no Ribeirão Anicuns e nos seus afluentes apresentaram pH levemente baixo (4,8 a 6,9), principalmente no período chuvoso, onde os resultados ficaram abaixo dos critérios de proteção à vida aquática, estabelecidos pela legislação federal.

²¹ Nos anexos 4 e 5 são apresentadas as tabelas com os dados físico-químicos para os 21 pontos amostrais.

²² Sub-bacia do rio Meia Ponte.

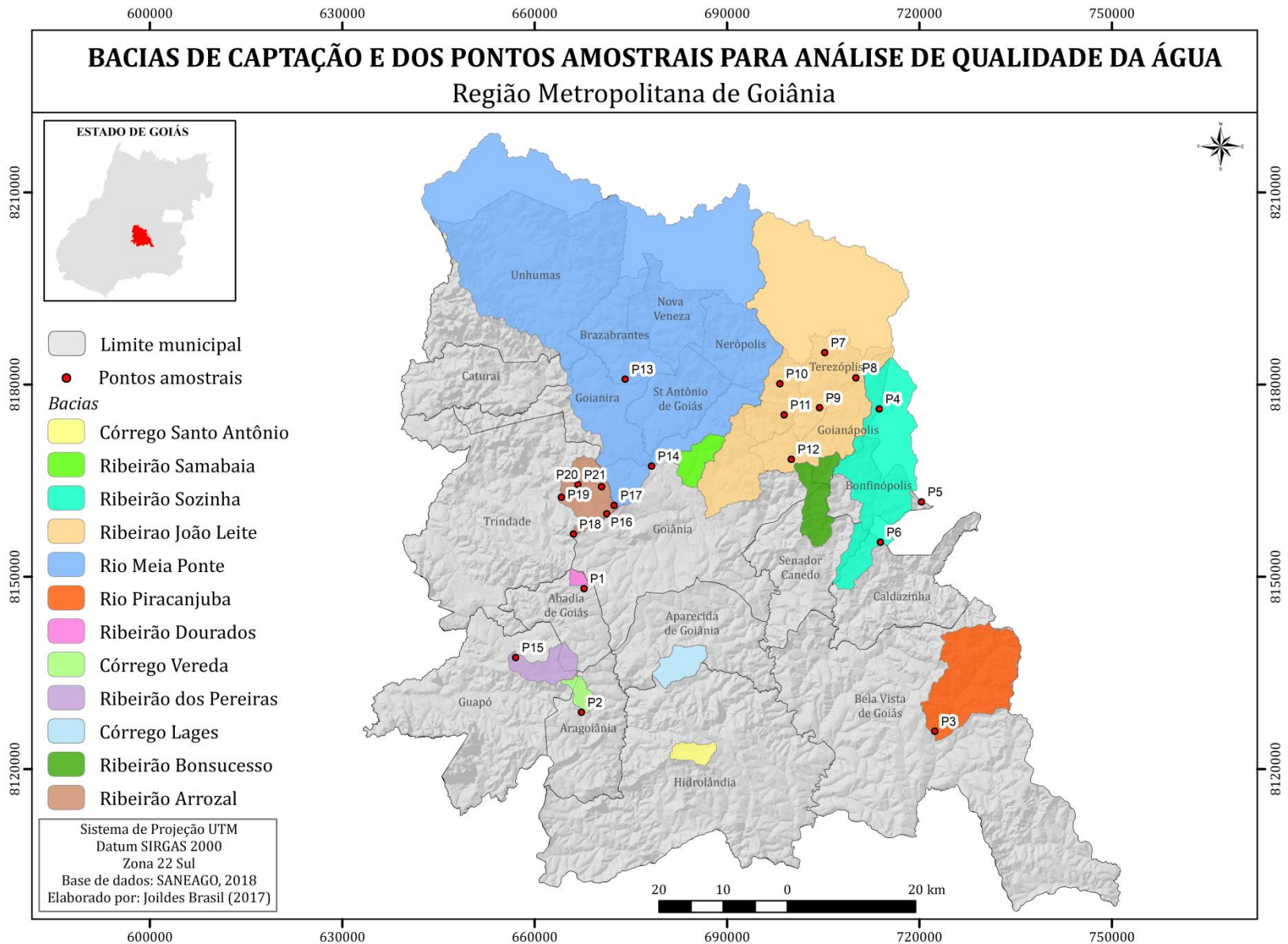


Figura 66 – Localização das principais bacias de captação de água da RMG e disposição dos pontos amostrais que apresentam dados de qualidade de água fornecidos pela SANEAGO.

Tabela 33 – Aspectos ambientais dos pontos amostrais para análise de qualidade de água.

Nº	Curso d'água	Tipo de solo	Uso e Ocupação	Declividade (%)	Altitude(m)	Potencialidade	Suscetibilidade
P1	Rio Dourados	Latossolo	Pastagem	3	854	II	IV
P2	Ribeirão Vereda	Gleissolo	Formação Savânica	2	814	III	V
P3	Rio Piracanjuba	Latossolo	Formação Florestal	2	768	III	V
P4	Rio Sozinha	Argissolo	Formação Savânica	3	939	III	II
P5	sem/identificação	Argissolo	Pastagem	4	872	II	IV
P6	sem/identificação (nascente)	Cambissolo	Formação Florestal	9	961	II	I
P7	Ribeirão João Leite	Cambissolo	Formação Florestal	5	849	III	II
P8	Córrego Lago	Argissolo	Formação Savânica	2	917	II	II
P9	Córrego Macaquinho	Argissolo	Agricultura	4	803	I	I
P10	Córrego Descoberto	Argissolo	Formação Florestal	3	801	III	II
P11	sem/identificação	Argissolo	Pastagem	2	781	II	II
P12	Córrego Tamanduá (nascente)	Cambissolo	Formação Savânica	14	940	I	II
P13	Ribeirão Cachoeira	Gleissolo	Pastagem	1	731	III	V
P14	Rio Meia Ponte	Gleissolo	Solo exposto (agricultura)	0,5	704	III	V
P15	Ribeirão dos Pereiras	Gleissolo	solo exposto	1,5	706	III	V
P16	Córrego Gilberto	Argissolo	Pastagem	4	777	II	II
P17	sem/identificação (nascente)	Cambissolo	Formação Florestal	14	834	II	I
P18	Córrego Arrozalzinho	Latossolo	Área urbana	3	849	III	IV
P19	Ribeirão Arrozal	Gleissolo	Pastagem	5	705	III	V
P20	Ribeirão Arrozal	Latossolo	Formação Florestal	3	721	III	V
P21	Córrego Santo Antônio	Gleissolo	Área urbana consolidada	1	811	III	V

Fonte: Elaborado pela autora (2019).

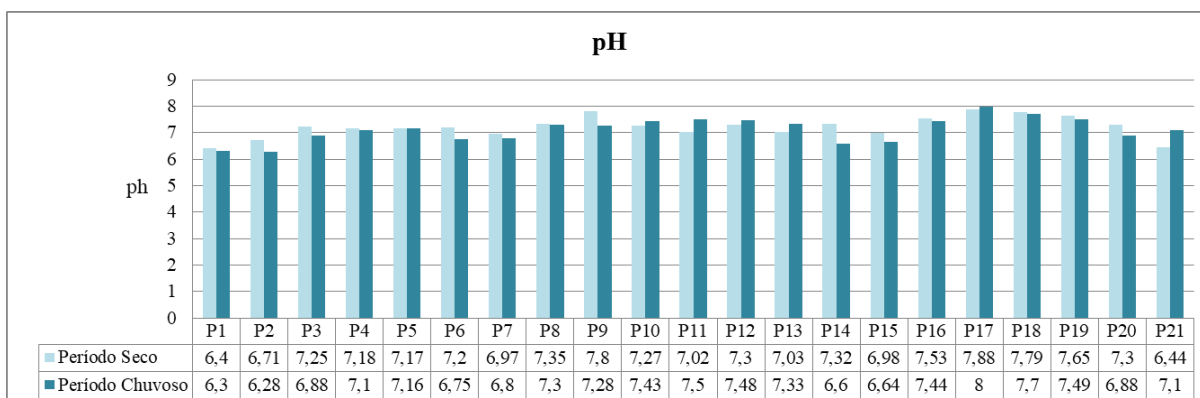


Figura 67 – Valores identificados de pH para os pontos amostrais.

Fonte: SANEAGO (2017). Elaborado pela autora (2019).

De modo geral, os valores identificados de pH mantiveram o padrão da neutralidade, não sendo possível correlacioná-los diretamente com a alteração no uso do solo. De acordo com pesquisas desenvolvidas por Bonnet, Ferreira e Lobo (2008), acerca das relações entre qualidade da água e uso do solo em Goiás, foram identificados as mesmas variações para esse parâmetro, onde os valores de pH ficaram praticamente dentro da faixa da Classe 2 para águas superficiais (CONAMA, 2005). Segundo os autores “as variações de pH parecem estar mais associadas às variáveis afins à matéria orgânica em sedimentos” (BONNET; FERREIRA, LOBO, 2008, p.7).

O segundo parâmetro químico analisado são os cloretos, originados no solo e na água a partir, principalmente, da dissolução de sais minerais ou da intrusão de águas do mar (CETESB, 2017). Como aponta Borges (2009, p. 5), quando identificados “nas águas superficiais são fontes importantes as descargas de esgotos sanitários, efluentes industriais como os da indústria do petróleo, algumas indústrias farmacêuticas e curtume”. Os cloretos são comuns as águas, não sendo prejudicial à saúde. Todavia, quando encontrado em maiores quantidade, pode indicar poluição das águas, associados a dejetos humanos e animais, em função do “cloreto de sódio ser um ingrediente comum nas dietas e passar inalterado pelo sistema digestório” (ANA, 2013, p.14).

A partir da análise da figura 68, observam-se para todos os pontos amostrados valores de cloretos em conformidade com o limite estabelecido pelo CONAMA, que é de 250 mg.L^{-1} para águas de Classe 2. Contudo, são significativas as oscilações da quantidade desse parâmetro entre as estações seca e chuvosa.

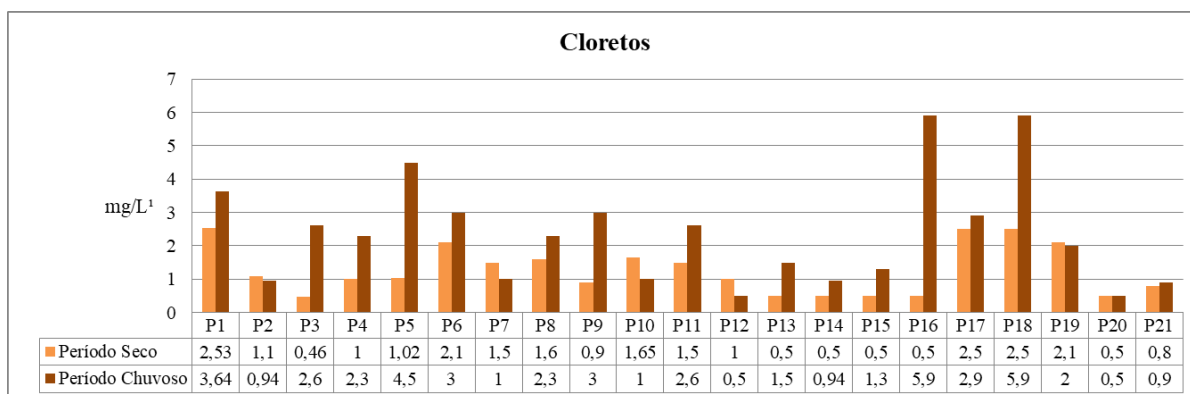


Figura 68 – Valores identificados de cloretos para os pontos amostrais.

Fonte: SANEAGO (2017). Elaborado pela autora (2019).

Os valores de cloretos identificados na tese seguem os padrões das outras pesquisas analisadas (BONNET; FERREIRA, LOBO, 2008; BORGES, 2009; RIBEIRO et al., 2016). Apesar de estarem dentro do limite previsto pelo CONAMA, são observados incrementos nos valores de cloretos durante a estação chuvosa, com destaque aos pontos 1, 5, 16 e 18. Dos quatro pontos, três deles são identificados uso antrópico (pastagem) nas APPs dos cursos d'água amostrados. Associado ao uso irregular tem-se a proximidade de ambos os pontos da área urbana de Goiânia e Trindade. Acredita-se que esse aumento dos cloretos no período chuvoso possa ter relação com o tipo de uso aplicado nas áreas marginais, e com o descarte de esgoto de origem domiciliar e bovina das pastagens, que durante o período de cheia resultam em maiores concentrações de cloreto na água.

O terceiro parâmetro químico analisado foi o oxigênio dissolvido, importante indicador da capacidade de um corpo d'água natural em manter a vida aquática e na manutenção de processos de autodepuração em sistemas aquáticos. As alterações desse parâmetro estão relacionadas às variações de temperatura, pressão, salinidade da água, entre outros fatores ambientais. Quando são identificados baixos valores de OD na água, pode-se associar a poluição, por sua vez, águas limpas apresentam maiores valores de OD (CETESB, 2017). De acordo com a figura 69, pode ser observada a distribuição dos valores identificados de OD, com média de 6 mg/L¹ para estação seca e 5,9 mg/L¹ para estação chuvosa. Na maioria dos pontos foram identificados valores de OD acima do limite previsto pelo CONAMA de 5mg/L¹. Apenas os pontos 12 e 18 apresentaram OD abaixo da média para as duas estações. Essa baixa identificada nos dois pontos pode ter relação com presença de bactérias que consomem oxigênio nos seus processos metabólicos, mas também pode ter relação antrópica, como no caso do ponto 18, em função do lançamento de efluentes com alta carga orgânica.

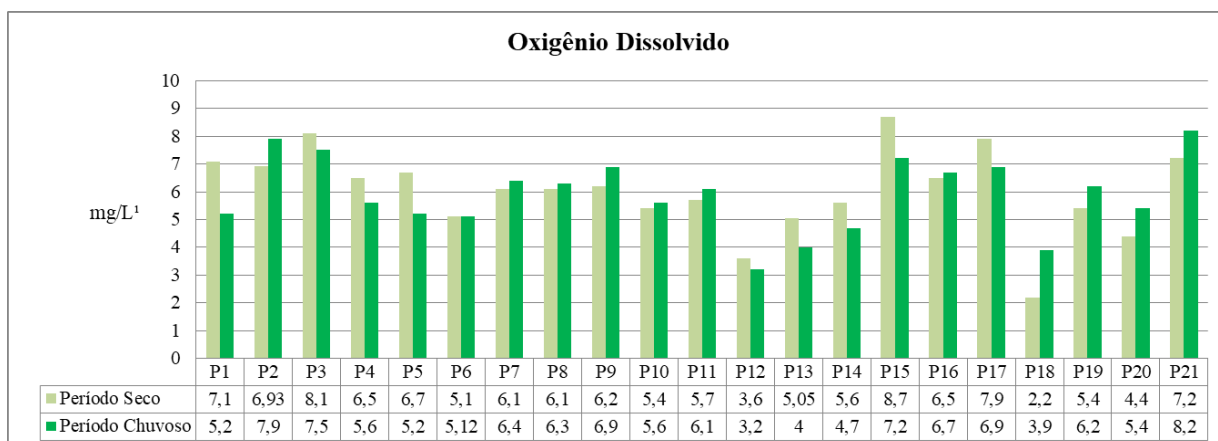


Figura 69 – Valores identificados de oxigênio dissolvido para os pontos amostrais.
Fonte: SANEAGO (2017). Elaborado pela autora (2019).

O primeiro parâmetro físico analisado foi a temperatura, considerado um critério de fácil registro, e por isso é comumente utilizado. Esse parâmetro tem a capacidade de influenciar outros indicadores de processos físico-químicos, como viscosidade, tensão superficial, compressibilidade, calor específico, condutividade, entre outros (CETESP, 2017). As oscilações de temperatura de um determinado manancial podem ser condicionadas por fatores como latitude, altitude, estação do ano, período do dia da coleta, ou ainda pelo tipo de estratificação vegetal. A partir da análise da figura 70, observam-se valores bastante homogêneos para os pontos amostrais da área de pesquisa, com suave incremento de temperatura durante a estação chuvosa, com exceção ao ponto 1.

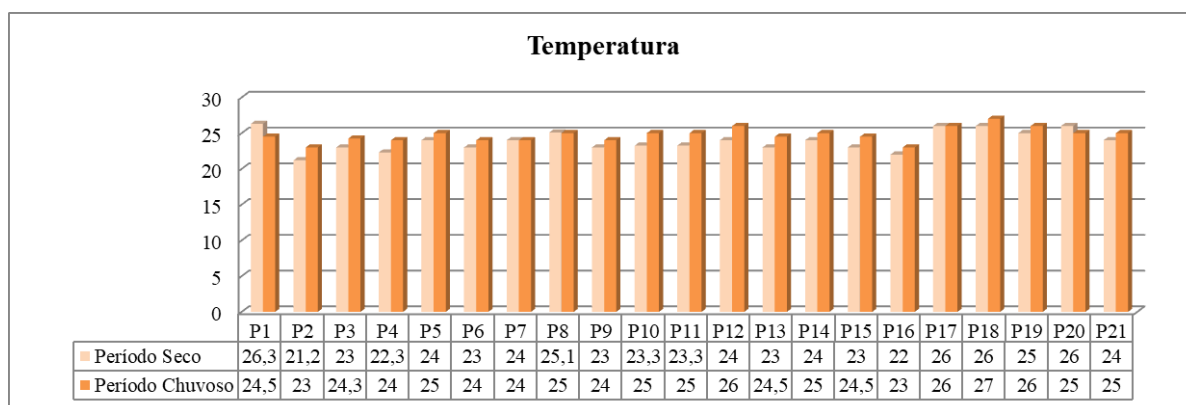


Figura 70 – Valores identificados de temperatura para os pontos amostrais.
Fonte: SANEAGO (2017). Elaborado pela autora (2019).

Ao longo dos pontos amostrados, a temperatura manteve-se com média de 23,8 ° C para estação seca e 24,7 ° C para estação chuvosa, sendo o menor valor registrado no ponto 1 (21,2 ° C), na estiagem, e o maior (27 ° C) no ponto 18, durante a estação chuvosa. Os valores identificados não permitiram estabelecer uma relação direta entre uso do solo e o

comportamento da temperatura da água. Contudo, é sabido da relação intrínseca entre ambos, uma vez que existe a “tendência da temperatura apresentar menores valores em áreas que apresentaram maior cobertura vegetal, o que enfatiza o papel significativo da vegetação ciliar para manter condições de temperatura amenas no corpo d’água” (NOGUEIRA; COSTA; PEREIRA, 2015, p. 36).

A cor, por sua vez, é um parâmetro físico resultado da concentração de substâncias minerais e orgânicas dissolvidas, coloidais ou sem suspensão presentes na água. Essa propriedade está relacionada a capacidade da água em absolver certas radiações do espectro visível. A cor aparente da água é causada diretamente pela presença de material em suspensão. Conforme apresentado na figura 71, podem ser observados os valores identificados para cor aparente da água dos pontos amostrais. A tendência geral foi o aumento dos valores da cor durante o período chuvoso, em função do maior aporte de sedimentos e matéria orgânica suspensa, com destaque aos pontos 1, 2 e 3. Ambos os pontos destacados estão localizados em áreas com baixa declividade, de relevo plano e presença de vegetação nativa (pontos 2 e 3). A posição mais rebaixada do relevo pode contribuir, durante o período de cheia, para que esses cursos d’água recebam maior volume de água e consequentemente, materiais e sedimentos originados do carreamento do solo.

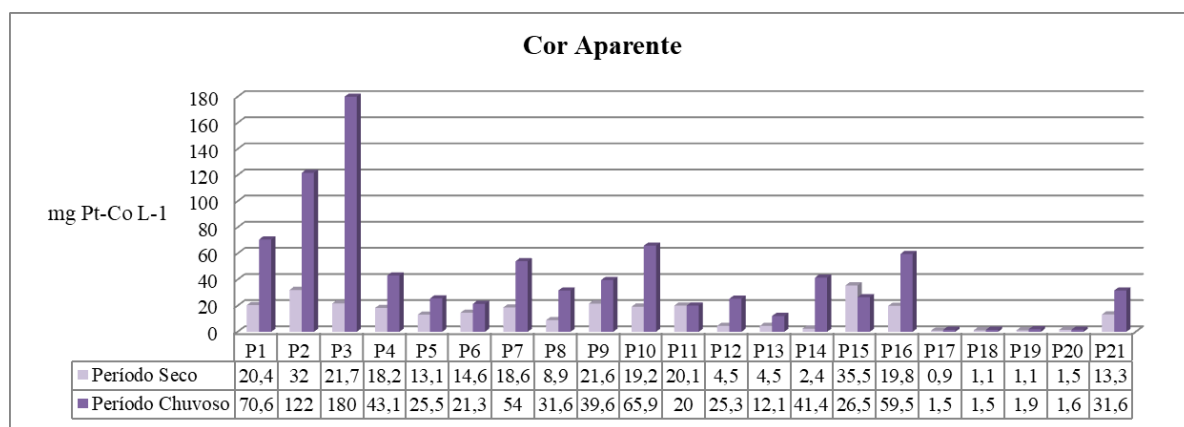


Figura 71 – Valores identificados da cor aparente para os pontos amostrais.
Fonte: SANEAGO (2017). Elaborado pela autora (2019).

Outro parâmetro físico, estritamente ligado à cor da água, é a turbidez, que é dado pelo grau de interferência com a passagem de luz pela água. Como elucidam Bonnet, Ferreira e Lobo, (2008, p. 7): “a turbidez pode estar relacionada ao aporte de efluentes, à erosão e a patógenos, que podem se adsorver e proliferar entre os sólidos em suspensão que a determinam”. Ao observar a figura 71 em relação à figura 72 é possível analisar essa correlação entre os dois parâmetros, como também foi identificado por Ribeiro et al. (2016).

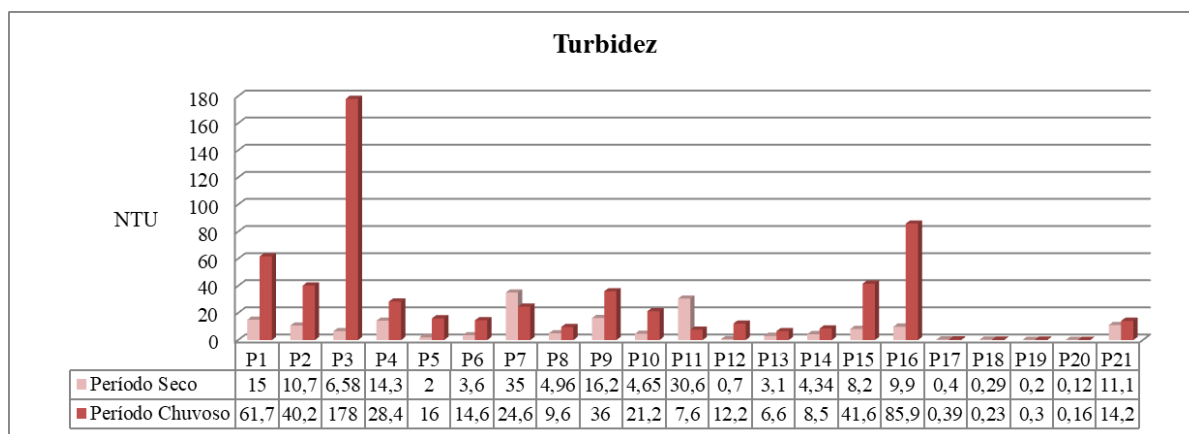


Figura 72 – Valores identificados de turbidez para os pontos amostrais.

Fonte: SANEAGO (2017). Elaborado pela autora (2019).

Como apresentado na figura anterior, os valores da turbidez aumentam da estação seca para chuvosa, em função do maior fluxo de água nesse período e carreamento de partículas em suspensão. Em ambas as estações foram registrados valores dentro dos limites do CONAMA para uma água de classe 2, de 100 UNT, com exceção do ponto 3, com média de 178 UNT. Águas com altos valores de turbidez podem influenciar o uso doméstico, agrícola e industrial, mas afeta principalmente o processo de fotossíntese da vegetação e das algas, reduzindo densolvidamento das plantas e a produção de peixes.

O último parâmetro analisado, é a condutividade elétrica, entendido como a capacidade de condução de corrente elétrica em meio aquoso a partir da presença de íons. Essa propriedade tem relação direta com a temperatura e com a concentração iônica, onde, a partir dessas duas informações é possível inferir sobre a quantidade de sais existentes e a indicar, indiretamente, a concentração de poluentes na água (CETESP, 2017). Ainda que não haja padrões específicos perante a legislação para esse parâmetro, alguns autores apontam que valores superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indicam ambientes impactados, com características corrosivas da água, ligadas ao assoreamento acelerado de rios por destruição da mata ciliar (LÔNDERO; GARCIA, 2010; TUNDISI; TUNDISI, 2010).

Ao observar a figura 73 é percebida uma distribuição variada dos valores de condutividade para os pontos amostrais. Esse parâmetro apresentou média de 81 $\mu\text{S}/\text{cm}$ na estação seca e 77 $\mu\text{S}/\text{cm}$ na estação chuvosa. O menor valor identificado foi de 15,17 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (ponto 2, durante período de estiagem) e o maior valor de 177 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (ponto 19, durante o período chuvoso). Segundo Gasparotto (2011), para águas contaminadas por esgotos, são identificados valores de condutividade entre 100 a 10.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

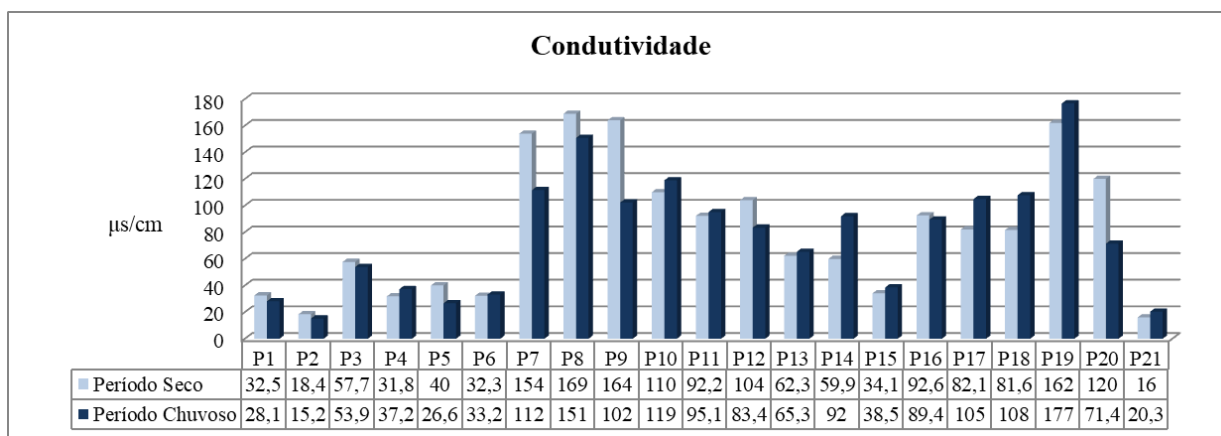


Figura 73 – Valores identificados de condutividade para os pontos amostrais.
 Fonte: SANEAGO (2017). Elaborado pela autora (2019).

Considerando o limite de condutividade igual 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ como um parâmetro indicador da qualidade da água, é possível identificar através da figura acima que parte considerável dos pontos amostrais apresenta valores acima do aceitável, indicando uma possível alteração na qualidade dos corpos d'água amostrados. O ponto 19 foi o que apresentou maior valor de condutividade, localizado na bacia do rio Arrozal (Trindade). Deve-se chamar atenção para os outros três pontos também localizados nessa bacia (pontos 16, 17 e 18), que também apresentaram valores superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ durante o período chuvoso. Os pontos amostrados na bacia do ribeirão João Leite também se destacaram por apresentarem valores elevados de condutividade, principalmente os pontos 7, 8 e 9. Apesar da influência da temperatura na condutividade, não foi possível correlacionar os dois parâmetros na explicação da distribuição dos valores ao longo das duas estações do ano, ainda assim, é fato que foram identificados valores de condutividade consideravelmente altos, com destaque as duas bacias supracitadas.

Conforme discutido, foram observados alguns parâmetros físico-químicos a fim de estabelecer uma relação entre uso do solo e qualidade da água. Contudo, diante os dados fornecidos, nem todos os parâmetros puderem estabelecer essa correlação. Ainda assim, foi possível identificar alguns pontos que estavam fora dos padrões exigidos pelo CONAMA (2005) em termos de qualidade de água, podendo indicar com isso alterações na qualidade dos cursos d'água amostrados da RMG, associado principalmente aos usos antrópicos (pastagem, agricultura e área urbana). Importante elucidar que a análise da qualidade deve ser dialogada junto ao contexto da bacia hidrográfica, uma vez que, permite entender melhor essa relação sistêmica entre cobertura e uso do solo e qualidade da água. Mesmo considerando as limitações dos dados de qualidade, as pesquisas apresentadas têm apontado para degradação

dos mananciais da Região Metropolitana de Goiânia. E como discutido no tópico *O Código Florestal Estadual e As APPs*, a tendência é de que essa degradação aumente com o tempo, em função da redução dos limites de proteção e recomposição das APPs, que influencia diretamente na qualidade e quantidade dos recursos hídricos. Dessa maneira, apresento a seguir um mapa síntese das áreas prioritárias à recuperação das APPs da RMG, como mais uma ferramenta potencial no processo de planejamento e gestão do território.

4.6. ÁREAS PRIORITÁRIAS À RECUPERAÇÃO

O processo de seleção de áreas prioritárias é resultado da modelagem cartográfica e da sobreposição de indicadores ou critérios, os quais são considerados relevantes na priorização de determinados espaços a serem recuperados. Nesta tese foram selecionados quatro critérios (proximidade de área de vegetação remanescente, vulnerabilidade à erosão, uso e cobertura da terra nas APPs e categoriais de APPs), que através do método de programação por compromisso permitiu a elaboração do mapa de APPs prioritárias à recuperação.

Com base no mapa da figura 74 e a partir da análise da distribuição das classes prioritárias (Figura 75), observa-se que 51,26% das APPs da RMG estão enquadradas nas classes de prioridade *alta* e *muito alta*, sendo ambas as classes prioritárias a recuperação. Dentre os critérios utilizados, com relação ao tipo de uso aplicado nas APPs, as classes de solo exposto e agricultura são majoritárias na classe de prioridade *muito alta*, enquanto que a classe de pastagem (mais representativa nas APPs) se concentrou nas classes de *alta* e *média* prioridade. As APPs com áreas de vegetação remanescente foram preponderantes na classe de *baixa* prioridade, mas quando associadas aos aspectos de vulnerabilidade à erosão e a proximidade com áreas de pastagem, enquadram-se na classe de *média* prioridade.

As áreas de recuperação *baixa*, onde predominam as formações de vegetação remanescente, coincidem com as APPs fluviais, em função do predomínio das classes de cobertura natural nessa categoria de APP. Enquanto que as APPs nascentes e lagos e lagoas se concentram na classe *muito alta*, diante do alto grau de antropização identificado nessas duas modalidades de APPs. As APPs fluviais quando associadas ao uso de pastagem, agricultura e área urbana, localizadas em áreas de baixa vulnerabilidade ambiental, foram incluídas na classe de *média* prioridade. Como já discutido no tópico de “Susceptibilidade e Potencialidade à erosão laminar”, as condições geomorfológicas e pedológicas da RMG, de modo geral, apresenta baixa predisposição a formação de processos erosivos, por isso a classe de *média* prioridade é expressiva (39,23%).

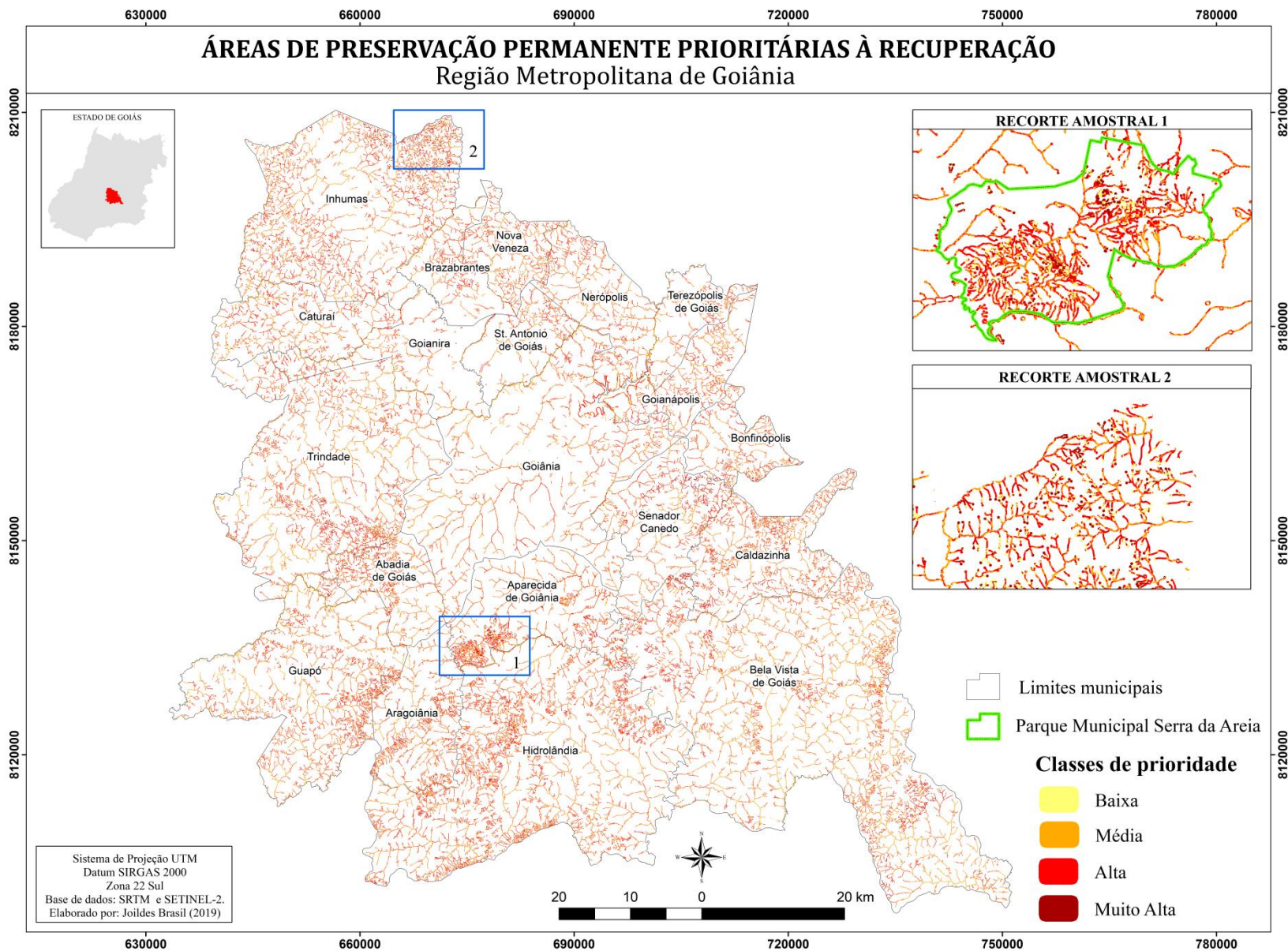


Figura 74 – Mapa de das APPs prioritárias à recuperação da RMG.

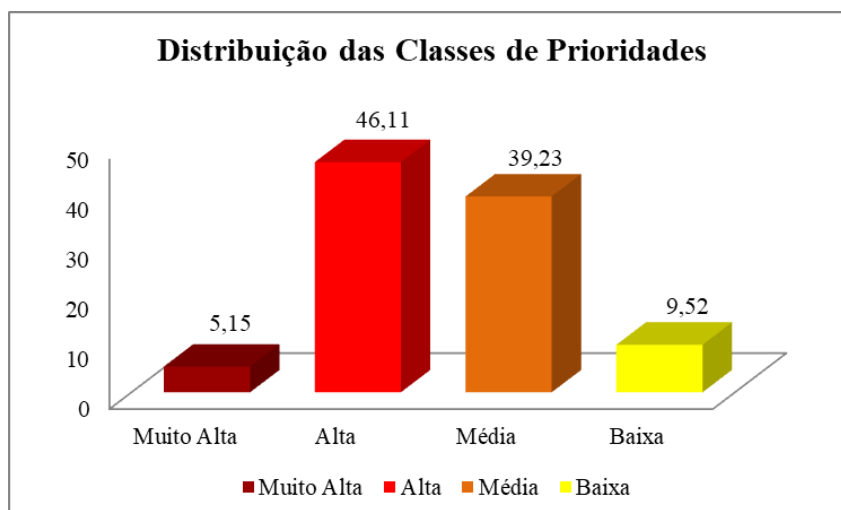


Figura 75 – Distribuição das classes de áreas prioritárias à recuperação das APPs da RMG.
Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Como expresso na figura acima, a classe com maior representatividade foi a de *alta* prioridade a recuperação (46,11%). Esse cenário está diretamente associado à antropização das APPs da RMG, em especial as categorias de nascentes e lagos e lagoas, como elucidado ao longo do texto. A proposta de elaboração de mapa de áreas prioridades foi apresentar uma síntese da situação de descaracterização ambiental pela qual estão passando as áreas de preservação permanente da área de pesquisa, e a partir desse produto cartográfico direcionar ações para restauração florestal. Contudo, mesmo com os números indicando porcentagens significativas de áreas em caráter de urgência à recomposição, é preciso ter ciência que, conforme as diretrizes do código florestal (GOIÁS, 2013) não existe mais a obrigatoriedade, por parte do proprietário rural, em recompor na íntegra as áreas de APPs degradadas, quando estas estão localizadas em área rural consolidada²³. Fato este, que dificulta ainda mais as possibilidades reais de recomposição desses espaços.

No que se refere à escolha do método empregado na análise multicritério, outros autores também apontam resultados satisfatórios quanto à aplicação do método de Programação por Compromisso na identificação de áreas prioritárias a recuperação (FRANCISCO, 2006; FRANCISCO; COELHO; TORRES; ADAMI, 2007; FRANCO, 2012; FRANCO; HERNANDEZ; MORAES, 2013). Ainda assim, o produto cartográfico gerado é passível de inclusão de novos critérios, além dos quatro utilizados na tese, para fins de refinamento do mapeamento. O objetivo maior na elaboração deste mapa foi de apresentar mais um produto cartográfico extremamente potencial no processo de tomada de decisão, com destaque especial a gestão dos espaços protegidos.

²³ Conforme apresentado na Tabela 1 - Dimensões das áreas para recomposição de APPs no caso de áreas rurais consolidadas, a partir da modulação fiscal das propriedades, página 59.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da proposta da tese, de discutir a relevância da proteção das Áreas de Preservação Permanente como instrumento para conservação dos recursos hídricos, conclui-se, a partir da fundamentação teórica, jurídica e metodológica apresentada, a importância desse conceito (de APP) dentro das políticas ambientais e urbanas, como uma ferramenta fundamental para manutenção (quali-quantitativa) dos recursos hídricos. Contudo, como foi destacado na tese, historicamente o Brasil tem apresentado um cenário de descumprimento das suas leis, o que reflete diretamente no uso conflituoso desses espaços.

Observa-se ainda, nos dois códigos florestais analisados (BRASIL, 2012; GOIÁS, 2013) um retrocesso na legislação ambiental, a partir da institucionalização de uma política de descaracterização das APPs, que desconsidera as APPs nascentes intermitentes, flexibiliza o uso de APPs em áreas rurais consolidadas e aumenta consideravelmente as hipóteses de intervenção e supressão. Nesse sentido, no que se refere o cenário de crise hídrica noticiado na Região Metropolitana de Goiânia, acredita-se que a ocupação irregular das APPs rurais, a partir das atividades de pastagem e agricultura, e das APPs urbanas, por parte da expansão urbana e de atividades econômicas, tenham afetado o abastecimento de água na região, em função principalmente do expressivo grau de degradação identificado nas suas APPs.

Com auxílio dos mapas ambientais elaborados foi identificada uma paisagem diversificada nas APPs da RMG, principalmente quanto à predisposição à formação de processos de erosão laminar. Arelado aos dados da SANEAGO foi possível inferir sobre a relação entre o uso do solo e a qualidade da água, que ainda de forma introdutória, indicaram degradação ambiental nos principais mananciais da região, o que explica, em tese, a atual situação de crise hídrica. A partir do mapa de áreas prioritárias à recuperação, foram identificadas as APPs com maior necessidade de recomposição, evidenciando um panorama da emergência quanto a efetivação de uma política ambiental pautada em dados e informações, e não mais por interesses individuais.

Considerando as perguntas norteadoras que introduziram a discussão desta pesquisa, é válido apresentar as respostas encontradas ao final deste trabalho. Antes disso, é também preciso salientar que a tese não esgota a discussão da problemática em torno dos recursos hídricos da RMG, mas ainda assim, possibilita chegar a algumas conclusões que podem contribuir no processo de gestão dos espaços especialmente protegidos dessa região, e ao mesmo tempo, abrir margem para novas possibilidades de análises e pesquisas.

Como os instrumentos da política nacional de recursos hídricos têm sido aplicados na gestão de águas no Estado de Goiás e na Região Metropolitana de Goiânia?

A política ambiental que direciona o processo de gestão de recursos hídricos do Estado de Goiás, através da Lei nº 13.123/97 (Política Estadual de Recursos Hídricos) apresenta pontos positivos relacionados principalmente ao sistema de gestão de águas de caráter participativo e compartilhado, mediante importantes instrumentos como os Comitês de Bacias Hidrográficas. Todavia, ainda persiste alguns entraves quanto à efetivação desses órgãos no processo de tomada de decisão, algo que foi observado no contexto metropolitano de Goiânia. Dos três CBH instalados na RMG, aquele que se apresentou um pouco mais estruturado foi o Comitê da Bacia do Rio Meia Ponte. Entretanto, ainda são bastante comuns os impactos ambientais em praticamente toda esta bacia, associados aos conflitos de uso do solo em APPs, às pressões urbanas sobre as áreas de mananciais, à diminuição de vazões e à mudança do regime hidrológico. Nesse sentido, tornam-se necessárias novas estratégias de ações por parte dos CBHs no processo de gestão de águas junto aos municípios membros da RMG, de maneira que a gestão desse recurso respeite o contexto sistêmico das bacias hidrográficas, e de igual modo, permitam aos municípios dentro dos seus limites administrativos efetivarem as ações propostas pelos comitês.

Quais os critérios técnicos e legais que justificam a delimitação e os tipos de utilização das Áreas de Preservação Permanente (APPs)? Quais as funções da manutenção da intocabilidade das APPs para sustentabilidade ambiental e qualidade dos recursos hídricos em ambiente rural e urbano?

A partir da revisão de literatura foram elencadas as múltiplas funções (ecológicas, paisagísticas, econômicas e psicológicas) e os serviços ambientais prestados pelas áreas de preservação permanente, principalmente as APPs nascentes e cursos d'água na conservação dos recursos hídricos através do controle erosivo, arrefecimento do escoamento superficial, estabilidade térmica do ambiente e da água. Conforme a análise histórica do texto legal sobre proteção de espaços ambientalmente frágeis, as APPs se destacam por ser ambientes ecologicamente instáveis, principalmente quando alteradas pela ação antrópica. Por isso, sua ocupação é respaldada apenas em casos excepcionais de utilidade pública, interesse social e baixo impacto ambiental. O que endossa a manutenção das faixas de proteção previstas na legislação ambiental brasileira, estando as APPs em ambientes rurais ou urbanos. No tocante a metragem para proteção, foram observados avanços legislação ambiental do Brasil, em especial a partir definição em lei do conceito de APP ao longo dos códigos florestais

(BRASIL, 1934; 1965) e através das resoluções do CONAMA (2002; 2006). Todavia, a partir das alterações do código florestal vigente (BRASIL, 2012), as mudanças no regime de proteção das APPs foram consideradas por especialistas do tema como permissas à degradação desses espaços, ferindo diretamente os princípios da *proibição do retrocesso ambiental* e da *proibição da proteção deficiente*. Nesse contexto, de uma política antiambiental, é urgente a mobilização nas esferas estaduais e municipais em estabelecer legislações próprias mais adequadas à realidade de um uso sustentável das áreas especialmente protegidas, de maneira que dentro das suas competências, possam evoluir na discussão ambiental com base nos conhecimentos científicos e incentivar o uso racional dos recursos naturais e a manutenção dos espaços protegidos por lei.

Como os produtos das geotecnologias e os mapas ambientais podem auxiliar na identificação de conflitos socioambientais em APPs e como isso pode conduzir ações do Poder Público para fiscalização desses espaços?

Os produtos obtidos por sensoriamento remoto foram essenciais para discussão e análise da situação das APPs da área de pesquisa, permitindo compreender a dinâmica ambiental desses espaços e identificar os tipos cobertura e uso da terra. Conforme apresentado nos resultados, porcentagens significativas das APPs estão sendo utilizadas irregularmente por atividades de agricultura e pecuária na maior parte dos municípios da RMG, destacando principalmente aqueles localizados na porção norte e nordeste, onde se encontram as principais bacias de captação e abastecimento público de água. Através das imagens do satélite Sentinel-2 e das imagens de radar SRTM, foi possível refinar as bases cartográficas sobre solos, relevo, hidrografia e cobertura e uso da terra, que foram essenciais na análise sistêmica da paisagem com maior detalhe. Os resultados indicaram, na sua maioria, ambientes ecologicamente instáveis (com alta declividade, solos com textura arenosa, pedregosidade e baixa profundidade) que corroboram na formação de ambientes suscetíveis ao processo erosivo. A partir da análise conjunta das variáveis ambientais, foi elaborado em ambiente SIG o mapa síntese das APPs prioritárias à recuperação, onde foram observados mais de 50% das APPs classificadas em prioridade *alta* e *muito alta*, cenário diretamente associado às atividades antrópicas pujantes nessa região. Os produtos cartográficos gerados nesta pesquisa mostraram-se potenciais ao processo de fiscalização, monitoramento e perícia ambiental, sendo passíveis de atualização com periodicidade, em função do tempo de revisada das imagens do satélite Sentinel-2. Ao mesmo tempo, novas ferramentas das geotecnologias podem ser incorporadas nesta análise, a exemplo das imagens de VANTs, de maneira que os

tomadores de decisão tenham acesso rápido e acurado das informações geoespaciais do território, e possam assim otimizar o processo pericial, com destaque a regularização da ocupação das APPs degradadas e manutenção daquelas preservadas.

Quais os principais tipos de uso e ocupação do solo nas APPs da Região Metropolitana de Goiânia e quais deles estão em conformidade com o que é previsto em lei?

Conforme o banco de dados gerados, foram registrados conflitos de uso em todas as APPs estudadas, com destaque as categorias nascentes e lagos e lagoas, com degradação de mais de 65% de ambas as APPs. As APPs mais preservadas foram as fluviais, mas ainda assim as áreas de vegetação natural não excedem nem 50% da área total dessas APPs. Esse cenário de ocupação irregular e degradação é ainda mais crítico no contexto rural, a partir da instituição do conceito de Área Rural Consolidada (ARC) previsto no código florestal vigente (BRASIL, 2012). Segundo dados disponíveis pelo Cadastro Ambiental Rural (CAR), dos imóveis rurais registrados a ARC é superior a mais da metade da área total dos imóveis da RMG, com média de 66,13%. O mais preocupante é que 44,46% das APPs estão em área consolidada, e por isso, passam a ter métricas de proteção reduzidas, segundo as diretrizes do código florestal federal (BRASIL, 2012) e do código goiano (GOIÁS, 2013). A partir da introdução do conceito de ARC, ocorre a regularização de proprietários rurais que antes estavam com APPs irregulares, perante o código de 1965, mas que a partir das modificações do código atual, passam a ter anistia. Ou seja, além das APPs como um todo apresentar elevado grau de degradação, estas passaram por redução das suas áreas de proteção no contexto rural, e deve-se chamar atenção que mais de 60% da área total de cada município da RMG estão em área rural, com exceção de Aparecida de Goiânia, Goiânia e Senador Canedo. As APPs urbanas, assim como as rurais, foram afetadas com o código vigente, principalmente a partir da expansão das justificativas de uso e supressão nos casos de *utilidade pública* e *interesse social*, que foram significativamente ampliados. A partir da análise do texto legal e da interpretação dos dados dos mapeamentos da tese, entende-se que as APPs da RMG estão sendo utilizadas de forma irregular por atividades que comprometem diretamente a estabilidade desses ambientes naturalmente frágeis. As modificações do código florestal corroboram para esse cenário de degradação quando reduz as métricas de proteção e aumentam as atividades de uso em APPs. Sendo por tanto, salutar, por parte dos tomadores de decisão, entender a necessidade de manutenção do caráter de intocabilidade das APPs como instrumento primordial na proteção das reservas hídricas da RMG.

REFERÊNCIAS

ABADIA DE GOIÁS (MUNICÍPIO). Lei nº 003, de 30 de junho de 2008. Institui o Plano Diretor de Abadia de Goiás. Abadia de Goiás, 2008.

AB'SABER, A.N. *Os Domínios de Natureza no Brasil: Potencialidades Paisagísticas*. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

_____. O suporte geocológico das florestas beiradeiras (ciliares). In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H.F. (Ed.). *Matas Ciliares: conservação e recuperação*. 2ª ed. São Paulo: Edusp/Fapesp, 2004. 320p.

AHRENS, S. *O “novo” Código Florestal brasileiro: conceitos jurídicos fundamentais*. In: Congresso Florestal Brasileiro, 8., 2003, São Paulo. Anais... São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura (SBS); Brasília: Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais (SBEF), 2003. p. 1-14. Disponível em: < <http://egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/anexos/26462-26464-1-PB.pdf> >. Acessado em 10 de Janeiro de 2017.

ANA, Agência Nacional de Águas. *Geo Brasil Recursos Hídricos*, Resumo Executivo, Brasília, DF, 2007. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/wfa/sa/GEO%20Brasil%20Recursos%20Hídricos%20-%20Resumo%20Executivo.pdf>>. Acessado em: 5 de janeiro de 2017.

_____. *Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil*. Informe 2010. Brasília – DF. Disponível em: < <http://agevap.org.br/downloads/conjuntura-2010.pdf> >. Acessado em: 5 de janeiro de 2017.

_____. *Atlas Brasil: Abastecimento Urbano de Água*. Disponível em: < <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/Home.aspx> >. Acessado em: 5 de janeiro de 2017.

_____. *Informações Sobre Recursos Hídricos*. Disponível em: < <http://www.snirh.gov.br/> >. Acessado em: 8 de janeiro de 2017.

_____. *Monitoramento da Qualidade da Água em Rios e Reservatórios*. Unidade 3. Variáveis e Parâmetros de Qualidade de Água em Rios e Reservatórios. 2013. Disponível em: < https://capacitacao.ead.unesp.br/dspace/bitstream/ana/76/6/Unidade_3.pdf >. Acessado em: 14 de junho de 2019.

ALMEIDA, M. C. J. de; FREITAS, C. G. L. de. *Uso do Solo urbano: suas relações com o meio físico e problemas ambientais decorrentes*. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA, 2., 1996, São Carlos. Anais... São Paulo: ABGE, 1996. p. 195-200.

ANTUNES, P. B. Áreas de Preservação Permanente Urbanas O Novo Código Florestal e o Judiciário. *Revista de informação legislativa*, v. 52, n. 206, p. 83-102, abr./jun. 2015.

APARECIDA DE GOIÂNIA (MUNICÍPIO). Lei nº 124, de 14 de dezembro de 2016. Institui o Plano Diretor e estabelece princípios, políticas, estratégias e instrumentos para o

desenvolvimento municipal, o uso, a ocupação e o parcelamento do solo urbano, o sistema viário e para o cumprimento da função social da cidade. Aparecida de Goiânia, 2016.

ARAGÃO, F.M.; SANTOS, A. J. J. Sensoriamento Remoto na Perícia Ambiental do Ministério Público do Estado do Piauí: Estudo de Caso. *Engineering Sciences*, Aquidabã, v.2, n.1, p.17-28, 2014. DOI: <http://doi.org/10.6008/2318-3055.2014.002.0002>.

ARAGOIÂNIA (MUNICÍPIO). Lei nº 856, de 16 de outubro de 2008. Institui o Plano Diretor do município de Aragoiânia e dá outras providências. Aragoiânia, 2008.

RAÚJO, S.M.V.G. *As áreas de preservação permanente e a questão urbana: estudo técnico consultoria legislativa da área de meio ambiente, direito ambiental, organização territorial, desenvolvimento urbano e regional*. Brasília, DF: [s.n.], 2002. 12p.

ARRAIS, T. A. A Escala de Análise Metropolitana em Questão: Considerações sobre o Processo de Metropolização. *Revista do Departamento de Geografia – USP*, Volume 24 (2012), p. 4-23. Disponível em: <>. Acessado em: 10 de janeiro de 2017.

_____. *A Produção do Território Goiano: economia, urbanização, metropolização*. 2ª ed., Editora UFG, 2016.

AWADE, M.; METZGER, J. P. Using gap-crossing capacity to evaluate functional connectivity of two Atlantic rainforest birds and their response to fragmentation. *Austral Ecology*, 33:863-871. 2008.

AZEVEDO, R. E. S.; OLIVEIRA, V. P. V. Reflexos do novo Código Florestal nas Áreas de Preservação Permanente – APPs – urbanas. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 29, p. 71-91, abr. 2014.

AZEVEDO, T. S. de. *Legislação e Geotecnologias na Definição das Áreas de Preservação Permanente e das Reservas Legais: Aplicação à Bacia do Córrego das Posses, Município de Extrema – MG*. Tese (Doutorado em Geografia). 168f. 2008. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro – SP.

BASTOS NETO, J. *As áreas de preservação permanente do Rio Itapicuruvaçu: impasses e pertinência legal*. 2008. 1123f. Dissertação (Mestrado em desenvolvimento sustentável), Universidade de Brasília, Brasília. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10482/2907>>. Acesso em: 15 de maio de 2018.

BARROS, J. R. *A chuva no Distrito Federal: o regime e as excepcionalidades do ritmo*. Dissertação (Mestrado em Geografia). 210f. 2003. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro-SP.

BARROS, R.S. *Avaliação da altimetria de Modelos Digitais de Elevação obtidos a partir de sensores orbitais*. 2006. 195 p. Tese. (Doutorado em Geografia). Depto. de Geografia - Instituto de Geociências - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

BARROS, C.; BARCELOS, I.; GALLO, J. O. As falhas e inconsistências do Cadastro Ambiental Rural. *Brasil de Fato*. 2 de Agosto de 2016. Disponível em:

<https://www.brasildefato.com.br/2016/08/02/as-falhas-e-inconsistencias-do-cadastro-ambiental-rural/>. Acessado em 26 de maio de 2019.

BELA VISTA DE GOIÁS (MUNICÍPIO). Lei nº 084, de 16 de dezembro de 2014. Dispõe sobre o Plano Diretor Participativo de Bela Vista de Goiás, na forma que especifica e dá outras providências. Bela Vista de Goiás, 2014.

BELA VISTA DE GOIÁS (MUNICÍPIO). Lei nº 1.770, de 3 de maio de 2016. Cria a Política Municipal de Saneamento Básico, institui o Plano Municipal de Saneamento Básico de Bela Vista de Goiás e dá outras providências. Bela Vista de Goiás, 2016.

BERTONI, J; LOMBARDI NETO, F. *Conservação do solo*. Livro ceres, 368 pág. 1985.

BOEIRA, A. S.; BERNINI, H.; CARNEIRO, A. S.; SILVA, D. T. Uso de geoprocessamento como ferramenta para Perícia Ambiental de uma área atingida pela enchente do Rio Madeira. *Revista Farociência*, v. 1, n. 1, p. 214-219, 2014.

BONNET, B. R. P.; FERREIRA, L. G.; LOBO, F. C. Relações entre Qualidade da Água e Uso do Solo em Goiás: Uma Análise à Escala da Bacia Hidrográfica. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.32, n.2, p.311-322, 2008.

BONFINÓPOLIS (MUNICÍPIO). Lei nº 490, de 23 de junho de 2008. Institui o Plano Diretor do Município de Bonfinópolis e dá outras providências. Bonfinópolis, 2008.

BORGES, L. A. C. *Aspectos técnicos e legais que fundamentam o estabelecimento das áreas de preservação permanente (APP)*. 2008. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal)– Universidade Federal de Lavras- UFLA, Lavras: 2011.

BORGES, L .B. *Avaliação da Qualidade da Água do Córrego Samambaia, Goiânia-GO*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola – Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental). 78f. Universidade de Ciências Exatas e Tecnológicas de Anápolis. Anápolis – GO, 2009.

BORGES, R. de O.; NEVES, C. B. das; CASTRO, S. S. de. Delimitação de áreas de preservação permanente determinadas pelo relevo: aplicação da legislação ambiental em duas microbacias hidrográficas do estado de Goiás. *Rev. Bras. Geomorfologia*. 2011, vol. 12, n. 3, pp. 109-114.

BRANCALION, P.H.S.; GARCIA, L.C.; LOYOLA, R.; RODRIGUES, R.R.; PILLAR, V.P.; LEWINSOHN, T.M. 2016. Análise crítica da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (2012), que substituiu o antigo Código Florestal: atualizações e ações em curso. *Revista Natureza & Conservação*, 14, 1-15, 2016. doi: 10.1016/j.ncon.2016.03.004

BRASIL. Decreto 23.793, de 23 de janeiro de 1934. Aprova o Código Florestal. Diário da Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, 21 de janeiro de 1935.

_____. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o Novo Código Florestal. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4771.htm>. Acesso em: 5 de janeiro de 2017.

_____. Lei complementar nº 14, de 8 de junho de 1973. Estabelece as regiões metropolitanas de São Paulo, Belo Horizonte, Porto Alegre, Recife, Salvador, Curitiba, Belém e Fortaleza. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/Lcp14.htm>. Acessado em: 8 de fevereiro de 2017.

_____. Lei nº 7.511, de 7 de julho de 1986. Altera dispositivos da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, que institui o novo Código Florestal. Brasília – DF. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7511.htm>. Acessado em: 5 de janeiro de 2017.

_____. Lei nº 7.803, de 18 de julho de 1989. Altera a redação da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e revoga as Leis nºs 6.535, de 15 de junho de 1978, e 7.511, de 7 de julho de 1986. Brasília – DF. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7803.htm>. Acessado em: 5 de janeiro de 2017.

_____. Lei no. 9.433. de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, Brasília, DF. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm>. Acessado em: 5 de janeiro de 2017.

_____. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm>. Acessado em: 19 de janeiro de 2017.

_____. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 5 de outubro de 1988. Organização do texto: Juarez de Oliveira. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 1990. 168 p. (Série Legislação Brasileira).

_____. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em: 2 de janeiro de 2017.

BRITO, E.M.; MELLO, K.; COSTA, D. R.; FARIA, L. C.; VALENTE, R. A. Geotecnologias Aplicadas ao Estudo do Conflito de Uso do Solo Visando o Planejamento Ambiental. *Irriga, Botucatu*, v. 21, n. 3, p. 577-590, julho - setembro, 2016, ISSN 1808-3765

BUENO, L. M. M. *O Tratamento Especial de Fundo de Vale em Projetos de Urbanização de Assentamentos Precários como Estratégia de Recuperação das Águas Urbanas*. In. I Seminário Nacional sobre Regeneração Ambiental das Cidades, 2005, Rio de Janeiro, Anais... 2005.

CALDAZINHA (MUNICÍPIO). Lei nº 469, de 20 de dezembro de 2016. Institui o Plano Diretor do município de Caldazinha e o processo de planejamento do município. Caldazinha, 2016.

CALHEIROS, R. de O.; TABAI, F. C. V.; BOSQUILIA, S. V. Preservação e recuperação de nascentes (de água e de vida). Piracicaba: *Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá*, 2004. 53 p.

CANIL, K. *Indicadores para monitoramento de processos morfodinâmicos: aplicação na bacia do ribeirão Pirajuçara (SP)*. Tese (Doutorado em Geografia). Programa de Pós-Graduação em Geografia Física. Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. 152 p.

CASSETI, V. O relevo no contexto ideológico da natureza: uma nota. In: *Boletim Goiano de Geografia*, Departamento de Geografia – Instituto de Química e Geociências. Universidade Federal de Goiás – vol. 14, nº 1 – Goiás: Editora UFG, 1994, p.103-115.

CASSETI, V. (1992). Geomorfologia do município de Goiânia-GO. *Boletim Goiano de Geografia*, 12(1): 65-85.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado do São Paulo. *Qualidade da água*. Disponível em: <<http://www.CETESB.sp.gov.br/Agua/rios/curiosidades.asp>>. Acesso em: 12 de maio de 2019.

CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia Fluvial*. São Paulo: Edgar Blücher. 1981

CONAMA, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA Nº 004, de 18 de setembro de 1985 - "Dispõe sobre definições e conceitos sobre Reservas Ecológicas". Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=21>>. Acessado em: 6 de janeiro de 2017.

_____. Resolução CONAMA nº 20, de 18 de junho de 1986. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/1986/res_conama_20_1986_revvd_classificacaoaguas_altrd_res_conama_274_2000_revvd_357_2005.pdf>. Acessado em: 6 de janeiro de 2017.

_____. Resolução 303, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Brasília: DOU de 13/5/2002.

_____. Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acessado em 23 maio de 2019.

CORRÊA, C.; SILVA, A. Considerações sobre a redução/ampliação da dimensão de áreas de preservação permanente de faixa marginal de curso d'água em três áreas no Rio Paraíba do Sul - RJ, Brasil. *Revista de Geografia e Ordenamento do Território*. 2017. nº 11, p. 225 – 147. Disponível em: < <http://www.scielo.mec.pt/pdf/got/n11/n11a07.pdf> >. Acessado em: 12 de março de 2018.

COELHO JUNIOR, L. Intervenções nas áreas de preservação permanente em zona urbana: uma discussão crítica acerca das possibilidades de regularização. *Revista eletrônica do Ministério Público Federal*, ano II, n. 2, p. 1-31, 2010. Disponível em: <http://www.prrj.mpf.mp.br/custoslegis/revista_2010/2010/aprovados/2010a_Tut_Col_Lauro.pdf>. Acesso em: 5 junho de 2019.

CPRM, Serviço Geológico do Brasil. *Conceitos Fundamentais de Risco e de Áreas de Risco*. 2014. Disponível em: <<https://defesacivil.es.gov.br/Media/defesacivil/Capacitacao/Material%20Didático/CBPRG%20-%202017/Conceitos%20Fundamentais%20de%20Áreas%20de%20Risco.pdf>>. Acessado: 14 de fevereiro de 2019.

CUNHA, D. F.; BORGES, E. M. *Urbanização Acelerada e o Risco de Desabastecimento de Água na Região Metropolitana de Goiânia: O Desafio do Sistema Produtor João Leite*. In: VI Congresso Iberoamericano de Estudios Territoriales y Ambientales, 2014, São Paulo – SP, 20p.

CUNHA, D. F. Institucionalização metropolitana e ausência de ação política para governança na região metropolitana de Goiânia. *GeoTextos*, Salvador, v. 12, n. 2, p. 87-106, dez. 2016.

DAMBRÓS, L. A.; OLIVEIRA, A. B.; DEL'ARC, J. O.; SANTOS, L. M.; ALMEIRA, F. J. Zoneamento ecológico-econômico da área do aglomerado urbano de Goiânia. Goiânia: SEPLAN/IBGE, 1994.

DIAS, F. M.; MICELI, B.S.; SEABRA, F.M.; SANTOS, P.R.A. dos.; MANOEL, do C, F. *Avaliação vertical de modelos digitais de elevação (MDE's) em diferentes configurações topográficas para médias e pequenas escalas*. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2011, Curitiba. Anais. Curitiba, 2011. p. 4110 - 4117.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos*. Súmula da 10ª Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro, 1979. 83 p.

ESA, European Space Agency. *Sentinel-2 - Missions - Instrument Payload - Sentinel Handbook*. Disponível em: <<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2/instrument-payload>>. Acesso em: 08 de janeiro de 2017.

FARIAS, M. O. *Cadastro Ambiental Rural (CAR) e Técnicas de Sensoriamento Remoto*. 2017. 74f. Monografia (Graduação em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura). Universidade Federal de Pernambuco. Recife-PE.

FELICIO, B. C. *Áreas Marginais de Corpos Hídricos Urbanos: Delimitação e Zoneamento Ambiental. Área Piloto: Bacia do Córrego Santa Maria Madalena, em São Carlos – SP*. 2014. 182 f. Tese (Doutorado em Engenharia Urbana). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos - SP.

FISHER, L.R.C.; SÁ, J.D.M. *Estatuto da cidade e a resolução Conama n. 369/2006*. In: Seminário Sobre o Tratamento de Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e Restrições Ambientais o Parcelamento do Solo, 2007, São Paulo, SP. Anais... São Paulo: FAUUSP, 2007.

FICK, S. E.; HIJMANS, R. J. Worldclim 2: New 1-km spacial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 2017.

FOLETO, E. M.; SILVA, F. da. Áreas de Preservação Permanente e áreas de intocabilidade legal. In: ROBAINA, L. E.; TRENTIN, R (Org) *Desastres naturais no Rio Grande do Sul*. Santa Maria: Editora da UFSM, 2013, p. 115 – 119.

FONSECA, L. M. G. *Processamento digital de imagens*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2000. 105p.

FRANCISCO, P. R. M.; RIBEIRO, G. N.; SILVINO, G. S.; PEREIRA, F. C.; MORAES NETO, J. M.; SILVA, V. M. A. *Geotecnologias Aplicada à Estudos Ambientais*. 188 p. Campina Grande: EPGRAF, 2018.

FRANCISCO, C. E. S. *Áreas de preservação permanente na bacia do ribeirão das anhumas: estabelecimento de prioridades para recuperação por meio de análise multicriterial*. 2006. 108 f. Dissertação (Mestre em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agrônômico de Campinas, Campinas. 2006.

FRANCISCO, C. E. S.; COELHO, R. M.; TORRES, R. B.; ADAMI, S. F. Análise multicriterial na seleção de bacia hidrográfica para recuperação ambiental. *Ciência Florestal*, v. 18, n. 1, p.1-13, 2008.

FRANCO, U. E. G. *Avaliação das sobreposições geométricas de imóveis e reservas legais do Cadastro Ambiental Rural (CAR) na RIDE-DF*. 2018. 104 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental), Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

FREITAS, E. P.; MORAES, J. F. L.; PECHE FILHO, A.; STORINO, M. Indicadores ambientais para áreas de preservação permanente. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.17, n.4, p.443–449, 2013. Campina Grande –PB.

GASS, S. L. B.; VERDUM, R.; CORBONNOIS, J.; LAURENT, F. Áreas de preservação permanente (APPs) no Brasil e na França: um comparativo. *Revista Confins*, 27 | 2016: Número 27. Disponível em: < <https://journals.openedition.org/confins/10829> > . Acessado em: 12 de janeiro de 2017.

GASPAROTTO, F. A. *Avaliação Ecotoxicológica e Microbiológica da água de nascentes urbanas no município de Piracicaba-SP*. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas). 90f. 2011. Universidade de São Paulo. Piracicaba - SP.

GOIÁS. Lei complementar nº 27, de 30 de dezembro de 1999. Cria a Região Metropolitana de Goiânia, autoriza o Poder Executivo a instituir o Conselho de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Goiânia, a Secretaria Executiva e a constituir o Fundo de Desenvolvimento Metropolitano de Goiânia e dá outras providências correlatas. Disponível em: < http://www.gabinetecivil.go.gov.br/pagina_leis.php?id=7066 >. Acesso em: 4 de janeiro de 2017.

_____. Lei complementar nº 78, de 25 de março de 2010. Altera a Lei Complementar nº 27, de 30 de dezembro de 1999, que cria a Região Metropolitana de Goiânia, autoriza o Poder Executivo a instituir o Conselho de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Goiânia, a Secretaria Executiva e a constituir o Fundo de Desenvolvimento Metropolitano de Goiânia. Disponível em: < http://www.gabinetecivil.go.gov.br/pagina_leis.php?id=9457 >. Acessado em: 4 de janeiro de 2017.

_____. Lei complementar nº 87, de 07 de julho de 2011. Introduz alterações na Lei Complementar nº 27, de 30 de dezembro de 1999, que cria a Região Metropolitana de Goiânia, entre outras providências. Disponível em: < http://www.gabinetecivil.goias.gov.br/leis_complementares/2011/lei_complementar_n87.htm >. Acessado em: 4 de janeiro de 2017.

_____. Lei nº 18.104, de 18 de Julho de 2013. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, institui a Nova Política Florestal do Estado de Goiás e dá outras providências. Goiânia, Assembleia Legislativa do Estado de Goiás, 2013. Disponível em: < http://www.gabinetecivil.go.gov.br/pagina_leis.php?id=10899>. Acesso em: 4 de janeiro de 2017.

GOIÂNIA (MUNICÍPIO). Lei Complementar nº 171, de 29 de maio de 2007. Dispõe sobre o Plano Diretor e o processo de planejamento urbano do município de Goiânia e dá outras providências. Goiânia, 2007.

GOIANIRA (MUNICÍPIO). Lei Complementar nº 005, de 19 de dezembro de 2007. Dispõe sobre a política urbana e o Plano Diretor democrático de Goianira. Goianira, 2007.

HIDROLÂNDIA (MUNICÍPIO). Lei nº 288, de 13 de dezembro de 2006. Dispõe sobre o Plano Diretor, o Processo de Planejamento do Município de Hidrolândia e dá outras providências. Hidrolândia, 2006.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Biblioteca: censo demográfico: 1980: dados gerais, migração, instrução, fecundidade, mortalidade*. Disponível em: < <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=772> >. Acessado em: 12 de fevereiro de 2017.

_____, *Regiões de Influência das Cidades 2007*. Rio de Janeiro, 2008.

IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. *Orientações para o combate à erosão no estado de São Paulo: Bacia do Pardo Grande*. São Paulo: 1990, v.3.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil. *Banco de Dados Climáticos do Brasil* Disponível em: < <https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/bdclima/>>. Acessado em: 2 de março de 2017.

JORNAL OPÇÃO, *Estudo da UFG aponta possibilidade de escassez de água na Grande Goiânia*, Goiânia, 20 mar. 2018. Disponível em: <<https://www.jornalopcao.com.br/ultimas-noticias/estudo-da-ufg-aponta-possibilidade-de-escassez-de-agua-na-grande-goiania-119946>>. Acesso em: 10 junho de 2018.

KOPPEN, W. *Climatologia: con un studio de los climas de la tierra*. México: Fondo de Cultura Economica, 1948, 478p.

LACERDA, C. S.; CÂNDIDO, G. A. Modelos de indicadores de Sustentabilidade para gestão de recursos hídricos. In: LIRA, W. S., CÂNDIDO, G. A., orgs. *Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa* [online]. Campina Grande: EDUEPB, 2013, pp. 13 -30. ISBN 9788578792824.

LAPIG, Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento. *Lapig Maps*. Disponível em: <https://maps.lapig.iesa.ufg.br/lapig.html>. Acesso em: 13 de janeiro de 2019.

LIMA, A.; BENSUNSAN, N.; RUSS, L. *Código Florestal por um debate pautado em ciência*. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, Brasília. Brasília, dezembro de 2014. Disponível em: http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/13168/Livro_Codigo%20Florestal%3a%20por%20um%20debate%20pautado%20em%20ciencia_IPAM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acessado em: 14 de janeiro de 2018.

LIMA, G. S. A.; FERREIRA, N. C.; FERREIRA, M. E. Modelagem da Perda Superficial de Solo para Cenários de Agricultura e Pastagem na Região Metropolitana de Goiânia. *Revista Brasileira de Cartografia*, vol. 70, n. 4, outubro/dezembro, 2018. p. 1510 – 1536.

LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F.; MANGUIRE, D. J.; RHIND, D. W. *Sistemas e Ciência da Informação Geográfica*. (Tradução de André Schneider et al.). 3 ed. Porto Alegre – RS: Bookman. 540p. 2013.

LÔNDERO, E.; GARCIA, C. *Sovergs. Site Higienistas*, 2010. Disponível em: <<http://www.sovergs.com.br/site/higienistas/trabalhos/10474.pdf>>. Acesso em: 24 de abril de 2019.

LOLES, A. M. D.; TASSIGNY, M. M.; TEIXEIRA, D. M. A Redução das Áreas de Preservação Permanente de Recursos Hídricos pelo Novo Código Florestal e o Princípio da Proibição Proteção Deficiente. *Revista da Faculdade de Direito da UFG*, v. 41, n.1, p. 46-65, jan. / jun. 2017.

MACHADO, P. A. L. *Direito ambiental brasileiro*. 17. ed. São Paulo: Malheiros, 2009.

MANDER, U.; KUUSEMETS, V.; LÖHMUS, K.; MAURING, TÕNU. Efficiency and dimensioning of riparian buffer zones in agricultural catchments. *Ecological Engineering*. v. 8. p. 299 – 324. 199.

MELLO, L. T. A.; TRINDADE, M. C.; MARCUZZO, F. F. N. *Caracterização da Qualidade das Águas do Principal Rio da Região Metropolitana de Goiânia*. XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2011, Maceió-AL.

MASCARENHAS, L. M. A. *Interdisciplinaridade, Instrumentos Legais de Proteção ao Meio Ambiente e Perícia Ambiental*. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais). 230f. Universidade Federal de Goiás. 2009. Goiânia-GO

MASCARENHAS, L. M. A.; FERREIRA, M. E.; FERREIRA, L. G. Sensoriamento Remoto como Instrumento de Controle E Proteção Ambiental: Análise da Cobertura Vegetal Remanescente na Bacia do Rio Araguaia. *Revista Sociedade & Natureza*, Uberlândia, 21 (1): 5-18, ABR. 2009.

METZGER, J. P. O Código Florestal tem base científica? *Natureza & Conservação*, v. 8,

n. 1, p. 92-99, 2010. Disponível em: < http://ecologia.ib.usp.br/lepac/codigo_florestal/Metzger_N&C_2010.pdf >. Acessado em: 27 de março de 2018.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. *Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação & Áreas de Risco*. O que uma coisa tem a ver com a outra? Relatório de Inspeção da área atingida pela tragédia das chuvas na Região Serrana do Rio de Janeiro / Wigold Bertoldo Schäffer... [et al.]. – Brasília: MMA, 2011. 96 p.: il. color; 29 cm. + mapas. (Série Biodiversidade, 41). Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/202/_publicacao/202_publicacao0108201111_2029.pdf> acessado em 12 de maio de 2018.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. *Unidades de Conservação por Bioma*. Brasília, 2019. Disponível em: < ww.mma.gov.br/cadastro_uc >. Acessado em: 21 de janeiro de 2018.

MOREIRA, M. A. *Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicações*. São Jose dos Campos: INPE; 2001.

NASCIMENTO, M. A. L. S. Geomorfologia do Estado de Goiás. Revista *Boletim Goiano de Geografia*. Goiânia: UFG, V.12, n.1. Jan./Dez. 1991. Disponível em: < https://observatoriogeogoiias.iesa.ufg.br/up/215/o/NASCIMENTO_Maria_Amelia_Leite_Geomorfologia_Go.pdf >. Acessado em: 4 de fevereiro de 2018.

NICOTELLI, E. A. M.; FERREIRA, R. L. Geotecnologia Aplicada à Perícia Ambiental. *Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade*, v.6 n.4. 37 – 53p. 2015.

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 (Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária). 53f. Universidade Federal de Goiás. Escola de Engenharia Civil e Ambiental. 2015. Goiânia-GO.

NUNES, E. D. *Modelagem de Processos Erosivos Hídricos Lineares no Município de Mineiros – GO*. 2015. 242 f.. Universidade Federal de Goiás, Instituto de Estudos Socioambientais (IESA), Catalão, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Goiânia.

NUNES, I. T. P. C. C. *Avaliação do crescimento urbano sobre os mananciais superficiais de captação de água e demanda hídrica na Região Metropolitana de Goiânia (RMG)*. 2017. 47 f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Escola de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

NUNES, I. T. C. P. P.; SACHO, S. D.; HORA, K. E.; FERREIRA, N. C.; SALES, M. M. *Desafios para a gestão dos recursos hídricos na bacia hidrográfica dos Rios Turvo e dos Bois nos municípios da Região Metropolitana de Goiânia*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AMBIENTAL, 14., 2016, Brasília, DF. Anais... Brasília, DF, 2016. p. 1-8.

OBSERVATÓRIO DAS METRÓPOLES. *As regiões metropolitanas brasileiras e sua estrutura social em uma década de mudanças, 2000-2010*. Disponível em: < <http://observatoriodasmetrolopes.net.br/wp/as-regioes-metropolitanas-e-sua-estrutura-social/> >. Acessado em: 3 de janeiro de 2018.

OLIVEIRA, L. F. C.; CORTÊS, F. C.; WEHR, T. R.; BORGES, L. B.; SARMENTO, P. H. L.; GRIEBELER, N. P. Intensidade-duração-frequência de chuvas intensas para localidades no estado de Goiás e Distrito Federal. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 35, n. 1, p. 13-18, 2005.

OLIVEIRA, G. C. *Precisão de modelos digitais de terreno, mapeamento automático de APPs em topos de morros e a eficácia do novo Código Florestal*. 2015. 139 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas), Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

OLIVEIRA, C. D. C.; BORGES, L. A. C.; ACERBI JÚNIOR, F. W. Land use in Permanent Preservation Areas of Grande River. *Floresta e Ambiente*. 1 – 11p. 2018. ISSN 2179-8087 (online)

OLIVEIRA, U. C. *Avaliação do Uso e Ocupação de Áreas de Preservação Permanente no Médio Curso do rio Acaraú e suas implicações na Qualidade da Água*. Dissertação (Mestrado em Geografia). 2014. 137f. Universidade Estadual do Ceará – UECE. Fortaleza- CE.

ONU. Organização das Nações Unidas. *Situação da População Mundial 2014*. New York, United Nations, 2014. Disponível em: <http://www.unfpa.org.br>. Acessado em: 02 de janeiro de 2017.

PASQUALETTO, A.; ALCANTARA, C. R.; RAMOS, F. P.; PATRICIO, G. M. R., SILVA, H. M. *Escassez da Água como Limitador do Desenvolvimento da Região Metropolitana de Goiânia*. PUC/GO. Goiânia, 2004.

PIMENTEL, M. M. Processos Erosivos. In CARVALHO, J. C. de; SALES, M. M; SOUSA, N. M. de; MELO, M. T. da S. (Org.). *Processos Erosivos no Centro Oeste Brasileiro*. Brasília: Editora FINATEC, 2006. p. 39 - 91.

PINTO N. L. S.; HOLTZ, A. C. T.; MARTINS, J. A.; GOMIDE, F. L. S. *Hidrologia Básica*. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1976. 278 p.

PIRES, M. O.; SAVIAN, G. C. P. S. A Implementação da Política de Regularização Ambiental nos Estados da Amazônia e as Propostas de Alteração da Lei nº 12.65/2012. In: *Mudanças no Código Florestal Brasileiro: desafios para a implementação da nova lei*. Rio de Janeiro, 2016. P 79 – 106.

PIROLI, E. L. *Geoprocessamento Aplicado ao Estudo do Uso da Terra das Áreas De Preservação Permanente dos Corpos D'Água da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo*. Tese (Livre Docente no conjunto de disciplinas Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. 2013. 150f. Ourinhos – SP.

PDI-RMG. *Plano de Desenvolvimento Integrado Da Região Metropolitana de Goiânia*. Diretrizes. 2018. Disponível em: <http://pdi-rmg.secima.go.gov.br>. Acesso em: 7 outubro de 2018.

POMPÊO, C. A. Drenagem urbana sustentável. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 5, n. 1, p. 15-23, jan./mar. 2000.

PORTO, R. L. L. Escoamento superficial direto. In: TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L. L.; BARROS, M. T. de. (Org.). *Drenagem urbana*. Porto Alegre: ABRH, v. 5, 1995. p. 107-162.

PORTO, R.; ZAHED, K.; TUCCI, C.; BIDONE, F. Drenagem Urbana. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). *Hidrologia – Ciência e Aplicação*. Porto Alegre: ABRH, 2004. p. 805-847.

REBELO, A. *Substitutivo ao Projeto de Lei 1876/99*. 2010. Disponível em: < http://www.camara.gov.br/sileg/Prop_Detalhe.asp?id=480244 >. Acesso em 01 de fevereiro de 2018.

RIBEIRO, J. F; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M; ALMEIDA, S. P. (Ed.). *Cerrado: ambiente e flora*. Brasília, Embrapa Cerrados. 1998. p. 87 - 166.

RIBEIRO, T. G.; BOAVENTURA, G. R.; CUNHA, L. S.; PIMENTA, S. M. Estudo Da Qualidade Das Águas Por Meio Da Correlação De Parâmetros Físico-Químicos, Bacia Hidrográfica Do Ribeirão Anicuns. *Revista Geochimica Brasiliensis*, 30(1): 84 - 94, 2016.

ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. In: *Revista do Departamento de Geografia, n°8, FFLCH-USP*, São Paulo, 1994.

RORIZ, P. A. C.; FEARNSTIDE, P. M. A construção do Código Florestal Brasileiro e as diferentes perspectivas para a proteção das Florestas. *Revista Novos Cadernos NAEA*, v. 18, n. 2, p. 51-68, jun-set. 2015. Disponível em: < <https://periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/view/1866/2691> >. Acessado em: 7 de maio de 2018.

ROSIN, J. A. R. G. *Áreas De Preservação Permanente e as Dinâmicas Urbanas e Socioambientais: Avanços e Desafios das Políticas de Proteção e Recuperação aos Mananciais*. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). 2016. 432 f. Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, São Paulo.

SANTOS, L. A. C. Utilização dos dados do Cadastro Ambiental Rural na análise de conflitos de uso do solo em Áreas de Preservação Permanente. *Tecnia* v.3 , n.1, 174 – 196p. 2018

SALOMÃO, F. X. T. (1994). *Processos erosivos lineares em Bauru (SP): regionalização cartográfica aplicada ao controle preventivo urbano e rural*. São Paulo, 200 p. (Tese de doutoramento FFLCH-USP. Departamento de Geografia).

_____. Controle e prevenção de processos erosivos. In: GUERRA, A. J. T; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M. (Orgs.). *Erosão e conservação dos solos: conceitos temas e aplicações*. 3º Edição. Rio de Janeiro - RJ: Editora Bertrand Brasil, 2007. p. 229 - 265.

_____. *Erosão e a ocupação rural e urbana*. In: 3º Curso de Geologia de Engenharia Aplicada a Problemas Ambientais. AGAMA-DIGEM: São Paulo - SP. Pág. 44-71. (1992).

SANTOS, M. *O espaço dividido: os dois circuitos da economia urbana dos países subdesenvolvidos*. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1979.

SANTOS, G. F. Direito de propriedade e direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado: colisão de direitos fundamentais. *Revista de Informação Legislativa*. Brasília a. 37 n. 147, p. 15 – 28 jul./set. 2000

SANTOS, P. R. A. dos. *Avaliação da precisão vertical dos modelos SRTM para a Amazônia*. 2005. 125 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Cartográfica). Depto. de Engenharia - Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2005.

SANTOS, P. P. *Análise do Módulo do Cadastro Ambiental Rural - CAR: Estudo de Caso Para os Estados de MG, RJ E SP*. 2017. 68f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental. Seropédica-RJ.

SCHWAIDA, S. F.; CICERELLI, R. E.; ALMEIDA, T.; ROIG, H. L. Challenges and Strategies on Implementing an Ecological Corridor Between Protected Areas in Cerrado Biome. *Revista Árvore*. 2017. 1 – 10p. 41(6).

SCS. SOIL CONSERVATION SERVICE. Design Hydrographs, Section 4, *Hydrology*. National Engineering Handbook, USDA. Washington D. C. 1972. 127 p.

SEMARH. Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. Instituto de Desenvolvimento Tecnológico do Centro Oeste - ITCO. Plano de Manejo APA João Leite - Goiânia, 2007.

SILVA NETO, J. B.; SILVA JÚNIOR, M. G.; UCKER, F. E.; ALONSO, R. R. P.; LIMA, M. L. *Diagnósticos dos Recursos Hídricos: Disponibilidade e Demanda para a Região Metropolitana de Goiânia*. Revista Eletrônica de Educação da Faculdade Araguaia, 8: p. 149 - 167, 2015.

SILVA, J. A. F.; REIS, C. H. Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos no Brasil. Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Campos dos Goytacazes - RJ, v. 4, n. 2, p. 139-153, jul. / dez. 2010.

SILVA, G. N. F. *Abastecimento de Água em Espaços Urbanos: Políticas Públicas e Gestão na Região Metropolitana de Goiânia (1988-2018)*. 2018,182. Tese (Doutorado em Geografia). Programa de Pós-Graduação de Geografia. Universidade Federal de Goiás. Goiânia-GO.

SOUZA, J. O. P.; DUARTE, C. C. *Análise da precisão altimétrica dos modelos digitais de elevação para área semiárida, Serra da Baixa Verde, Pernambuco*. In: 9º Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2012, P. 1 - 4. Rio de Janeiro, 2012.

SOARES FILHO, B. S.; RAJÃO, R.; MACEDO, M.; CARNEIRO, A.; COSTA, W.; COE, M.; RODRIGUES, H.; ALENCAR, A. Cracking Brazil's Forest Code. *Science* 344, p. 363 – 364. Disponível em: <http://lerf.eco.br/img/publicacoes/Soares_Filho_et al_2014_artigo_Science.pdf > . Acessado em: 28 de maio de 2018.

SOLARI, R. A. F. *Aplicação de Métodos de Classificação Supervisionada em Imagens do Sentinel-2, Como Suporte ao Cadastro Ambiental Rural*. Dissertação (Mestrado em Ciências

Ambientais). 150f. 2017. Universidade de Brasília – UnB. Faculdade UnB Planaltina – FUP. Brasília-DF.

TAMBOSI, L. R.; VIDAL, M. M.; FERRAZ, S. F. B.; METZGER, J. P. Funções eco-hidrológicas das florestas nativas e o Código Florestal. *Estudos avançados* 29 (84), 2016. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142015000200151 >. Acessado em: 12 de março de 2018.

TANCREDI, N. S. H.; ALMEIDA, J. R.; LINS, G. A.; GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. Uso de Geotecnologias em Laudos Periciais Ambientais: Estudo de Caso no Município de Jacundá, Pará. *Revista Geografar*. Curitiba, v.7, n.1, p.1-19, jun./2012

TEIXEIRA NETO, A. Estrutura Fundiária do Estado de Goiás – 2003. *Revista Boletim Goiano de Geografia*. Goiânia, v. 31, n. 2, p. 129-160, jul./dez. 2011.

TEREZÓPOLIS DE GOIÁS (MUNICÍPIO). Lei nº 479, de 7 de abril de 2018. Institui o Plano Diretor Sustentável do Município de Terezópolis de Goiás. Terezópolis de Goiás, 2018.

TOMAZ, A. C. F. *A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e o Federalismo no Brasil*. 2006. 112f. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo – USP, São Paulo.

TRICART, J. *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro, IBGE-SUPREN, 1977. (Recursos Naturais e Meio Ambiente).

TRINDADE, G. *Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal: Análise Comparativa entre o atual Código Florestal Federal (Lei no 4.771/65) e o Substitutivo do PL no 1.876/1999 (novo Código Florestal)*. In: LAVRATTI, P.; PRESTES, V. B. (Org.). DIREITO e MUDANÇAS CLIMÁTICAS 4: Reforma do Código Florestal: limites jurídicos. São Paulo: Instituto O Direito por um Planeta Verde, 2010. v. 4. p. 189. Disponível em: <<http://www.planetaverde.org/mudancasclimaticas/index.php?ling=por&cont=publicacoes> >. Acesso em 11 janeiro 2019.

TRINDADE (MUNICÍPIO). Lei nº 008, de 2 de junho de 2008. Institui o Plano Diretor do município de Trindade, nos termos do artigo 182 e 183 da Constituição Federal e da Lei nº 10.257 de 2001 – Estatuto da Cidade, e da Lei Orgânica do Município e revoga-se a Lei 979/2002. Trindade, 2008.

TUCCI, C. E. M.; MARQUES, D. M. L. da M. *Avaliação e controle da drenagem urbana*. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2001. 558 p.

_____. *Urban Flood Management*. Global Water Partnership, WMO – World Meteorologic Organisation, Cap-Net. Maio, 2007.

_____. Águas urbanas. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 97 – 112, 2008.

TUNDISI, J. G. (coord.). Recursos Hídricos no Brasil: Problemas, Desafios e Estratégias para o Futuro. *Estudos Estratégicos*. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências, 2014.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. *Biota Neotropica*, v. 10, n. 4, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/bn/v10n4/10.pdf>>. Acesso em: 9 maio de 2017.

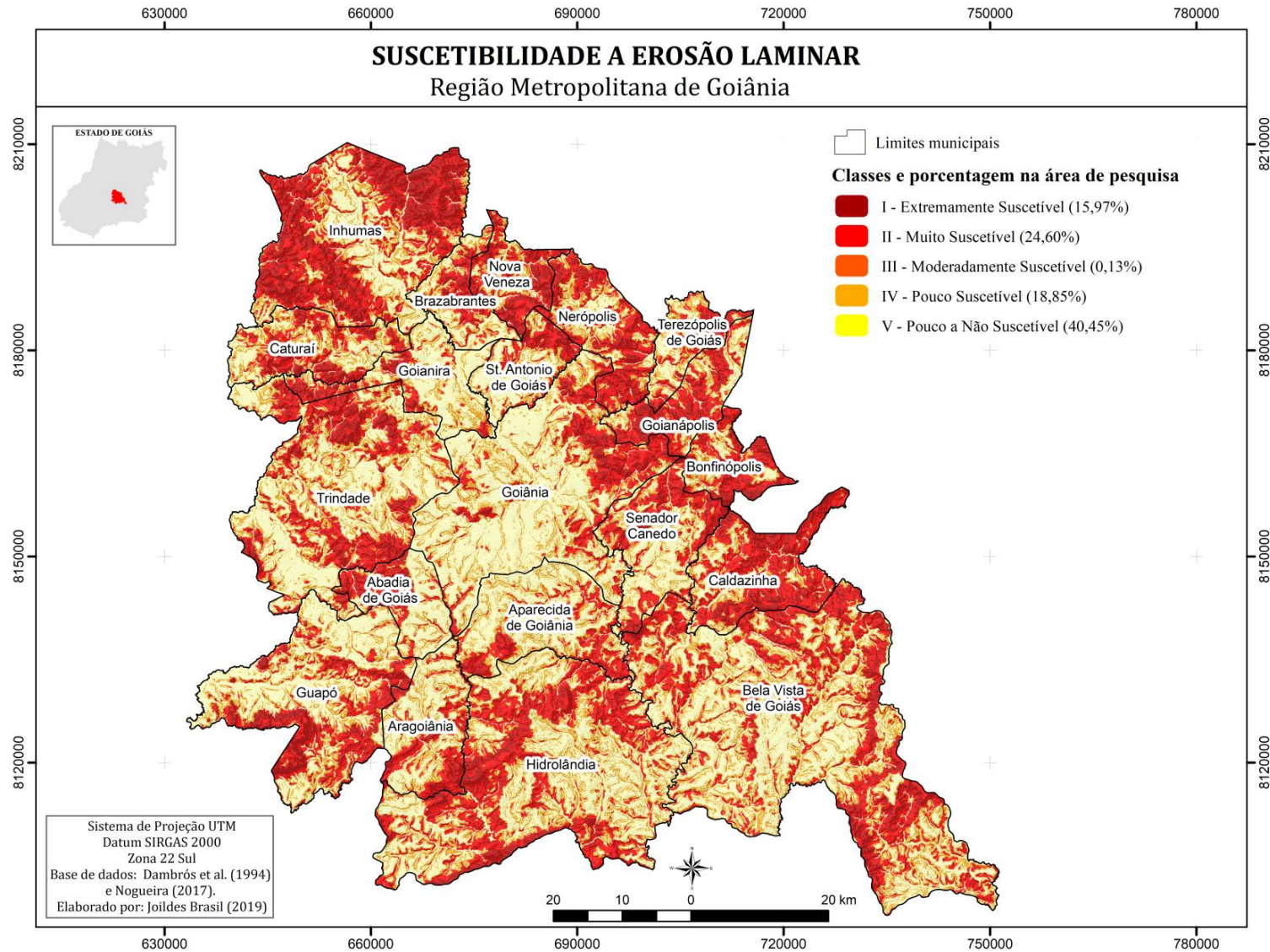
VALERIANO, M. de M.; ROSSETTI, D. F. TOPODATA: seleção de coeficientes geoestatísticos para o refinamento unificado de dados SRTM. São José dos Campos: INPE, 2008. 50 p. Disponível em < <http://www.dpi.inpe.br/topodata/documentos.php> >. Acesso em: 05 set. 2017.

VALERA, C. A. *Avaliação do Novo Código Florestal: As Áreas de Preservação Permanente – APPs, e a Conservação da Qualidade do Solo e da Água Superficial*. Tese (Doutorado em Agronomia). 2017. 119f. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal.

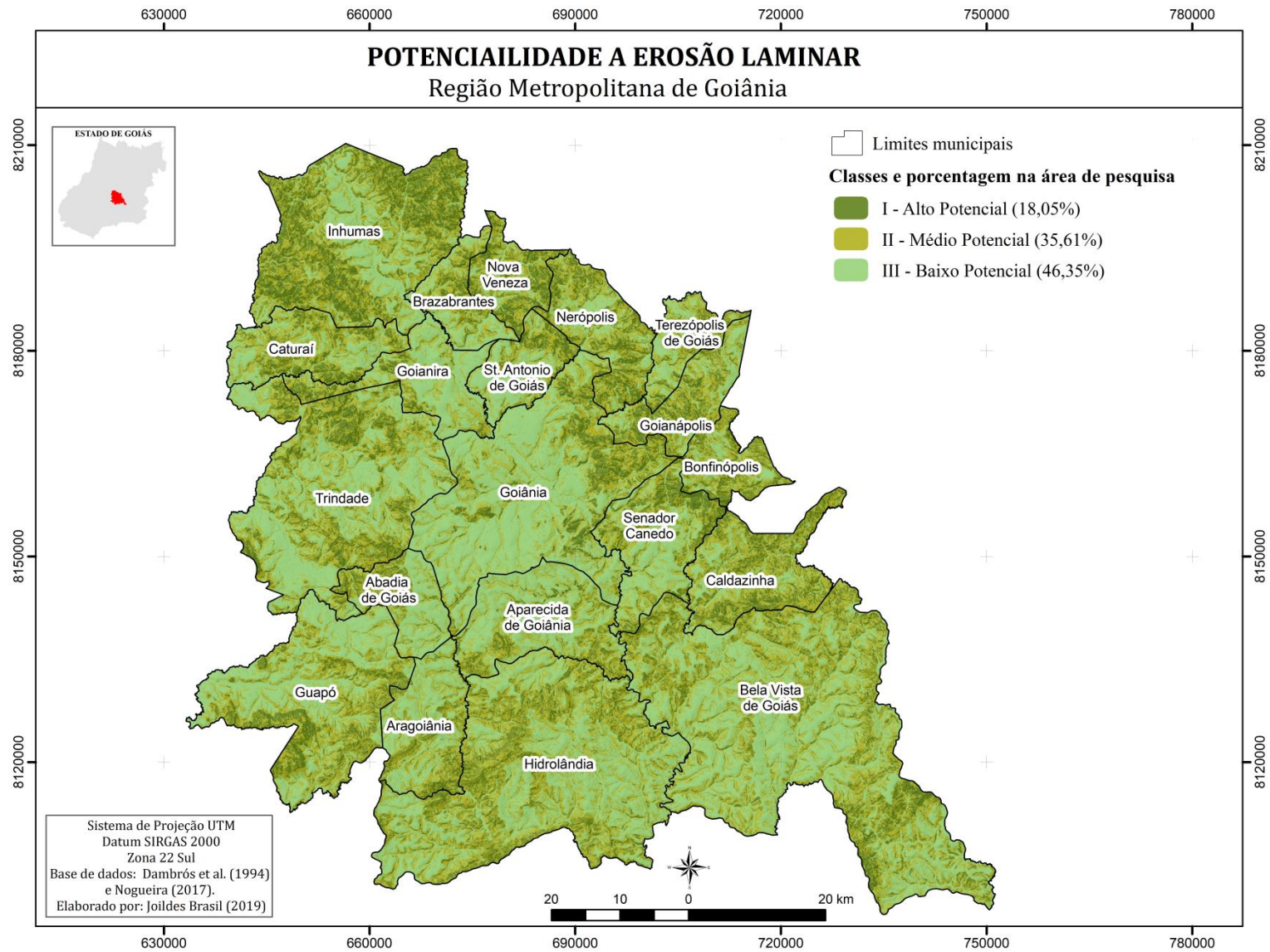
VERDUM, R.; FONTOURA, L. M. *Temáticas rurais: do local ao regional*. Porto Alegre: Editora da UFRGS. Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. 2009

ANEXOS

Anexo 1 – Mapa de Suscetibilidade à Erosão Laminar da RMG.



Anexo 2 - Mapa de Potencialidade à Erosão Laminar da RMG.



Anexo 3 – Tabela com dados da estrutura fundiária dos municípios da RMG.

Municípios	Tamanho do Módulo Fiscal (ha)	Pequena Propriedade		Média Propriedade		Grande Propriedade		Total de propriedades
		Nº de propriedades	%	Nº de propriedades	%	Nº de propriedades	%	
Abadia de Goiás	24	164	86,77	24	12,7	1	0,53	189
Aparecida de Goiânia	22	135	90,00	14	9,3	1	0,67	150
Aragoiânia	24	276	88,18	34	10,9	3	0,96	313
Bela Vista de Goiás	35	1839	93,78	108	5,5	14	0,71	1961
Bonfinópolis	16	163	79,90	34	16,67	7	3,43	204
Brazabrantes	20	184	86,79	19	8,96	9	4,25	212
Caldazinha	35	520	95,24	23	4,21	3	0,55	546
Caturá	20	308	86,27	43	12,04	6	1,68	357
Goianápolis	20	186	85,32	23	10,55	9	4,13	218
Goiânia	7	281	63,43	115	25,96	47	10,61	443
Goianira	20	276	85,19	39	12,04	9	2,78	324
Guapó	22	409	81,15	65	12,90	30	5,95	504
Hidrolândia	35	872	87,90	105	10,58	15	1,51	992
Inhumas	24	887	87,13	110	10,81	21	2,06	1018
Nerópolis	20	296	87,57	33	9,76	9	2,66	338
Nova Veneza	22	307	93,60	18	5,49	3	0,91	328
Santo Antônio de Goiás	20	85	69,11	31	25,20	7	5,69	123
Senador Canedo	7	161	65,18	65	26,32	21	8,50	247
Terezópolis de Goiás	20	142	88,20	17	10,56	2	1,24	161
Trindade	20	412	75,05	104	18,94	33	6,01	549

Anexo 4 – Parâmetros físico-químicos dos pontos amostrais para o período chuvoso.

PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA (2012 - 2016) PERÍODO CHUVOSO								
Unidade de medida	n°	OD	pH	Cloretos	Temperatura	Cor aparente	Turbidez	Condutividade
		mg/L		mg/L	°C	mg Pt-Co L ⁻¹	NTU	µS/cm
P1	Mínima	4,5	5,5	0,5	21	36,1	14	14,3
	Média	5,2	6,3	3,64	24,5	70,6	61,7	28,1
	Máxima	5,9	6,7	13,5	26	92,8	290	48,7
P2	Mínima	7	5,28	0,5	22	43,6	19	14,18
	Média	7,9	6,28	0,94	23	121,68	40,2	15,17
	Máxima	9	7,22	3	24	283,3	76,4	16,09
P3	Mínima	6,9	6,25	0,5	24	27	11	46,3
	Média	7,5	6,88	2,6	24,25	180	178	53,9
	Máxima	8,2	7,22	5,5	25	588	363	70,5
P4	Mínima	4,4	6,42	0,5	23	13,5	11,8	24,4
	Média	5,6	7,1	2,3	24	43,1	28,4	37,2
	Máxima	7,3	7,76	3,5	26	82,5	57,2	53,8
P5	Mínima	4,1	6,85	0,5	22	18,64	9,2	24,1
	Média	5,2	7,16	4,5	25	25,5	16	26,6
	Máxima	6,1	7,89	5	26	35,14	23,14	42,1
P6	Mínima	4,5	6,4	2,5	23	8	3,2	20,5
	Média	5,12	6,75	3	24	21,3	14,6	33,2
	Máxima	6,7	7,64	4,5	25	47,4	16	40,6
P7	Mínima	5,5	6,39	0,5	23	36	9,6	38,6
	Média	6,4	6,8	1	24	54	24,6	111,6
	Máxima	7,3	7,41	2	26	61,9	34,8	154,98
P8	Mínima	5,8	6,39	0,5	24	11,6	2,29	104
	Média	6,3	7,3	2,3	25	31,6	9,6	150,8
	Máxima	7,2	8,2	4	26	36	10,4	199,8
P9	Mínima	6,1	7,15	1	23	29,4	9,62	71,6
	Média	6,9	7,28	3	24	39,6	36	102,3
	Máxima	8,2	7,98	6	26	430	63,6	135,7
P10	Mínima	5,5	7,23	0,5	24	26,7	6,43	99,8
	Média	5,6	7,43	1	25	65,9	21,2	119
	Máxima	7,1	7,78	5	26	88,4	25,1	171,2
P11	Mínima	5,4	7,02	1	24	9,7	6,4	40,4
	Média	6,1	7,5	2,6	25	20	7,6	95,1
	Máxima	6,5	7,8	9	26	35	14	136,2
P12	Mínima	2	6,72	0,5	24	9,5	0,26	63,2
	Média	3,2	7,48	0,5	26	25,3	12,2	83,4
	Máxima	6,1	7,9	0,5	28	77,2	16,5	114,2
P13	Mínima	3,5	6,7	0,8	25	5,6	4,9	49,2
	Média	4	7,33	1,5	24,5	12,1	6,6	65,3
	Máxima	5	7,9	2	27	53,6	18,2	86,4
P14	Mínima	3,9	6,3	0,5	24	36,5	4,9	65,4
	Média	4,7	6,6	0,94	25	41,4	8,5	92
	Máxima	6,6	6,7	1,5	28	54,6	9,4	89,4
P15	Mínima	3,8	6,43	0,5	23	19,48	11,3	34,69
	Média	7,2	6,64	1,3	24,5	26,5	41,6	38,54
	Máxima	8,1	6,89	2,5	25	40	95,3	42,7
P16	Mínima	6	7,15	1,5	22	44,6	41,6	71,7

	Média	6,7	7,44	5,9	23	59,5	85,9	89,4
	Máxima	7,5	8,18	10,5	26	800	164	127,2
P17	Mínima	6,2	7,64	0,5	25	1,4	0,35	95
	Média	6,9	8	2,9	26	1,5	0,39	104,9
	Máxima	7,6	8,49	4	27	1,9	0,5	129,2
P18	Mínima	2,2	7,62	0,5	25	0,5	0,15	94,6
	Média	3,9	7,7	5,9	27	1,5	0,23	107,8
	Máxima	4,5	7,84	10	28	1,8	0,29	121,6
P19	Mínima	2,9	7,2	0,5	26	1,2	0,2	154,3
	Média	6,2	7,49	2	26	1,9	0,3	176,7
	Máxima	67	7,97	4	26	3,6	0,7	184,2
P20	Mínima	5	6,52	0,5	25	0,25	0,01	35,6
	Média	5,4	6,88	0,5	25	1,6	0,16	71,4
	Máxima	6,3	7,1	0,5	25	2,5	0,3	81,25
P21	Mínima	6,5	6,3	0,1	25	5,3	7,26	13,9
	Média	8,2	7,1	0,9	25	31,6	14,2	20,28
	Máxima	8,6	7,6	2,5	25	70,9	22,9	40,3

Anexo 5 – Parâmetros físico-químicos dos pontos amostrais para o período seco.

PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA (2012 - 2016) - ESTIAGEM								
Unidade de medida	n°	OD	pH	Cloretos	Temperatura	Cor aparente	Turbidez	Condutividade
		mg/L		mg/L	°C	mg Pt-Co L ⁻¹	NTU	Us/cm
P1	Mínima	6,6	6,1	0,5	21,1	18,2	8,9	24
	Média	7,1	6,4	2,53	26,3	20,4	14,98	32,5
	Máxima	7,8	6,9	7	29,2	38,1	32,4	41,4
P2	Mínima	5,1	6,39	0,5	21	12,9	6,33	13,05
	Média	6,93	6,71	1,1	21,2	32	10,7	18,36
	Máxima	8,4	7,07	3,5	22	58	20	26,3
P3	Mínima	7,3	7,17	0,35	22	11,1	1,85	47
	Média	8,1	7,25	0,46	23	21,7	6,58	57,67
	Máxima	9,1	6,64	0,5	25	28,5	12	65,1
P4	Mínima	5,7	7,07	0,5	21	7,3	6,16	23,5
	Média	6,5	7,18	1	22,3	18,2	14,32	31,8
	Máxima	7,9	7,65	3,5	23	41,2	20,4	42,2
P5	Mínima	4,6	6,62	0,5	23	6,2	1	22
	Média	6,7	7,17	1,02	24	13,1	2	40
	Máxima	7,9	7,6	1,5	25	18,2	8	45
P6	Mínima	4,3	6,75	1,5	22	9,9	2	26,6
	Média	5,1	7,2	2,1	23	14,6	3,6	32,3
	Máxima	6,8	7,6	3	25	47,2	17	40,6
P7	Mínima	5,3	6,6	0,5	22	6,5	6,4	36,9
	Média	6,1	6,97	1,5	24	18,6	35	154
	Máxima	6,9	7,1	2	25	22,6	39	168
P8	Mínima	5,3	6,6	0,5	23	3,8	3,65	153
	Média	6,1	7,35	1,6	25,1	8,9	4,96	168,9
	Máxima	7,7	7,8	3	27	17,1	8,6	173,8
P9	Mínima	4,1	7,1	0,5	20	19,2	7,4	131,9

	Média	6,2	7,8	0,9	23	21,6	16,2	164
	Máxima	8,2	7,95	2	25	180,9	84,6	205
P10	Mínima	5,1	7,01	0,5	23	12,3	3,71	23,6
	Média	5,4	7,27	1,65	23,25	19,2	4,65	110
	Máxima	5,8	7,46	2	24	69	23,5	164,1
P11	Mínima	5	6,82	0,5	23	14,3	14	85,4
	Média	5,7	7,02	1,5	23,25	20,1	30,6	92,2
	Máxima	6,3	7,8	1,9	25	92,3	32,2	94,8
P12	Mínima	2,1	6,78	0,5	23	1,5	0,24	83,2
	Média	3,6	7,3	1	24	4,5	0,7	104
	Máxima	4,9	7,6	1,2	25	21,4	5,2	113,2
P13	Mínima	4,6	6,86	0,01	21	3	0,15	59,6
	Média	5,05	7,03	0,5	23	4,5	3,1	62,3
	Máxima	5,4	7,3	1	24	12,2	4,9	74,7
P14	Mínima	5,3	6,8	0,1	24	1,6	0,89	46,2
	Média	5,6	7,32	0,5	24	2,4	4,34	59,9
	Máxima	7,01	7,5	0,9	24	4	6,2	64,3
P15	Mínima	7,2	6,45	0,39	23	19,6	5,99	28,54
	Média	8,7	6,98	0,5	23	35,48	8,2	34,1
	Máxima	9,4	7,17	3	23	46,9	13	42,7
P16	Mínima	6,3	7,26	1	21	17,6	6,3	89,41
	Média	6,5	7,53	0,5	22	19,8	9,9	92,6
	Máxima	8,5	8,03	3	24	31	10,5	152
P17	Mínima	6,8	7,39	1	24	0,7	0,17	72,64
	Média	7,9	7,88	2,5	26	0,9	0,4	82,1
	Máxima	8,7	8,41	3,5	27	1,9	0,56	83,3
P18	Mínima	1,9	7,65	0,5	26	0,8	0,2	55,8
	Média	2,2	7,79	2,5	26	1,1	0,29	81,6
	Máxima	3	8	5	26	1,5	0,45	90,7
P19	Mínima	2	7,25	0,2	24	0,5	0,11	154,3
	Média	5,4	7,65	2,1	25	1,1	0,2	162
	Máxima	6	7,72	6	26	3	0,36	176,5
P20	Mínima	3,1	6,1	0,5	26	0,8	0,01	138
	Média	4,4	7,3	0,5	26	1,5	0,12	120
	Máxima	5	7,85	0,5	26	3	0,6	270
P21	Mínima	6,5	6,21	0,1	24	16,2	3,9	15,16
	Média	7,2	6,44	0,8	24	13,26	11,11	15,95
	Máxima	8,8	7,45	3,5	24	43,1	13,6	17,52