



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

MARCELI CORADIN

**DINÂMICA DA COBERTURA E USO DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA
DO RIBEIRÃO ÁGUA FRIA, PALMAS-TO: aspectos multitemporais à luz da
legislação urbanística e ambiental**

**Palmas-TO
2020**

MARIELI CORADIN

**DINÂMICA DA COBERTURA E USO DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA
DO RIBEIRÃO ÁGUA FRIA, PALMAS-TO: aspectos multitemporais à luz
da legislação urbanística e ambiental**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Gírlene Figueiredo Maciel

**PALMAS-TO
2020**

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

C787d Coradin, Marcieli.

Dinâmica da cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do ribeirão Água Fria, Palmas - TO: aspectos multitemporais à luz da legislação urbanística e ambiental. / Marcieli Coradin. – Palmas, TO, 2020.

121 f.

Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) Profissional em Engenharia Ambiental, 2020.

Orientador: Gilene Figueiredo Maciel

1. Cobertura e uso da terra. 2. Legislação ambiental. 3. Legislação urbanística. 4. Loteamento irregular. I. Título

CDD 628

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

MARCIELI CORADIN

DINÂMICA DA COBERTURA E USO DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO ÁGUA FRIA, PALMAS – TO: aspectos multitemporais à luz da legislação urbanística e ambiental

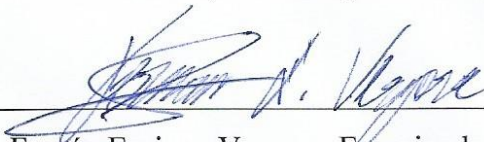
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, foi avaliada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental em 22 de maio de 2020, e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data de Aprovação: 22 de maio de 2020.

Banca Examinadora:



Dr. Girlene Figueiredo Maciel. Orientador e Presidente da Banca.
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental - UFT



Dr. Fernán Enrique Vergara. Examinador Interno.
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental - UFT



Dr. Lucas Barbosa e Souza. Examinador Externo.
Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente - UFT



Dr. Erich Collicchio. Examinador Externo.
Programa de Pós-Graduação em Agroenergia - UFT

Dedico essa conquista a minha filha, Maria Luisa Rossato.

“O todo poderoso fez em mim maravilhas: Santo é o seu nome”

Lucas 1, 49.

AGRADECIMENTOS

A Deus o todo poderoso que fez maravilhas em mim, que se fez presente por intermédio do Espírito Santo em todas as horas difíceis, me mantendo forte rumo à minha realização.

Ao Hal Elrod, autor do livro “O Milagre da Manhã” e Tonny Robbins, autor do livro “Desperte seu Gigante Interior”. O conhecimento adquirido foi transformador e assim eu cheguei até aqui! Ultrapassei barreiras e enfrentei os medos. “Eu posso, eu consigo, eu acredito, eu realizo”.

Aos meus pais, Vicente e Maria Coradin, pela educação recebida e por sempre estarem ao meu lado em todas as circunstâncias, que foram essenciais para a realização de todas as minhas conquistas.

Ao meu marido, Henrique Rossato, pelo incentivo e companheirismo em tudo o que foi necessário para realização desse trabalho. Gratidão!

À minha filha, Maria Luisa Rossato, pela compreensão quando me ausentei abdicando da maternidade para dedicar-me a essa formação. Perdão, você é meu bem maior!

Ao professor doutor Girlene Figueiredo Maciel, que muito mais que um orientador, se tornou um amigo, pela paciência, incentivo, aprendizado, compreensão ao longo do desenvolvimento do presente estudo e pela demonstração de preocupação com o meu aprendizado.

Aos professores doutores Fernán Enrique Vergara, Lucas Barbosa e Erich Collicchio por aceitarem o pedido de serem membros avaliadores deste trabalho e por contribuir ricamente com a minha formação profissional, passando ensinamentos valiosos promissores para o meu crescimento profissional e pessoal. Obrigado professores!

Aos professores do Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental pelo auxílio e conhecimento compartilhado.

Aos professores Eduardo Quirino e Roberta Mara pelas orientações e encaminhamento quanto a abordagem metodológica empregada à pesquisa.

Ao arquiteto e urbanista Lúcio Milhomem da Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Regularização Fundiária e ao engenheiro ambiental Wanderson Oliveira da Fundação do Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Palmas-TO. Ambos pelo auxílio no entendimento das diretrizes ambientais e urbanísticas.

A minha amiga e comadre Maria Carolina pelo incentivo e ajuda para ingressar ao programa assim como na banca de qualificação. Obrigada amiga!

Aos amigos Fernando Suarte, Marcel Sousa e Waldo Bitencourt que o mestrado me proporcionou, obrigado pelo apoio, incentivo e disponibilidade em tudo o que precisei. Em especial aos amigos Fábio Silva e Kenia Parente pela ajuda incessante no desenvolvimento da pesquisa e finalização da dissertação. A amizade de vocês foi uma das melhores coisas que o mestrado me proporcionou!

Aos meus familiares pelo apoio em todas as horas e, em especial, à minha sogra Elizabete Rossato, por sempre estar disponível e ajudar em tudo. À minha amiga e comadre Kenniane Nogueira, pela motivação, carinho e imersões de luz emanadas em todas as situações de desânimo, conflitos, estresses e frustrações que aconteceram ao meio desse caminho. Aos meus amigos, Adriana Rabel, Andherson Prado, Fernanda Abreu, Marielle Rodrigues, Adriana Dias, Juliana Cunha, Lorena D'Arc Tork, Fernanda Ariel, Tailla Cabral, Taiciane Nogueira, Angélica de Souza e Vinícius Mello, por todo apoio e incentivo. À minha funcionária Valdinete Ferreira por sempre estar presente, cuidando da minha casa e família com carinho e dedicação. Gratidão! Sem vocês, não teria sido capaz de chegar tão longe!

E a todos os meus amigos os quais não terão os nomes citados, mas de uma forma ou de outra, sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos, me impulsionando e me fortalecendo para persistir em todos os meus sonhos.

RESUMO

O manejo inadequado do uso da terra devido ao processo de urbanização e das atividades agrícolas colocam em risco a qualidade dos recursos naturais, deixando as bacias hidrográficas vulneráveis à degradação dos recursos hídricos. A bacia hidrográfica do Ribeirão Água Fria em Palmas-TO apresenta um panorama de forte expansão do perímetro urbano, desde a ocupação territorial inicial da cidade até os dias atuais. Dessa forma, a ocupação territorial interfere na dinâmica da cobertura e uso da terra, principalmente nas áreas ambientais protegidas da bacia. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo analisar as mudanças da cobertura e do uso da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão Água Fria, assim como relacioná-las com a legislação ambiental e urbanística, nos anos de 2008 e 2018. A metodologia empregada consiste em análises bibliográficas, estudos sobre a ocupação urbana da cidade de Palmas-TO, interpretação de legislação urbana e ambiental, uso de técnicas de geoprocessamento e análises visuais em campo. Os resultados obtidos revelam que o manejo controlado da APA Serra do Lajeado, no médio curso da bacia, conteve a expansão de usos da terra, tais como o cultivo de culturas anuais, apresentando diminuição de 0,42% na classe de graníferas e cerealíferas. Além disso, houve o aumento de 3,65% na classe de pastagem e 3,46% na classe capoeira. O alto curso da bacia permanece com bom estado de conservação por abrigar partes das nascentes no Parque Estadual do Lajeado (PEL) e nas escarpas da Serra do Lajeado, mantendo-se a vegetação nativa conservada, que é representada pela classe de florestas nos anos analisados. Já no baixo curso da bacia hidrográfica, houve forte pressão do adensamento urbano irregular em consequência dos elevados preços das áreas urbanas centrais munidas de infraestrutura, o que acarretou um aumento de 0,89km² de ocupação nesta área da bacia. Além do mais, o novo Plano Diretor Lei nº 400 de abril de 2018 (PALMAS, 2018) aprovou a expansão do perímetro urbano sobre a bacia podendo causar impactos ambientais de grandes proporções, resultando na degradação do solo e do curso d'água existente. As Áreas de Preservação Permanente (APPs) e as Áreas Verdes Urbanas (AVUs), localizadas no baixo curso da bacia, apresentam evoluções pontuais nas intercorrências dos usos da terra, representados principalmente pelas classes de loteamento irregular e barramento, além de degradação da vegetação nativa nas APPs para instalação da infraestrutura urbana durante processos de regularização fundiária.

Palavras-Chave: legislação urbanística, áreas ambientais protegidas, urbanização, ocupação irregular.

ABSTRACT

The inadequate management of land use due to the urbanization process and agricultural activities put the quality of natural resources at risk, leaving hydrographic basins vulnerable to the degradation of their water resources. In Palmas, Tocantins, the Água Fria river watershed presents an intensive panorama of expansion of the urban perimeter since the initial territorial occupation front of the city to the present days. Thus, territorial occupation interferes in the land cover and use dynamics, especially in protected areas of the basin. Therefore, the present study aimed to analyze changes in land cover and land use in the Água Fria river watershed, as well as to relate them to environmental and urban legislations within the time frame of the years 2008 and 2018. The methodology implemented consisted of literature review, analysis of the urban occupation of the city of Palmas, Tocantins; interpretation of urban and environmental legislation, GIS processing techniques and visual site analysis. The obtained results revealed that the supervised management of the APA Serra do Lajeado, in the middle course of the basin, refrained the expansion of land uses, such as the cultivation of annual crops, presenting a decrease of 0,42% in the class areas of grains and cereals. In addition, there was an increase of 3,65% in the pasture class and 3,46% in the shrubbery forest class area. The high course of the basin remains in a good state of conservation because it contains parts of the springs in the Lajeado State Park (PEL) and the escarpments of the Serra do Lajeado, which maintains the native vegetation protected, and it is represented by the class of forests in the years analyzed. In the lower course of the hydrographic basin, there was strong pressure from the growing of irregular urban areas as a result of high land prices in central urban areas with more infrastructure, which resulted in an increase of 0,89 km² of occupation in that area of the basin. Moreover, the new city Master Plan, Law n° 400, of April 2018 (PALMAS, 2018) approved the expansion of the urban perimeter in the basin, which may cause major environmental impacts, resulting in the degradation of the soil and the existing stream. The Permanent Preservation Areas (APPs) and the Urban Green Areas (AVUs), located in the lower course of the basin, showed occasional changes in the conflicting use of land, mainly represented by the classes of irregular land subdivision and dams; in addition to degradation of native vegetation of APPs for the installation of urban infrastructure during land regularization processes.

Keywords: urban legislation, protected areas, urbanization, irregular land occupation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Relação do ciclo da água em áreas impermeabilizadas	34
Figura 2 - Características do balanço hídrico em uma bacia hidrográfica urbana	35
Figura 3 - Hidrograma hipotético	36
Figura 4 - Localização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Água Fria (BHRAF).....	41
Figura 5 - Mapa Hipsométrico da BHRAF.....	43
Figura 6 - Mapa de declividade da BHRAF	44
Figura 7 - Classificação dos tipos de solos da BHRAF.....	45
Figura 8 - Classificação da Vegetação da BHRAF	47
Figura 9 - Etapas de trabalho.....	48
Figura 10 - Histórico da ocupação urbana na BHRAF	60
Figura 11 - Mapeamento da cobertura e uso da terra da BHRAF no ano de 2008.....	62
Figura 12 - Mapeamento da cobertura e uso da terra da BHRAF no ano de 2018.....	64
Figura 13 - Canteiro de obras para construção do monumento turístico (802277; 8872602)..	65
Figura 14 - Estrutura da base do monumento, instalada no ponto mais elevado da BHRAF (801982; 8872694)	65
Figura 15 - Instalação de fossa negra – Setor Fumaça (790245; 8877170)	69
Figura 16 - Falta de infraestrutura - Setor Lago Norte (795044; 8875994)	69
Figura 17 - Áreas ambientais protegidas da BHRAF delimitadas conforme legislação no ano de 2008	71
Figura 18 - Áreas ambientais protegidas da BHRAF delimitadas conforme legislação no ano de 2018	72
Figura 19 - Quantitativo das áreas ambientais protegidas nos anos de 2008 e 2018	74
Figura 20 - Ocupações irregulares na APP Córrego Jaú - Setor Fumaça (790240; 8877310).75	
Figura 21 - Ocupações irregulares na APP Córrego Jaú - Setor Shalom (790551; 8876889) .75	
Figura 22 - Assoreamento da calha regular do Córrego Cachimbo (794234; 8876424).....	76
Figura 23 - Erosão da cabeceira do afluente – obras de pavimentação da avenida LO 18 (798619; 8873251)	76
Figura 24 - Mutirão de Limpeza do Córrego Cachimbo - Setor Santo Amaro	77
Figura 25 - Lixo e entulhos retirados durante o Mutirão de Limpeza do Córrego Cachimbo .77	
Figura 26 - Erosão do curso d'água Córrego Cachimbo - AVU Parque Linear Urbano Água Fria (794209; 8876416)	80

Figura 27 - Erosão do curso d'água Córrego Cachimbo - AVU Parque Linear Urbano Água Fria (794209; 8876416)	80
Figura 28 - Dessedentação animal a jusante da ETA 003 (796584; 8877616)	84
Figura 29 - Uso de pastagem no entorno do barramento - Embrapa (794976; 8878343)	84
Figura 30 - Mapa dos conflitos de usos nas APPs e localização dos pontos visitados	84
Figura 31 - Afluentes perenes e intermitentes do Ribeirão Água Fria	86
Figura 32 - Ocupação Irregular na AVU Parque Linear Urbano Água Fria - Setor Lago Norte (794230; 8876463)	90
Figura 33 - Barramento do Ribeirão Água Fria, na AVU Parque Linear Urbano Água Fria (793209; 8876804)	90
Figura 34 - Supressão da vegetação na APP Córrego Cachimbo.....	92
Figura 35 - Supressão total da vegetação nativa na APP, intervenção do uso de pastagem (798893; 8873497)	93
Figura 36 - Supressão parcial da vegetação nativa na APP, intervenção do uso de pastagem (800094; 8875423)	93

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação das mudanças e uso da terra.....	30
Quadro 2 - Tipos de poluição	32
Quadro 3 - Base vetorial.....	50
Quadro 4 - Classificação da cobertura e do uso da terra	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Cobertura e uso da terra na BHRAF no ano de 2008.....	61
Tabela 2 - Cobertura e uso da terra na BHRAF no ano de 2018.....	64
Tabela 3 - Evolução de cobertura e uso na BHRAF no intervalo de 10 anos	66
Tabela 4 - Quantitativo das áreas ambientais protegidas da BHRAF, conforme legislação vigente no ano de 2008.....	70
Tabela 5 - Quantitativo das áreas ambientais protegidas da BHRAF, conforme legislação vigente no ano de 2018.....	72
Tabela 6 - Quantitativo dos conflitos de uso na APA Serra do Lajeado - 2008.....	77
Tabela 7 - Quantitativo dos conflitos de uso nas UCs Água Fria e ARNOs - 2008.....	78
Tabela 8 - Quantitativo dos conflitos de uso nas APPs - 2008.....	78
Tabela 9 - Quantitativo dos conflitos de uso na APA Serra do Lajeado - 2018.....	79
Tabela 10 - Quantitativo dos conflitos de uso nas AVUs - 2018	80
Tabela 11 - Quantitativo dos conflitos de uso no CV - 2018	81
Tabela 12 - Quantitativo dos conflitos de uso na FV - 2018.....	82
Tabela 13 - Quantitativo dos conflitos de uso nas APPs - 2018	83
Tabela 14 - Comparativo dos usos na APA Serra do Lajeado	87
Tabela 15 - Comparativo dos usos nas UCs/AVUs.....	90
Tabela 16 - Comparativo dos usos conflitantes nas APPs	91

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional das Águas
AAC	Áreas Ambientalmente Controladas
APA	Área de Proteção Ambiental
APPs	Áreas de Preservação Permanente
ARNOs	Áreas Residenciais Noroeste
AVNO	Área Verde Noroeste
AVUs	Áreas Verdes Urbanas
BHRAF	Bacia Hidrográfica do Ribeirão Água Fria
CAOMA	Centro de Apoio Operacional de Urbanismo, Habitação e Meio Ambiente
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CAU	Conselho de Arquitetura e Urbanismo
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CO ²	Gás Carbônico
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CPUA	Comissão de Política Urbana e Ambiental
CV	Corredor Verde
CX	Cambissolos Háplicos
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ETA	Estação de Tratamento de Água
FF	Plintossolos Pétricos
FMMA	Fundação Municipal do Meio Ambiente
FV	Faixa Verde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
LO	Leste/Oeste
LVA	Latosolos Vermelho-Amarelo
MDE	Modelo Digital de Elevação
MG	Minas Gerais
N	Norte

NATURATINS	Instituto Natureza do Tocantins
NS	Norte/Sul
CF	Constituição Federal
PDM	Plano Diretor Municipal
PBH	Plano da Bacia Hidrográfica
PBHLP	Plano da Bacia Hidrográfica do Lago de Palmas
PEL	Parque Estadual do Lajeado
PMP	Prefeitura Municipal de Palmas
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PRH	Plano de Recursos Hídricos
RL	Reserva Legal
SCUT	Sistema Básico de Classificação da Cobertura e do Uso da Terra
SEFAZ	Secretaria da Fazenda e Planejamento
SEMARH	Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
SEPLAN	Secretaria Planejamento e Orçamento
SEUC	Sistema Estadual de Unidades de Conservação
SIG Palmas	Sistema de Informações Geográficas de Palmas
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SIRH	Sistema de Informações dos Recursos Hídricos
SisMIV	Sistema Municipal de Infraestrutura Verde
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
<i>SRTM</i>	<i>Shuttle Radar Topography Mission</i>
TOPODATA	Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil
TO	Tocantins
UC	Unidade de Conservação
UFT	Universidade Federal do Tocantins
UHE	Usina Hidrelétrica
<i>USGS</i>	<i>United States Geological Survey</i>
<i>UTM</i>	<i>Universal Transversa de Mercator</i>
ZEIAs	Zonas Especiais de Interesse Ambiental
ZEIS	Zona Especial de Interesse Social

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	19
2	OBJETIVOS	21
2.1	Objetivo Geral	21
2.2	Objetivos Específicos.....	21
3	REFERENCIAL TEÓRICO	22
3.1	Bacias hidrográficas: unidade de planejamento urbano e ambiental	22
3.1.1	Estatuto da Cidade e Plano Diretor: instrumentos da política urbana	23
3.1.2	Código Florestal Brasileiro.....	25
3.1.3	Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), Lei nº 9.985/2000.....	26
3.1.4	Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH), Lei nº 9.433/1997	27
3.2	Cobertura e uso da terra em bacias hidrográficas	29
3.2.1	Fontes poluidoras relacionadas aos tipos de uso da terra	31
3.2.2	Cobertura e uso da terra em bacias hidrográficas urbanas	32
3.2.3	Cobertura e uso da terra em bacias hidrográficas rurais.....	37
4	MATERIAIS E MÉTODOS	41
4.1	Caracterização da área de estudo	41
4.1.1	Localização.....	41
4.1.2	Clima	42
4.1.3	Hipsometria	43
4.1.4	Declividade.....	44
4.1.5	Solos	45
4.1.6	Vegetação	46
4.2	Procedimentos metodológicos.....	47
4.2.1	Histórico de ocupação urbana na BHRAF	48
4.2.2	Base de dados	48
4.2.2.1	Ferramentas	49
4.2.2.2	Base <i>raster</i>	49
4.2.2.3	Base vetorial	49
4.2.2.4	Delimitação da bacia	50
4.2.2.5	Hidrografia.....	51
4.2.3	Mapeamento da cobertura e uso da terra	51
4.2.3.1	Mapeamento da cobertura e uso da terra do ano de 2018	51
4.2.3.2	Mapeamento da cobertura e uso da terra do ano de 2008	52
4.2.3.3	Definição das classes do mapeamento de cobertura e uso da terra	52
4.2.4	Análise temporal da cobertura e uso da terra da BHRAF	53
4.2.5	Delimitação das áreas ambientais protegidas	54
4.2.5.1	Áreas ambientais protegidas no ano de 2008	54
4.2.5.2	Áreas ambientais protegidas no ano de 2018	55
4.2.6	Comparativo das áreas ambientais protegidas dispostas pela legislação	56
4.2.7	Relação da cobertura e uso da terra nas áreas ambientais protegidas	56
4.2.7.1	Intercorrência do uso da terra nas áreas ambientais protegidas no ano de 2018	56

4.2.7.2	Intercorrência do uso da terra nas áreas ambientais protegidas no ano de 2008	57
4.2.7.3	Análise temporal das intercorrências do uso da terra nas áreas ambientais protegidas	58
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	59
5.1	Aspectos históricos da ocupação urbana na BHRAF	59
5.2	Cobertura e uso da terra da BHRAF	61
5.2.1	Cobertura e uso da terra no ano de 2008	61
5.2.2	Cobertura e uso da terra no ano de 2018	63
5.2.3	Análise temporal da cobertura e uso da terra na bacia	66
5.3	Comparativo das áreas ambientais protegidas disposta pela legislação vigente ..	69
5.3.1	Mapeamento das áreas ambientais protegidas no ano 2008	70
5.3.2	Mapeamento das áreas ambientais protegidas no ano 2018	71
5.3.3	Confrontação das áreas ambientais protegidas dispostas pelas referidas legislações ..	73
5.4	Relação da cobertura e uso da terra nas áreas ambientais protegidas	77
5.4.1	Intercorrências do uso da terra nas áreas ambientais protegidas, no ano de 2008	77
5.4.2	Intercorrências do uso da terra nas áreas ambientais protegidas, no ano de 2018	79
5.4.3	Análise temporal das intercorrências de uso da terra nas áreas ambientais protegidas	86
5.4.3.1	Comparativo dos usos na APA Serra do Lajeado.....	87
5.4.3.2	Comparativo dos usos da terra nas UCs 2008 e AVUs em 2018	88
5.4.3.3	Comparativo dos usos da terra nas APPs 2008 e 2018.....	91
6	CONCLUSÃO	95
7	RECOMENDAÇÕES.....	97
8	REFERÊNCIAS.....	98

1 INTRODUÇÃO

As bacias hidrográficas são vulneráveis às alterações da cobertura e do uso da terra, afetando as propriedades biológicas, químicas e físicas do solo. As intercorrências dos usos em áreas de proteção ambiental são um fator de risco à qualidade dos recursos naturais pois, na maioria das vezes, a fragmentação da cobertura vegetal nativa está relacionada ao manejo inadequado do uso da terra na urbanização, atividades industriais e agrícolas.

Segundo o documento *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision* elaborado pela *United Nations* (2018), a expansão geográfica das áreas urbanizadas em todo o mundo passou por uma grande mudança nos últimos anos. Dados revelam que a população mundial residente em áreas urbanas cresceu rapidamente entre os anos de 1950, passando de 751 mil para 4,2 bilhões em 2018. Seguindo essa projeção, a população urbana mundial poderá aumentar 68% até 2050, ultrapassando a rural (UNITED NATIONS, 2018).

No Brasil, na década dos anos 50 a população urbana representava aproximadamente 35% da população total, segundo Maricato (2003). Já no início do século XXI, a população passou para 82% e, no ano de 2018, chegou a quase 90% (MARICATO, 2003; UNITED NATIONS, 2019). Esse crescimento expressivo das cidades brasileiras sem ordenamento do solo urbano provocou desequilíbrio nos ecossistemas e causou grandes prejuízos à população e ao ambiente natural (MARICATO, 2003).

A proposta urbanística para a mais nova capital brasileira, Palmas-TO, era a de uma cidade compacta com expansão em etapas, condicionada à demanda por áreas, em função do ritmo de crescimento populacional (LUCINI, 2018). Porém, a expansão territorial desvirtuou o plano urbanístico idealizado, que foi interrompido pela pressão do mercado imobiliário e pelas ações e decisões políticas. Elas colaboraram para o espraiamento da cidade resultando na segregação social, elevando os custos para o poder público na construção e manutenção de uma cidade que já nascia desordenada.

A partir dessa ocupação territorial desordenada não prevista no plano inicial de implantação da cidade e não controlada nos demais planos diretores de leis posteriores, a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Água Fria (BHRAF), localizada na porção norte da capital do Tocantins, apresenta um cenário de forte pressão da especulação imobiliária e um crescente

adensamento populacional nas aglomerações irregulares, ocasionando um dos principais impactos ambientais: a degradação dos recursos hídricos.

Diante do exposto, a pergunta que decorre é: como a ocupação territorial urbana de Palmas-TO interferiu na dinâmica da cobertura e uso da terra nas áreas ambientais protegidas da bacia hidrográfica do Ribeirão Água Fria?

Há evidências de que a relação entre as mudanças das características da superfície e o uso da terra, aliada às legislações urbanísticas e ambientais, tornam-se instrumentos essenciais para o planejamento do ordenamento territorial urbano e rural.

Sendo assim, o planejamento das cidades deve acontecer de forma sistêmica e multidisciplinar, levando em consideração os sistemas construídos e o ambiente natural. Dessa forma, as bacias hidrográficas devem ser tomadas como unidade de planejamento para uma gestão integrada (gestão urbana e gestão da água), visando o desenvolvimento sustentável com equidade social e manutenção da capacidade de suporte dos sistemas ambientais.

A preservação das áreas ambientais protegidas da BHRAF é de fundamental importância para a sustentabilidade e conservação do manancial de abastecimento público da cidade de Palmas-TO, uma vez que a vegetação nativa garante a qualidade e a quantidade da água do corpo hídrico.

Neste sentido, o presente trabalho teve por objetivo analisar as mudanças da cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão Água Fria, localizada em Palmas-TO, assim como relacioná-las com a legislação ambiental e urbanística, nos anos de 2008 e 2018.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar as mudanças temporais da cobertura e uso da terra na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Água Fria (BHRAF) e suas relações com a legislação ambiental e urbanística vigente nos anos de 2008 e 2018.

2.2 Objetivos Específicos

- Apresentar os aspectos históricos de ocupação urbana na BHRAF;
- Classificar a cobertura e uso da terra nos anos de 2008 e 2018 e analisar as mudanças temporais na BHRAF;
- Mapear e comparar as áreas ambientais protegidas na BHRAF conforme legislação urbanística e ambiental (Planos Diretores de 2007 e 2018 e Código Florestal);
- Relacionar o comportamento da cobertura e uso da terra nas áreas ambientais protegidas da BHRAF;
- Discutir as decisões legislatórias urbanísticas do Plano Diretor de 2018, com a dinâmica da ocupação nas áreas ambientais protegidas da BHRAF.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo é apresentada a literatura referente à influência da cobertura e ao uso da terra em bacias hidrográficas, apontando os tipos de usos e suas interferências como fontes poluidoras, além de conceituar a bacia hidrográfica como unidade para o planejamento urbano e ambiental, ressaltando os instrumentos da política urbana (Estatuto da Cidade e Plano Diretor), o Código Florestal, o Sistema de Unidade de Conservação e a Política Nacional de Recursos Hídricos.

3.1 Bacias hidrográficas: unidade de planejamento urbano e ambiental

A associação entre o ambiente natural (bacias hidrográficas) e o ambiente construído (cidade) permite identificar efeitos recíprocos que possibilitam a adoção da bacia hidrográfica como referência para o planejamento e ordenamento do território urbano. Além disso, torna-se possível entender os efeitos de um sistema sobre o outro, levando-se em consideração os impactos provocados pela urbanização em resposta às condições ambientais da bacia hidrográfica, assim como a influência dessas ações às bacias adjacentes (MAGALHÃES, 2013).

De acordo com Machado (2013), a gestão hídrica deve acontecer por meio de uma complementaridade entre Planos Diretores Municipais (PDM) e os Planos das Bacias Hidrográficas (PBH), uma vez que o planejamento territorial municipal deve levar em consideração não somente os aspectos sociais, econômicos e políticos, como também a realidade do ecossistema em que está localizado. Nesse contexto, a gestão municipal deve considerar as bacias hidrográficas que abrangem o território do município, adaptando o planejamento territorial às diretrizes do PBH de que faz parte.

A gestão integrada é um grande desafio, mas a sua prática se mostra pertinente e possibilita a mitigação dos impactos da expansão urbana sobre as bacias hidrográficas, bem como a identificação da resposta da bacia sobre os ambientes construídos. Dessa forma, a adoção das bacias hidrográficas como unidade de planejamento pode criar meios para o desenvolvimento de cidades sustentáveis (CESARO, 2018).

3.1.1 Estatuto da Cidade e Plano Diretor: instrumentos da política urbana

O Estatuto da Cidade, definido pela Lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001, direcionou o desenvolvimento urbano a partir de diretrizes, princípios e instrumentos voltados para a promoção do direito à cidade e da gestão democrática. Ele tem como objetivo a inclusão territorial e a diminuição das desigualdades, manifestadas na maioria das cidades brasileiras por meio das irregularidades fundiárias, da segregação socioespacial e da degradação ambiental (BRASIL, 2001; SANTOS JUNIOR; SILVA; SANT'ANA, 2011).

Conforme determinado no Estatuto da Cidade, o Plano Diretor deve decidir a função social nas áreas urbanas e rurais do município, sejam elas públicas ou privadas, tornando-se obrigatória a existência dessa lei nos municípios brasileiros com mais de 20 mil habitantes, ou integrantes de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas. Além disso, deve ser implantado por meio de uma gestão democrática e participativa (BRASIL, 2001; SANTOS JUNIOR; MONTANDON, 2011).

Santos Junior, Silva e Sant'ana (2011) definem, com base no Estatuto da Cidade, o Plano Diretor como o instrumento base para enfrentar os problemas ambientais do ordenamento territorial urbano. Além de ponderar que, quando este é implementado de forma eficaz, contribui para minimizar o quadro de desigualdade urbana, garantindo o direito à moradia e aos serviços urbanos a todos os cidadãos.

Sendo assim, pode-se considerar o Plano Diretor como uma lei municipal discutida com todos os segmentos da população e que representa um pacto em relação à cidade que se almeja. Dessa forma, a lei corresponde a um conjunto de regras básicas de uso e ocupação do solo, a qual orienta e regula a ação dos agentes sociais e econômicos sobre o território de todo o município, devendo ser aprovada pela Câmara Municipal (SANTORO; CYMBALISTA, 2004).

Segundo Paixão e Aiala (2013), o Plano Diretor é um instrumento que fixa as linhas gerais para que a lei de uso e ocupação do solo defina com precisão a ordenação territorial do município, sendo necessária a realização de um zoneamento para a materialização do uso adequado do solo. Esta delimitação, por sua vez, tem sua importância pela ampla utilização nos planos diretores, os quais viabilizam a divisão do território em áreas sobre as que incidem

diretrizes diferenciadas para o seu uso e ocupação, especialmente em relação aos índices urbanísticos.

Nesse sentido, Santoro e Cymbalista (2004) reforçam que o objetivo do Plano Diretor é organizar o crescimento e o funcionamento do município como um todo, incluindo áreas urbanas e rurais, devendo fazer cumprir as determinações do Estatuto da Cidade, seus princípios e diretrizes, dentre eles: “propiciar o crescimento e desenvolvimento econômico local em bases sustentáveis; garantir o atendimento das necessidades dos cidadãos promovendo a qualidade de vida e justiça social; garantir que a propriedade urbana cumpra sua função social” (SANTORO; CYMBALISTA, 2004, p. 1).

Ao realizar uma análise sob o viés da gestão ambiental urbana, Andrade e Romero (2005) apontam algumas leis federais que disciplinam a proteção e o uso do meio ambiente que interessam diretamente aos planejadores e desenhistas urbanos, tais como: o Código Florestal, Lei nº 12.651/2012; Parcelamento Territorial Urbano, Lei nº 6.766/1979; Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), Lei nº 6.938/1981; Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH), Lei nº 9.433/1997; Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), Lei nº 9.985/2000 e o Estatuto da Cidade, Lei nº 10.257/2001. Os autores afirmam, contudo, que todas essas leis estão hierarquicamente disciplinadas pela Constituição Federal (CF), servindo como base para todas as normas.

No âmbito dessa gestão ambiental urbana faz-se necessário, portanto, atentar para três tipos de zoneamentos: urbano (incluindo o industrial), ambiental ou ecológico-econômico, e hídrico (diagnóstico do regime hídrico das bacias hidrográficas). Andrade e Romero (2005) reforçam, entretanto, a necessidade da discussão entre a sociedade e os centros de pesquisa, especialmente sobre sua compatibilização com outras políticas como a de recursos hídricos, por exemplo. Em um Plano Diretor a ênfase ainda é dada ao tipo de uso do espaço e suas malhas viárias e não à capacidade de suporte do regime hídrico de cada região.

Além disso, as ações de saneamento ambiental corriqueiramente têm sido realizadas de forma desintegrada, atuando sempre sobre problemas pontuais e raramente desenvolvendo um planejamento preventivo ou sugestões de mudanças de forma sistêmica (ANDRADE; ROMERO, 2005). Sendo assim, a compreensão de instrumentos que viabilizem a proteção e conservação do meio natural se torna fundamental e o Código Florestal ganha relevância nesse cenário.

3.1.2 Código Florestal Brasileiro

Diante dos riscos inerentes aos avanços industriais e, aliado ao receio da escassez de recursos e à pressão dos movimentos ambientalistas, o governo brasileiro reconheceu a sua responsabilidade e passou a concretizar ações voltadas à proteção do meio ambiente, criando o Código Florestal de 1934 e, posteriormente, o código de 1965 (PRAES, 2012).

Borges et al. (2011) explicam que as normas jurídicas existem para regulamentar o que é permitido e o que é proibido fazer. Elas surgem da necessidade de orientar o cidadão a seguir ou a coibir-lhe certos comportamentos. A evolução quanto às APPs passou da simples proteção ambiental de certos locais para algo mais abrangente relacionado a inter-relação homem-meio ambiente.

Devido a necessidade de adequar a situação atual do Brasil e, diante das dificuldades e falhas relativas à aplicação e fiscalização da Lei nº 4.771/1965, o então Código Florestal de 1965 foi reformulado e, em 25 de abril de 2012, ele foi aprovado como novo Código Florestal por meio da Lei nº 12.651/2012 (PRAES, 2012).

Praes (2012) relata que as principais discussões referentes à revisão do Código Florestal eram baseadas na incorporação da concepção do desenvolvimento sustentável, por meio da conciliação das dimensões sociais, econômicas e ambientais, de modo a contribuir para o desenvolvimento dos interesses do país, considerando a limitação dos recursos naturais.

Com relação às discussões da revisão do Código Florestal, Sparovek (2011) afirma que o código substitutivo não cria mecanismos novos, mas combina o existente de forma completamente diferente.

Segundo Praes (2012) as mudanças na legislação foram mínimas apesar de todas as discussões de reformulação do Código Florestal, se comparadas ao código do ano de 1965 e às necessidades urgentes de medidas protetivas à preservação do meio ambiente. Foram mantidas as regras e limites para as APPs e Reserva Legal, assim como, para as nascentes, encostas, topos de morros, manguezais, entre outros.

A principal mudança no Código Florestal Lei nº 12.651/2012 corresponde ao CAR (Cadastro Ambiental Rural), registro nacional obrigatório das propriedades rurais, o qual permitirá ao poder público controlar e gerir o uso e ocupação da terra (PRAES, 2012).

3.1.3 Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), Lei nº 9.985/2000

Além das APPs e áreas de Reservas Legais (RL) previstas no Código Florestal como espaços territoriais especialmente protegidos, foi criado pela Lei nº 9.985, de julho de 2000, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), que disciplina as Unidades de Conservação (UC) como:

espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituídos pelo Poder Público, com objetivos de conservação e seus limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias especiais de proteção. (BRASIL, 2000 b, Art. 2).

O processo de construção de um plano de manejo faz referência ao diagnóstico da área alvo quando se tem o intuito de se extrair as potencialidades e fragilidades, tanto físico-bióticas quanto socioeconômicas, que servem de base para discussão com os vários agentes sociais envolvidos. Neste processo, torna-se importante englobar tanto a unidade a ser especialmente protegida, quanto os seus corredores ecológicos, zonas de amortecimento e áreas urbanas e rurais influentes nessa unidade. Torna-se relevante, também, determinar a forma de participação decisória, assim como a normatização das ações a serem implementadas após a construção do plano (ANDRADE; ROMERO, 2005).

Lima et al. (2018) ressaltam que o plano de manejo é um importante documento, no qual são estabelecidas as delimitações das áreas, processos de gestão, fiscalização, manutenção, organização e demais aspectos fundamentais para implementar os objetivos de proteção da área ambiental.

O SNUC agrupou as Unidades de Conservação em duas classes, cada uma com categorias específicas: a primeira classe, as Unidades de Proteção Integral e a segunda classe, as de Uso Sustentável. As UCs de Proteção Integral são totalmente restritas à ocupação, à exploração ou ao aproveitamento dos recursos naturais. Já as UCs de Uso Sustentável são áreas nas quais os usos parciais dos recursos naturais são permitidos, sendo eles explorados e aproveitados economicamente. Essas UCs são criadas e geridas pelos órgãos federais, estaduais e municipais (NADALINI, 2013). Por sua vez, essas UCs de Uso Sustentável são denominadas Área de Proteção Ambiental (APA):

uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais. (ANDRADE; ROMERO, 2005, p. 5).

As APAs são assim instituídas, seja no âmbito federal, estadual ou municipal, com o objetivo de proteger valores ambientais significativos e melhorar as condições ecológicas locais, assegurando o bem-estar das populações humanas e melhorando as condições ecológicas locais. Como não impedem o desenvolvimento econômico da região, não são necessárias desapropriações de terras abrangidas pela APA, uma vez que elas disciplinam o uso racional dos recursos naturais (ANDRADE; ROMERO, 2005).

3.1.4 Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH), Lei nº 9.433/1997

A ‘Lei das Águas’, como assim é conhecida a Lei nº 9.433/1997, reflete a grande modificação na concepção do manejo dos recursos hídricos, se comparadas à forma pela qual elas estavam sendo anteriormente abordadas pelo poder público (BRASIL, 1997). A gestão integrada de uma bacia hidrográfica, ou de um conjunto de microbacias como determina a lei, significa administrá-la de forma que evite a degradação e conserve suas características ambientais, prevalecendo o entendimento de que cada agente tem seu papel, responsabilidade e atribuições (MACHADO, 2003).

Senra (2014, p. 26) define a bacia hidrográfica como “um novo recorte geográfico de planejamento e gestão pública, e estabelece a indispensável gestão integrada, dentre elas a da gestão das águas com a gestão ambiental.”

PNRH baseia-se nos seguintes fundamentos: a água é um recurso natural limitado e dotado de valor econômico; em situações de escassez, o consumo humano e a dessedentação de animais são prioritários; é um bem de domínio público, concedendo-lhe o poder de gestão visando o interesse de todos. Além disso, ela determina que a bacia hidrográfica é a unidade territorial de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), cuja atuação é do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) (BRASIL, 1997).

Os objetivos da PNRH estão direcionados na garantia da disponibilidade e da qualidade da água para atuais e futuras gerações, somadas ao uso racional e a preservação do recurso com vistas ao desenvolvimento sustentável (BRASIL, 1997).

A lei das águas torna o poder público o gestor do uso da água para que não haja escassez. Essa gestão dos recursos hídricos corresponde ao ato participativo da sua instrumentalização. Os instrumentos da PNRH são apresentados em seu Art. 5º como ferramentas que devem ser utilizadas e fundamentadas pelo gestor público, dentre as quais se destacam: os Planos de Recursos Hídricos (PRH); o enquadramento dos corpos d'água em classes conforme o uso; a cobrança pelo uso; a outorga dos direitos de uso; e o Sistema de Informações dos Recursos Hídricos (SIRH) (BRASIL, 1997).

Os cinco instrumentos de gestão são interdependentes e complementares, e não requerem somente capacidades técnicas, políticas e institucionais, mas também tempo e operacionalização para implementação, pois trata-se de um processo organizativo da sociedade. Tal processo também demanda participação e aceitação dos agentes envolvidos, compreendendo que haverá benefícios para todos (PEREIRA; JOHNSON, 2005).

Destaca-se entre os instrumentos o SIRH, que fornece dados e informações nacionais contribuindo para a elaboração do PRH. A partir destes dados que caracterizam as condições hídricas de uma bacia e das informações quantitativas e qualitativas sobre as pressões antrópicas. É possível prever cenários atuais e futuros, auxiliando planos que definam usos prioritários e programas de investimentos para recuperação e conservação dos recursos hídricos do ecossistema (PEREIRA; JOHNSON, 2005; PORTO; PORTO, 2008).

O PRH e o enquadramento são fundamentais na articulação da gestão dos recursos hídricos e gestão territorial, uma vez que definidas as aptidões da bacia hidrográfica em seu plano, conseqüentemente podem ser determinadas atividades a serem incentivadas e outras a serem proibidas (PORTO; PORTO, 2008).

A outorga representa a disciplina do poder público de conceder o direito de acesso à água e prevalecer a igualdade entre os usuários, garantindo a quantidade e a qualidade dos usos por meio da autorização formal. É utilizada também para implantação de sistemas de gestão de demanda e uso racional da água permitindo que se faça o disciplinamento do tipo de atividade a ser implantada na bacia, auxiliando na gestão integrada dos recursos hídricos (PEREIRA; JOHNSON, 2005; PORTO; PORTO, 2008).

A cobrança pelo uso da água é prevista tanto para captação e derivações quanto para o lançamento de efluentes. Sua aplicação constitui um incentivo econômico objetivando a racionalização do uso e qualidade da água (PEREIRA; JOHNSON, 2005; PORTO; PORTO, 2008).

Para implementar tais instrumentos e gerenciar o uso da água de forma democrática e participativa foi criada pela Lei nº 9.984/2000 (BRASIL, 2000) a Agência Nacional de Águas (ANA), órgão gestor dos recursos hídricos de domínio da União. A mesma integra-se ao SINGREH juntamente com o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH); os Conselhos de Recursos Hídricos Estaduais e do Distrito Federal; os Comitês de Bacias Hidrográficas; os órgãos dos poderes públicos federal, estaduais, do Distrito Federal e municipais, que possuem competências relacionadas à gestão de recursos hídricos (BRASIL, 1997, 2000 a).

Tundisi (2006) ressalta a importância da participação pública (usuários e sociedade civil) no SINGREH, participação essa garantida por todos os plenários constituídos pelo sistema, desde o CNRH até os Comitês de Bacias Hidrográficas, como forma de legitimar a decisão e garantir sua implementação.

3.2 Cobertura e uso da terra em bacias hidrográficas

As ações antrópicas relacionadas ao uso da terra em uma bacia hidrográfica causam impactos diretos nas características químicas e biológicas da água, pois essas ações interferem no ciclo hidrológico. Desse modo, a intensificação dos usos tornaram-se os aspectos mais evidentes da degradação ambiental (JUNG et al., 2008; ROGERS, 2001).

O uso da terra e sua transformação, com o tempo, estão entre os fatores mais críticos que influenciam vários componentes hidrológicos, como a evaporação, o escoamento superficial, a infiltração e a recarga das águas subterrâneas.

Muitos pesquisadores investigam a relação entre o uso da terra e os processos hidrológicos. Esses estudos na maioria das vezes concordam que a cobertura vegetal diminuem a velocidade do fluxo de água e aumenta a evapotranspiração em comparação com outros tipos de uso da terra, como a agricultura, a pastagem e a impermeabilização das áreas urbanas (BUYTAERT; IÑIGUEZ; BIÈVRE, 2007; ÖZTÜRK; COPTY; SAYSEL, 2013).

Os solos sob florestas nativas, por sua vez, possuem alta capacidade de infiltração e condutividade hidráulica e influenciam positivamente o regime de água a partir de funções hidrológicas relevantes, tais como infiltração, percolação e fluxo de base (BUYTAERT; IÑIGUEZ; BIÈVRE, 2007).

As perturbações do uso da terra também influenciam no potencial de *habitat*, comprometendo a proteção dos ecossistemas das bacias hidrográficas. Estudos apontam que os locais com menor perturbação apresentaram maior potencial de *habitat* e recomendam a proteção de cabeceiras e sub-bacias de menor ordem, por meio da formação de um tampão ciliar nos corpos d'água, bem como a minimização das perturbações. Fatores naturais podem levar a mudanças no uso da terra, desde variações sazonais nas características da sua cobertura e maturação natural dos povoamentos florestais, até ajustes de *habitat* de longo prazo como resultado das mudanças climáticas. Mas as mudanças no uso da terra também podem resultar de atividades humanas, como urbanização, desmatamento em terras agrícolas e práticas de manejo florestal (RANDHIR; TSVETKOVA, 2011).

Tucci (2002) classifica as alterações em relação ao uso e manejo da terra em uma bacia hidrográfica quanto ao tipo de mudança e uso da superfície e a forma como ocorre essa alteração (Quadro 1).

Quadro 1 - Classificação das mudanças e uso da terra

Classificação	Tipo
Mudança da superfície	Desmatamento Reflorestamento Impermeabilização
Uso da superfície	Desmatamento: extração de madeira, cultura de subsistência, culturas anuais; culturas permanentes Reflorestamento para exploração sistemática Urbanização
Método de alteração	Queimada Manual Equipamentos

Fonte: Tucci (2002).

As ações antrópicas sobre o uso da terra podem produzir alterações substanciais nos processos hidrológicos, tais como: redução ou aumento da vazão média, máxima e mínima de uma bacia hidrográfica-e alteração da qualidade da água (TUCCI, 2002).

Geralmente altas concentrações de nutrientes na água, como o nitrogênio e o fósforo, são encontradas em áreas rurais com predominância de atividades de agricultura e pecuária (DUPASA et al., 2015; BU et al., 2014). Já o uso do solo em áreas industriais e urbanas está associado à poluição orgânica, representada por metais pesados e nutrientes (MENEZES et al., 2016).

Tucci (2002) considera que o desmatamento (para culturas anuais ou para urbanização) reduz a evapotranspiração, ocasionando o aumento do escoamento superficial de uma bacia. Para o autor, a ocupação urbana gera impactos expressivos sobre o ambiente natural, pois cria condições desfavoráveis para os rios urbanos, além de inundações geradas por projetos de drenagem executados de forma inadequada em quase todas as cidades brasileiras.

3.2.1 Fontes poluidoras relacionadas aos tipos de uso da terra

Segundo a Lei da Política Nacional do Meio Ambiente nº 6.938/1981 (BRASIL, 1981), qualquer alteração adversa às características do meio ambiente é determinada como degradação da qualidade ambiental. Ela define poluição como uma das características resultantes de atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar das pessoas; crie condições adversas às atividades sociais e econômicas; afetem desfavoravelmente a biota e as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente ou lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos por lei (BRASIL, 1981).

De acordo com Bhaduri (2001), a alteração no uso da terra em uma bacia hidrográfica pode aumentar o escoamento superficial, a inundação e a poluição de fontes não pontuais e degradar os corpos de água a jusante.

As fontes pontuais são mais fáceis de serem identificadas, como lançamento de efluentes domésticos e industriais, provenientes principalmente de áreas urbanas. Já as fontes difusas são provenientes do escoamento superficial urbano e de áreas agrícolas da bacia de drenagem, sendo mais difíceis de serem distinguidas.

Derisio (2017) determina os tipos de poluição como: natural, industrial, urbana e agropastoril, definindo as fontes de poluição relacionadas a esses tipos de uso da terra e as alterações que essas fontes ocasionam no meio natural, além de ressaltar os impactos ambientais negativos gerados (Quadro 2).

Quadro 2 - Tipos de poluição

Tipos de poluição das águas	Fontes	Alterações
Poluição Natural	Escoamento superficial; Salinização; Decomposição de vegetais e animais mortos	Carregamento de nutrientes e sedimentos para o corpo hídrico; perda da fertilidade do solo; poluição do solo, águas superficiais e subterrâneas
Poluição Industrial	Refinaria de petróleo; Papel e celulose; Usinas de açúcar e álcool; Siderúrgicas e metalúrgicas; Químicas e farmacêuticas; Abatedouros e frigoríficos; Têxteis; Curtumes	Resíduos líquidos, gasosos e sólidos gerados pelos processos industriais, causando poluição do solo, ar e água
Poluição Urbana	Construção Civil; Urbanização; Moradias; Comércio e serviços; Esporte e lazer	Provenientes de atividades da população urbana, esgotos domésticos e resíduos sólidos
Poluição Agropastoril	Defensivos agrícolas; Fertilizantes; Excrementos animais; Manejo inadequado da terra	Aumento de nutrientes (fósforo e nitrogênio) e sedimentos advindos das atividades ligadas à agricultura e pecuária

Fonte: “adaptado de” Derisio (2017).

De acordo com Halpern (2008), o acúmulo de uma ou mais atividades antropogênicas que ocorrem em uma frequência espacial ou temporal é caracterizado como impacto cumulativo provenientes de diferentes atividades coexistentes ou de ocorrência sequencial.

Para Elliot (2010), impactos difusos podem ocorrer somente se houver uma transferência física de material ou energia do local de atividade para o local de impacto. O fluxo de água favorece a transferência desses impactos nas bacias hidrográficas, sendo que na maioria das vezes as atividades de uso da terra são as causadoras das modificações das características vegetais, topográficas e das condições de fertilidade do solo.

As mudanças dessas características, por sua vez, influenciam a magnitude e o tempo de entrada de água, sedimentos, calor, produtos químicos, nutrientes nos cursos hídricos. Se as entradas para o sistema de fluxo forem modificadas, o transporte a jusante desses produtos da bacia hidrográfica também será modificado e as condições a jusante serão alteradas em resposta às mudanças na taxa e capacidade de transporte (ELLIOT, 2010).

3.2.2 Cobertura e uso da terra em bacias hidrográficas urbanas

A extensão geográfica das áreas urbanas em todo o mundo passou por uma enorme mudança nos últimos anos. Segundo a *United Nations Development Programme (UNDP)*, a

população mundial urbana cresceu rapidamente de 751 milhões no ano de 1950, para 4,2 bilhões de habitantes no ano de 2018, atingindo 55% da população mundial de residentes em áreas urbanas. Uma proporção que deverá aumentar para 68% até o ano de 2050 (UNITED NATIONS, 2018).

No Brasil, segundo Maricato (2003), já no início do século XXI “a população urbana brasileira cresceu mais de 100 milhões de indivíduos” (MARICATO, 2003, p.1), atingindo um crescimento de 82%. Em 1950 a população urbana no Brasil contava com aproximadamente 35% da população total e no ano de 2018 chegou a quase 90% (UNITED NATIONS, 2019).

O crescimento expressivo das cidades brasileiras, sem nenhum tipo de ordenamento urbano ou preocupação com o ambiente natural, provocou o desequilíbrio dos sistemas ambientais, causando prejuízos às populações e onerando custos ao poder público (MARICATO, 2003).

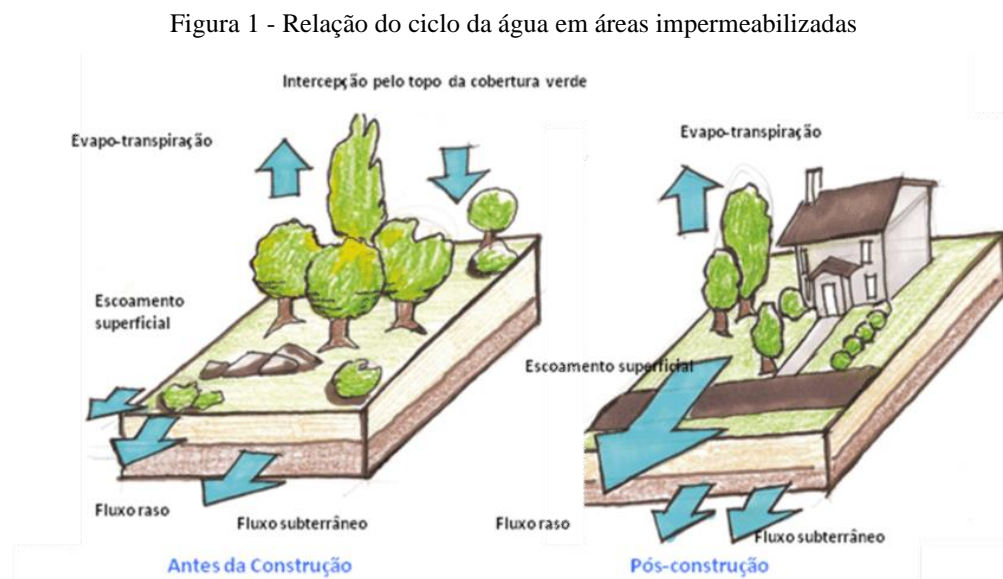
A segregação espacial urbana gerada pelo crescimento desordenado se dá pelo novo tipo de ocupação territorial das cidades, onde ações mercantis do solo urbano estão relacionadas ao alto custo das áreas urbanas centrais abastecidas de infraestruturas. Por outro lado, o parcelamento do solo rural é comercializado em pequenas aglomerações urbanas ilegais com alta densidade e desprovidas de infraestrutura urbana.

Segundo Andrade e Romero (2007), a expansão da ocupação irregular acontece, na maioria das vezes, em áreas de mananciais que fazem o abastecimento público de água ou às margens de córregos que funcionam como drenos das águas pluviais, comprometendo a sustentabilidade hídrica das cidades.

A ocupação irregular em áreas ambientalmente frágeis tornou-se realidade nos centros urbanos durante os anos de 80 e 90 no Brasil, quando a imagem da cidade se transformou no cenário de violência, enchentes, poluição do ar e água e desmoronamentos de encostas (MARICATO, 2003).

Maricato (2003) apresenta dados quantitativos que comprovam essa realidade no município de São Paulo-SP. A bacia hidrográfica do Guarapiranga, manancial usado para abastecer 1/3 da população municipal, possui mais de 600.000 pessoas morando na ilegalidade. Nessa mesma situação a bacia hidrográfica do *Billings* na região metropolitana de São Paulo-SP, possui uma população ilegal maior que 750.000 pessoas.

O resultado da conversão de áreas florestais em áreas urbanas causa o aumento de superfícies impermeáveis e alteram as condições hidrológicas naturais de uma bacia hidrográfica. A redução da permeabilidade efetiva do solo obstrui o ciclo natural da água e, conseqüentemente, impacta no ciclo hidrológico, tanto na infiltração das águas das chuvas quanto na recarga do lençol freático ou na evapotranspiração (Figura 1) (ANDRADE; ROMERO, 2007).



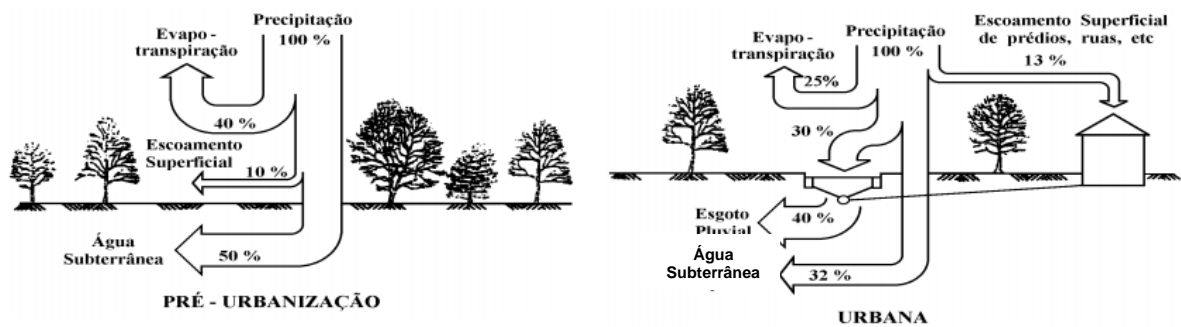
Fonte: Cintra; Silva (2009).

Em decorrência disso há um aumento do volume e da taxa de escoamento superficial, decrescendo a recarga de águas subterrâneas no fluxo de base, que compromete a estrutura do *habitat* do corpo hídrico (MOSCRIP; MONTGOMERY, 1997).

Segundo Tucci (2002), a redução da infiltração no aquífero interfere no balanço hídrico de uma bacia hidrográfica (Figura 2), pois tende a diminuir o nível do lençol freático por falta de alimentação (principalmente quando a densidade populacional for alta), reduzindo o escoamento subterrâneo (há situações onde as águas subterrâneas são alimentadas por vazamentos pluviais e cloacal, tendo o efeito oposto do citado).

Por conseqüência, com a supressão da cobertura natural ocorre uma redução da evapotranspiração, uma vez que a superfície urbana não retém água como a cobertura vegetal e não permite a evapotranspiração das folhagens e do solo.

Figura 2 - Características do balanço hídrico em uma bacia hidrográfica urbana



Fonte: “adaptado de” OECD (1986), apud Tucci (2002).

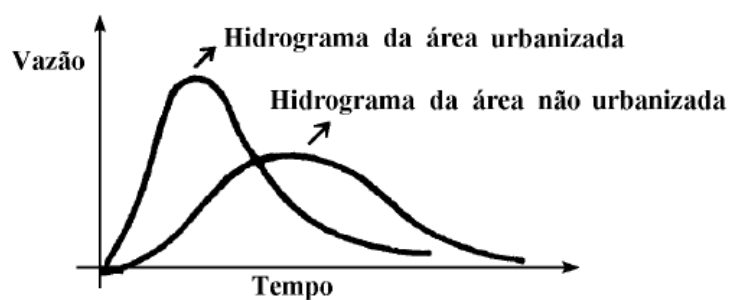
Geralmente essas alterações causam incidentes maiores e mais frequentes de inundações locais, reduzem o abastecimento de água residencial e municipal e conseqüentemente diminuem o fluxo de base dos córregos e rios durante o tempo seco (CALDER et al., 1995; BHADURI, 2000).

os problemas relacionados à gestão dos recursos hídricos aumentam com a interrupção do ciclo hidrológico causado pela implementação de projetos de drenagem urbana inadequados, com a adoção do princípio do escoamento da água precipitada, o mais rápido possível, da área em que ocorre a chuva aumentando a vazão máxima de escoamento. (ANDRADE E ROMERO, 2007, p. 64)

Segundo Bhaskar et al. (2016), a urbanização eleva o atraso do fluxo de base dos corpos d'água devido ao escoamento superficial gerado durante as chuvas, as quais se concentram rapidamente em tubulações e redes de rios por sistemas de drenagem de águas pluviais. Como resultado, fluxos de pico elevados são produzidos, causando inundações e danos à infraestrutura, alterando a temperatura e o ciclo de nutrientes, ameaçando a qualidade da água, as funções do ecossistema e a sobrevivência das bióticas nativas.

Tucci (1995) apresenta um comparativo por meio de um hidrograma hipotético típico de uma bacia natural e o resultante da urbanização (Figura 3), confirmando a afirmação de Bhaskar et al., (2016) citada anteriormente. O resultado da comparação das curvas do hidrograma revelam que “os efeitos principais da urbanização são o aumento da vazão máxima, a antecipação do pico e o aumento do volume do escoamento superficial.” (TUCCI, 1995 p.17).

Figura 3 - Hidrograma hipotético



Fonte: Tucci (1995).

Estudos de monitoramento e modelagem mostraram consistentemente que as cargas de poluentes urbanos aumentam com a impermeabilidade ao lençol freático (TANG, 2005). As superfícies impermeáveis coletam poluentes dissolvidos no escoamento ou associados a sedimentos como nutrientes, metais pesados, sedimentos, óleos e graxas, pesticidas e coliformes fecais, sendo estes carregados pelas águas das chuvas recorrentes e entregues aos sistemas aquáticos (TANG, 2005).

Segundo Andrade e Romero (2007), um dos desafios para o planejamento urbano está em conciliar a questão das densidades urbanas às questões do ciclo hidrológico, uma vez que áreas de altas densidades possuem baixa permeabilidade, menor capacidade de infiltração e menor porcentagem de evapotranspiração. Em função disso ocorrem as alterações do micro clima local por meio do aumento de transferências de calor entre as superfícies.

Dessa forma, a ocupação de áreas urbanas sem ordenamento espacial representa uma séria ameaça às bacias hidrográficas, pois altera a resposta das redes hidrológicas aos fatores hidro meteorológicos.

De acordo com Tucci (1995), praticamente todas as cidades brasileiras de médio e grande porte acabam por sofrer as consequências de falta de planejamento e regulamentação da sua ocupação. Depois que o espaço está todo ocupado e surgem os problemas de inundações, soluções disponíveis (canalizações, bombeamento, barragens) podem tornar-se extremamente caras, comprometendo parcela significativa do orçamento público devido a imprevidência na ocupação do solo (TUCCI, 1995).

3.2.3 Cobertura e uso da terra em bacias hidrográficas rurais

A população rural mundial tem crescido lentamente desde o ano de 1950, atingindo próximo a 3,4 bilhões de habitantes no ano de 2018, estimando um declínio populacional para 3,1 bilhão até o ano de 2050 (UNITED NATIONS, 2018).

Em contrapartida a esse declínio populacional, observa-se um aumento dos usos excessivos das terras rurais relacionados à agricultura, à agropecuária e a piscicultura; o uso temporário ou permanente relacionado ao lazer e turismo; e o uso da exploração dos recursos naturais. Essas ações antrópicas alteram o uso e a cobertura da terra afetando continuamente a disponibilidade e a qualidade hídrica do manancial, influenciando os ecossistemas das bacias hidrográficas e os serviços fornecidos por elas (ASHRAF, 2013).

Nas bacias hidrográficas rurais o uso da terra ribeirinha permanece como um elo crucial entre as terras agrícolas e o meio ambiente. Sistemas de proteção de matas ciliares tornam-se importantes para a proteção dos recursos hídricos, uma vez que essas zonas de tampão ripário funcionam como filtros de sedimentos, nutrientes e pesticidas usados nos campos agrícolas (ANBUMOZHI; RADHAKRISHNAN; YAMAJI, 2005).

Estudos realizados por Nóbrega (2014) revelam que o desmatamento na Amazônia tem crescido anualmente, exercendo influência sobre fatores climáticos e socioeconômicos. Suas simulações de uso e cobertura da terra indicaram que há um aumento no escoamento superficial quando o desmatamento ocorre, associado com a baixa interceptação da água pelo dossel.

O escoamento superficial de águas poluídas pelo uso pecuário e por produtos químicos utilizados nas culturas agrícolas causam sérios problemas de poluição em bacias hidrográficas, devido as grandes concentrações de nutrientes, como nitrogênio e o fósforo que pode afetar os ecossistemas e os usuários de água, reduzindo a disponibilidade de água potável, aumentando os custos do tratamento da água e a ocorrência de doenças relacionadas ao consumo (CARPENTER et al., 1998; NGOYE; MACHIWA, 2004; ASHBOLT, 2004; JUNG et al., 2008).

Além disso, o manejo das terras agrícolas por meio da aragem, geralmente para o cultivo de culturas anuais, deixa o solo vulnerável ao impacto das chuvas, surgindo assim

ravinamento na direção da maior declividade do escoamento, provocando erosões e assoreamento nos corpos d'água (TUCCI, 2002).

Carpenter et al. (1998) afirmam em seus estudos que o enriquecimento das águas doces superficiais com fósforo e nitrogênio está associado à eutrofização dos rios, lagos e zonas úmidas. Esse efeito é causado pelo uso excessivo de insumos agrícolas na forma de fertilizantes; outra causa está relacionada à alta densidade pecuária, onde ocorre o acúmulo desses nutrientes no solo depositados pelo esterco animal, comprometendo os ecossistemas aquáticos.

O nitrogênio é um dos principais nutrientes que interfere no meio ambiente, pois possui alta solubilidade e grande potencial de transporte e, muitas vezes, lixivia para ecossistemas aquáticos à jusante podendo volatilizar para a atmosfera (CARPENTER et al., 1998).

O avanço e o desenvolvimento do mercado do agronegócio resultaram no aumento da produção de culturas agrícolas anuais como milho, soja, arroz e feijão; em contrapartida, as transformações climáticas e a deficiência hídrica não favoreceram esse crescimento. Como solução e incentivo para aumentar a produtividade de grãos, optou-se pelo uso de tecnologias como, por exemplo, o manejo das águas para irrigação.

Outro fator preocupante de mudança da superfície da terra nas bacias hidrográficas são as alterações do equilíbrio dos ecossistemas causadas pelas queimadas, que têm crescido a cada ano como resultado de períodos mais longos e o aumento da área atingida pelo fogo (BLADON et al., 2014).

Nestas áreas queimadas, as transformações físicas e químicas de pós-incêndio alteram os picos de vazão, fluxos de base e produção anual de água que podem durar anos e afetar os recursos hídricos a longo prazo (BLADON et al., 2014).

Jung et al. (2009) ressaltam que inúmeros pesquisadores avaliaram as mudanças nas bacias hidrográficas após incêndios florestais, destacando impactos expressivos que podem ocorrer, incluindo aumento de taxas de erosão, fluxos de detritos e alterações de canais dos corpos hídricos.

De acordo com Jung et al. (2009), as queimadas podem perturbar o ciclo hidrológico de várias maneiras:

- a) formação de uma camada de cinza hidrofóbica pós-incêndio, que inibe a infiltração aumentando o escoamento superficial;
- b) diminuição da evapotranspiração como resultado da perda de dossel; em resposta a essa diminuição, a água subterrânea perde profundidade e o fluxo de base pode aumentar.

O uso para lazer e turismo é outra causa preocupante para os ecossistemas naturais, uma vez que o sistema pode não comportar as ações passivas socioambientais (elevado número de usuários, excessivo tráfego de veículos e aumento de resíduos poluidores) provocados pelas atividades turísticas, alterando a proteção do meio ambiente e da biodiversidade. Os danos ambientais provocados pelo desenvolvimento desordenado do turismo podem causar poluição, degradação do meio ambiente, destruição da fauna e da flora, entre outros (BRASIL, 2008; BRASIL; ANA, 2005).

Outra problemática ambiental é gerada pelas atividades de mineração, como supressão de vegetação, remoção da camada de solo superficial e sua exposição a processos erosivos, poluição do ar, destruição de ecossistemas diversos, entre outros (SEPE; SALVADOR, 2018). Essas perturbações afetam negativamente as características naturais do meio ambiente, pois alteram a topografia e as condições hidrogeológicas (BELL; DONNELLY, 2006).

Sepe e Salvador (2018) destacam esses problemas no contexto brasileiro. Os garimpos poluem as águas afetando as populações ribeirinhas na Amazônia, além de haver possíveis vazamentos de resíduos líquidos com contaminantes químicos para cursos d'água e igarapés, como o caso de Barcarena - PA. Outros exemplos relevantes foram o rompimento da barragem de rejeitos de minérios de ferro da mineradora Samarco em Mariana – MG, no ano de 2015, e um dos maiores desastres com rejeitos de mineração no Brasil acontecido pelo rompimento da barragem da mineradora Vale na Mina Córrego do Feijão, em Brumadinho – MG, em janeiro do ano de 2019.

Para Salomons (1995), as atividades de mineração liberam metais pesados principalmente por meio da drenagem ácida de minas e erosão de depósitos de lixo e rejeitos.

O problema relacionado à mineração de subsuperfície refere-se ao desequilíbrio hidrológico causado no maciço de cobertura, que repercute tanto no nível de rebaixamento do lençol freático, quanto na redução das condições normais de umidade dos solos, com influências adversas nas áreas de cultivo. (SEPE; SALVADOR, 2018, p. 10).

Por fim, Sepe e Salvador (2018) concluem que além do impacto sobre os recursos hídricos, essa alteração, somada à degradação dos solos a partir dos resíduos ricos em enxofre e as emissões de gás carbônico (CO_2), contribui para o aquecimento da superfície terrestre e para emissões de nitrogênio e enxofre acarretando a formação de chuvas ácidas.

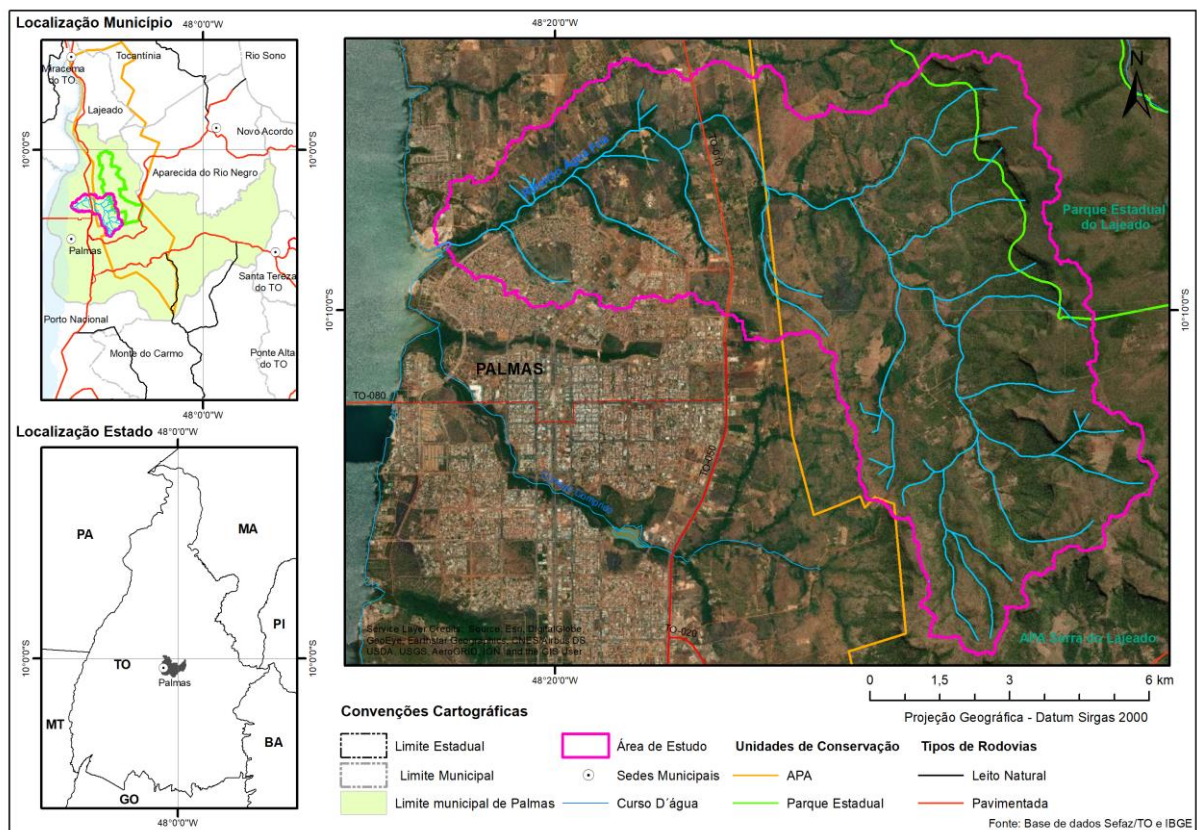
4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Caracterização da área de estudo

4.1.1 Localização

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão Água Fria (BHRAF) pertence ao sistema hidrográfico do Rio Tocantins e está localizada em sua totalidade na porção noroeste do município de Palmas-TO, entre latitudes $10^{\circ}07'00''$ e $10^{\circ}13'50''$ Sul e as longitudes $48^{\circ}21'25''$ e $48^{\circ}12'50''$ Oeste. Tem suas nascentes iniciando nas cotas mais altas na Serra do Lajeado e sua foz está localizada no Lago da Usina Hidrelétrica (UHE) Luís Eduardo Magalhães. Ocupa uma área de $90,74 \text{ km}^2$, com perímetro de $72,04 \text{ km}$. É cortada pela rodovia TO-010, no sentido norte-sul, dividindo a bacia em urbana à oeste e rural à leste (Figura 4).

Figura 4 - Localização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Água Fria (BHRAF)



Fonte: Base de dados da SEFAZ/TO, IBGE e imagem de satélite *DigitalGlobe*, elaborado pela Autora, (2019).

A área de estudo pertence aos subsistemas hídricos da bacia do Lago de Palmas como unidade físico-territorial para o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos, por meio do Plano da Bacia Hidrográfica do Lago de Palmas (PBHLP). É categorizada como sub-bacia urbana com uso preponderante de abastecimento público, com distribuição de 100 l/s direcionados para parte da região central da cidade (PALMAS, 2014; TOCANTINS, 2016).

A BHRAF possui em seu domínio parte da Área de Proteção Ambiental da Serra do Lajeado (APA Serra do Lajeado), a qual foi constituída pela Lei Estadual nº 906/1997 (TOCANTINS, 1997), e parte do Parque Estadual do Lajeado (PEL), conforme instituído pela Lei Estadual nº 1.224/2001 (TOCANTINS, 2001), ambos abrangem o médio e alto curso, respectivamente, da área de estudo, a BHRAF (Figura 4).

4.1.2 Clima

De acordo com a classificação de *Thornthwaite-Mather*, a cidade de Palmas-TO possui o clima do tipo C2wA´a´´, apresentado como um clima subúmido com moderada deficiência hídrica no inverno, atingindo ao longo de três meses consecutivos temperatura elevada, com valores máximos próximos de 35 °C, apresentando temperatura média anual da cidade de 26 °C (INPE, 2018; TOCANTINS, 2012 b).

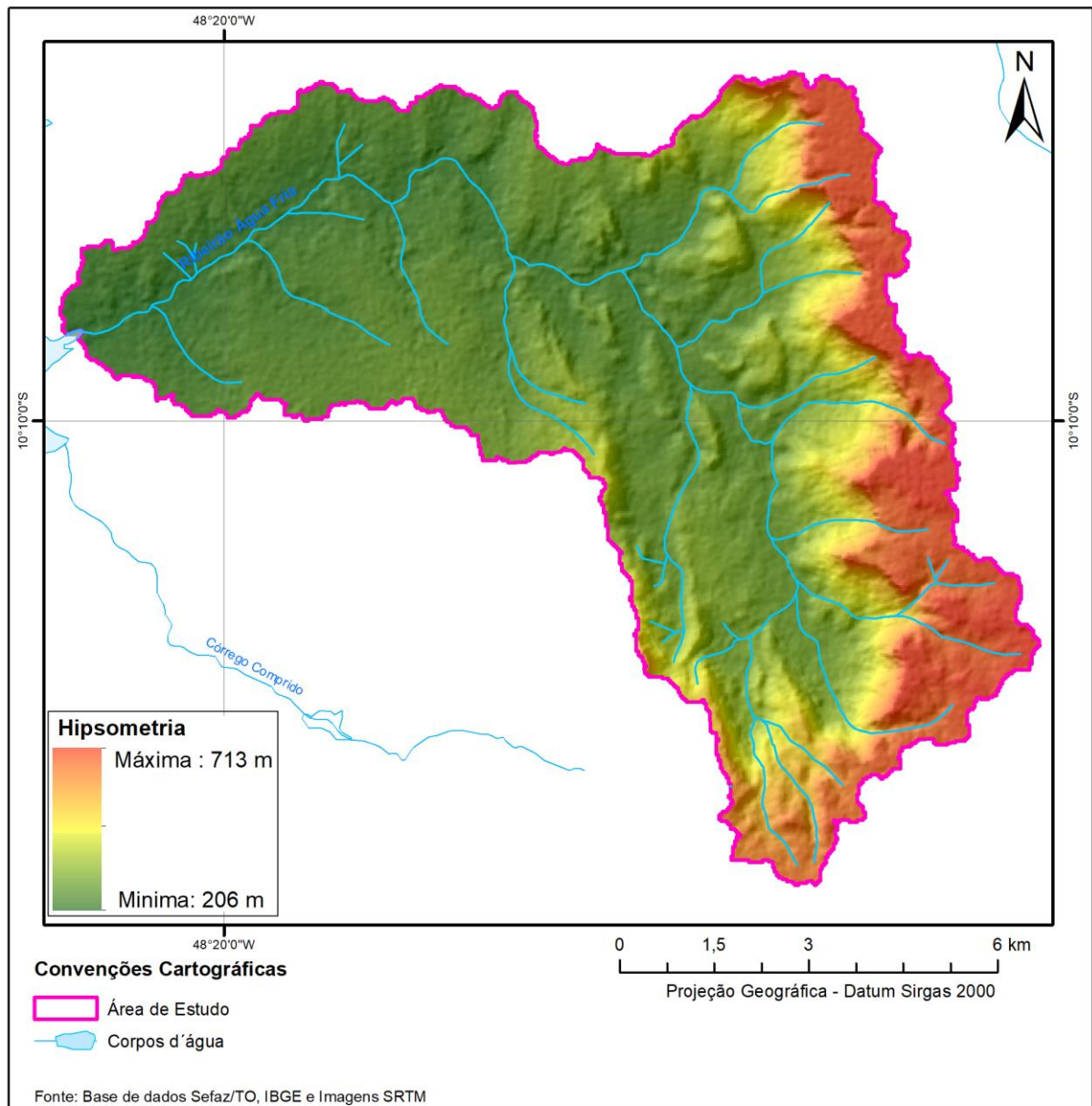
Possui clima tropical com duas estações climáticas bem definidas: uma chuvosa (outubro a abril), sendo janeiro o mês mais chuvoso, quando o acumulado mensal atinge, em média, 245 mm, com média aproximada de 80% de umidade relativa no ar nos meses de dezembro a abril; e outra seca (maio a setembro), com precipitação média abaixo dos 30 mm mensais, destacando-se o mês de julho como o de menor índice pluviométrico e o mês de agosto o mês com baixa umidade relativa do ar (INPE, 2018).

O regime pluviométrico da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Água Fria apresenta características tipicamente tropicais, onde a precipitação média anual apresenta variação de aproximadamente 1767,8 mm, concentrando maior volume de chuvas entre os meses de outubro e abril (COCOZZA, 2007; TOCANTINS, 2016).

4.1.3 Hipsometria

A BHRAF possui sua maior altitude correspondente a 713m localizado nos pontos mais altos da Serra do Lajeado, a leste, e sua menor altitude correspondente a 212 m na porção mais baixa da bacia onde seu relevo é caracterizado como suave ondulado, a oeste (Figura 5).

Figura 5 - Mapa Hipsométrico da BHRAF

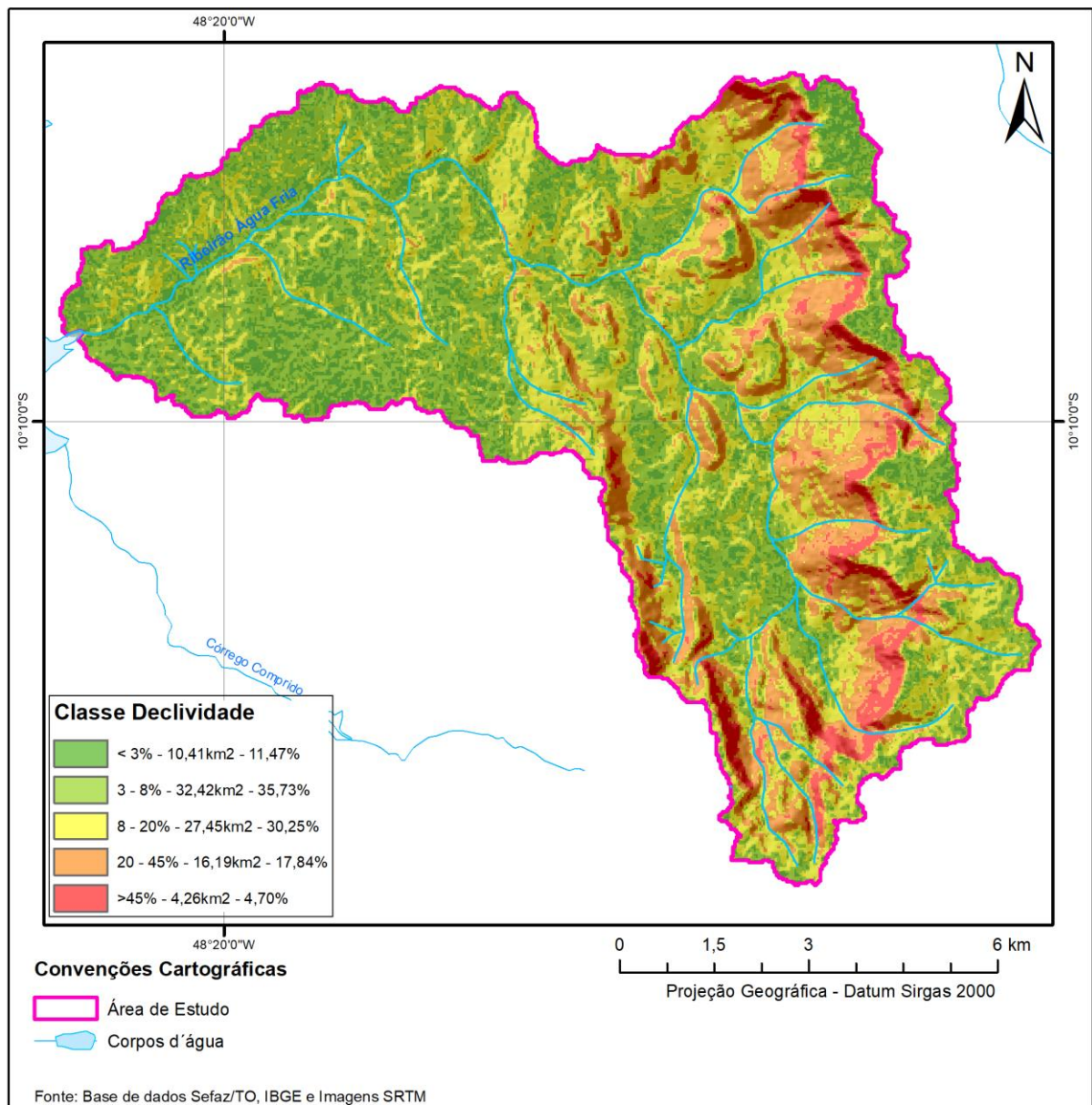


Fonte: Base de dados SEFAZ/TO, IBGE e Imagens SRTM, elaborado pela Autora (2019).

4.1.4 Declividade

A BHRAF possui uma topografia com ondulações que variam de 3 a 45% (Figura 6). Representada por um relevo ondulado da superfície, ela se apresenta predominantemente por meio dos desnivelamentos com declives suaves variando de 3% a 20%. Já o relevo forte ondulado é representado pela superfície de topografia vigorosa com grandes e fortes declives, constituídas pelos maciços montanhosos da Serra do Lajeado, atingindo porcentagens maiores que 45%.

Figura 6 - Mapa de declividade da BHRAF

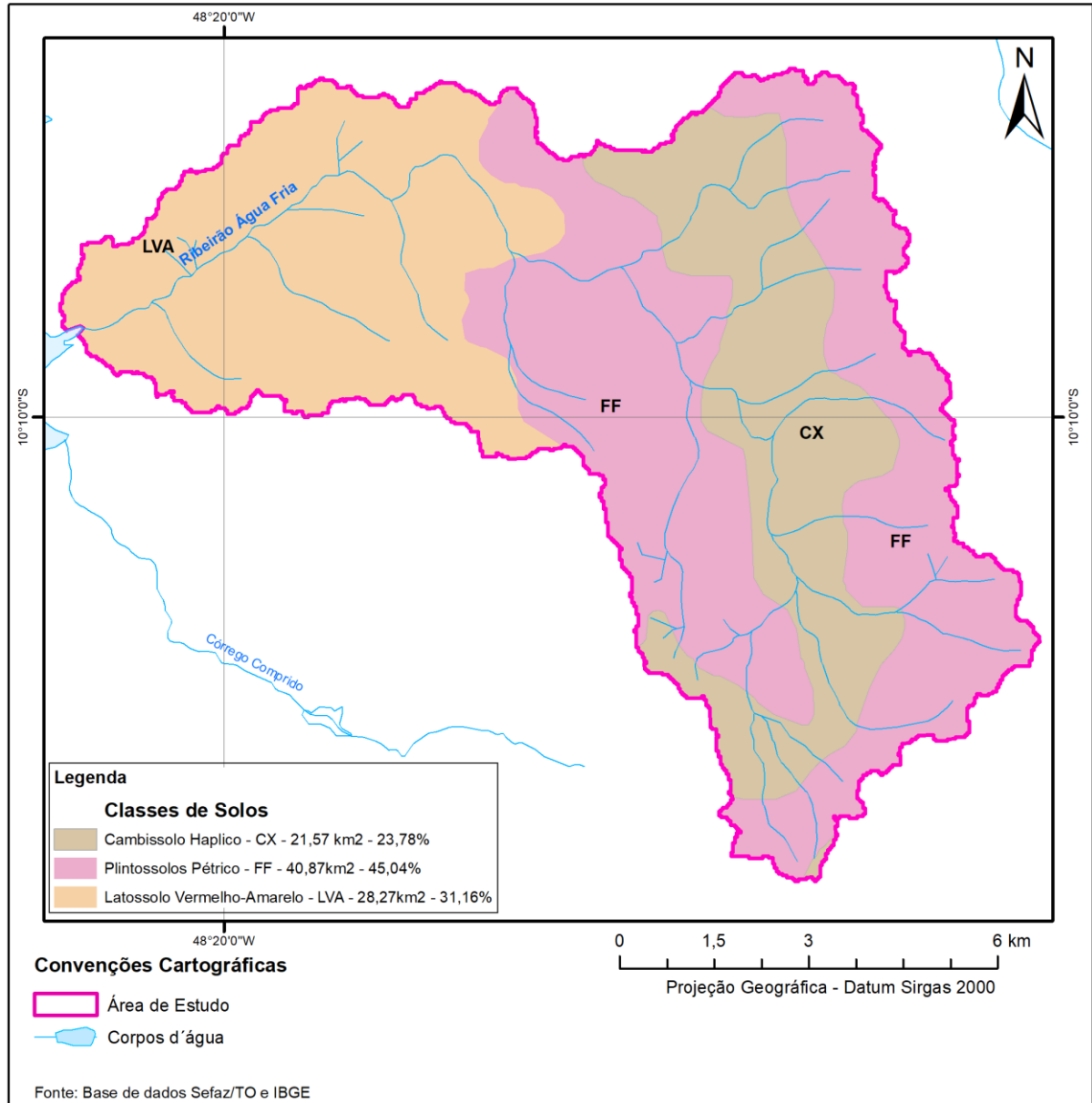


Fonte: Base de dados SEFAZ/TO, IBGE e Imagens SRTM, elaborado pela Autora (2019).

4.1.5 Solos

A bacia é caracterizada por 3 tipos de solos: Cambissolos Háplicos, Plintossolos Pétricos e Latossolos Vermelho - Amarelo (Figura 7).

Figura 7 - Classificação dos tipos de solos da BHRAF



Fonte: Base de dados SEFAZ/TO e IBGE, elaborado pela Autora (2019).

Os Cambissolos Háplicos (CX) estão distribuídos na estreita faixa e compreende a Serra do Lajeado que representa um relevo acentuado com declividade maior do que 45%. São solos de fertilidade natural variável com a ocorrência de pedras na massa do solo e de pequena

profundidade. São observados normalmente em relevos fortemente ondulados ou montanhosos, não apresenta horizonte superficial a húmico, sendo, portanto, de uso limitado (EMBRAPA, 2020).

Os Plintossolos Pétricos (FF) são os solos de maior predominância da bacia. Estão presentes nas áreas levemente onduladas localizadas no vale do Ribeirão e nos bordos dos platôs, bem como no chapadão da Serra do Lajeado, apresentando predominantemente declividade baixa. São caracterizados como solos rasos fortemente ácidos, com saturação por bases e atividade da fração argila baixa; são solos típicos das regiões centrais e norte do Brasil, onde a estação de seca é bem definida (EMBRAPA, 2018).

Os solos Latossolos Vermelho-Amarelo (LVA) são encontrados na sua predominância na porção baixa da bacia. São caracterizados por solos profundos, bem drenados, fortemente ácidos, com baixa saturação por bases, apresentam baixa resistência sendo sucessíveis ao intemperismo (EMBRAPA, 2018).

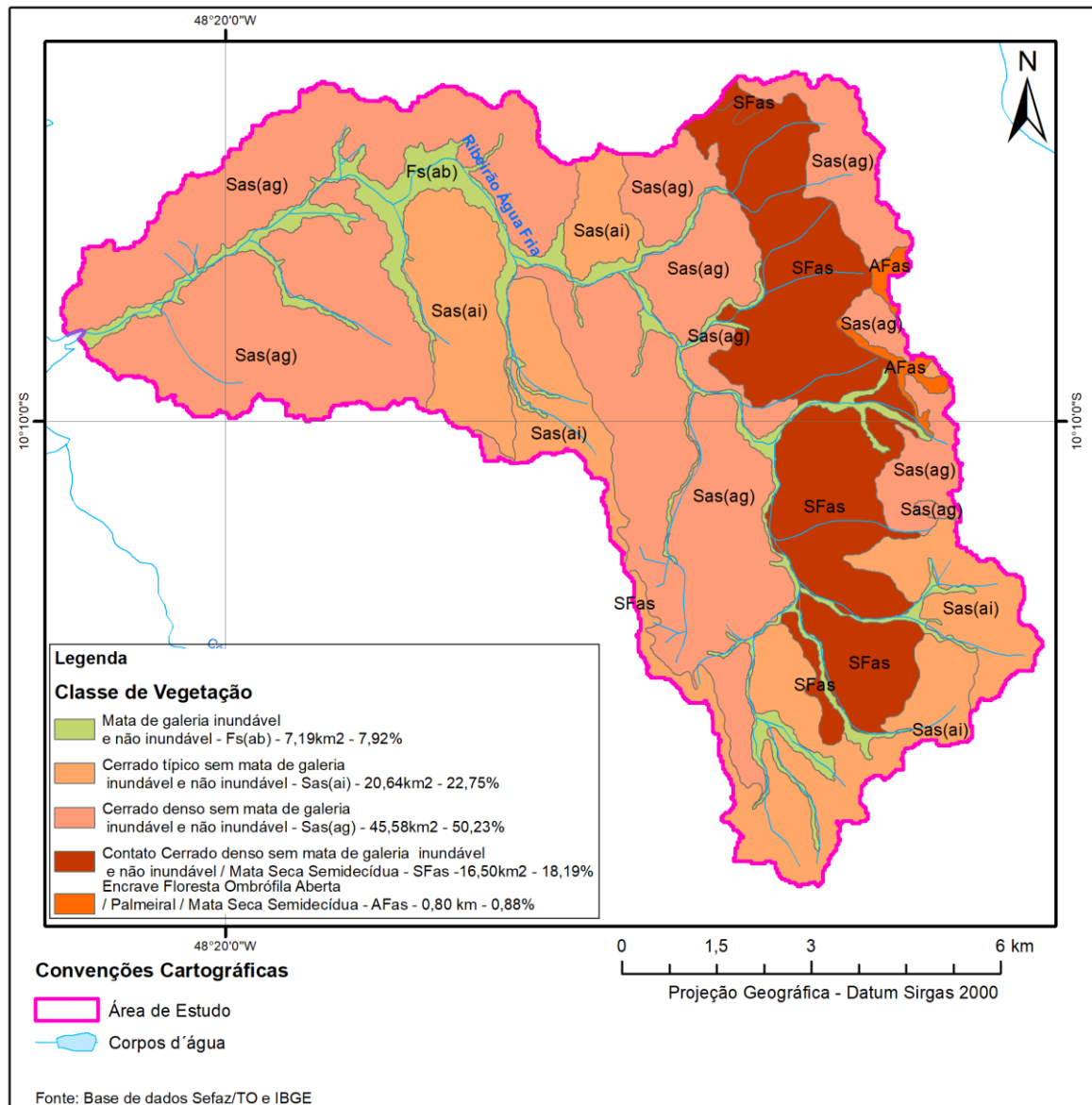
4.1.6 Vegetação

A BHRAF está inserida no domínio Cerrado apresentando fisionomias que englobam formações florestais, savânicas e campestre (Figura 8). As formações florestais são representadas pelas áreas com predominância de espécies arbóreas, de dossel contínuo e descontínuo presentes principalmente nas encostas da Serra do Lajeado (RIBEIRO; WALTER, 2008).

As formações savânicas na área de estudo são representadas pelo cerrado sentido restrito (cerrado denso; cerrado típico; cerrado ralo e cerrado rupestre), que ocupa maior parte da área da bacia e é composto por estratos arbóreos, arbustivos e herbáceos de diferentes densidades distribuídos aleatoriamente, onde as árvores são baixas, tortuosas, inclinadas com galhos irregulares e retorcidos (RIBEIRO; WALTER, 2008).

A área de estudo apresenta na sua predominância cerrado denso, caracterizado pela predominância de vegetação arbórea densa e estratos arbustivos e herbáceos ralos. Possui também vegetações características de cerrado típico, que abrange predominantemente estratos arbustivos e herbáceos.

Figura 8 - Classificação da Vegetação da BHRAF

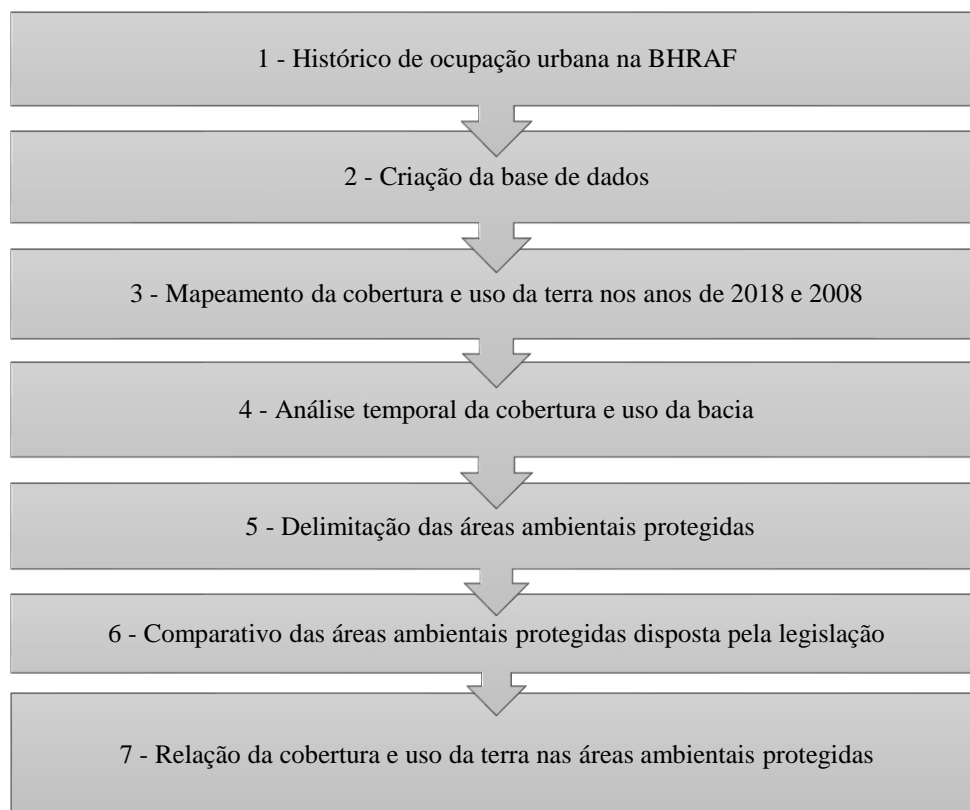


Fonte: Base de dados SEFAZ/TO e IBGE, elaborado pela Autora (2019).

4.2 Procedimentos metodológicos

O desenvolvimento do trabalho foi estruturado em 7 etapas (Figura 9).

Figura 9 - Etapas de trabalho



4.2.1 Histórico de ocupação urbana na BHRAF

Esta etapa foi desenvolvida por meio de bibliografias de autores e pesquisadores que se dedicam a entender sobre o processo de implantação do projeto urbanístico da capital e como aconteceu a ocupação e o adensamento populacional da cidade de Palmas-TO. Além disso, foram usadas para mapear a evolução de ocupação urbana da BHRAF, documentos fornecidos pela Prefeitura Municipal de Palmas (Instituto de Planejamento Urbano de Palmas e Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Regularização Fundiária) e imagem de satélite do *Google Earth pro*.

4.2.2 Base de dados

A base de dados consiste em base *raster* (imagens de satélite) e base vetorial georreferenciadas, manipuladas por ferramentas computacionais e digitais.

4.2.2.1 Ferramentas

Para elaboração de mapas deste trabalho, utilizou-se o *software ArcGis 10.3.1*, desenvolvido pelo *Environmental Systems Research Institute – ESRI* e o aplicativo *Google Earth Pro*, desenvolvido pela *Google*.

Os registros fotográficos foram feitos por meio da câmera de celular e os aplicativos *GPX Viewer* e *Strava*, manipulados pelo *smartphone* de sistema operacional *Android* auxiliaram na realização e demarcação das rotas das visitas em campo.

As tabulações estatísticas dos dados e criação de tabelas e gráficos foram construídas por meio do *software Microsoft Office Excel 2010* componente do Pacote *Office* da empresa *Microsoft*.

4.2.2.2 Base raster

A base de dados *raster* deu-se por meio da imagem de Satélite Plêiades do ano de 2015, com resolução espacial de 50 centímetros, disponibilizada pela Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH) no âmbito do projeto Cadastro Ambiental Rural (CAR), além de imagens de Satélite do *Google Earth Pro* de 18/08/2008 e 11/08/2018.

4.2.2.3 Base vetorial

Definiu-se a estruturação dos arquivos em banco de dados no formato *Geodatabase*, com sistema geodésico de referência *SIRGAS 2000*, projeção *UTM - Fuso 22S*. Os dados georreferenciados que não apresentaram esse padrão foram transformados para compatibilização das bases.

A criação da base de dados vetoriais foi realizada por meio de arquivos *shapefiles* provenientes de diversas instituições conforme descritas no Quadro 3.

Quadro 3 - Base vetorial

Arquivos	Escala	Fonte	Instituição
Modelo Digital de Elevação	1:250.000	Topodata	INPE
Hidrografia	1:25.000	Cadastro Ambiental Rural	SEMARH/TO
Hidrografia	1:25.000	Base de Dados Atlas Propriedade Legal Palmas-TO	CAOMA
Nascentes			
Mapeamento da Dinâmica da Cobertura e Uso da Terra do Tocantins	1:100.000	Base de Dados Geográficos do Estado do Tocantins	SEFAZ/TO SEPLAN/TO
Limite Estadual			
Limite Municipal			
Rodovias			
Declividade			
Solos			
Vegetação	1:100.000	Mapeamento Fitoecológico do Tocantins	
Hipsometria	1:100.000	Imagens SRTM	Brasil em Relevo Embrapa
Zoneamento Plano Plano Diretor Lei nº 155/2007	s/esc.	SIG Palmas	Prefeitura Municipal de Palmas
Zoneamento Plano Plano Diretor Lei nº 400/2018			
Sistema Municipal de Infraestrutura Verde (SisMIV) Plano Diretor Lei nº 400/2018		Fundação Municipal do Meio Ambiente	

Fonte: Elaborado pela Autora (2019).

4.2.2.4 Delimitação da bacia

A delimitação da bacia se deu por meio da extração da rede de drenagem utilizando o Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil (TOPODATA), disponibilizado pelo site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que oferece o Modelo Digital de Elevação (MDE) de todo o território brasileiro.

Para a área de estudo foram utilizadas as folhas 10S495; 10S48; 09S495; 09S48, disponíveis em formato *GeoTiff*, apresentando dados estruturados em quadrículas compatíveis com a articulação 1:250.000 e com resolução espacial de 30 metros.

O processamento das imagens possibilitou a conversão da imagem para *Pixel Type Unsigned Integer* e *Pixel Depth 16 bits*, coordenadas planas *UTM* e fuso 22S.

4.2.2.5 Hidrografia

A hidrografia foi obtida por meio do aperfeiçoamento da base de dados hidrográficos do CAR e do Atlas Propriedade Legal Palmas-TO, em que as linhas de drenagem dos corpos hídricos do Ribeirão Água Fria foram corrigidas sobre imagem do satélite Plêiades.

4.2.3 Mapeamento da cobertura e uso da terra

A partir das análises das imagens de satélite por meio da interpretação e reconhecimento de áreas homogêneas conforme as propriedades básicas como cor, tonalidade, textura, limites, forma e localização geográfica, foi possível identificar as classes de cobertura e uso da terra na bacia de estudo nos anos de 2008 e 2018. Para este último, foram realizados trabalhos de campo para constatações das classes mapeadas e reconhecimento das características da bacia (DIAS; SALVADOR; BRANCO, 2014).

4.2.3.1 Mapeamento da cobertura e uso da terra do ano de 2018

O mapeamento de cobertura e uso da terra foi executado a partir da reinterpretação do arquivo vetorial de mapeamento de Cobertura e Uso da Terra do Estado do Tocantins, realizado pela Secretaria da Fazenda e Planejamento (SEFAZ)/Secretaria Planejamento, e Orçamento (SEPLAN) no ano de 2012, estabelecendo o padrão de interpretação das feições em escala 1:25.000 e utilizando como base a imagem do satélite de alta resolução Plêiades do ano de 2015.

Por meio das imagens do *Google Earth Pro* realizou-se a atualização temporal de cobertura e uso da terra para o ano de 2018, editando os arquivos vetoriais em linhas conforme as alterações apresentadas no período entre as imagens utilizadas.

Para auxiliar a classificação da cobertura e justificar o uso conforme sugere o Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013), utilizou-se de informações fornecidas pelo Instituto Natureza do Tocantins (NATURATINS) (TOCANTINS, 2012 a), além de constatações e confirmação das classes mapeadas por meio de observações em campo realizadas entre os meses de agosto e outubro de 2018.

4.2.3.2 Mapeamento da cobertura e uso da terra do ano de 2008

A partir da base de dados do mapeamento da cobertura e uso da terra do ano de 2018, realizou-se a classificação temporal da cobertura e uso da terra para o ano de 2008, por meio da edição dos arquivos vetoriais em linhas sobre imagem de satélite provenientes do *Google Earth Pro* no referente ano.

4.2.3.3 Definição das classes do mapeamento de cobertura e uso da terra

Os princípios para a classificação, definição e padronização do uso e cobertura da terra foram baseados no sistema multinível proposto pelo Sistema Básico de Classificação da Cobertura e do Uso da Terra (SCUT), apresentado pelo Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013).

As coberturas e usos foram agrupados em cinco grandes grupos a nível I de classificação: áreas antrópicas não agrícolas, áreas antrópicas agrícolas, áreas de vegetação natural, água e outras áreas. A subdivisão a nível II totalizou 10 subclasses e a nível III, correspondente a unidades, totalizou 14 tipos de cobertura (Quadro 4).

Quadro 4 - Classificação da cobertura e do uso da terra

Nível I	Nível II	Nível III
Classe	Subclasse	Unidade/Tipos de Usos
Áreas Antrópicas Não Agrícolas	Áreas Urbanizadas	Perímetro urbano legal com edificações
		Loteamento irregular
	Áreas de Mineração	Draga de areia e seixo rolado
	Solo Exposto	Áreas degradadas
Áreas Antrópicas Agrícolas	Cultura temporária	Graníferas e Cerealíferas
	Culturas permanentes	Frutíferas
	Pastagem	Pastagem de animais de pequeno, médio e grande porte
	Vegetação Secundária	Capoeira
Áreas de Vegetação Natural	Vegetação Primária	Cerrado
		Floresta
		Barramentos
Água	Águas Continentais	Piscicultura
		Pesquisa em Pesca e Aquicultura
		Áreas alagadas
Outras Áreas	Fluvial	

Fonte: “ adaptado de” IBGE (2013); SEFAZ/SEPLAN (2012).

Para classificação dos tipos de cobertura foram consideradas as áreas de vegetação nativa; para as florestas considerou-se as matas de galeria, mata seca e floresta ombrófila aberta; para a classe cerrado, áreas com características de cerrado denso, típico e, para áreas alagadas, locais de brejo (BRASIL, 1994; RIBEIRO; WALTER, 2008).

A classificação do uso da terra foi definida conforme características específicas de cada classe a nível III, de unidade. A classe de áreas degradadas foi designada para as áreas desprovidas de qualquer vegetação apresentando o solo exposto. A classe de barramentos se caracteriza pela formação de lagos por meio do barramento do curso d'água (IBGE, 2013).

Na classe de capoeira foram consideradas áreas que abrangem uma vegetação secundária em estágio inicial de regenerações florestais provenientes de áreas abandonadas por atividades agropecuárias, apresentando características tanto arbóreo-arbustivas quanto estratos mais avançados, conforme a formação vegetal nativa originária (IBGE, 2012). As dragas de areia e seixo rolado equivalem a pedreiras de extração de minerais ou locais de empréstimo de cascalho.

Para a classe de pastagem foram consideradas as áreas de pecuária de grande e pequeno porte, correspondentes a criação de bovinos, equinos, ovinos, caprinos, suínos e aves. A classe das frutíferas corresponde a culturas permanentes como limão, manga, caju, goiaba, coco. Já para a classe de graníferas e cerealíferas foram consideradas as culturas temporárias como soja, milho, mandioca, abacaxi, banana e hortaliças (IBGE, 2013).

Para a classe do perímetro urbano legal com edificações foram consideradas as áreas construídas e possivelmente ocupadas pertencentes ao perímetro urbano (quadras aprovadas) (PALMAS, 2004). Já para a classe dos loteamentos irregulares, considerou-se as aglomerações com características urbanísticas que se originaram fora ou em áreas limítrofes do perímetro urbano de forma irregular (PALMAS, 2011, 2016; RAMOS, 2015).

A classe pesquisa em pesca e aquicultura foi designada para a área que abrange as instalações da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Já a classe de piscicultura corresponde a áreas de lagos, tanques e açudes de cultivo de peixe (IBGE, 2013).

4.2.4 Análise temporal da cobertura e uso da terra da BHRAF

A análise temporal comparativa referente aos 10 anos foi feita a partir do cruzamento entre os mapas de cobertura e uso da terra do ano de 2008 e 2018. Essa comparação deu-se por meio do comando *intersect* no *software ArcGis*, permitindo quantificar a evolução da cobertura e do uso da terra na BHRAF e identificar as mudanças temporais.

4.2.5 Delimitação das áreas ambientais protegidas

Os mapas das áreas ambientais protegidas na BHRAF foram elaborados a partir da interpretação da legislação ambiental e urbanística vigente nos anos de 2008 e 2018.

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) foram delimitadas com auxílio do recurso *buffer* dentro da plataforma do *software ArcGis*, a partir da calha do leito regular e da nascente do curso d'água. Delimitou-se as demais áreas a partir da importação de arquivos no formato *shapefiles*, fornecidos pelo Sistema de Informações Geográficas de Palmas (SIG Palmas) e pela Fundação Municipal do Meio Ambiente (FMMA).

4.2.5.1 Áreas ambientais protegidas no ano de 2008

Para o mapeamento levou-se em consideração o Plano Diretor, Lei Complementar nº 155/2007 (PALMAS, 2007) e a Lei Federal nº 7.803/1989 (BRASIL, 1989), que altera o Código Florestal, Lei Federal nº 4.771/1965 (BRASIL, 1965).

O Plano Diretor do ano de 2007 denomina as Zonas Especiais de Interesse Ambiental (ZEIAs) do Município de Palmas-TO, cria as Unidades de Conservação (UCs) municipais e define os espaços territoriais especialmente protegidos. Desse modo, incluem-se na área de estudo como Áreas Ambientais:

- As Áreas de Preservação Permanente (APPs): considera a delimitação exposta pelo Código Florestal em faixa marginal do nível mais alto do curso d'água, com largura mínima de 30 metros para cursos d'água com menos de 10 metros de largura e 50 metros de raio para as nascentes (BRASIL, 1965;1989);
- As Unidades de Conservação (UCs): Água Fria ao longo do Ribeirão de mesmo nome e ARNOs (Áreas Residenciais Noroeste), compreendem a área conforme delimitação da AVNO 51 (Área Verde Noroeste 51), acrescida de uma faixa de 150m (cento e cinquenta metros) ao longo da Avenida LO-12, entre a Avenida NS-5 e Avenida NS-15, e do prolongamento até o Ribeirão Água Fria (PALMAS, 2007);
- A área do antigo depósito de resíduos sólidos encerrado próximo ao Ribeirão Água Fria (PALMAS, 2007);

- A área de Estação de Tratamento de Água (ETA 003), localizada à margem direita da rodovia TO-010 no km 4, sentido Palmas-Miracema, na Chácara Morro do Governador, na coordenada (796598; 8877564) (PALMAS, 2007);
- As Unidades de Conservação contempladas no Sistema Estadual de Unidades de Conservação (SEUC), sob tutela estadual: APA Serra do Lajeado e o Parque Estadual do Lajeado (PEL) (PALMAS, 2007).

4.2.5.2 Áreas ambientais protegidas no ano de 2018

Para o mapeamento das áreas foram considerados o Plano Diretor, Lei Complementar nº 400/2018 (PALMAS, 2018) e o Código Florestal, Lei Federal nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012).

O Plano Diretor cria o Sistema Municipal de Infraestrutura Verde (SisMIV), visando identificar, classificar, preservar, recuperar, implementar e conectar as áreas de interesse ambiental do Município; desse modo, a bacia do presente estudo, BHRAF, é contemplada pelas seguintes áreas do SisMIV:

- As Áreas de Preservação Permanente (APPs): Faixa de 42 metros a partir da borda da calha do leito regular do curso d'água em área urbana, 100 metros de largura a partir da margem do lago do reservatório da usina hidrelétrica, 30 metros de largura a partir da borda da calha do leito regular para os cursos d'água em área rural e 50 metros de raio para as nascentes (BRASIL, 2012; PALMAS, 2018);
- As Áreas Verdes Urbanas (AVUs): Parque Linear Urbano Água Fria, ao longo do Ribeirão Água Fria e Parque Urbano ARNOs, compreendido conforme delimitação da AVNO 51, acrescida de uma faixa de 150m (cento e cinquenta metros) ao longo da Avenida LO-12, entre a Avenida NS-5 e Avenida NS-15 e de prolongamento até o Ribeirão Água Fria (PALMAS, 2018);
- As Áreas Ambientalmente Protegidas (AAPs): Porções remanescentes vegetais do Parque Linear Urbano Água Fria e áreas com relevo acidentado do Parque Urbano ARNOs (PALMAS, 2018);

- As Áreas Ambientalmente Controladas (AACs): Área da Estação de Tratamento de Água (ETA 003) na coordenada (796598; 8877564) e a área do depósito de resíduos sólidos desativado próximo ao Ribeirão Água Fria (PALMAS, 2018);
- A Faixa Verde (FV): Corresponde a uma faixa adicional à APP do leito principal do Ribeirão Água Fria, compreendendo a largura de 50 metros na área urbana e 100 metros na área rural (PALMAS, 2018);
- O Corredor Verde (CV): Corresponde a uma faixa de no mínimo 100 metros paralela a Zona de Serviços Leste (PALMAS, 2018);
- As Unidades de Conservação (UCs): Contempla as áreas do Sistema Estadual de Unidades de Conservação (SEUC) sob tutela estadual: APA Serra do Lajeado e o Parque Estadual do Lajeado (PEL) (PALMAS, 2018).

4.2.6 Comparativo das áreas ambientais protegidas dispostas pela legislação

O comparativo das áreas ambientais protegidas referentes às legislações vigentes nos anos de 2008 e 2018 foi feito a partir do cruzamento dos mapas dos referidos anos. Essa comparação permitiu quantificar essas áreas e verificar as mudanças legislatórias nas áreas ambientais protegidas da bacia.

4.2.7 Relação da cobertura e uso da terra nas áreas ambientais protegidas

A identificação de possíveis conflitos na ocupação das áreas ambientais protegidas da BHRAF foi verificada mediante a sobreposição e intersecção das áreas do mapeamento de cobertura e uso da terra com a delimitação das áreas ambientais, ambos referentes aos anos de 2008 e 2018.

4.2.7.1 Intercorrência do uso da terra nas áreas ambientais protegidas no ano de 2018

As áreas de cobertura e uso da terra conflitantes nas áreas ambientais foram definidas a partir do cruzamento entre: (1) o mapa de cobertura e uso da terra e; (2) o mapa das áreas

ambientais protegidas. Essa análise, permitiu delimitar e quantificar os conflitos nas áreas ambientais protegidas na área urbana e na área rural no ano de 2018.

Com base nesses resultados foram realizadas análises visuais em campo nos pontos conflitantes distribuídos nas áreas de AVUs, AAPs, AACs, FV, CV e APA Serra do Lajeado. Registros fotográficos, audiovisuais e anotações em caderneta permitiram maior precisão para conclusão da análise. As visitas aconteceram durante os meses de janeiro, agosto, outubro e novembro de 2018 e março e abril de 2019.

Já a verificação dos usos nas áreas de APPs aconteceu de forma mais minuciosa, pois trata-se de uma área de fragilidade ambiental. Assim, foram definidos 15 (quinze) pontos conflitantes distribuídos pela bacia hidrográfica para verificações em campo, permitindo a confirmação da supressão da vegetação nas áreas de preservação permanente de nascentes e curso d'água em decorrência dos usos.

A partir das coordenadas geográficas, elaborou-se por meio do *software Google Earth Pro* uma rota de percurso abrangendo todos os pontos, dando início ao ponto 1 (798619; 8873251) no perímetro rural e finalizando no ponto 15 (789780; 8876392) na foz do Ribeirão Água Fria, em área limítrofe do perímetro urbano.

A verificação dos usos nas áreas de APPs foi feita com trabalho em campo no dia 11 de setembro de 2019, com auxílio: (1) do aplicativo para celular *Android GPX Viewer*, que possibilitou visualizar a rota do percurso; (2) do aplicativo para celular *Strava*, que registrou a quilometragem/tempo da rota percorrida; (3) da câmera fotográfica de aparelho celular *Samsung* modelo A8 e de caderneta para anotação.

4.2.7.2 Intercorrência do uso da terra nas áreas ambientais protegidas no ano de 2008

As áreas de cobertura e uso da terra conflitantes nas áreas ambientais foram obtidas a partir do cruzamento entre: (1) o mapa de cobertura e uso da terra e; (2) o mapa das áreas ambientais protegidas. Essa análise permitiu delimitar e quantificar os conflitos nas áreas ambientais protegidas na área urbana e na área rural no ano de 2008.

4.2.7.3 Análise temporal das intercorrências do uso da terra nas áreas ambientais protegidas

A análise temporal comparativa referente aos 10 anos somente foi possível comparando os dados estatísticos referentes aos usos da terra conflitantes nas APPs, nas AVUs e na APA Serra do Lajeado, permitindo quantificar a evolução nas referidas áreas ambientais protegidas nos perímetros urbano e rural.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Aspectos históricos da ocupação urbana na BHRAF

A fundação de Palmas-TO ocorreu no dia 20 de maio de 1989. O plano urbanístico da cidade foi concebido com orientações básicas para a organização do espaço e com regras mínimas de locação, tendo como agente principal de implantação o Poder Público, que obteve o controle da implantação da cidade e ditou como o espaço territorial deveria ser ocupado.

O traçado urbano básico considerou os limites geográficos do sítio, que se estende no sentido Leste-Oeste, a encosta da Serra do Lajeado e a margem direita do Rio Tocantins (hoje margem do reservatório artificial da Usina Hidrelétrica Luiz Eduardo Magalhães), e a norte-sul os ribeirões Água Fria e Taquaruçu Grande respectivamente.

Segundo os autores do projeto urbanístico, a cidade de Palmas-TO foi idealizada para ser ocupada gradativamente em 6 etapas de implantação (GRUPOQUATRO, 1989). Porém, essa intenção foi interrompida pela pressão do mercado imobiliário¹ e por decisões políticas, tornando-se reflexos do espraiamento da cidade e da segregação social (BAZZOLI, 2009; COCOZZA, 2007; SILVA JÚNIOR, 2018).

Essa dinâmica de ocupação da cidade de Palmas-TO contribuiu para a formação de um grande número de aglomerações irregulares localizadas nas áreas públicas dentro do Plano Diretor e nas áreas de expansão (SILVA JÚNIOR, 2018). Desse modo, a expansão e ocupação urbana na porção norte do plano passou a ser adensada antes mesmo de se cumprir o adensamento da parte central (BAZOLLI, 2009; COCOZZA, 2007).

A ocupação da área urbanizada na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Água Fria iniciou entre os anos de 1995 e 2000 pela aprovação das quadras 407 N, 409 N, 405 N, 403 N, 504 N, 508 N, 603 N e 605 N, e pelo surgimento do Setor Santo Amaro², primeiro loteamento irregular da porção norte, originado a partir do micro parcelamento de chácaras³ às margens da Avenida LO-08 (Avenida Parque) e do Córrego Cachimbo. Além disso, outros loteamentos menores

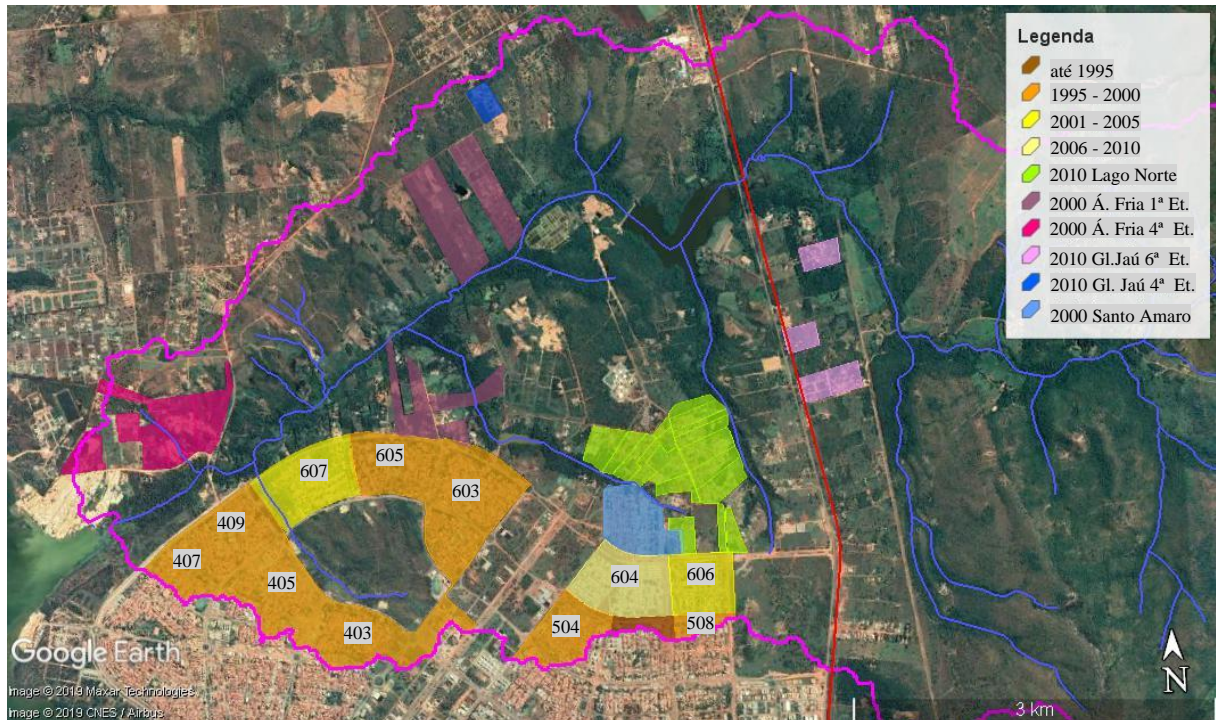
¹ Vendas de terras rurais em frações urbanas a baixo custo, ou ainda, retenção da terra na espera da valorização imobiliária (BAZOLLI, 2009).

² Setor Santo Amaro foi outorgado como ZEIS pela Lei Complementar nº 294/2014 (NOGUEIRA; LIRA, 2016).

³ Terras rurais concedidas pelo Governo do Estado do Tocantins, com o intuito do fortalecimento das atividades agrícolas no entorno da capital, através de “Licença de Ocupação” (NOGUEIRA; LIRA, 2016).

foram criados em conjuntos de chácaras nomeados como Água Fria 1ª Etapa e Água Fria 4ª Etapa (Figura 10) (NOGUEIRA, 2017).

Figura 10 - Histórico da ocupação urbana na BHFAF



Fonte: *Google Earth*, Nogueira (2017); Nogueira; Lira (2016); Palmas (2016), elaborado pela Autora (2019).

Entre os anos de 2001 e 2005 a ocupação ocorreu pela aprovação das quadras 607 N e 606 N, e entre os anos de 2006 a 2010, pela a aprovação da quadra 604 N. A partir de 2010 surge outro adensamento irregular de conjuntos de chácaras nas proximidades do Setor Santo Amaro e do Córrego Cachimbo intitulado como Água Fria 3ª Etapa, popularmente conhecido como Setor Lago Norte, além de outros loteamentos dispersos como a Gleba Jaú 4ª e 6ª Etapa.

Segundo dados da Associação dos Moradores do Lago Norte, o setor tinha ocupação de aproximadamente 412 famílias e mais de 2 mil habitantes no ano de 2017 (NOGUEIRA, 2017).

5.2 Cobertura e uso da terra da BHRAF

5.2.1 Cobertura e uso da terra no ano de 2008

Os dados de cobertura e uso da terra do ano de 2008 - valores de área e porcentagem das classes mapeadas na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Água Fria (BHRAF) - estão apresentados na Tabela 1. A classificação pode ser observada no mapa de cobertura e uso da terra (Figura 11).

Tabela 1 - Cobertura e uso da terra na BHRAF no ano de 2008

Classes	Área (km ²)	% da bacia
Tipos de Usos		
Áreas degradadas	0,16	0,18
Barramentos	0,39	0,43
Capoeira	1,02	1,12
Draga de areia e seixo rolado	0,14	0,16
Frutíferas	0,23	0,26
Graníferas e cerealíferas	0,30	0,33
Loteamento irregular	0,13	0,14
Pastagem de animais de pequeno, médio e grande porte	19,26	21,23
Perímetro urbano legal com edificações	3,39	3,74
Pesquisa em pesca e aquicultura	0,10	0,11
Total	25,13	27,70
Tipos de Cobertura		
Áreas alagadas	0,14	0,16
Cerrado	48,69	53,67
Floresta	16,75	18,47
Total	65,59	72,30

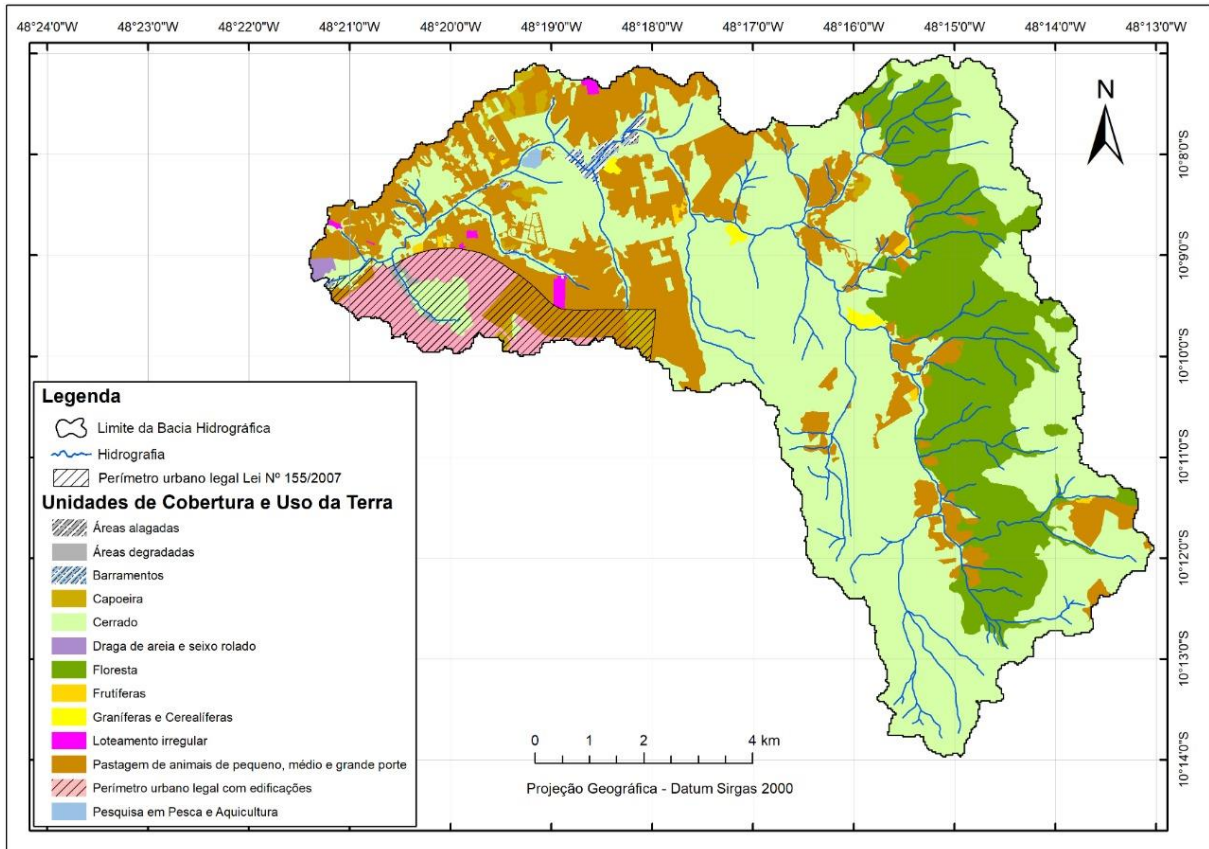
Fonte: Autora (2019).

As classes de floresta (18,47%), cerrado (53,67%) e áreas alagadas (0,16%) apresentaram maior representatividade de área, ocupando cerca de 65,59 km², que equivalem a 72,30% da BHRAF, localizadas no alto e médio curso do ribeirão. A justificativa para tal percentual decorre do fato de que a maior parte da área da bacia pertence à Área de Proteção Ambiental Serra do Lajeado (APA Serra do Lajeado), desde o ano de 1997, e do Parque Estadual do Lajeado (PEL), que foi criado no ano de 2001. Essas duas áreas contribuíram para a preservação da vegetação e para o manejo controlado da cobertura da terra na zona rural.

As porcentagens de área ocupada pelos usos da terra observados são relativamente baixas quando comparadas àquelas das áreas de cobertura natural e áreas alagadas, pois

representam 27,70% da área da bacia e estão localizadas predominantemente no baixo e médio curso do ribeirão.

Figura 11 - Mapeamento da cobertura e uso da terra da BHRAF no ano de 2008



Fonte: *Google Earth*, SEMARH, CAOMA, PMP, elaborado pela Autora (2019).

A classe de pastagem ocupa predominantemente 19,26 km², equivalente a 21,23% das áreas da bacia que abrangem o baixo e médio curso do ribeirão, assim como uma pequena porcentagem de 0,26% da classe das frutíferas e 0,33% referente à classe graníferas e cerealíferas.

O segundo uso de maior relevância é a classe do perímetro urbano legal com edificações que representa 3,74% da área de estudo, demonstrando o processo de urbanização sobre a bacia. Conforme o histórico dos parcelamentos aprovados e a evolução da ocupação da cidade, a maior parte das quadras aprovadas da porção norte do plano urbanístico básico foram imediatamente ocupadas entre os anos de 1995 e 2006, confirmando o adensamento mapeado (PALMAS, 2004).

Identificou-se também uma porcentagem de 0,18% de áreas degradadas provenientes desse processo de urbanização. Além disso, as áreas com ocupações irregulares limítrofes ao perímetro urbano (Lei nº 155/2007) (PALMAS, 2007) somaram 0,14%, como, por exemplo, nos loteamentos Água Fria, Fumaça, Shalom e no Setor Santo Amaro⁴, sendo que esse último foi criado no ano 2000, com aproximadamente 250 famílias (NOGUEIRA, 2017; NOGUEIRA; LIRA, 2016).

A porcentagem de área com ocupações irregulares foi relativamente baixa em relação à área da bacia. No entanto, tais áreas geraram diversos problemas ambientais, pois trata-se de áreas sem licenciamento desassistidas de serviços básicos de infraestrutura.

A classe capoeira representou 1,12% da área de estudo e está concentrada na porção oeste da bacia. Os barramentos correspondem a 0,43%, as áreas ocupadas por dragas de areia e seixo rolado equivalem a 0,16% da bacia, situadas na foz do Ribeirão Água Fria, às margens do lago da Usina Hidrelétrica (UHE). A área de pesquisa em pesca e aquicultura ocupa 0,11% de área e aloca-se próxima ao perímetro urbano.

5.2.2 Cobertura e uso da terra no ano de 2018

A cobertura e uso do ano de 2018 resultou nos valores de áreas e porcentagens das classes mapeadas na BHRAF, representados na Tabela 2. A classificação pode ser observada no mapa de cobertura e uso da terra (Figura 12).

As classes floresta (17,89%), cerrado (48,71%) e áreas alagadas (0,17%) se mantêm como áreas de maior representatividade na área da BHRAF, ocupando 60,58 km², equivalente ao percentual de 66,78% da área total da bacia. Percebe-se que os usos da terra se estendem desde o médio até o baixo curso da bacia, concentrando-se próximo ao curso principal do ribeirão e na porção oeste da bacia, representando 33,22% da área de estudo.

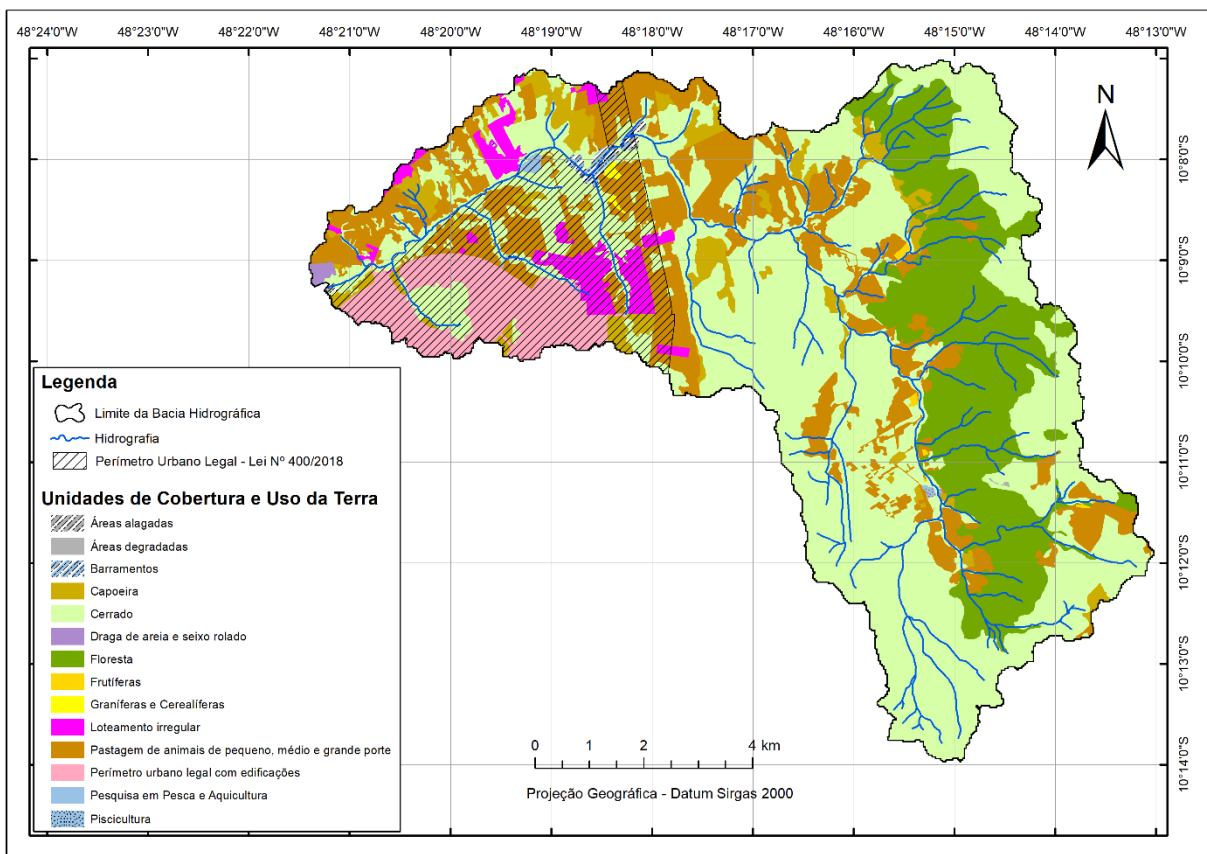
⁴ Localizado ao norte do Plano Diretor de Palmas, loteamento proveniente do micro parcelamento irregular de chácaras desmembradas do loteamento Água Fria (matrícula inicial nº 2.756 de 27/02/1991, possuindo área de 45,8793ha, com lotes de aproximadamente 140m²) às margens da Avenida Parque e do Córrego Cachimbo, a venda dos terrenos davam-se por meio de terceiros através de “Cessão de Direito”. Atualmente o setor encontra-se regularizado por meio da Lei nº 294 de 14 de maio de 2014 (NOGUEIRA, 2017; NOGUEIRA; LIRA, 2016).

Tabela 2 - Cobertura e uso da terra na BHRAF no ano de 2018

Classes		
Tipos de Usos	Área (km²)	% da bacia
Áreas degradadas	0,03	0,03
Barramentos	0,40	0,44
Capoeira	4,38	4,83
Draga de areia e seixo rolado	0,15	0,16
Frutíferas	0,10	0,11
Graníferas e cerealíferas	0,09	0,10
Loteamento irregular	1,02	1,12
Pastagem de animais de pequeno, médio e grande porte	17,13	18,88
Perímetro urbano legal com edificações	6,71	7,40
Pesquisa em pesca e aquicultura	0,10	0,11
Piscicultura	0,04	0,05
Total	30,14	33,22
Tipos de Cobertura		
Áreas alagadas	0,16	0,17
Cerrado	44,19	48,71
Floresta	16,23	17,89
Total	60,58	66,78

Fonte: Autora (2019).

Figura 12 - Mapeamento da cobertura e uso da terra da BHRAF no ano de 2018



Fonte: *Google Earth*, SEMARH, CAOMA, PMP, elaborado pela Autora (2019).

A classe pastagem ocupa 18,88% da área da bacia. As classes frutíferas, graníferas e cerealíferas ocupam, de modo respectivo, 0,11% e 0,10% da área de estudo. Nota-se que as áreas de capoeira se encontram dispersas na área da bacia e somam um total de 4,83%. As áreas degradadas correspondem a 0,03% e equivalem às áreas do barramento do curso d'água próximo à área urbana e à área localizada no alto da Serra do Lajeado, onde se encontram as obras de engenharia abandonadas de um monumento turístico da capital (Figura 13 e Figura 14).

Figura 13 - Canteiro de obras para construção do monumento turístico (802277; 8872602)



Fonte: Tocantins TV, (2015).

Figura 14 - Estrutura da base do monumento, instalada no ponto mais elevado da BHRAF (801982; 8872694)



Fonte: Tocantins TV, (2015).

A classe do perímetro urbano legal com edificações é representada por 7,40% da área da bacia, demonstrando a intensificação do processo de urbanização na área de estudo, sendo este ainda mais significativo quando somado aos valores de 1,12%, referente à classe loteamento irregular, a qual ainda carece de regularização fundiária, uma vez que foram englobadas pela nova configuração do perímetro urbano, instituído pelo Plano Diretor recém aprovado pela Lei nº 400/2018 (PALMAS, 2018).

Essa expansão territorial irregular observada se confirma pelo surgimento do Setor Lago Norte em 2010, em virtude da venda de lotes que foram subdivididos por chácaras próximas ao setor Santo Amaro (NOGUEIRA, 2017).

Para Bazzoli (2019), o avanço do urbano sobre o rural na cidade de Palmas-TO refletiu o modelo latino-americano de ocupação espacial que garante aos proprietários desses imóveis elevados ganhos monetários durante anos, quer seja pela remuneração da transformação do rural em urbano, ou pela retenção de terras na espera da valorização.

Situações semelhantes do processo de expansão territorial urbana sobre o rural foram apresentadas por Nadalini (2013) nos estudos da sub-bacia do Rio do Sal no município de Aracaju - SE, onde a influência da especulação imobiliária por meio de venda de lotes nas antigas áreas das salinas propiciaram o surgimento de bairros irregulares, muitas vezes sobre o próprio mangue.

As classes dragas de areia e seixo rolado, de barramentos, de pesquisa em pesca e aquicultura e de piscicultura representam 0,16%, 0,44%, 0,11% e 0,05%, respectivamente.

5.2.3 Análise temporal da cobertura e uso da terra na bacia

Foram abordados nessa análise os comparativos dos usos da terra representados pelas classes pastagem, perímetro urbano legal com edificações, capoeira e loteamento irregular. Além disso, o comparativo da cobertura da terra representadas pelas classes cerrado e floresta (Tabela 3).

Tabela 3 - Evolução de cobertura e uso na BHRAF no intervalo de 10 anos

Classes	Área (km²)	%	Área (km²)	%
Tipos de Usos	2008	2008	2018	2018
Áreas degradadas	0,16	0,18	0,03	0,03
Barramentos	0,39	0,43	0,40	0,44
Capoeira	1,02	1,12	4,38	4,83
Draga de areia e seixo rolado	0,14	0,16	0,15	0,16
Frutíferas	0,23	0,26	0,10	0,11
Graníferas e cerealíferas	0,30	0,33	0,09	0,10
Loteamento irregular	0,13	0,14	1,02	1,12
Pastagem de animais de pequeno, médio e grande porte	19,26	21,23	17,13	18,88
Perímetro urbano legal com edificações	3,39	3,74	6,71	7,40
Pesquisa em pesca e aquicultura	0,10	0,11	0,10	0,11
Piscicultura	0	0	0,04	0,05
Tipos de Cobertura				
Áreas alagadas	0,14	0,16	0,16	0,17
Cerrado	48,69	53,67	44,19	48,71
Floresta	16,75	18,47	16,23	17,89

Fonte: Autora (2019).

Analisando os dados coletados é possível inferir que, no intervalo de 10 anos, as classes que representam a cobertura vegetal nativa predominaram na área da BHRAF, embora verifica-se que a classe cerrado sofreu uma supressão de 4,5 km² para o período estudado, variando entre 53,67% (2008) e 48,71% (2018). Essa redução de área de cerrado pode estar

relacionada com a inserção e expansão dos usos da terra na BHRAF tais como pastagens, perímetro urbano legal com edificações, loteamentos irregulares e capoeira. Notou-se também que a área de cobertura florestal teve redução de 0,58% (0,52 km²).

As áreas ocupadas por pastagem se encontram mais dispersas dentro da bacia hidrográfica. No entanto, tais áreas foram parcialmente convertidas em loteamentos irregulares e em capoeira, reduzindo a área de pastagem em 2,35% (2,13 km²) em detrimento do aumento da área das classes loteamento irregular com 0,98% (0,89 km²), e capoeira com 3,71% (3,36 km²). Além disso, o processo de urbanização nas quadras aprovadas aumentou em 3,66% (3,32 km²) se comparada à área da classe perímetro urbano legal com edificações.

Essa periferização das aglomerações urbanas que ocorreu na área da bacia em estudo é resultado da ocupação desordenada da cidade devido aos fatores históricos, econômicos e sociais da sua formação. Além dessa evolução da periferização durante os anos estudados, constata-se também a alteração do perímetro urbano⁵ permitindo a expansão territorial urbana sobre a bacia por meio da aprovação do Plano Diretor em abril de 2018.

Desse modo, observou-se que as alterações de uso e ocupação da terra pela urbanização transformam os fragmentos das paisagens naturais em artificiais, por meio do parcelamento do solo, das construções de edificações e pelo aumento da densidade viária (CHAVES; SANTOS, 2009).

Para Bazzoli (2019), as áreas de transição rural-urbana criadas pelo novo Plano Diretor servirão como estoque para especulação imobiliária, repetindo os mesmos equívocos que desvirtuaram a implantação do primeiro plano urbanístico da cidade de Palmas-TO, tornando um ciclo vicioso.

Arquitetos e Urbanistas representantes da Comissão de Política Urbana e Ambiental (CPUA) do CAU/TO apontam desconformidades entre princípios, objetivos e diversas estratégias do novo Plano Diretor Lei nº 400/2018 (Anexo 1). A garantia e o direito de uma cidade sustentável, defendida pela promoção do reordenamento do território e a priorização, a racionalização, a sustentabilidade e ocupação dos vazios urbanos é deturpada pela expansão

⁵ Essa expansão do perímetro urbano já havia acontecido em 2002 por meio da Lei Complementar nº 58, porém após a aprovação do Plano Diretor Participativo de 2007 (Lei nº 155/2007) o perímetro urbano ao norte foi reduzido limitando-o na Avenida Parque e TO-10.

territorial urbana nas faixas norte e leste, elevando os custos para a urbanização da cidade ainda mais espaiada (CAU/TO, 2018).

O “estereótipo” da mais nova capital brasileira planejada se desconfigura a partir do momento que o poder executivo corrompe os direitos do Plano Diretor participativo e vai contra os princípios do desenvolvimento sustentável, resultando em uma cidade com os mesmos problemas da maioria das cidades brasileiras (CARVALHÊDO; LIRA, 2009).

O cenário da expansão da malha urbana nas cidades brasileiras é resultado do parcelamento do solo de propriedades rurais comercializadas como urbanas, que pressionados pelo mercado imobiliário aos poucos são ocupadas, tendo em vista o aumento dos fluxos migratórios às cidades (PEIXOTO, 2005). No estado do Tocantins, a valorização das áreas e dos vários empreendimentos imobiliários, principalmente nas áreas do entorno da área urbana de Palmas, têm alcançado grandes proporções (LIMA et al., 2018).

Para Bazzoli (2019), a retenção de terras nas áreas centrais da cidade de Palmas com fins especulativos colabora para o aumento descontínuo da cidade e essa condição atrapalha e encarece a implantação de infraestrutura, de equipamentos e a manutenção dos serviços públicos nas áreas periféricas que afetam diretamente na qualidade ambiental da bacia em estudo.

Dentre as problemáticas ambientais e urbanas decorrentes das áreas de ocupações irregulares da bacia (Figura 15 e Figura 16) é possível citar a ausência de coleta e tratamento de efluentes e de distribuição de água potável, além da falta de coleta de resíduos sólidos, ausência de pavimentação e do acesso precário ao transporte público.

Teixeira (2009) aponta em seus estudos que o desafio para o ordenamento territorial de Palmas-TO está relacionado a um planejamento urbano eficaz que promova o adensamento das áreas já urbanizadas e, dessa forma, evite o surgimento de novos loteamentos.

A expansão do perímetro urbano sobre as áreas da BHRAF é resultado da especulação imobiliária que desvirtua os princípios de uma cidade sustentável, onde a gestão urbana não prioriza as condições ambientais da bacia.

Figura 15 - Instalação de fossa negra - Setor Fumaça (790245; 8877170)



Fonte: Autora (2019).

Figura 16 - Falta de infraestrutura - Setor Lago Norte (795044; 8875994)



Fonte: Autora (2018).

Segundo Pastorelli Junior e Ferrão (2018), o planejamento sustentável deve levar em consideração não somente a área urbana, mas sim as áreas rurais de uma bacia hidrográfica, levando em consideração seis aspectos de análise: econômica, social, ambiental, cultural, legal e político-institucional. Os autores reforçam ainda que esses aspectos são essenciais e igualmente importantes para traçar o perfil do desenvolvimento ao longo do processo de ordenamento territorial.

Esses aspectos analisados nos estudos da microbacia hidrográfica do Córrego Água Boa, Dourados - MS, revelam que não devem ser analisados isoladamente, pois possuem dados contribuintes em algum momento da história do município. No entanto, os autores reforçam que o aspecto ambiental tem sido o eixo norteador para os demais e que, de fato, é o que apresenta forte conflito com o uso e ocupação da terra principalmente ao que tange à exploração imobiliária (PASTORELLI JUNIOR; FERRÃO, 2018).

5.3 Comparativo das áreas ambientais protegidas disposta pela legislação vigente

A delimitação das áreas protegidas da BHRAF foi feita por meio da interpretação da legislação e proveniente da base de dados advindas de órgãos públicos do município e estado.

A APA Serra do Lajeado tem função de amortecimento do PEL e, dentre seus objetivos, a proteção da qualidade das águas e das vazões dos mananciais da região. Já o PEL

destina-se exclusivamente à proteção dos recursos naturais, tais como dos corpos hídricos existentes na área que abastecem a região (TOCANTINS, 1997).

Para o mapeamento de 2008 foram consideradas as Zonas Especiais de Interesse Ambiental do Município determinadas pelo Plano Diretor de 2007, e as Áreas de Preservação disposta pelo Código Florestal. Já para o mapeamento de 2018 foram consideradas as áreas pertencentes ao SisMIV, definidas pelo Plano Diretor de 2018 e pelo Código Florestal.

5.3.1 Mapeamento das áreas ambientais protegidas no ano 2008

A delimitação das áreas ambientais protegidas da bacia, totalizam uma área de 78,08 km², que corresponde a 86,07% da área total demarcada para a BHRAF. As áreas delimitadas individualmente encontram-se aferidas na Tabela 4 e ilustradas geograficamente na Figura 17.

Tabela 4 - Quantitativo das áreas ambientais protegidas da BHRAF, conforme legislação vigente no ano de 2008

Áreas Ambientais	Área (km²)	% da bacia
APA Serra do Lajeado	57,86	63,78
PEL	4,46	4,91
APPs	8,03	8,85
Depósito de Resíduos Sólidos desativado	0,14	0,15
UC Água Fria e ARNOs	7,59	8,37
Total	78,08 *	86,07

* O somatório de todas as áreas ambientais protegidas não representa uma área geográfica real da bacia, pois as APPs estão sobrepondo as UCs.

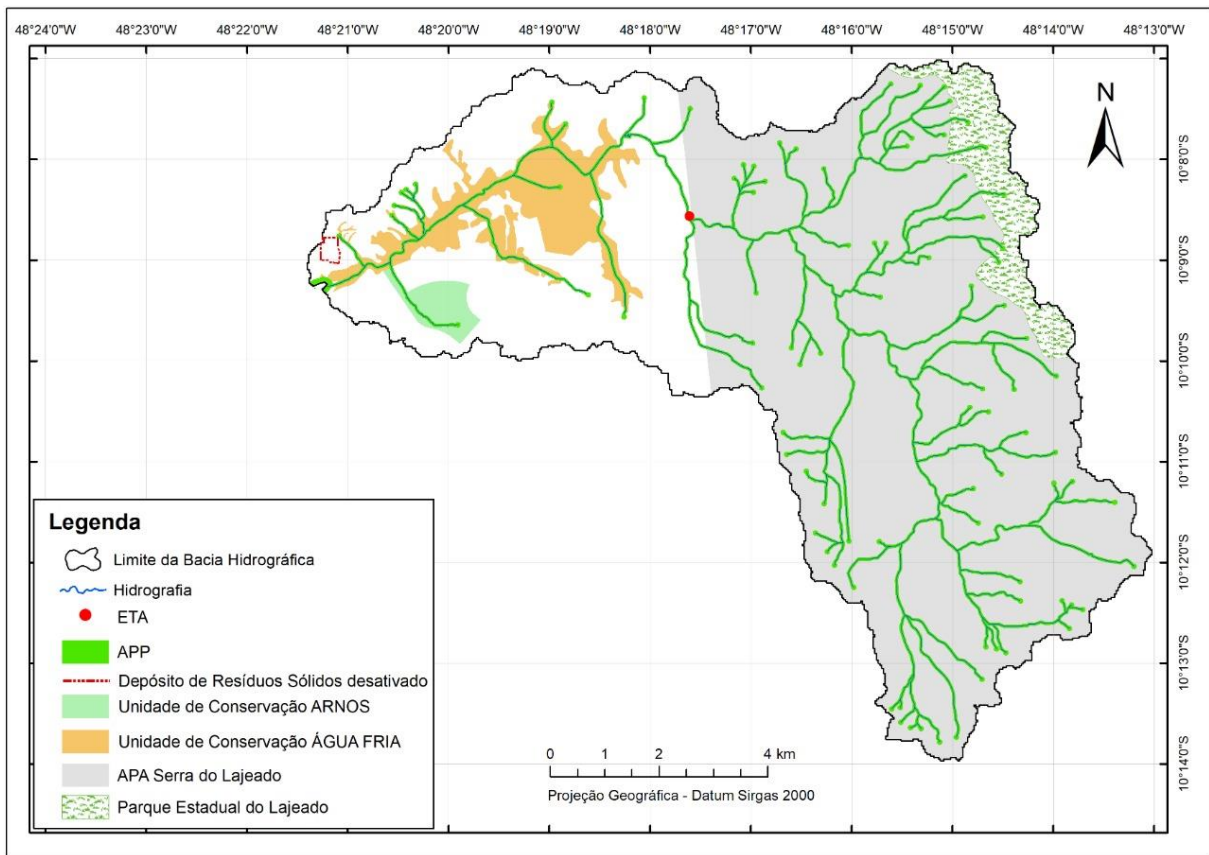
Fonte: Autora (2019).

A APA Serra do Lajeado ocupa uma grande porção de 63,78% da área do alto e médio curso da bacia, totalizando uma área de 57,86 km². Já o PEL corresponde a uma porção menor de 4,46 km² de área, localizado no alto curso da bacia.

As APPs totalizaram 8,03 km² e representam 8,85% da área da bacia. Dentre elas, 0,15 km² se limitam na área urbana e 7,88 km² no perímetro rural, correspondendo a áreas paralelas ao curso d'água de mata de galeria e entorno das nascentes.

As UCs Água Fria e ARNOs totalizam 7,59 km² e estão localizadas no baixo curso do ribeirão; são consideradas territórios especialmente protegidos do município com relevância natural e paisagística. Cabe ressaltar que 1,11 km² de APPs sobrepõem-se às UCs, entretanto em casos pontuais as APPs são desconsideradas pela delimitação das UCs.

Figura 17 - Áreas ambientais protegidas da BHRAF delimitadas conforme legislação no ano de 2008



Fonte: *Google Earth*, SEMARH, CAOMA, PMP, elaborado pela Autora (2019).

Além disso, a bacia é contemplada com mais duas Zonas Especiais de Interesse Ambiental (ZEIAs), que correspondem a 0,14 km² referente ao Depósito de Resíduos Sólidos desativado e a localização da ETA 003, na coordenada (796598; 8877564).

5.3.2 Mapeamento das áreas ambientais protegidas no ano 2018

A delimitação das áreas ambientais protegidas da bacia totaliza uma área de 85,22 km², correspondente a 93,98% da área total delimitada para a BHRAF. As áreas delimitadas individualmente encontram-se aferidas na Tabela 5 e ilustradas geograficamente na Figura 18.

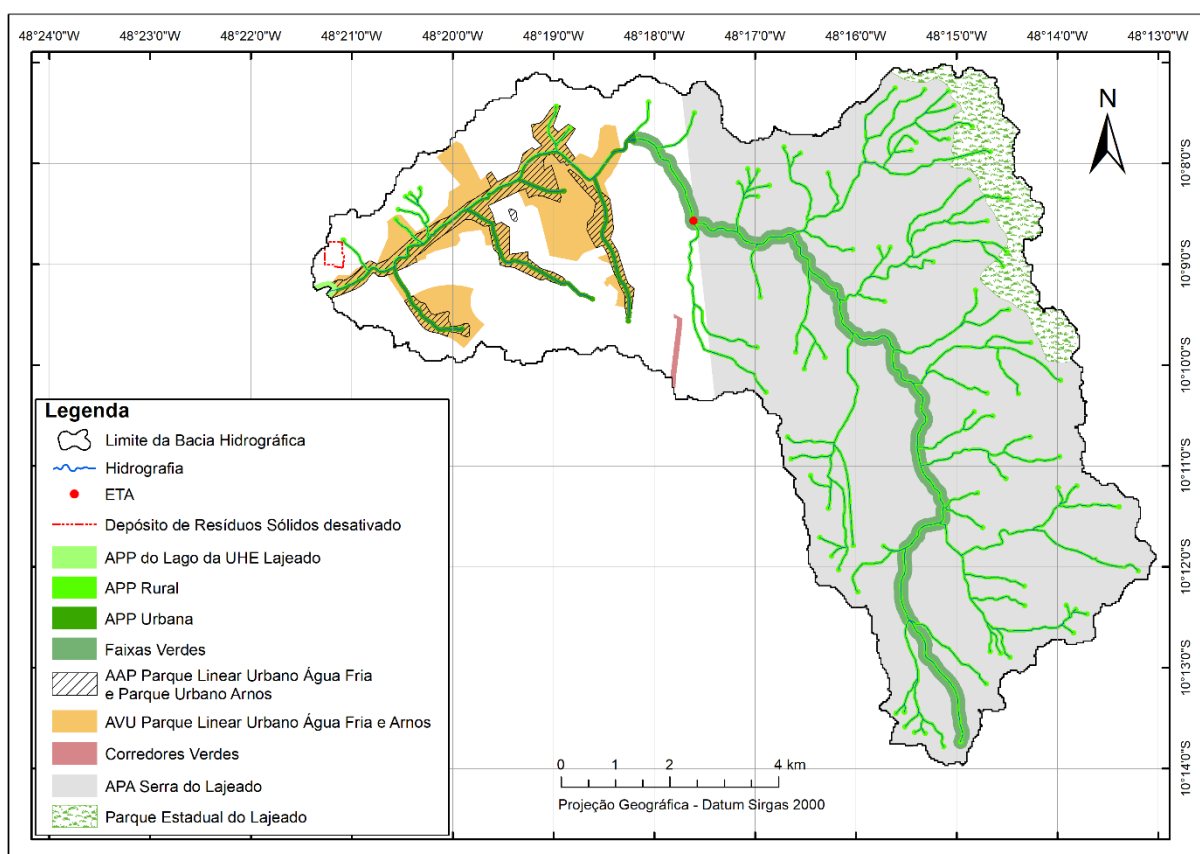
Tabela 5 - Quantitativo das áreas ambientais protegidas da BHRAF, conforme legislação vigente no ano de 2018

Áreas Ambientais	Área (km ²)	% da bacia
APA Serra do Lajeado	57,86	63,78
PEL	4,46	4,91
APPs	8,23	9,07
Depósito de Resíduos Sólidos desativado	0,14	0,15
AVUs Parque Linear Urbano Água Fria e AVU Parque Urbano ARNOs	7,62	8,40
AAPs Parque Linear Urbano Água Fria e Parque Urbano ARNOs	3,59	3,96
Corredor Verde	0,13	0,17
Faixa Verde	3,19	3,52
Total	85,22*	93,98

* O somatório de todas as áreas ambientais protegidas não representa uma área geográfica real da bacia, pois há sobreposição das APPs, AAPs e FV nas AVUs.

Fonte: Autora (2019).

Figura 18 - Áreas ambientais protegidas da BHRAF delimitadas conforme legislação no ano de 2018



Fonte: Google Earth, SEMARH, CAOMA, PMP, elaborado pela Autora (2019).

A APA Serra do Lajeado e o PEL permanecem ocupando 63,78% e 4,91% da área da bacia. Assim como a área do Depósito de Resíduos Sólidos desativado (0,15%) e a localização da ETA 003.

Já as APPs totalizam 8,23 km² e representam 9,07% da área da bacia. Dentre essas áreas, 0,99 km² se limitam à área urbana e 7,23 km² ao perímetro rural. A AVU Parque Linear

Urbano Água Fria e a AVU Parque Urbano ARNOs ocupam 7,62 km² e, sobrepondo a essa área, encontram-se 3,59 km² referentes às AAPs Parque Linear Urbano Água Fria e Parque Urbano ARNOs, e 1,32 km² referente a APPs (casos pontuais da bacia as áreas de APPs não se incluem nas AVUs. A FV é representada por 3,19 km², percorrendo todo o curso principal do ribeirão no perímetro rural e o CV é representado por 0,13 km².

A complexidade de entendimento e interpretação das áreas ambientais protegidas instituída pela Lei nº 400/2018 (PALMAS, 2018) por meio do Sistema de Infraestrutura Verde (SisMIV), dificultou a análise e impossibilitou resultados precisos que revelem exatamente a geolocalização das áreas ambientais protegidas mapeadas. Como exemplo na interpretação para esse estudo: a FV urbana foi desconsiderada uma vez que o ribeirão já dispusera de uma área ambiental protegida nomeada por AVU Parque Linear Urbano Água Fria. Já as APPs urbanas foram respeitadas mesmo que em determinadas situações. Estas áreas se sobrepuseram às AVUs e nas situações em que a legislação urbanística desconsiderou a localização das nascentes dos córregos urbanos (afluentes) e suas respectivas APPs determinadas pelo Código Florestal.

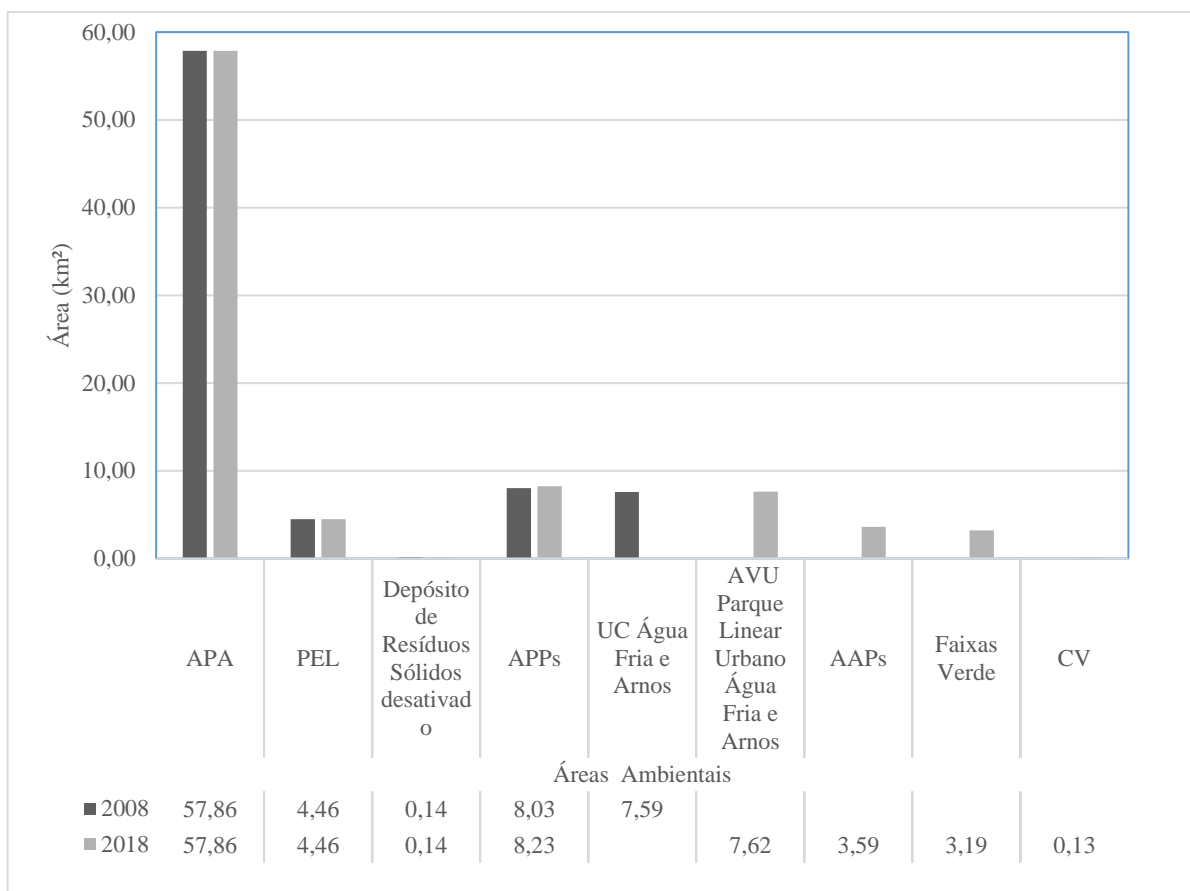
Bazzoli (2019), considera o SisMIV um sistema complexo e dispendioso, criado sem existir estudos ambientais anteriores às disposições legislatórias, uma vez que especifica a identificação e recuperação de áreas degradadas por meio de ações previstas na Política Municipal de Meio Ambiente ou legislação pertinente.

5.3.3 Confrontação das áreas ambientais protegidas dispostas pelas referidas legislações

A partir dos dados quantitativos extraídos dos mapeamentos das áreas ambientais protegidas, dos anos de 2008 e 2018 (Figura 19), observa-se que a legislação urbanística representada pelo Plano Diretor do ano de 2018 (PALMAS, 2018) alterou nomenclaturas, perímetros e acrescentou áreas quando comparadas ao Plano Diretor do ano de 2007 (PALMAS, 2007). Em 2008 as áreas ambientais protegidas somavam 78,08 km² e, em 2018, totalizam 85,22 km².

A APA Serra do Lajeado e o PEL permanecem com mesma delimitação e com a mesma nomenclatura. Assim como a área do Depósito de Resíduos Sólidos desativado e a localização da ETA 003, que por sua vez, são caracterizados pela nova lei como Área Ambientalmente Controlada (AAC).

Figura 19 - Quantitativo das áreas ambientais protegidas nos anos de 2008 e 2018



Fonte: Autora (2019).

As áreas de APPs tiveram um pequeno acréscimo, passando de 8,03 km² em 2008 para 8,23 km² em 2018, em decorrência do aumento da largura da faixa que delimita a APP na área urbana, alterada de 30 m para 42 m pela Lei nº 400/2018 (PALMAS, 2018).

As UCs Água Fria e ARNOs totalizaram 7,59 km² de área em 2008. Elas foram criadas pela Lei nº 155/2007 (PALMAS, 2007) com o objetivo de proteção dos cursos d'água urbanos, porém foi suspenso por essa lei qualquer tipo de uso ou intervenção nessas áreas até que fossem definidos os parâmetros de uso e ocupação pelo plano de manejo com prazo de dois anos, prazo este que não se cumpriu pelo poder público.

Com a revisão do Plano Diretor, a Lei nº 400/2018 (PALMAS, 2018) institui no Art. 122, que as Unidades de Conservação criadas pela Lei nº 155/2007 (PALMAS, 2007), passam a ser nomeadas como AVUs e alteradas conforme seus usos e finalidades compatíveis às suas características ambientais:

UC Água Fria - passa a ser enquadrada como AVU, com a denominação de Parque Linear Urbano Água Fria, sendo que as porções de remanescentes vegetais são enquadradas como AAPs; UC ARNOs - passa a ser enquadrada como AVU, com a denominação de Parque Urbano ARNOs, sendo que as porções de remanescentes vegetais e áreas com relevo acidentado são enquadradas como AAPs; (PALMAS, 2018).

Assim as AVUs Parque Linear Urbano Água Fria e Parque Urbano ARNOs, totalizam uma área de 7,62 km². Quando comparadas às áreas das UCs, percebe-se variação insignificante (0,03 km²). Porém, quando as áreas se sobrepõem, são perceptíveis algumas mudanças no perímetro destas áreas ambientais, principalmente pelo desprezo da área de UC que abarcava os loteamentos Fumaça e Shalom, onde as habitações irregulares ocuparam a mata ciliar de preservação (Figura 20 e Figura 21).

Figura 20 - Ocupações irregulares na APP Córrego Jaú - Setor Fumaça (790240; 8877310)



Fonte: Autora (2019).

Figura 21 - Ocupações irregulares na APP Córrego Jaú - Setor Shalom (790551; 8876889)



Fonte: Autora (2019).

Outro fator observado em ambos os anos analisados foi o decorrente desprezo das cabeceiras e APPs dos córregos que nascem na área urbanizada, não as incluindo como UCs em 2007, tampouco consideradas em 2018. Em consequência disso, as áreas encontram-se degradadas com corpo hídrico assoreado e erodido, como é observado na Figura 22 e Figura 23.

Figura 22 - Assoreamento da calha regular do Córrego Cachimbo (794234; 8876424)



Fonte: Autora (2018).

Figura 23 - Erosão da cabeceira do afluente – obras de pavimentação da avenida LO 18 (798619; 8873251)



Fonte: Autora (2019).

Tucci e Mendes (2006) apontam que a alteração da cobertura vegetal devido à urbanização é provocada por vários efeitos no ciclo hidrológico, pois durante a urbanização, os processos de limpeza de terrenos, construções de ruas, avenidas, rodovias, pontes e bueiros, aumentam os sedimentos e materiais sólidos, carreando-os para os corpos hídricos e consequentemente assoreando as seções de drenagem, reduzindo a capacidade de escoamento dos canais, rios e lagos urbanos. Outro problema apontado pelos autores, que ocasiona condições ambientais ainda piores, é a obstrução do curso d'água ocasionado pelo despejo do lixo irregular.

Essa problemática apontada pelos autores foi vivenciada na área de estudo durante o Mutirão de Limpeza do Córrego Cachimbo, na AVU Parque Linear Urbano Água Fria, em novembro no ano de 2018 (Figura 24 e Figura 25).

Para Magalhães (2013), o aumento do contingente do perímetro urbano se dá pela busca de prosperidade econômica que resulta na transformação do uso da terra afetando diretamente os recursos naturais, pois a necessidade humana aumenta a cadeia de resíduos e consequentemente os conflitos entre as questões econômicas, ambientais e sociais.

Figura 24 - Mutirão de Limpeza do Córrego Cachimbo - Setor Santo Amaro



Fonte: Prefeitura Municipal Palmas (2018).

Figura 25 - Lixo e entulhos retirados durante o Mutirão de Limpeza do Córrego Cachimbo



Fonte: Autora (2018).

5.4 Relação da cobertura e uso da terra nas áreas ambientais protegidas

5.4.1 Intercorrência do uso da terra nas áreas ambientais protegidas, no ano de 2008

As áreas ambientais protegidas que apresentam interferências do uso da terra na BHRAF no ano de 2008 estão representadas no Apêndice 1, e o quantitativo dos conflitos de usos na Tabela 6. Vale ressaltar que, para a análise dos conflitos nas APPs, não se levou em consideração quantitativamente a sobreposição com as UCs, sendo comparadas e discutidas distintamente.

Tabela 6 - Quantitativo dos conflitos de uso na APA Serra do Lajeado - 2008

Área Ambiental	Usos	km ²	%
APA Serra do Lajeado (57,86 km ²)	Capoeira	0,09	0,15
	Frutíferas	0,10	0,17
	Graníferas e Cerealíferas	0,24	0,42
	Pastagem de animais de pequeno, médio e grande porte	6,31	10,90

Fonte: Autora (2019).

Nota-se que, em 2008, a inserção de pastagem de 10,90% da área da APA Serra do Lajeado apresenta-se baixa, e o uso agrícola de graníferas e cerealíferas, frutíferas e áreas de capoeira, revelam-se com valores menos significativos de 0,42%, 0,17% e 0,15%.

Nas Unidades de Conservação Água Fria e ARNOs (Tabela 7), percebe-se a intercorrência predominante de pastagens com 19,22% da área da UC (7,59 km²).

Tabela 7 - Quantitativo dos conflitos de uso nas UCs Água Fria e ARNOs - 2008

Área Ambiental	Usos	km ²	%
UCs Água Fria e ARNOs (7,59 km ²)	Barramentos	0,35	4,63
	Capoeira	0,13	1,66
	Draga de areia e seixo rolado	0,02	0,24
	Frutíferas	0,03	0,39
	Graníferas e Cerealíferas	0,01	0,14
	Loteamento irregular	0,01	0,11
	Pastagem de animais de pequeno, médio e grande porte	1,46	19,22
	Pesquisa em Pesca e Aquicultura	0,10	1,28
	Perímetro urbano legal com edificações	0,18	2,37

Fonte: Autora (2019).

O percentual de 4,63% é representado por barramentos, 2,37% por perímetro urbano legal com edificações, 1,66% de capoeira e 1,28% de pesquisa em pesca e aquicultura - Embrapa. Já os usos como draga de areia e seixo, frutíferas, graníferas e cerealíferas, bem como loteamento irregular, apresentaram valores de, 0,24%, 0,39%, 0,14% e 0,11%, respectivamente.

O valor de 0,11% de interferência de loteamento irregular nas UCs é representado pelo Setor Santo Amaro localizado às margens do Córrego Cachimbo (afluente do Água Fria), e pela aglomeração do Setor Fumaça, nas imediações do Córrego Jaú.

Nas APPs o uso de pastagem também lidera conforme demonstrado na Tabela 8.

Tabela 8 - Quantitativo dos conflitos de uso nas APPs - 2008

Área Ambiental	Usos	km ²	%
APPs (8,03 km ²)	Áreas degradadas	0,022	0,27
	Barramentos	0,113	1,40
	Capoeira	0,005	0,06
	Draga de areia e seixo rolado	0,023	0,29
	Frutíferas	0,010	0,12
	Graníferas e Cerealíferas	0,010	0,12
	Pastagem de animais de pequeno, médio e grande porte	0,537	6,69
	Perímetro urbano legal com edificações	0,002	0,02

Nota: 1,11 km² da área de APPs sobrepõem as áreas de UCs

Fonte: Autora (2019).

As intercorrências do uso de pastagem representam 6,69% da área das APPs (8,03 km²), seguido do uso de barramentos com 1,40%; os demais usos apresentam pequenas intervenções como áreas degradadas com 0,27%, capoeira, 0,06%, draga de areia e seixo rolado, 0,29%, frutíferas com 0,12%, graníferas e cerealíferas, 0,12% e, por fim, perímetro urbano legal com edificações, 0,02%.

5.4.2 Intercorrências do uso da terra nas áreas ambientais protegidas, no ano de 2018

As áreas ambientais protegidas que apresentam interferências do uso da terra na BHRAF no ano de 2018 estão representadas no Apêndice 2, e o quantitativo dos conflitos de usos na Tabela 9. Vale ressaltar que as AAPs sobrepõem-se às AVUs e que, portanto, para análise dos resultados, serão considerados os conflitos de usos nas AVUs. Já para a análise dos conflitos nas APPs não se levou em consideração quantitativamente a sobreposição com as AVUs, sendo comparadas e discutidas distintamente.

Tabela 9 - Quantitativo dos conflitos de uso na APA Serra do Lajeado - 2018

Área Ambiental	Usos	km ²	%
APA Serra do Lajeado (57,86 km ²)	Áreas degradadas	0,01	0,02
	Barramentos	0,03	0,05
	Capoeira	2,09	3,61
	Frutíferas	0,10	0,17
	Pastagem de animais de pequeno, médio e grande porte	8,42	14,55
	Piscicultura	0,04	0,07

Fonte: Autora (2019).

Observa-se que em 2018 a inserção de pastagem de 14,55% da área da APA Serra do Lajeado (57,86 km²), 3,61% são representados pelo uso de capoeira, caracterizando que áreas usadas para fins agropecuários foram abandonadas. As áreas degradadas, barramentos, frutíferas e piscicultura, apresentam valores menos significativos: 0,02%, 0,05%, 0,17% e 0,07%, respectivamente.

Nas AVUs, a intercessão do uso de pastagem ocupa 23,19% da área de 7,62 km² (Tabela 10). Com valores aproximados aparecem os barramentos com 4,33% e o loteamento irregular com 4,42%, seguidos da classe de capoeira com 3,39%. Com valor menos significativo, mas com grande relevância, observa-se a intercessão da área pesquisa em pesca e

aquicultura da Embrapa ocupando 1,27% das AVUs, bem como usos com valores com baixas proporções classificados como áreas degradadas (0,04%), draga de areia e seixo rolado (0,04%), graníferas e cerealíferas (0,20%), e perímetro urbano legal com edificações (0,60%).

Tabela 10 - Quantitativo dos conflitos de uso nas AVUs - 2018

Área Ambiental	Usos	km ²	%
AVU Parque Linear Urbano Água Fria e Parque Urbano ARNOs (7,62 km²)	Áreas degradadas	0,00	0,04
	Barramentos	0,33	4,33
	Capoeira	0,26	3,39
	Draga de areia e seixo rolado	0,00	0,04
	Graníferas e Cerealíferas	0,02	0,20
	Loteamento irregular	0,34	4,42
	Pastagem de animais de pequeno, médio e grande porte	1,77	23,19
	Perímetro urbano legal com edificações	0,05	0,60
	Pesquisa em Pesca e Aquicultura	0,10	1,27

Fonte: Autora (2019).

Essas intercorrências do perímetro urbano legal com edificações nas AVUs, especificamente no Setor Santo Amaro, foram observadas por meio das obras de infraestrutura durante o processo de implantação do projeto urbanístico de regularização fundiária do setor. Percebe-se que as obras de drenagem desconsideraram as condições hídricas do Córrego Cachimbo, uma vez que as galerias pluviais desembocam diretamente no curso d'água provocando erosão (Figura 26 e Figura 27).

Figura 26 - Erosão do curso d'água Córrego Cachimbo - AVU Parque Linear Urbano Água Fria (794209; 8876416)



Fonte: Autora (2018).

Figura 27 - Erosão do curso d'água Córrego Cachimbo - AVU Parque Linear Urbano Água Fria (794209; 8876416)



Fonte: Autora (2018).

De acordo com Magalhães (2013), a urbanização interfere no meio natural, resultando em consequências drásticas que alteram a dinâmica da bacia, somadas à expansão da urbanização descontrolada e dissociada às redes de drenagem. Ressalta ainda que o bom funcionamento da rede de infraestrutura no espaço urbano demanda um planejamento sistêmico, levando em consideração a dinâmica ambiental, densidades e projeções de expansão.

Dessa forma, Magalhães (2013, p.75) infere: “quando as intervenções na macrodrenagem acontecem sem a análise sistêmica das diferentes escalas relacionadas à área de influência das bacias, os problemas acabam sendo transferidos de um ponto para outro.”

Quanto às porcentagens de 4,42% de loteamento irregular sobre as AVUs correspondem às áreas das aglomerações referentes ao Lago Norte nas imediações do Córrego Cachimbo.

Na delimitação do CV correspondente a 0,13 km² de área situam-se os usos conflitantes, como o loteamento irregular representando cerca de 13,16%, e de pastagem com 70,41%, tornando-se limitadores da função ecológica dessa área (Tabela 11).

Tabela 11 - Quantitativo dos conflitos de uso no CV - 2018

Área Ambiental	Uso	Km²	%
Corredor Verde (0,13 km²)	Loteamento irregular	0,017	13,16
	Pastagem de animais de pequeno, médio e grande porte	0,090	70,41

Fonte: Autora (2019).

Segundo os Art. 116 e 177 do Plano Diretor do ano de 2018, Lei Complementar nº 400/2018,

os Corredores Verdes poderão ser dotados de equipamentos de apoio ao desenvolvimento do turismo ecológico e às atividades de lazer e recreação da população, quando esses estiverem localizados em propriedades rurais ou contíguos às Áreas de Preservação Permanente - APPs de cursos d'água. Nas áreas em que forem criados [...] que já houver edificações consolidadas, essas serão mantidas e será incentivada formação de vegetação ao seu redor. (PALMAS, 2018).

Confrontando os resultados com a lei urbanística recém aprovada, percebe-se uma subjetividade nas estratégias que serão empregadas para restaurações dessas áreas, pois estas

contrariam função ecológica que a própria lei objetiva, uma vez que envolve processos de desapropriação de áreas particulares e regularização das aglomerações irregulares.

A FV possui intercessões conflitantes com uso de 21,98% de pastagem, 3,41% de capoeira, 0,79% de frutíferas e 0,77% de piscicultura em uma área de 3,19 km² (Tabela 12). Esses usos infringem a função de proteção do manancial e torna-se dispendioso ao poder executivo a sua regulamentação.

Tabela 12 - Quantitativo dos conflitos de uso na FV - 2018

Área Ambiental	Usos	km²	%
Faixa Verde (3,19 km²)	Capoeira	0,11	3,41
	Frutíferas	0,03	0,79
	Pastagem de animais de pequeno, médio e grande porte	0,70	21,98
	Piscicultura	0,02	0,77

Fonte: Autora (2019).

Essas faixas (FV) contíguas às APPs no curso principal do Ribeirão Água Fria, correspondem a faixas que provisoriamente possuem larguras de 50 metros para área urbana e 100 metros para áreas rurais. Além disso, a Lei nº 400/2018 cita que a definição das referidas faixas será fundamentada nos estudos pertinentes a serem realizados, sem definição de prazo, causando grande insegurança jurídica na sua aplicação.

Ressalta-se que para garantir a preservação e proteção do manancial, as FVs deveriam abranger todos os cursos d'água pertencentes a rede de drenagem da bacia, priorizando a preservação acima de tudo das nascentes, garantindo o afloramento do lençol freático.

Nesse sentido, ressalta-se que a proteção das nascentes dos cursos d'água e da vegetação a elas associadas são fundamentais para proteção ambiental de um manancial, pois dessa forma garantem a manutenção dos fluxos da água dos rios e córregos que compõem o sistema hidrológico de uma bacia (GONÇALVES DO CARMO; FELIPPE; MAGALHÃES JUNIOR, 2014; SOUZA, 2018).

Alves e Ferreira (2016) recomendam que a gestão dos recursos hídricos deve seguir a lógica gravitacional de montante para jusante, pois conseqüentemente as águas fluviais carregam resíduos, partículas e materiais nesse fluxo. Logo, as ações devem acontecer primeiramente na manutenção das nascentes, para garantir o volume hídrico e posteriormente agir nas áreas a jusante.

A classe pastagem é o uso conflitante predominante nas APPs (8,23 km²), representando 6,58% da área total da mesma, seguido pela classe de capoeira com 3,00% e barramentos com 1,68% (Tabela 13).

Tabela 13 - Quantitativo dos conflitos de uso nas APPs - 2018

Área Ambiental		Usos	km ²	%
APPs (8,23 km ²)		Áreas degradadas	0,003	0,03
		Barramentos	0,138	1,68
		Capoeira	0,247	3,00
		Draga de areia e seixo rolado	0,023	0,29
		Frutíferas	0,007	0,08
		Loteamento irregular	0,040	0,49
		Pastagem de animais de pequeno, médio e grande porte	0,541	6,58
		Perímetro urbano legal com edificações	0,026	0,31
		Piscicultura	0,002	0,02

Nota: 1,328 km² da área de APPs sobrepõem as áreas de AVUs

Fonte: Autora (2019).

Observa-se que a supressão da vegetação nativa nas APPs para uso de pastagem tem mais evidência no médio curso do ribeirão, onde apresenta-se topografia de ondulações leves e de fácil acesso para dessedentação animal no próprio curso d'água.

Os conflitos das APPs com barramentos e a piscicultura acontecem no curso principal do ribeirão, comprometendo o fluxo natural a jusante. O barramento de maior extensão localiza-se nas proximidades da Embrapa, além do barramento da ETA 003, que capta água para o abastecimento público da cidade. É constatado que, além da supressão da vegetação, há intercorrência do uso de pastagem às margens de ambos barramentos supracitados (Figura 28 e Figura 29).

Segundo Jung et al. (2009), a retirada das matas ciliares aumenta a precipitação líquida na superfície, elevando o escoamento superficial por meio da aceleração do fluxo. Percebe-se ainda um agravante quando essa retirada de vegetação nativa é ocasionada pelo uso de pastagem, pois os caminhos de terra percorridos pelo gado sofrem forte compactação, reduzindo a capacidade de infiltração e, conseqüentemente, aumentam o escoamento superficial, carreando com maior facilidade sedimentos para o corpo hídrico (TUCCI; MENDES, 2006).

Figura 28 - Dessedentação animal a jusante da ETA 003 (796584; 8877616)



Fonte: Autora (2018).

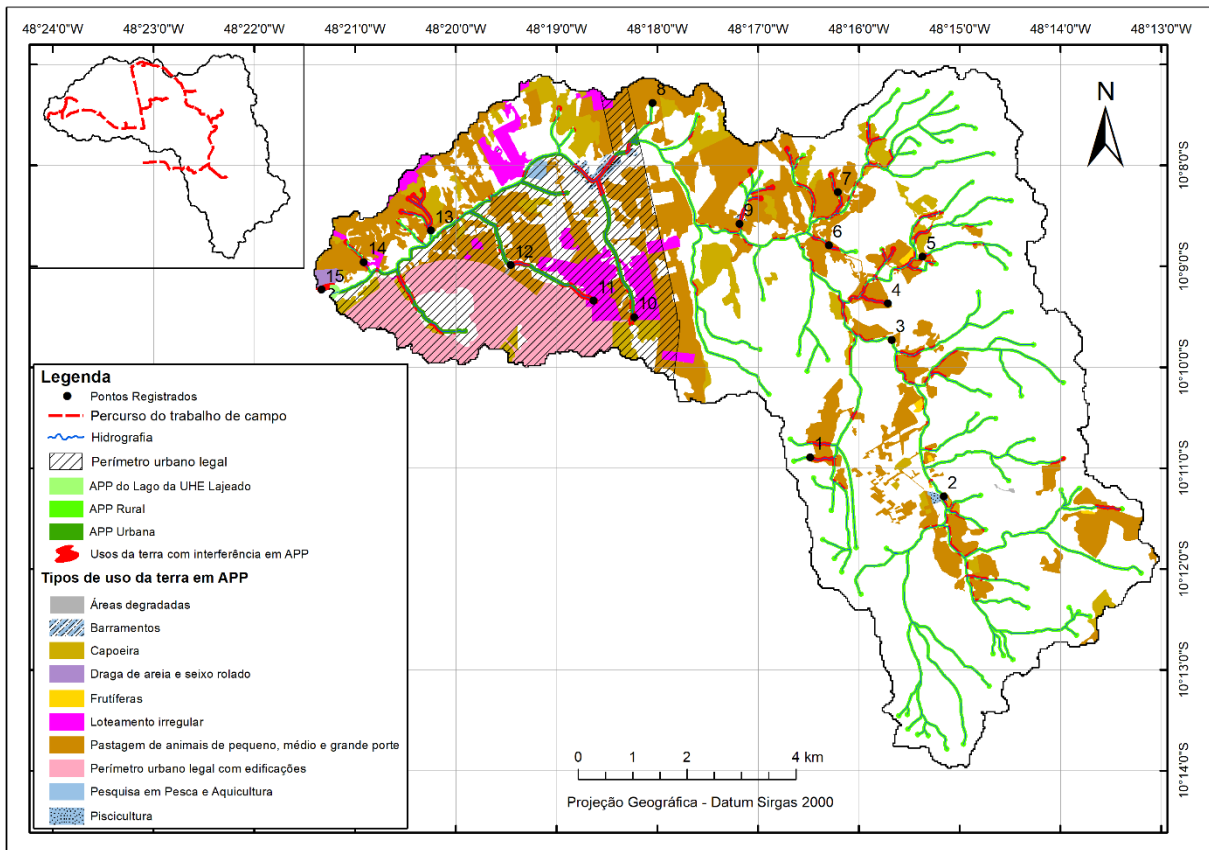
Figura 29 - Uso de pastagem no entorno do barramento - Embrapa (794976; 8878343)



Fonte: Autora (2018).

A verificação detalhada dessas intercorrências foi realizada por meio de análise visual em campo em 15 pontos visitados, resultando em um diagnóstico específico mediante a constatação da veracidade do mapeamento. A visita teve aproximadamente 3 horas de duração e foram percorridos 60 km, abrangendo todos os pontos (Figura 30).

Figura 30 - Mapa dos conflitos de usos nas APPs e localização dos pontos visitados



Fonte: Google Earth, SEMARH, CAOMA, PMP, elaborado pela Autora (2019).

Durante a visita foi constatado que as APPs apresentam supressão da vegetação nativa (Apêndice 3).

Conforme ilustrado no mapeamento, os pontos de 1 a 9 limitam-se a área rural da bacia (alto e médio curso da bacia), os pontos 10, 11 e o 12 se alocam no perímetro urbano, já os pontos 13, 14 e 15 estão localizados na área rural (baixo curso da bacia), porém sofrem influência do adensamento urbano.

Observa-se que os pontos 2 e 3 correspondem a usos conflitantes de pastagem e piscicultura situados no curso principal do ribeirão. Os demais pontos visitados correspondem a intercorrências que estão em sua grande maioria nas APPs dos cursos d'água dos afluentes.

Os pontos 10, 11 e 12 apresentam problemáticas ambientais relacionadas à pressão do adensamento populacional, de obras de infraestrutura e serviços. Além disso, tais pontos se encontram atualmente degradados devido aos fatores históricos de ocupação, onde as APPs das nascentes foram negligenciadas pela legislação urbanística do município. É importante destacar que nos pontos 10 e 11 foram encontradas obras de pavimentação e ocupação irregular. Além disso, cabe ressaltar que essas áreas de APPs das imediações dos referidos pontos, não estão inclusas nas AVUs.

Segundo Souza et al. (2019), as APPs das nascentes são de suma importância à vida útil dos rios, uma vez que, sem a proteção adequada no entorno dela, os rios por ela abastecido ficam vulneráveis à degradação.

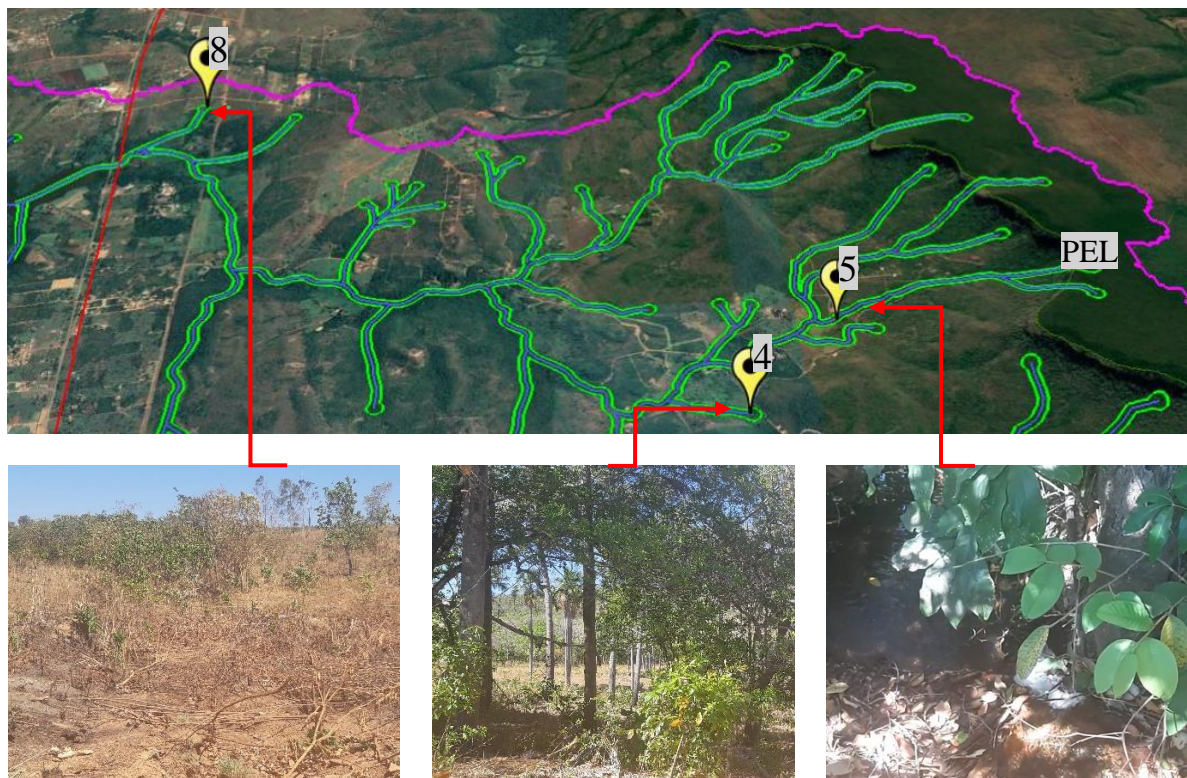
Os pontos 13 e 14 estão suscetíveis ao adensamento populacional pela conversão de terras rurais em urbanas, as quais levam a formação de loteamentos irregulares, o que já é percebido no ponto 14 pela existência de construções de moradias às margens da APP. No ponto 15, localizado na APP do lago e na foz do ribeirão, foram encontradas áreas de cobertura vegetal perturbadas devido a abertura de áreas para abrigar pátios de manobra e depósitos de areia e seixo extraídos do lago.

Os pontos 1, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 estão no perímetro rural e apresentam variações no fluxo do corpo hídrico. Nesses pontos, as APPs apresentam diferentes densidades de cobertura vegetal (ver inventário fotográfico no Apêndice 3).

Teixeira e Venticinque (2014) ressaltam que a criação de áreas legalmente protegidas sob a forma de UCs, tem se tornado uma estratégia fundamental para a conservação dos recursos naturais. A exemplo, observa-se o curso d'água que contempla o ponto 5, onde os afluentes que possuem nascentes no alto curso da bacia na área de conservação do PEL possuem um fluxo d'água mesmo no período de estiagem (Figura 31).

Já nos cursos d'água que nascem nas regiões do médio curso da bacia, com vegetação de cerrado, observa-se que além de suas nascentes aflorarem somente no período de chuva, há uma forte intercorrência pelo uso de pastagem, conforme verificado nos pontos 4 e 8 (Figura 31).

Figura 31 - Afluentes perenes e intermitentes do Ribeirão Água Fria



Fonte: *Google Earth*, SEMARH, CAOMA, PMP, elaborado pela Autora (2019).

5.4.3 Análise temporal das intercorrências de uso da terra nas áreas ambientais protegidas

A sobreposição dos mapeamentos dos usos e das áreas ambientais protegidas delimitadas, resultou em dados quantitativos que demonstram a evolução do uso da terra na APA Serra do Lajeado, APPs e UCs/AVUs entre os anos de 2008 e 2018.

5.4.3.1 Comparativo dos usos na APA Serra do Lajeado

A área da APA Serra do Lajeado ocupa 57,86 km² da área da bacia, equivalente a 63,78%. Observa-se que a área da APA teve pequena evolução de 6,83% nos usos da terra na bacia, sendo 6,74 km² em 2008 e 10,69 km² em 2018 (Tabela 14).

Tabela 14 - Comparativo dos usos na APA Serra do Lajeado

Usos	APA 2008		APA 2018		Diferença entre os anos	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Áreas degradadas			0,01	0,02	0,01	0,02
Barramentos			0,03	0,05	0,03	0,05
Capoeira	0,09	0,15	2,09	3,61	2	3,46
Frutíferas	0,10	0,17	0,10	0,17	0	0
Graníferas e Cerealíferas	0,24	0,42			-0,24	-0,42
Pastagem de animais de pequeno, médio e grande porte	6,31	10,90	8,42	14,55	2,11	3,65
Piscicultura			0,04	0,07	0,04	0,07
Total Usos na APA Serra do Lajeado	6,74	11,64	10,69	18,47	3,95	6,83

Fonte: Autora (2019).

Nota-se que a pastagem (3,65%) e a capoeira (3,46%) foram os tipos de usos que mais tiveram alterações durante os anos analisados. Novos usos como a piscicultura e o barramento aparecem com valores menos significativos em 2018, respectivamente 0,04 e 0,03 km². Assim como as áreas degradadas que são representadas com um percentual de 0,02%, demonstrando que no intervalo analisado, a APA Serra do Lajeado teve interferências pontuais com características de solo exposto presentes no mapeamento do ano de 2018 (Tabela 14).

Lima et al. (2018) inferem que a restrição do grau de interferência humana sob medidas legais é considerada uma das estratégias mais eficazes para a conservação dos recursos naturais e preservação da biodiversidade da APA Serra do Lajeado. No entanto os autores afirmam que a APA Serra do Lajeado sofreu alterações na cobertura vegetal de 11%, por meio do crescimento e expansão do agronegócio entre os anos de 2001 e 2016, em uma área de 1.214,15 km².

Os resultados dessa pesquisa revelam valores menos expressivos aos usos que caracterizam a expansão apontado por Lima et al. (2018), pois os usos relacionados como a classe de pastagem evoluíram 3,65% em uma área de 57,86 km² entre os anos de 2008 e 2018, e as áreas com graníferas e cerealíferas desapareceram.

Mesmo que parte correspondente da área da APA Serra do Lajeado seja destinada ao uso extensivo da agricultura familiar, a taxa de ocupação apresenta-se com baixa evolução no período de 10 anos. Tal situação pode advir da gestão e fiscalização do órgão público responsável que autoriza ou veta as instalações de empreendimentos e alterações dos usos da terra na APA, prezando pela proteção ambiental por meio da execução do plano de manejo da APA Serra do Lajeado.

Segundo o SNUC, o plano de manejo é um documento técnico que determina o zoneamento, identificando os usos e o manejo dos recursos naturais, norteados as atividades a serem desenvolvidas em uma unidade de conservação (BRASIL, 2011) (TOCANTINS, 2019).

Outro fator relevante para a baixa ocupação dessa porção da APA Serra do Lajeado na BHRAF, se dá pelo fato de abranger também a zona de grandes declividades, onde o uso deve ser controlado, a fim de preservar a vegetação nativa, áreas de recarga, cachoeiras e sítios arqueológicos, além da zona de uso especial, que tem como objetivo principal a proteção dos recursos hídricos que abastecem a rede pública (TOCANTINS, 2019).

Lima et al. (2018) destacam que para garantir a efetividade de uso sustentável e conservação das áreas de preservação da APA Serra do Lajeado, todas as atividades devem ficar condicionadas à prévia autorização por parte do Executivo Estadual representado pelo NATURATINS, que poderá restringir ou proibir, dependendo do grau de impacto ambiental.

Dessa forma, a APA Serra do Lajeado pode garantir sua funcionalidade como zona de amortecimento que compatibiliza a conservação da natureza com o uso sustentável, protegendo integralmente o Parque Estadual do Lajeado.

5.4.3.2 Comparativo dos usos da terra nas UCs 2008 e AVUs em 2018

Foi possível comparar a evolução dos conflitos das UCs Água Fria e ARNOs com as AVUs Parque Linear Urbano Água Fria e Parque Urbano ARNOs, pois as mesmas na sua maioria permanecem com o mesmo perímetro e função ecológica.

Observou-se que o prazo de 2 anos para o enquadramento/zoneamento das UCs ao Plano Diretor não aconteceu conforme preconizava a Lei nº 155/2007 (PALMAS, 2007), o que possivelmente refletiu nas intervenções causadas pelos usos sobre essas áreas ambientais. A

implementação do plano de manejo facilitaria a aplicação da legislação, impedindo ocupações que não se enquadrassem nos usos permitidos.

Desse modo, a falta de informações importantes e a dependência da criação de legislações reguladoras específicas como o plano de manejo, inviabilizou a implementação das UCs no Plano Diretor de 2007 (BAZZOLI, 2019).

Com a revisão do Plano Diretor instituído pela Lei nº 400/2018 (PALMAS, 2018), as UCs foram renomeadas como AVUs e seus usos reestabelecidos. Logo, segundo o Art. 113 dessa mesma lei, a implantação de mobiliário e equipamentos comunitários para esporte, lazer e recreação, além de equipamentos necessários para segurança serão permitidos nas AVUs, desde que não descaracterizem as finalidades ambientais e paisagísticas. Porém, no inciso 1º desse artigo a instalação de equipamentos urbanos poderá ser permitida desde que a decisão seja compartilhada entre os órgãos responsáveis pelo planejamento territorial, gestão ambiental e pela infraestrutura.

Bazzoli (2019) aponta que essa possibilidade de mudança do uso das AVUs se justifica meramente por motivos de interesse público ou administrativo e defende que ao mesmo tempo que a legislação apresenta preocupação por sua subjetividade, não estabelece critérios claros para a implementação. O autor ainda ressalta que as áreas verdes são essenciais para a cidade, principalmente para o equilíbrio microclimático urbano.

Sendo assim, as atuais AVUs correspondem a 8,4% da área da bacia (90,73 km²) e localizam-se no baixo curso do ribeirão, onde o manancial é pressionado pela expansão territorial urbana.

A Tabela 15 aponta o aumento de 1,67% nos conflitos dessas áreas ambientais protegidas durante os anos analisados.

Tabela 15 - Comparativo dos usos nas UCs/AVUs

Usos	UCs 2008		AVUs 2018		Diferença entre os anos	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Áreas degradadas			0,00	0,04		0,04
Barramentos	0,35	5,52	0,33	4,33	-0,02	-1,19
Capoeira	0,13	1,98	0,26	3,39	0,13	1,41
Draga de areia e seixo rolado	0,02	0,28	0,00	0,04	-0,02	-0,24
Frutíferas	0,03	0,47			-0,03	-0,47
Graníferas e Cerealíferas	0,01	0,16	0,02	0,20	0,01	0,04
Loteamento irregular	0,01	0,13	0,34	4,42	0,33	4,29
Pastagem de animais de pequeno, médio e grande porte	1,46	22,92	1,77	23,19	0,31	0,27
Perímetro urbano legal com edificações	0,18	2,83	0,05	0,60	-0,13	-2,23
Pesquisa em Pesca e Aquicultura	0,10	1,52	0,10	1,27	0	-0,25
Total Usos nas UCs/AVUs	2,28	35,81	2,82	37,48	0,54	1,67

Fonte: Autora (2019).

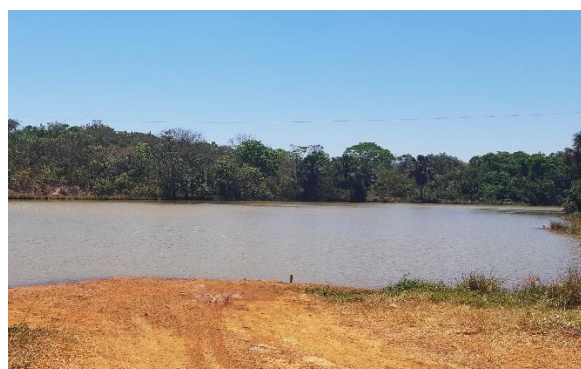
A partir da comparação é perceptível que a classe relacionada ao adensamento populacional irregular (loteamento irregular) foi a que mais expandiu sobre as AVUs, representando um aumento de 4,29% (Figura 32). Embora os barramentos tenham diminuído em 1,19%, esses são representados como intercorrências notórias em situações pontuais das AVUs (Figura 33).

Figura 32 - Ocupação Irregular na AVU Parque Linear Urbano Água Fria - Setor Lago Norte (794230; 8876463)



Fonte: Autora (2018).

Figura 33 - Barramento do Ribeirão Água Fria, na AVU Parque Linear Urbano Água Fria (793209; 8876804)



Fonte: Autora (2019).

5.4.3.3 Comparativo dos usos da terra nas APPs 2008 e 2018

Conforme o comparativo das intercorrências de usos da terra nas APPs durante os anos analisados (Tabela 16). Verifica-se que no ano de 2008 a taxa de ocupação foi de 8,99% em uma área de 8,02 km² das APPs. No entanto, em 2018, a ocupação chegou a 12,48% em uma área de 8,23 km².

Tabela 16 - Comparativo dos usos conflitantes nas APPs

Uso	APPs 2008		APPs 2018		Diferença entre os anos	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Áreas degradadas	0,022	0,27	0,003	0,03	-0,019	-0,24
Barramentos	0,113	1,40	0,138	1,68	0,025	0,28
Capoeira	0,005	0,06	0,247	3,00	0,242	2,94
Draga de areia e seixo rolado	0,023	0,29	0,023	0,29	0	0
Frutíferas	0,010	0,12	0,007	0,08	-0,003	-0,04
Graníferas e Cerealíferas	0,010	0,12			-0,01	-0,12
Loteamento irregular	0,000	0,00	0,040	0,49	0,04	0,49
Pastagem de animais de pequeno, médio e grande porte	0,537	6,69	0,541	6,58	0,004	-0,11
Perímetro urbano legal com edificações	0,002	0,02	0,026	0,31	0,024	0,29
Piscicultura			0,002	0,02	0,002	0,02
Total Usos nas APPs	0,722	8,99	1,027	12,48	0,305	3,49

Fonte: Autora (2019).

Dados com resultados semelhantes foram apontados por Santos (2016), onde, no ano de 2015, os usos indevidos nas APPs da BHRAF eram representados por 13,68%, em uma área de 5,50 km².

É válido ressaltar que, devido às alterações na legislação urbana de ordenamento territorial (Lei nº 400/2018) (PALMAS, 2018), as áreas das APPs aumentaram em 0,20% no período analisado, em decorrência do aumento da faixa destinada a essa cobertura na área urbana, alterada de 30 m para 42 m. Apesar da baixa taxa de supressão da vegetação nota-se que as APPs ainda estão suscetíveis a tais intervenções.

Observa-se que as áreas com loteamentos irregulares aumentaram em 0,49% no ano de 2018. As supressões de vegetação acontecem em áreas pontuais que podem resultar no desaparecimento de cursos d'água e, conseqüentemente, no assoreamento da calha regular, a exemplo da situação constatada na APP do Córrego Cachimbo (Figura 34).

Figura 34 - Supressão da vegetação na APP Córrego Cachimbo



Fonte: *Google Earth*, elaborado pela Autora (2019).

Esses problemas podem gerar perdas econômicas a curto prazo, resultando no desaparecimento dos cursos d'água, uma vez que as APPs contribuem para a estabilização das margens do corpo hídrico, reduzem o carreamento de sedimentos, nutrientes e produtos químicos para o ambiente aquático, provenientes das partes mais altas do terreno, evitando o assoreamento. Portanto, as matas ciliares são fundamentais para a proteção dos córregos, principalmente os que atravessam as cidades por estarem sujeitos a elevado grau de intervenção antrópica. (EUGENIO et al., 2010; PASTORELLI JUNIOR; FERRÃO, 2018).

Para Alves e Ferreira (2016), os processos históricos de ocupação territorial interferem no ciclo hidrológico por meio de perturbações nos sistemas hídricos, geralmente causados pela ausência de preservação no entorno das nascentes, da vegetação ripariana nas margens e pelo aumento de fluxo de sedimentos nos cursos d'água.

Estudos na bacia hidrográfica do Córrego do Pântano, em Alfenas – MG, revelam que a consolidação urbana antiga daquela área para fins comerciais e residenciais, promoveram a impermeabilização dos terrenos gerando escoamentos pluviais intensos e processos erosivos que resultam em maior deposição no rio principal a jusante (ALVES; FERREIRA, 2016).

A vista disso, confirma-se a importância das APPs no auxílio das funções hidrológicas das bacias hidrográficas, pois influenciam na produção hídrica, tanto na quantidade e regime de fluxo, quanto na qualidade da água. Dessa forma, as APPs são áreas prioritárias em ações de planejamento do manejo das áreas ambientais, assim como para a formulação de políticas governamentais (GÊNOVA; HONDA; DURIGAN, 2007).

Observa-se na análise temporal um aumento de 0,004 km² das áreas com pastagens, no entanto, essas não avançaram sobre as faixas de APP de forma significativa a ser constatada no mapeamento. Porém, as APPs, que já apresentavam déficit de vegetação no ano de 2008, permaneceram sem implementação de medidas de recuperação (Figura 35 e Figura 36).

Figura 35 - Supressão total da vegetação nativa na APP, intervenção do uso de pastagem (798893; 8873497)



Fonte: Autora (2019).

Figura 36 - Supressão parcial da vegetação nativa na APP, intervenção do uso de pastagem (800094; 8875423)



Fonte: Autora (2019).

Cabe ressaltar que a supressão de vegetação em APPs executada sem autorização ou licença é caracterizada como crime ambiental e, dessa forma, compete ao órgão ambiental embargar a obra ou atividade no intuito de impedir a continuidade do dano ambiental. É de responsabilidade do órgão ambiental regulador demandar dos infratores o devido plano de recuperação da área degradada (BRASIL, 2012).

Tais situações constatadas nas APPs podem estar vinculadas às falhas na fiscalização e monitoramento dessas áreas pelo órgão gestor, em consequência da aplicabilidade das diretrizes legislatórias definidas no Código Florestal. Tais situações podem ser configuradas como uma anistia aos crimes ambientais (NADALINI, 2013).

6 CONCLUSÃO

A ocupação urbana da BHRAF desvirtuou o plano urbanístico inicial da cidade de Palmas-TO. A conversão de terras rurais em urbanas resultou no aumento do adensamento populacional no baixo curso da bacia, sendo que parte dessa ocupação ocorreu nas áreas limítrofes do perímetro urbano de forma irregular, revelando a desordem espacial da cidade, diretamente vinculada aos vazios urbanos centrais retidos pela especulação imobiliária, acarretando problemas ambientais que impactam a bacia hidrográfica até os dias atuais.

O manejo controlado da cobertura e uso da terra no alto e médio curso do ribeirão (APA Serra do Lajeado e PEL) contribuiu para a manutenção das condições da qualidade ambiental da bacia, mesmo como aumento da área ocupada. As áreas de pastagens diminuíram e, ao mesmo tempo, se expandiu a parte rural da bacia, por meio da antropização. O cerrado foi convertido em pastagens no médio e alto curso. As pastagens, por sua vez, foram convertidas em loteamentos irregulares e capoeira no baixo curso. Além disso, a aprovação e urbanização de novas quadras aumentou a área da classe perímetro urbano legal com edificações.

A legislação representada pelo Plano Diretor 2018, criou o SisMIV (Sistema Municipal de Infraestrutura Verde), que define novas áreas ambientais como: AAP, FV e CV. As UCs foram renomeadas como AVUs, sofrendo mudanças em seu perímetro, assim como a regularização quanto aos usos da terra. Já as áreas de APPs urbanas tiveram acréscimo, em decorrência do aumento da faixa destinada a essa cobertura na área urbana, alterada de 30 m para 42 m.

A APA Serra do Lajeado apresenta pouca evolução nos usos da terra, uma vez que o acréscimo na ocupação, representadas pelas classes de áreas degradadas, barramentos e piscicultura apareceram somente no mapeamento de 2018, e as áreas destinadas a graníferas e cerealíferas só apareceram no mapeamento de 2008. Os usos intercorrentes nas UCs/AVUs tiveram um aumento mais expressivo representado pela classe de loteamento irregular. As APPs apresentaram aumento nas intercorrências dos usos, sendo que entre as classes destacam-se a capoeira e loteamento irregular.

Verificou-se fragilidade nas decisões legislatórias urbanísticas no Plano Diretor de 2018, que trata da proteção do manancial, tanto na aplicação dessa legislação quanto no controle por meio da fiscalização. Logo, a BHRAF está suscetível a impactos decorrentes dos usos,

principalmente os causados pela urbanização no baixo curso e que se resume no aumento da densidade demográfica, ainda mais propícia com a expansão do perímetro urbano. Isto tem como consequência o aumento das demandas de recursos hídricos e sua qualidade, assim como o aumento das áreas impermeabilizadas do solo, modificando o sistema de drenagem e alterando as características do balanço hidrológico do ribeirão.

A expansão do perímetro urbano sentido norte e leste da capital aprovada pelo recém Plano Diretor possibilitará o aumento da densidade demográfica, pressionando a ocupação urbana sobre as áreas ambientais protegidas da bacia em estudo. Além disso, as áreas de interesse ambiental do Plano Diretor de 2018 foram delimitadas sem análises ambientais detalhadas, desconsiderando as intercorrências do desenvolvimento urbano ou sequer apresentando detalhamentos e custo de implantação ou operacionalidade. Sendo assim, a implantação não ocorrerá de forma preventiva, mas sim de forma corretiva, tornando-se mais onerosa. Em suma, a criação do SisMIV foi imposta sem análise das condições ambientais da bacia e verificação dos possíveis conflitos do uso e ocupação dessas áreas delimitadas. Portanto, os resultados apontam que o ordenamento territorial urbana demanda de uma gestão integrada das legislações urbana e ambiental, de planejamento, de políticas públicas, bem como uma fiscalização mais presente dos órgãos competentes.

7 RECOMENDAÇÕES

Para continuidade e aprimoramento do presente estudo acerca da qualidade ambiental da bacia hidrográfica do Ribeirão Água Fria sugere-se:

- Continuar a análise das condições sociais e econômicas do espaço urbano e rural da bacia;
- Inventariar as aglomerações irregulares na bacia e seus impactos diretos no manancial;
- Analisar o potencial de regularização fundiária a luz da Lei Federal nº 13.465/17 e seus impactos ambientais sobre o manancial;
- Designar aspectos de uma gestão integrada na bacia hidrográfica;
- Classificar os fragmentos vegetais nas áreas ambientais da bacia;
- Analisar os aspectos hidrológicos da bacia;
- Analisar o potencial de expansão urbana sobre a bacia *versus* legislação urbanística Lei nº 400/2018;
- Analisar de disponibilidade hídrica *versus* disponibilidade de saneamento básico na bacia hidrográfica.

8 REFERÊNCIAS

- ALVES, G. M. R.; FERREIRA, M. F. M. Uso do solo em Áreas de Preservação Permanente (APP) na Bacia do Córrego do Pântano, Município de Alfenas - MG. **Revista de Geografia – PPGeo - UFJF**. Juiz de Fora, v. 6, n. 4, p. 329-337, 2016.
- ANBUMOZHI, V.; RADHAKRISHNAN, J.; YAMAJI, E. Impact of riparian buffer zones on water quality and associated management considerations. **Ecological Engineering**, v. 24, p. 517-523, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2004.01.007>.
- ANDRADE, L. M. S. de; ROMERO, M. A. B. A Importância das áreas ambientalmente protegidas nas cidades. *In: XI Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional – ANPUR, 23-27 de maio de 2005, Salvador, BA. Anais [...].* Salvador: ANPUR, 2005.
- ANDRADE, L. M. S. de; ROMERO, M. A. B. Construção de indicadores de eficiência hídrica urbana: Desafio para a gestão ambiental urbana. **Paranoá: cadernos de arquitetura e urbanismo**, v. 4, n. 4, p. 63-80, 2007. DOI: <https://doi.org/10.18830/issn.1679-0944.n4.2007.12104>.
- ASHBOLT, N. J. Microbial Contamination of drinking water and disease outcomes in developing regions. **Toxicology**, v.198, n. 1-3, p. 229-238, 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tox.2004.01.030>.
- ASHRAF, Arshad. Changing Hydrology of the Himalayan Watershed. **Current Perspectives in Contaminant Hydrology and Water Resources Sustainability**, [s. l.], p.12-23, 27 fev. 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/47884>.
- BAZZOLI, J. A. Os Efeitos dos vazios urbanos no custo de urbanização da cidade de Palmas - TO. **Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia**, v. 7, n. 1, p. 103-123, 2009.
- BAZZOLI, J. A. **Palmas em Foco: Contradições de uma Cidade Planejada**. Palmas, TO: EDUFT, 2019.
- BELL, F. G.; DONNELLY, L. J. **Mining and its Impact on the Environment**. n. 1, London e New York: Taylor&Francis Group, 2006, p. 560. Ebook. ISBN 9780429153068. DOI: <https://doi.org/10.1201/9781482288230>.
- BHADURI, B. *et al.* Assessing watershed-scale, long-term hydrologic impacts of land-use change using a GIS-NPS model. **Environmental Management**, v. 26, p. 643-658, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1007/s002670010122>
- BHADURI, B. *et al.* Long-term hydrologic impact of urbanization: a tale of two models. **Journal of Water Resources Planning and Management**, v. 127, n. 1, 2001. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9496\(2001\)127:1\(13\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9496(2001)127:1(13)).
- BHASKAR, A. S. *et al.* Will it rise or will it fall? Managing the complex effects of urbanization on base flow. **Freshwater Science**, v. 35, n. 1, p. 293-310, 2016.
- BLADON, K. D. *et al.* Wildfire and the future of water supply. **Environmental Science & Technology**, [s. l.], v. 48, n. 16, p. 8936-8943, 28 jul. 2014. American Chemical Society (ACS Publications). DOI: <https://doi.org/10.1021/es500130g>.

BORGES, L. A. C. *et al.* Áreas de preservação permanente na legislação ambiental brasileira **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 7, p. 1202-1210, jul, 2011.

BRASIL. **Lei nº 11.771. Política Nacional de Turismo.** 17 set. 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Lei/L11771.htm>. Acesso em: 6 set. 2019.

BRASIL. **Lei nº 12.651. Código Florestal Brasileiro.** 25 maio. 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em: 6 set. 2019.

BRASIL. **Lei nº 6.938. Política Nacional do Meio Ambiente.** 31 ago. 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm>. Acesso em: 6 set. 2019.

BRASIL. **Lei nº 9.433. Política Nacional dos Recursos Hídricos.** 8 jan. 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>. Acesso em: 20 out. 2019.

BRASIL. **Lei nº 9.984. Criação da Agência Nacional de Águas - ANA.** 17 jul. 2000 a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9984.htm>. Acesso em: 20 out. 2019.

BRASIL. **Lei nº 9.985. Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza.** 18 jul. 2000 b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm>. Acesso em 20 out. 2019.

BRASIL. **Lei nº 4.771, Código Florestal.** 15 de set. 1965. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4771.htm>. Acesso em 20 out. 2019.

BRASIL. **Lei nº 7.803. Altera a redação da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965.** 18 jul. 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7803.htm>. Acesso em 20 out. 2019.

BRASIL. **Lei nº 10.257. Estatuto da Cidade.** 10 jul. 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/LEIS_2001/L10257.htm>. Acesso em: 15 nov. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. **Brasil em Relevo.** Embrapa Monitoramento por Satélite. Disponível em: <<https://www.cnpn.embrapa.br/projetos/relevobr/download/>>. Acesso em: 28 abr. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Resolução CONAMA nº 28.** 7 dez. 1994. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res94/res2894.html>>. Acesso em: 15 nov. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA. **SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza: Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002, Decreto nº 5.746, de 5 de abril de 2006. Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas: Decreto nº 5.758, de 13 de abril de 2006.** Brasília: MMA/SBF, 2011, p.76.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA; Agência Nacional das Águas – ANA. **O turismo e o lazer e sua interface com o setor de recursos hídricos.** Brasília, DF: ANA, 2005.

BRASIL. Serviço Geológico do Brasil - CPRM. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/>>. Acesso em: 28 abr. 2019.

BU, H.; MENG, W.; ZHANG, Y.; WAN, J. Relationships between land use patterns and water quality in the Taizi River basin, China. **Ecological Indicators**, v. 41, p. 187-197, 2014.

BUYTAERT, W.; IÑIGUEZ, V.; BIÈVRE, B. de. The effects of afforestation and cultivation on water yield in the Andean páramo. **Forest Ecology and Management**, [s. l.], v. 251, n. 1-2, p.22-30, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2007.06.035>.

CALDER, I. R. et al. The impact of land use change on water resources in sub-Saharan Africa: a modelling study of Lake Malawi. **Journal of Hydrology**, [s. l.], v. 170, n. 1-4, p.123-135, ago. 1995. Elsevier BV. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0022-1694\(94\)02679-6](http://dx.doi.org/10.1016/0022-1694(94)02679-6).

CARPENTER, S. R. *et al.* Nopoint Pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. **Ecological applications**, v. 8, n. 3, p. 559-568,1998. DOI: [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(1998\)008\[0559:NPOSWW\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(1998)008[0559:NPOSWW]2.0.CO;2).

CARVALHÊDO, W. dos S.; LIRA, E. R. Palmas ontem e hoje: do interior do Cerrado ao Portal da Amazônia. **Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia**, v. 1, n. 2, p. 51-73, 2009.

CAU (Tocantins), Conselho de Arquitetura e Urbanismo do estado do Tocantins. **Parecer Urbanístico sobre a Lei Complementar Nº 400, de 02 de abril de 2018**. Palmas, TO: Comissão de Política Urbana e Ambiental - CPUA, 2018.

CESARO, M. V. M. D. **Análise do Potencial de Expansão Urbana e das Ocupações Irregulares na Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Taquaruçu**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Tocantins, Palmas, TO, 2018.

CHAVES, H. M. L.; SANTOS, L.B. Ocupação do solo, fragmentação da paisagem e qualidade da água em uma pequena bacia hidrográfica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, p. 922-930, dez. 2009.

CINTRA, M. S; SILVA, C. F. e. Drenagem sustentável, soluções possíveis em busca de conforto ambiental urbano no bairro de Capim Macio - Natal - RN. *In: V Encontro Nacional e III Encontro Latino-Americano sobre Edificações e Construções Sustentáveis – ELECS*, 28-30 de outubro de 2009, Recife, PE. **Anais [...]**. Recife: ELECS, 2009.

COCOZZA, G. de P. **Paisagem e urbanidade: os limites do projeto urbano na conformação de lugares em Palmas**. 2007. Tese (Doutorado em Paisagem e Ambiente) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo de São Paulo, São Paulo, 2007. DOI: [10.11606/T.16.2007.tde-29042010-114302](https://doi.org/10.11606/T.16.2007.tde-29042010-114302).

DERISIO, J. C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 5. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

DIAS, R. M.; SALVADOR, N. N. B.; BRANCO, M. B. C. Identificação dos níveis de degradação de matas ripárias com o uso de SIG. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 2, p. 150-161, 2014.

DUPASA, R. *et al.* Assessing the impact of agricultural pressures on N and P loads and eutrophication risk. **Ecological Indicators**, v. 48, p. 396-407, 2015.

ELLIOT, W. *et al.* **Cumulative watershed effects of fuel management in the western United States**. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-231. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 299 p. 2010.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. (rev. amp.). Brasília, DF: Embrapa, 2018. 590 p.

EMBRAPA, Agência Embrapa de Inovação Tecnológica – AGEITEC. **Árvore do conhecimento: Cambissolos Háplicos**. In: SANTOS, H. G. dos; ZARONI, M. J.; ALMEIDA, E. de P. C. 2020. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000gn1sf65m02wx5ok0liq1mqzx3jrec.html>. Acesso em: 17 maio 2020.

EUGENIO, F. C. *et al.* Confronto do uso e cobertura da terra em áreas de preservação permanente da bacia hidrográfica do rio Alegre, no município de Alegre, ES. **Revista Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 7, n. 2, p. 110-126, 2010.

GÊNOVA, K. B. de; HONDA, E. A.; DURIGAN, G. Processos hidrológicos em diferentes modelos de plantio de restauração de mata ciliar em região de Cerrado. **Revista Instituto Florestal, São Paulo**, v. 19, n. 2, p. 189-200, 2007.

GONÇALVES DO CARMO, L.; FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P. Áreas de preservação permanente no entorno de nascentes: conflitos, lacunas e alternativas da legislação ambiental brasileira. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 34, n. 2, p. 275-293, 1 set. 2014. DOI: <https://doi.org/10.5216/bgg.v34i2.31733>.

GRUPOQUATRO. **Projeto da capital do estado do Tocantins: plano básico/memória**. Palmas: Governo do Estado do Tocantins/Novatins, 1989.

HALPERN, B. S. *et al.* Managing for cumulative impacts in ecosystem-based management through ocean zoning. **Ocean & Coastal Management**, v. 51, n. 3, p. 203-211, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2007.08.002>.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de uso da terra**. 2. ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE, 2013.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2. ed. (rev. amp.). Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE, 2012.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais. Disponível em: <<http://www.inpe.br/>>. Acesso em: 28 abr. 2019.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais. Sistema de Organização Nacional de Dados Ambientais – SONDA. **Estação de Palmas: dados ambientais**. 2018. Disponível em: <<http://sonda.ccst.inpe.br/basedados/palmas.html>>. Acesso em: 27 out. 2018.

JUNG, H. Y. *et al.* Impact of wildfire on source water contributions in Devil Creek, CA: evidence from end-member mixing analysis. **Hydrological Processes**, [s. l.], v. 23, n. 2, p. 183-200, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/hyp.7132>.

JUNG, K.W. *et al.* The effects of spatial variability of land use on stream water quality in a coastal watershed. **Paddy and Water Environment**. v. 6, p. 275-284, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10333-008-0122-1>.

LIMA, A. M. T. de *et al.* Área de (des) proteção ambiental Serra do Lajeado – TO: degradação ambiental identificada por análise de cobertura vegetal e crimes registrados no período de 2001 a 2016. **Gaia Scientia**, v. 12, n. 1, abr. 2018. DOI: <https://doi.org/10.22478/ufpb.1981-1268.2018v12n1.32877>.

LUCINI, A. C. G. C. **Palmas, no Tocantins, terra de quem? As desapropriações e desposseções de terras para a implantação da última capital projetada do Século XX.** 2018. Tese (Doutorado em Ciências do Ambiente) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2018.

MACHADO, C. J. S. Recursos hídricos e cidadania no Brasil: limites, alternativas e desafios. **Ambiente & Sociedade**, v. 6, n. 2, p. 121-136, 2003. ISSN 1809-4422. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2003000300008>.

MACHADO, P. A. L. **Direito Ambiental Brasileiro**. 21. ed. (rev. amp. atual.) São Paulo SP: Malheiros Editores, 2013.

MAGALHÃES, C. R. **Bacia hidrográfica como referência de planejamento e expansão urbana para as cidades no século XXI.** 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

MARICATO, E. Conhecer para resolver a cidade ilegal. **Urbanização Brasileira: Redescobertas**. Belo Horizonte: C/Arte, ed. 1, p. 78-96, 2003.

MENEZES, J. P. C. *et al.* Relação entre padrões de uso e ocupação do solo e qualidade da água em uma bacia hidrográfica urbana. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. v. 21, n.3, p. 519-534, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522016145405>.

MOSCRIP, A. L.; MONTGOMERY, D. R. Urbanization, flood frequency, and salmon abundance in puget lowland streams. **Journal of the American Water Resources Association**, [s. l.], v. 33, n. 6, p.1289-1297, Dec. 1997. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.1997.tb03553.x>.

NADALINI, A. C. V. **Valoração socioambiental em áreas de preservação permanente do Rio do Sal em Aracaju/SE.** 2013. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Sergipe, São Cristóvão, SE, 2013.

NGOYE, E.; MACHIWA, J. F. The influence of land-use patterns in the Ruvu river watershed on water quality in the river system. **Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C**, v. 29, n. 15 - 18, p. 1161-1166, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pce.2004.09.002>.

NÓBREGA, R. S. Impactos do desmatamento e de mudanças climáticas nos recursos hídricos na Amazônia Ocidental utilizando o modelo Slurp. **Revista Brasileira de**

Meteorologia, São Paulo, v. 29, n. esp., 111 - 120, dez. 2014. ISSN 0102-7786. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-778620130024>.

NOGUEIRA, M. J. **O processo de regularização fundiária na periferia de Palmas - TO: o caso dos setores Santo Amaro I, II e Lago Norte**. 2017. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Federal do Tocantins, Porto Nacional, TO, 2017.

NOGUEIRA, M. J.; LIRA, E. R. Expansão urbana e periferização na cidade de Palmas-TO: o caso Santo Amaro. *In: XVIII Encontro Nacional de Geógrafos - ENG*. 24-30 julho de 2016, São Luiz - MA. **Anais [...]**. São Luiz: ENG, 2016.

ÖZTÜRK, M.; COPTY, N.; SAYSEL, A. Modeling the impact of land use change on the hydrology of a rural watershed. **Journal of Hydrology**. [s. l], v. 497. p .97-109, Aug. 2013. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2013.05.022.

PAIXÃO, M. J. P. da; AIALA, C. P. M. Planejamento urbano: importância do zoneamento. *In: IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental – ConGEA*. 25-28 novembro de 2013, Salvador - BA. **Anais [...]**. Salvador: ConGEA, 2013.

PALMAS, (Município). Anexo II ao Decreto nº 700, de 15 de janeiro de 2014. Plano Municipal de Saneamento Básico de Palmas-TO. **Volume II: Água e Esgoto**. 2014.

PALMAS, (Município). Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Regularização Fundiária **Área irregulares**, 2016.

PALMAS, (Município). Banco de Leis. Disponível em: <legislativo.palmas.to.gov.br>. Acesso em: 28 abr. 2019.

PALMAS, (Município). **Evolução da ocupação urbana de Palmas**, 2004.

PALMAS, (Município). **Histórico dos parcelamentos aprovados**, [s.d.].

PALMAS, (Município). **Lei Complementar nº 155. Plano Diretor Participativo do Município de Palmas - TO**. 28 dez. 2007.

PALMAS, (Município). **Lei Complementar nº 400. Plano Diretor Participativo do Município de Palmas - TO**. 2 abr. 2018.

PALMAS, (Município). **Prefeitura de Palmas recebe loteamento Santo Amaro e anuncia investimentos**. 2011. Disponível em: <<https://www.palmas.to.gov.br/secretaria/desenvolvimento-urbano/noticia/6189/prefeitura-de-palmas-recebe-loteamento-santo-amaro-e-anuncia-investimentos/>>. Acesso em: 10 set. 2019.

PALMAS, (Município). **Sistema de Informações Geográficas de Palmas - GEOPALMAS**. Disponível em: <geo.palmas.to.gov.br>. Acesso em: 28 abr. 2019.

PASTORELLI JUNIOR, J. H. FERRÃO, A. M. de A. Aspectos de gestão integrada de bacias hidrográficas: o caso da área urbana da microbacia hidrográfica do córrego Água Boa do município de Dourados (MS), Brasil. **Cidades, Comunidades e Territórios**, n. 37, p. 58-77, dez. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.15847/citiescommunitiesterritories.dec2018.037.art05>.

PEIXOTO, M. C. D. Expansão urbana e proteção ambiental: um estudo a partir do caso de Nova Lima/MG. *In: XI Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional – ANPUR, 23-27 de maio de 2005, Salvador, BA. Anais [...].* Salvador: ANPUR, 2005.

PEREIRA, D. S. P.; JOHNSON, R. M. F. Descentralização da gestão dos recursos hídricos em bacias nacionais no Brasil. **Revista de Gestão de Água da América Latina - REGA**, [s. l.], v. 2, n. 1, p. 53-72, jan./jun. 2005.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. Gestão de Bacias hidrográficas. **Estudo Avançados**, v. 22, n. 63, p. 43-60, 1 jan. 2008.

PRAES, E. O. Código Florestal Brasileiro: evolução histórica e discussões atuais sobre o novo código florestal. *In: VI Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade – EDUCON, 20 a 22 de setembro de 2012, São Cristóvão, SE. Anais [...].* São Cristóvão: EDUCON, 2012.

RAMOS, A. M. Loteamentos irregulares e clandestinos e suas repercussões ambientais no Município de Palmas –TO. **Educação Ambiental em Ação**, n. 51, Ano XIII, mar. 2015. ISSN 1678-0701. Disponível em: <<http://revistaea.org/artigo.php?idartigo=2003>>. Acesso em: 07 jul. 2019.

RANDHIR, T.; TSVETKOVA, O. Spatiotemporal dynamics of landscape pattern and hydrologic process in watershed systems. **Journal of Hydrology**. [s. l.], v. 404, n. 1-12, Jun. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.03.019>.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As Principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado. *In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de; RIBEIRO, J. F. (Ed.). Cerrado: ecologia e flora v. 2.* Brasília: EMBRAPA - CERRADOS, 2008. 876 p.

ROGERS, R. **Cidades para um pequeno planeta**. Barcelona: Gustavo Gili, SA, 2001.

SALOMONS, W. Environmental impact of metals derived from mining activities: processes, predictions, prevention. **Journal of Geochemical Exploration**, v. 52, ed. 1-2, p. 5-23, Jan. 1995. DOI: [https://doi.org/10.1016/0375-6742\(94\)00039-E](https://doi.org/10.1016/0375-6742(94)00039-E).

SANTORO, P.; CYMBALISTA, R. **Plano Diretor**. Dicas: ideias para ação municipal. São Paulo, PÓLIS, n. 221, 2004. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.abong.org.br/bitstream/handle/11465/1483/663.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 07 jul. 2019.

SANTOS JUNIOR, O. A. dos; SILVA, R. H. DA; SANT'ANA, M. C. Introdução. *In: Os Planos Diretores Municipais Pós-Estatuto da Cidade: balanço crítico e perspectivas*. SANTOS JUNIOR, O. A. dos; MONTANDON, D. T (orgs.). Rio de Janeiro RJ: Letra Capital: Observatório das Cidades: IPPUR/UFRJ, 2011.

SANTOS JUNIOR, O. A. dos; MONTANDON, D. T. Síntese, desafios e recomendações. *In: Os Planos Diretores Municipais Pós-Estatuto da Cidade: balanço crítico e perspectivas*. SANTOS JUNIOR, O. A. dos; MONTANDON, D. T (orgs.). Rio de Janeiro RJ: Letra Capital: Observatório das Cidades: IPPUR/UFRJ, 2011.

SANTOS, J. D. C. **Análise da cobertura da terra da bacia hidrográfica do Ribeirão Água Fria, no município de Palmas - TO, com ênfase nas áreas de preservação**

permanentes marginais. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Tocantins, Palmas, TO, 2016.

SENRA, J. B. **Água para todos: avaliação qualitativa do processo de implementação do Plano Nacional de Recursos Hídricos**. 2014. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2014.

SEPE, J.; SALVADOR, N. N. B. Impactos da mineração e conflitos pelo uso da água com as atividades agrícolas de pequeno porte. *In: VIII Simpósio sobre reforma agrária e questões rurais: terra, trabalho e lutas no século XXI: projetos em disputa*. 6-8 de junho de 2018, Araraquara, SP. **Anais [...]**. Araraquara, SP: UNIARA, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente, NUPEDOR, 2018.

SILVA JUNIOR (org.), J. M. *et al.* **Atlas Propriedade Legal: Palmas - Tocantins**. Palmas, TO: Ministério Público do Estado do Tocantins, The Nature Conservancy - TNC, 2017.

SILVA JÚNIOR, C. C. da. **Contradições entre a produção do espaço urbano na apropriação e gestão dos recursos hídricos em Palmas, TO**. 2018. Tese (Doutorado em Geografia na Área de Análise Ambiental e Dinâmica Territorial) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências: Campinas, SP, 2018.

SOUZA, S. R. **A proteção das nascentes em áreas urbanas consolidadas: dispensável ou necessária missão?** 2018. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade na Gestão Ambiental) - Universidade Federal de São Carlos: Sorocaba, SP, 2018.

SOUZA, J. M. F. *et al.* Avaliação dos conflitos no uso da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão Lamarão, Distrito Federal. **Ciência Floresta**, Santa Maria, v. 29, n. 2, p. 950-964, abr./jun. 2019.

SPAROVEK, G. *et al.* A revisão do Código Florestal Brasileiro. **Novos estudos - CEBRAP**, São Paulo, n. 89, p. 111-135, mar. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-33002011000100007>.

TANG, Z. *et al.* Forecasting land use change and its environmental impact at a watershed scale. **Journal of Environmental Management**, [s. l.], v. 76, n. 1, p. 35-45, Jul. 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2005.01.006>.

TEIXEIRA, L. F. C. A formação de Palmas. **Revista UFG**, v. 6, n. 11, p. 91-99, jun. 2009.

TEIXEIRA, M. G.; VENTICINQUE, E. M. Fortalezas e fragilidades do Sistema de Unidades de Conservação Potiguar. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 29, abr. 2014.

TOCANTINS TV. **Base da estátua do Cristo em Palmas Tocantins**. Palmas, TO, 2015. Disponível em: <https://youtu.be/2fdaSG_ZOj4>. Acesso em: 8 nov. 2019

TOCANTINS (Estado), Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMARH. Disponível em: <<https://semarh.to.gov.br/>>. Acesso em: 28 abr. 2019.

TOCANTINS, (Estado). Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Diretoria de Recursos Hídricos. **Plano de Bacia Hidrográfica do Lago de Palmas. Relatório Síntese**. Palmas, 2016.

TOCANTINS (Estado), Secretaria da Fazenda e Orçamento – SEFAZ. Disponível em: <<http://www.sefaz.to.gov.br/>>. Acesso em: 28 abr. 2019.

TOCANTINS (Estado), Secretaria de Planejamento e da Modernização da Gestão Pública, Superintendência de Pesquisa e Zoneamento Ecológico-Econômico, Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico-DZE. **Atlas do Tocantins: Subsídios ao planejamento da gestão territorial**. Palmas, TO: SEPLAN, 2012 a.

TOCANTINS (Estado), Secretaria de Planejamento e da Modernização da Gestão Pública, Superintendência de Pesquisa e Zoneamento Ecológico-Econômico, Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico-DZE. **Atlas do Tocantins: Subsídios ao planejamento da gestão territorial**. Palmas, TO: SEPLAN, 2012 b.

TOCANTINS (Estado), Instituto de Natureza do Estado do Tocantins – NATURATINS. **Resumo Executivo - APA Serra do Lajeado**. Palmas, TO: NATURATINS, p. 97, 2019.

TOCANTINS (Estado), Secretaria de Planejamento e Orçamento - SEPLAN. **Base de Dados Geográficos do Tocantins - Atualização 2012**. Disponível em: <<https://seplan.to.gov.br/zoneamento/bases-vetoriais/base-de-dados-geograficos-do-tocantins-atualizacao-2012/>>. Acessado em: 18 out. 2018.

TOCANTINS, (Estado). **Lei nº 906. Área de Proteção Ambiental - APA “SERRA DO LAJEADO”**. Publicado do Diário Oficial n. 599. 20 maio 1997.

TUCCI, C. E. M. Impactos da variabilidade climática e uso do solo sobre os recursos hídricos. *In: Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas*. maio de 2002, Brasília, DF. **Anais [...]**. Brasília: ANA, 2002.

TUCCI, C. E. M. Inundações Urbanas. *In: TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L.; BARROS, M. T. (org.). Drenagem Urbana*. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1995, p. 15-36.

TUCCI, C. E. M.; MENDES, C. A. **Avaliação Ambiental Integrada de Bacia Hidrográfica**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006.

TUNDISI, J. G. Novas Perspectivas para Gestão dos Recursos Hídricos. **Revista USP**, n.70, p. 24-35, ago. 2006. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i70p24-35>.

UNITED NATIONS. Department of Economic and Social Affairs, Population Division. **World Urbanization Prospects: The 2018 Revision: key facts**, 2018. Disponível em: <<https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-KeyFacts.pdf>> Acesso em: 01 jul. 2020.

UNITED NATIONS, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. **World Population Prospects 2019: Highlights (ST/ESA/SER.A/423)**, 2019. Disponível em: <https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_Highlights.pdf> Acesso em: 01 jul. 2020.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). **Ciência para um mundo em mudança**. Disponível em: <<https://www.usgs.gov/>>. Acesso em: 28 abr. 2019.

ANEXOS

Anexo 1 - Parecer Urbanístico: ICP – Inquérito Civil Público nº 2016.3.29.23.0122 e

Ofício Conjunto nº 02/2018, 9ª PJC/PP e 23ª PJC



CAU/TO Conselho de Arquitetura
e Urbanismo do Tocantins

OFÍCIO CPOA nº ____/2018
Palmas – TO, 08 de maio de 2018.

Excelentíssimo Senhor
EDSON AZAMBUJA
Promotor de Justiça

Excelentíssima Senhora
KÁTIA CHAVES GALIETTA
Promotora de Justiça

Referencias: **ICP – inquérito Civil Público nº 2016.3.29.23.0122 e Ofício Conjunto nº 02/2018 - - 9ª PJC/PP e 23ª PJC.**

O CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO TOCANTINS – CAU-TO, pessoa jurídica de Direito Público, criada sob a forma de Autarquia Federal, através da Lei n.º 12.378/2010, regularmente inscrito no CNPJ/MF nº 15.002.367/0001-11, com sede na Quadra 103 Sul, Rua SO 05, Lote 12, Sala 04 e 05, na cidade de Palmas, no Estado do Tocantins, telefone e endereço eletrônico indicados no rodapé, neste ato representado por seu atual Presidente, **SILENIO MARTINS CAMARGO** – CAU Nº A225738, brasileiro, casado, inscrito no CPF sob o nº 530.710.851-68 e título de eleitor nº: 24502971090, residente no Condomínio *Privilege*, Avenida NS-03, nº 69, CEP: 77001-163, Plano Diretor Norte, na Cidade de Palmas – TO, vem, respeitosamente, à presença de Vossas Excelências, manifestar-se, sobre análise urbanística da recente Revisão do Plano Diretor de Palmas, Lei Complementar Nº 400, de 02 de abril de 2018, conforme solicitação registrada via ofício conjunto nº 002/2018 – 9ª PJC/PP e 23ª PJC.

Foi designada a Comissão de Política Urbana e Ambiental do CAU/TO (CPOA), formada por profissionais arquitetos e urbanistas, conselheiros do CAU/TO, e também por membros convidados, arquitetos vinculados à academia, por membro da Comissão Especial de Direito Urbanístico (OAB/TO) e membro indicado pelo Ministério Público do Estado do Tocantins – MPETO. A Comissão de Política Urbana e Ambiental do CAU/TO (CPOA), bem como a Comissão Especial de Direito Urbanístico (OAB/TO), têm finalidades específicas para o tratamento deste tema.



Segue abaixo a nominata e breve currículo da equipe técnica designada para esta análise:

Joseliene de Sá da Silva, graduada pela Universidade Católica de Goiás (1995), com especialização em desenvolvimento sustentável pela FLACAN (2006). Perita Oficial do Estado do Tocantins. Membro do IAB – TO (Instituto dos Arquitetos do Brasil – TO), do CAU/TO (Conselho de Arquitetura e Urbanismo – TO), e do Conselho Desenvolvimento Urbano e de Habitação. Foi membro da Comissão especial de revisão do Plano Diretor do Município de Palmas.

Luis Hildebrando Ferreira Paz, graduado pela UNISINOS/RS (1988), pós-graduado em Planejamento e Desenvolvimento Ambiental pela UFF (1993) e mestre em Arquitetura e Urbanismo pela UNB (2009). É arquiteto efetivo do Governo do Estado do Tocantins. Foi Vice-Presidente do CREATO (1999), Presidente do IAB/TO (2000-2003) e Conselheiro Federal do CAU/BR (2015-2017). Conselheiro estadual e vice-presidente do CAU/TO (Conselho de Arquitetura e Urbanismo – TO).

Lúcio Milhomem Cavalcante Pinto, graduado pela UFT (2001), mestre em Desenvolvimento Regional pela UFT (2012), membro do IAB – TO (Instituto dos Arquitetos do Brasil – TO), do CAU/TO (Conselho de Arquitetura e Urbanismo – TO), funcionário efetivo da Prefeitura de Palmas e professor do Curso de Arquitetura e Urbanismo do ITPAC – Porto Nacional.

Natanael Ferreira Fontes, graduado em Arquitetura e Urbanismo pela UFT (2002), estabelecido na cidade de Araguaína, atuando no Tocantins, Pará, Maranhão e Goiás.

Valeria Ernestina de Oliveira, graduada pela UFT (2003), com especialização em Planejamento Urbano e Ambiental pela UFT (2007), tem formação também na área de Direito pela Faculdade Católica do Tocantins (2017). Funcionária efetiva da Prefeitura de Palmas.

Kenniane Lenir Nogueira Carvalho Barreira, graduada UFT (2001), especialização em Planejamento Urbano e Ambiental pela UFT (2006) e mestrado em Arquitetura e Urbanismo pela UNB (2009). Coordenadora do Curso de Arquitetura e Urbanismo do CEULP/ULBRA.

João A. Bazzoli, Presidente da Comissão Especial de Direito Urbanístico da OAB/TO. Diretor Regional (Norte) do Instituto Brasileiro de Direito Urbanístico (IBDU). Prof. Adjunto na Universidade Federal do Tocantins (UFT) - Direito Urbanístico. Pesquisador em Direito à Cidade e colaborador em planos e projetos desenvolvidos para gestão pública.

Marli Teresinha dos Santos, doutora em Desenvolvimento Sustentável pela UnB, mestre em Recursos Rurais e Política Ambiental pelo Imperial College at Wye – Inglaterra. Analista Ministerial Especializada do Ministério Público do Estado do Tocantins, atuando no Centro de Apoio



Operacional de Meio Ambiente – CAOMA. Vice-Presidente da ONG Gaia – Tocantins.

Por se tratar de um documento legal bastante complexo e extenso (a Lei Complementar nº 400, de 02 de abril de 2018, publicada oficialmente no sítio Internet da Prefeitura de Palmas, é constituída por 308 artigos, distribuídos em 182 páginas), foi adotada uma metodologia de análise técnica com a leitura e interpretação item a item, confrontando com os mapas oficiais anexos, bem como, com uma interpretação mais abrangente da lei, esmiuçando os temas similares e discordantes dentro da própria legislação.

Após a leitura e considerações individuais de cada profissional, foram realizadas oito reuniões conjuntas para análise da legislação, somando em torno de quarenta horas trabalhadas. Também foram realizadas consultas em outras legislações pertinentes e na literatura especializada para sanar questões específicas – ver referências bibliográficas.

Este relatório trata dos aspectos mais gerais da lei, sendo acompanhado de uma Tabela Anexa, com a análise dos artigos mais relevantes dos assuntos tratados na Lei Complementar nº 400, de 02 de abril de 2018.

Os pontos a serem destacados:

01 – DA PARTICIPAÇÃO POPULAR

Uma questão que vem sendo levantada por este Conselho ao longo de todo o processo de revisão do Plano Diretor de Palmas, diz respeito a importância da participação popular. Este processo demandaria uma organização do Poder Executivo, em uma etapa de Capacitação da Comunidade, preparando a comunidade para participar e debater os problemas e as proposições. O que se viu ao longo do processo foram audiências onde o corpo técnico da gestão municipal falava muito e a comunidade presente assistia passivamente. Mesmo assim, boa parte das sugestões colhidas nas reuniões comunitárias anteriores à aprovação da lei foram ignoradas.

Ressalta-se neste item também a falta de transparência dada ao processo de revisão, principalmente nas suas deliberações finais junto ao Poder Executivo Municipal. Apesar de boa parte dos documentos terem sido publicados no site da Prefeitura de Palmas e no Diário Oficial do Município, o documento deliberado na audiência final realizada pela Prefeitura de Palmas, não foi publicizada e nem passou pela deliberação do Conselho Municipal de Desenvolvimento Urbano, deixando margem para diversos ajustes sem observar a participação efetiva da comunidade.



Já nas atividades desenvolvidas pelo Poder Legislativo, muitas foram as manifestações quanto à necessidade de novas audiências públicas para amadurecimento e aprofundamento do disposto no Projeto de Lei (PL). Na única audiência pública promovida pela Câmara de Vereadores, diversos setores da comunidade fizeram manifestações neste sentido (ver registro em vídeo feito pela Câmara de Vereadores de Palmas).

02 – DOS ERROS FORMAIS NO DOCUMENTO LEGAL

A Lei Complementar nº 400, de 02 de abril de 2018, apresenta uma grande falta de cuidado na sua redação, o que poderá levar a interpretações divergentes na sua execução e aplicação. Há diversos erros formais com repetições e erros gramaticais, entre outros. No art. 5º, por exemplo, item I é o mesmo do item VI - *“a função social e ambiental da propriedade e da cidade”*. O item V do art. 5º tem o mesmo texto do Parágrafo Único.

Do mesmo modo, nota-se desconformidades entre os Princípios (art. 5º) e Objetivos (art. 6º) do Plano Diretor e as diferentes estratégias delineadas posteriormente no documento legal. Por exemplo: como *“garantir o direito a uma cidade sustentável, entendida como aquela que proporciona o acesso à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações”* (art. 5º, V) ou *“promover o reordenamento do território priorizando-se a racionalização, a sustentabilidade e a ocupação dos vazios urbanos”* (art. 6º, VII), em uma cidade que amplia irrestritamente o seu perímetro urbano?

A ausência de um glossário com os conceitos e definições dos termos e instrumentos mencionados na lei, também é um ponto importante para ser apontado. Por se tratar de uma das principais leis do município, é lógico inferir que será manuseada não apenas por técnicos já acostumados com os diversos termos e siglas que aparecem ao longo do texto. Por exemplo, a sigla OODC que já aparece no inciso XII, do art. 3º, só é traduzido o seu significado no artigo 246, quando trata da Outorga Onerosa do Direito de Construir.

Ressaltamos que muitos destes erros formais foram apontados por este Conselho ao Poder Legislativo no documento protocolado na data de 21/03/2018 – ver em anexo.



03 – DAS INDEFINIÇÕES DE MAPAS, MARCOS GEOGRÁFICOS E ENDEREÇOS

Os mapas demonstrados durante o processo de discussão da lei e que aparecem como anexo (Art. 4º) não condizem com as descrições em diversos artigos da lei, o que impossibilita a clara definição dos usos, mudanças de uso, perímetros e aplicação de instrumentos, podendo causar grande insegurança jurídica na sua aplicação. Nota-se que diversas descrições de limites foram alteradas na Câmara de Vereadores, que não possuía apoio técnico para tal definição. Do mesmo modo, as alterações não foram discutidas com a sociedade, no atendimento aos princípios advindos do Estatuto da Cidade, de gestão democrática e participativa, bem como nos princípios de transparência. O Parágrafo Único do Art. 4º, diz que: *“As especificações do memorial descritivo, constantes do anexo XIV e XV, prevalecem sobre os demais anexos, servindo de parâmetro para correções de eventuais divergências”*. Tal definição invalida os mapas constantes nos anexos da Lei Complementar nº 400, de 02 de abril de 2018, e não esclarece como se dará a definição e aferição dos mesmos.

Há também grande indefinição nos textos de descrição quanto aos nomes de estradas, ruas e avenidas utilizadas como limites de zonas, regiões de planejamento ou mesmo do perímetro urbano, resultando em muita insegurança quanto a interpretações futuras na aplicação da lei. É mais do que necessária a consolidação de um mapa de estradas e suas nomenclaturas. Observe-se também que no texto legal estão citados diversos endereços de quadras que não obedecem ao endereçamento formal do município – Lei nº 2.370, de 05 de fevereiro de 2018, que dispõe sobre o endereçamento oficial do município de Palmas.

04 – DA FALTA DE INTEGRAÇÃO ENTRE POLÍTICAS SETORIAIS E PLANOS

Por se tratar de um processo de revisão do Plano Diretor do município, em vigor desde 2007, verificou-se uma grande ausência da análise real da aplicação dos instrumentos e políticas ali delineadas, bem como dos grandes planos urbanísticos anunciados ao longo do tempo – com enormes reflexos no território, do ponto de vista ambiental, econômico e social.

Ao longo de todo o texto da Lei Complementar nº 400, de 02 de abril de 2018, é muito pouco mencionado, ou não de maneira expressa, projetos que interferem sobremaneira na política



urbana do município, e na vida de seus moradores: o **Projeto do BRT de Palmas** (*Bus Rapid Transit*), que altera o eixo principal de transporte da cidade e promove alterações de uso no seu trajeto; o **Masterplan da região Sudoeste** (mencionado no projeto Palmas Sustentável), que define estratégias de ocupação de uma grande área vazia entre a Avenida Teotônio Segurado e o Lago de Palmas, porém, do ponto de vista do setor privado, não garantindo o atendimento aos princípios e diretrizes do Plano Diretor; o projeto do **Parque Linear do Lago**, restrito a uma parte com sérios problemas quanto à sua posse e grande interesse do setor imobiliário; o **Masterplan da região Sul**, mais especificamente da região do Aeroporto de Palmas; o **Programa Habita Palmas**, que define incentivos econômicos ao setor da construção; o **Programa Especial de Urbanização (PEU)**, que atropela o planejamento urbano da cidade e altera regras para parcelamento e ocupação de glebas; o **Projeto do Distrito Turístico**, que não foi tratado em momento algum do estudo técnico da revisão do Plano Diretor, mas que aparece como uma das principais definições de política urbana, obrigando o poder público a carrear recursos, incentivar a especulação imobiliária e a ocupação de uma grande região sem consolidação – ferindo mais uma vez os princípios e objetivos do próprio Plano Diretor.

O que estes planos têm em comum é a pouca ou nenhuma publicização de como se dará sua implantação, a pouca ou nenhuma participação popular, e em muitos casos, nem dos conselhos setoriais a que essas políticas são afeitas – o Conselho de Desenvolvimento Urbano, previsto no Plano Diretor, não tomou conhecimento de muitos destes projetos. Junto com a indefinição desses grandes planos há a falta de discussão aprofundada sobre a aplicação dos Instrumentos Urbanísticos – IPTU Progressivo, Outorga onerosa, Estudo de impacto de vizinhança, etc.

05 – DO AUMENTO DO PERÍMETRO URBANO

Apesar de muitos malabarismos semânticos e explicações, o que é transparente na proposta de revisão do Plano Diretor é o aumento significativo do tecido urbano da cidade sem os devidos estudos de densidade e ocupação. O que, mais uma vez, fere os princípios e objetivos do próprio Plano Diretor, e a vontade expressa da população da cidade.

Diversos estudos demonstram a necessidade de restringir a expansão desordenada da cidade, promovendo a ocupação dos vazios urbanos e melhorando a capacidade de manutenção da



infraestrutura, sustentabilidade e desenvolvimento social. Um desses estudos compara o tamanho da mancha urbana de Palmas com outras cidades com população aproximada:

“... se comparamos as manchas de ocupação urbana de Palmas (com população urbana de 221.742 habitantes) com outras duas cidades de populações urbanas equivalentes e implantadas em sítios predominantemente planos – Imperatriz, no Maranhão (com 234.537 habitantes) e São Carlos, no interior paulista (com 213.061 habitantes) –, perceberemos a superlativa diferença entre Palmas e as demais: **sua mancha urbana se espalha de forma desconexa, descontínua e rarefeita pelo amplo território.**” (ORSI e ASSIS, 2015, p. 93¹)

Este diagnóstico é o mesmo advindo dos relatórios técnicos da revisão do Plano Diretor² e do estudo do programa “Palmas Sustentável”³, da própria Prefeitura de Palmas, e a afirmação de que cidades dispersas têm um custo de urbanização muito superior do que as cidades compactas. Mas contrário a isto temos que, conforme as novas definições de macrozoneamento trazidas na lei, a Macrozona de Ordenamento Controlado aumentou em aproximadamente 80.000.000 m² (oitenta milhões de metros quadrados⁴) o perímetro urbano, com o acréscimo de mais 130.000.000 m² (cento e trinta milhões de metros quadrados⁵) na Macrozona de Ordenamento Condicionado – que também permite diversos usos urbanos.

O plano carece também de uma visão metropolitana, com o devido dimensionamento das decisões refletidas nos municípios do seu entorno. Mais uma vez ignora a existência do Distrito de Luzimangues, no município de Porto Nacional, onde já ocorreu uma grande expansão urbana que tem consequências, positivas e negativas, para a capital.

CONCLUSÃO

Com base no que foi estruturado na Análise Geral apresentada acima e na Tabela Anexa, conclui-se que **existe a necessidade da revisão integral da lei aprovada e sancionada, sob o risco de acarretar, em um futuro próximo, alterações econômicas e sociais relevantes ao conjunto dos cidadãos palmenses, bem como inseguranças graves na aplicação desta lei, da**

¹ ORSI, Giuliano e ASSIS, Giovani. A cidade de Palmas e o projeto do aluno: vestígios da percepção urbana nas ideias de arquitetura. In Palmas – um projeto e múltiplos olhares. Patricia Orfila Barros dos Reis (Org.). Palmas, TO: EDUFT, 2015

² <http://plandiretor.palmas.to.gov.br/>

³ http://www.palmas.to.gov.br/media/doc/16_10_2017_15_13_22.pdf

⁴ 8 mil hectares

⁵ 13 mil hectares



maneira que está posta.

Ratifica-se a necessidade da judicialização para a retomada e aprofundamento da legislação aplicada à revisão do Plano Diretor Participativo de Palmas.

SILENIO MARTINS CAMARGO
PRESIDENTE DO CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO TOCANTINS – CAU-TO
CAU nº A225738



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal, 1988.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001 (Estatuto da Cidade). Regulamenta os artigos de nº 182 e nº 183 da Constituição Federal e estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, v.1, n. 133, Seção 1, p. 1-5, 11 jul. 2001.

BRASIL. **Lei 13.465**, de 11 de julho de 2017. Disponível em: <http://legislacao.planalto.gov.br/legisla/legislacao.nsf/Viw_Identificacao/lei%2013.465-2017?OpenDocument>. Acesso abr. 2018.

CIDADES EMERGENTES E SUSTENTÁVEIS – ICES (BID / CAIXA) **Plano de Ação PALMAS SUSTENTÁVEL**. Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e CAIXA, por meio da Iniciativa de Cidades Emergentes e Sustentáveis (ICES). 2015 Disponível em file:///C:/Users/pc/Downloads/PA-Palmas-Sustentavel_FINAL_low-1.pdf. Acesso em abr. 2018.

HARADA, K. **Direito urbanístico**: Estatuto da Cidade. Plano Diretor Estratégico. São Paulo: Ndj, 2004.

PALMAS. Lei Complementar nº 155, de 28 de dezembro de 2007. Dispõe sobre a política urbana no município de Palmas (Plano Diretor Municipal). **Diário Oficial do Estado do Tocantins**, Palmas, TO, v. 1, n. 2.560, seção 1, p. 182-196, 28 dez. 2007.

_____. **Lei Municipal nº 386**, de 17 de fevereiro de 1993. Dispõe sobre a divisão da Área Urbana da Sede do Município de Palmas em Zonas de Uso e dá outras providências. Disponível em: <<http://legislativo.palmas.to.gov.br/>>. Acesso em abr. 2018.

_____. **Lei Municipal nº 468**, de 06 de janeiro de 1994. Aprova o Plano Diretor Urbanístico de Palmas (PDUP) e dispõe sobre a divisão do solo dos municípios, para fins urbanos. Disponível em: <<http://legislativo.palmas.to.gov.br/>>. Acesso em abr. 2018.

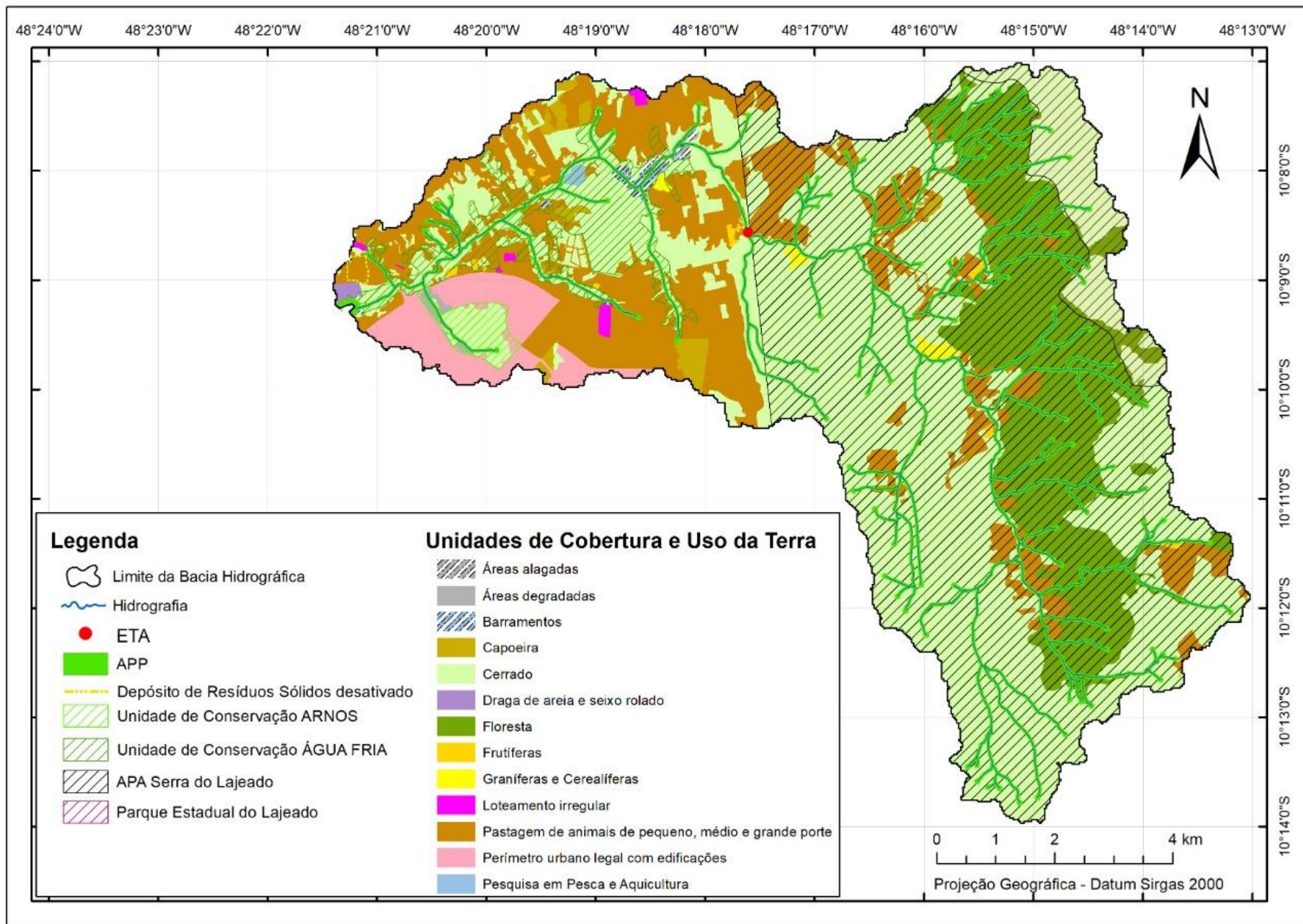
_____. Lei Complementar nº 400, de 02 de abril de 2018. Plano Diretor Participativo do Município de Palmas-TO. **Diário Oficial do Município de Palmas**, Palmas, TO, v. 1, n. 1.969, Suplemento, p. 1-62, 02 abr. 2018.

SANTOS JÚNIOR, O. A.; MONTANDON, D. T. Os **Planos Diretores Municipais pós-Estatuto da Cidade**: balanço crítico e perspectivas. Disponível em: <www.cidades.gov.br/index.php/planejamento-urbano/729-biblioteca.html>. Acesso em abr. 2018.

SÃO PAULO, Prefeitura municipal de São Paulo. **LEI Nº 16.050, DE 31 DE JULHO DE 2014**. Aprova a política de desenvolvimento urbano e o plano diretor estratégico do município de São Paulo e revoga a lei nº 13.430/2002. Disponível em http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/urbanismo/legislacao/plano_diretor/index.php?p=201105. Acesso em abr. 2018.

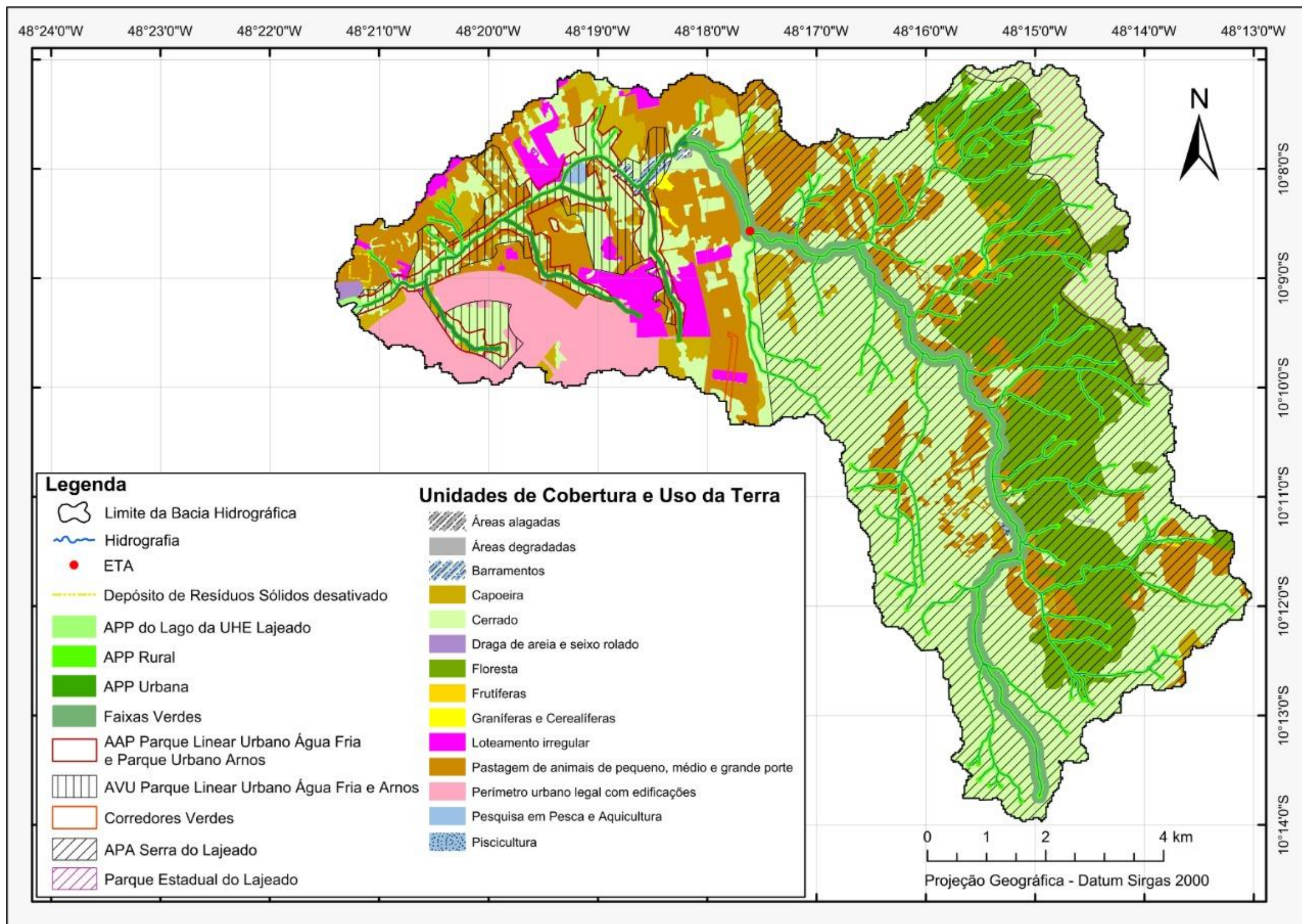
APÊNDICES

Apêndice 1 - Mapa das intercorrências de usos nas áreas ambientais protegidas de 2008















Fonte: Google Earth, SEMARH, CAOMA, PMP, elaborado pela Autora (2019).










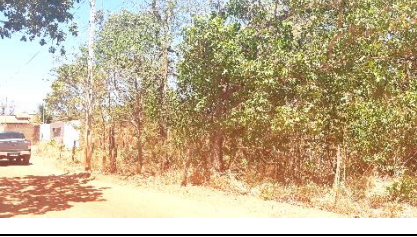


Apêndice 2 - Mapa das intercorrências de usos nas áreas ambientais protegidas de 2018



Fonte: Google Earth, SEMARH, CAOMA, PMP, elaborado pela Autora (2019).

Apêndice 3 - Inventário fotográfico da análise visual em campo dos usos conflitantes nas APPs

Ponto	Imagem <i>Google Earth</i>	Visita em Campo	Uso
1 (798619; 8873251)			Pastagem
2 (801033; 8872517)			Piscicultura
3 (800115; 8875387)			Pastagem
4 (800052; 8876055)			Pastagem
5 (800684; 8876903)			Capoeira
6 (798989; 8877128)			Pastagem

<p>7 (799163; 8878097)</p>			<p>Pastagem</p>
<p>8 (795811; 8879760)</p>			<p>Pastagem</p>
<p>9 (797375; 8877534)</p>			<p>Pastagem</p>
<p>10 (795392; 8875846)</p>			<p>Loteamento Irregular</p>
<p>11 (794714; 8876149)</p>			<p>Loteamento Irregular</p>
<p>12 (793209; 8876804)</p>			<p>Barramento</p>

<p>13 (791774; 8877458)</p>			<p>Pastagem</p>
<p>14 (790551; 8876889)</p>			<p>Loteamento Irregular</p>
<p>15 (789780; 8876392)</p>			<p>Dragas</p>

Fonte: *Google Earth*, SEMARH, CAOMA, PMP, elaborado pela Autora (2019).