

ANÁLISE DAS ÁREAS PROTEGIDAS DA ALTA BACIA DO RIO CALDAS (GO)

Gabrielly Cristiny de Andrade

Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, Brasil

e-mail: gabrielly.andrade@rioverde.go.gov.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9779-0181>

Karla Maria Silva de Faria

Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, Brasil

e-mail: karla_faria@ufg.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9381-932X>

Resumo

As mudanças nas paisagens ao longo das últimas quatro décadas, acompanhadas pelo aumento da demanda por água pelo agronegócio e pela indústria, especialmente no Bioma Cerrado, ocasionaram em aumento da vulnerabilidade das bacias hidrográficas. O Rio Caldas, um dos principais afluentes do Rio Meia Ponte, atualmente abastece parte de Anápolis e do Distrito Agroindustrial da cidade, e será utilizado como nova fonte de abastecimento hídrico da região metropolitana de Goiânia, o que revela a necessidade de estudos diagnósticos e de monitoramento de indicadores de qualidade ambiental. O objetivo foi analisar a situação de conservação das áreas protegidas, no ano de 2022, na alta bacia do Rio Caldas. A caracterização foi feita por meio de análise espacial e quantificação da paisagem por meio de métricas da Paisagem. Realizou-se mapeamento de Uso de Solo utilizando imagem do satélite CBERS 04A e processadas no software QGIS. Os resultados revelam que tanto as áreas de preservação permanente como as reservas legais da alta bacia possuem 80% da extensão com vegetação, porém apresentam usos não previstos pela legislação. Na área de Proteção Ambiental do Caldas a quantidade total de vegetação remanescente foi de 20%, em contraste com as outras modalidades de área protegida.

Palavras-chave: Área de preservação permanente. Reserva legal. Área de proteção ambiental. Uso do solo.

ANALYSIS OF PROTECT AREAS IN THE UPPER BASIN OF CALDAS RIVER (GO)

Abstract

Changes in landscapes over the past four decades, accompanied by increased demand for water by agribusiness and industry, especially in the Cerrado Biome, have led to increased vulnerability of water basins. The Caldas River, one of the main tributaries of the Meia Ponte River, currently supplies water to part of Anápolis and its Agroindustrial District, and will be used as a new water supply source for the metropolitan region of Goiânia, highlighting the necessity for diagnostic studies and monitoring of environmental quality indicator. The aim was to analyze the conservation status of protected areas in the upper basin of the Caldas River in 2022. Characterization was performed through spatial analysis and landscape quantification using Landscape metrics. Land use mapping was carried out using CBERS 04A satellite imagery processed in the QGIS software. The results reveal that both the permanent preservation areas and legal reserves in the upper basin have 80% of their extent covered by vegetation, but they exhibit land uses not prescribed by legislation. In the Caldas Environmental Protection Area, the total amount of remaining vegetation was 20%, contrasting with other types of protected areas.

Keywords: Permanent preservation area. Legal reserve. Environmental protection area. Land use.

INTRODUÇÃO

A Bacia Hidrográfica do Rio Caldas (BHRC) é uma importante fonte de fornecimento de água para Goiás, especialmente para o Distrito Agroindustrial de Anápolis (DAIA). Todavia, relatórios emitidos pela Companhia Saneamento de Goiás (SANEAGO) apontam desafios na conservação ambiental da área.

Diversos planos de racionamento de água foram emitidos pela SANEAGO (2019) ao longo da última década, apresentando como justificativa para tal medida a situação ambiental da bacia, com forte demanda a ações corretivas devido à antropização, degradação do solo e da vegetação ao longo dos corpos hídricos.

Uma maneira de assegurar o abastecimento público e mitigar efeitos da antropização é por meio da proteção da vegetação. Essa proteção deve ocorrer com a conservação da vegetação nativa nas Áreas de Preservação Permanente (APP), Reserva Legal (RL) ou ainda com a criação de Unidades de Conservação (UC). Algumas UCs classificam-se como de Uso Sustentável, como é o caso das Áreas de Proteção Ambiental (APA).

As áreas de proteção podem ser analisadas por meio de diversos recortes espaciais, sendo um deles as bacias hidrográficas. A bacia hidrográfica como ponto de partida para análise permite correlacionar elementos como a água, recursos naturais e as atividades humanas, de modo dinâmico e integrado (SANTOS, 2004).

As demandas crescentes por recursos hídricos originada pelos diversos usos da terra levaram a criação dos Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH), responsáveis por realizar a gestão das unidades. De acordo com a Agência Nacional das Águas, Goiás está dividido em dez CBH, dentre as quais destaca-se o CBH Meia Ponte, que sustenta 40% da população do estado (CBH MEIA PONTE, 2021).

A Bacia Hidrográfica do Rio Caldas faz parte do CBH Meia Ponte. No trabalho realizado por Cruvinel (2016), a autora identificou que a Bacia do Meia Ponte possui alta suscetibilidade à erosão e concluiu que é necessária “atenção imediata do ponto de vista da conservação do solo por parte dos municípios na gestão de suas bacias de mananciais de abastecimento”

Complementando o constatado por Cruvinel (2016), a avaliação de Sousa (2021) constatou para a BHRC que a região da Alta Bacia do Rio Caldas aumentou o grau de vulnerabilidade entre 1998 e 2018. A autora complementa que esse aumento ocorre em decorrência da exploração antrópica na BHRC em áreas com solos mais erodíveis e relevo

propício à prevalência da morfogênese e faz um alerta sobre usos inadequados das áreas protegidas na BHRC.

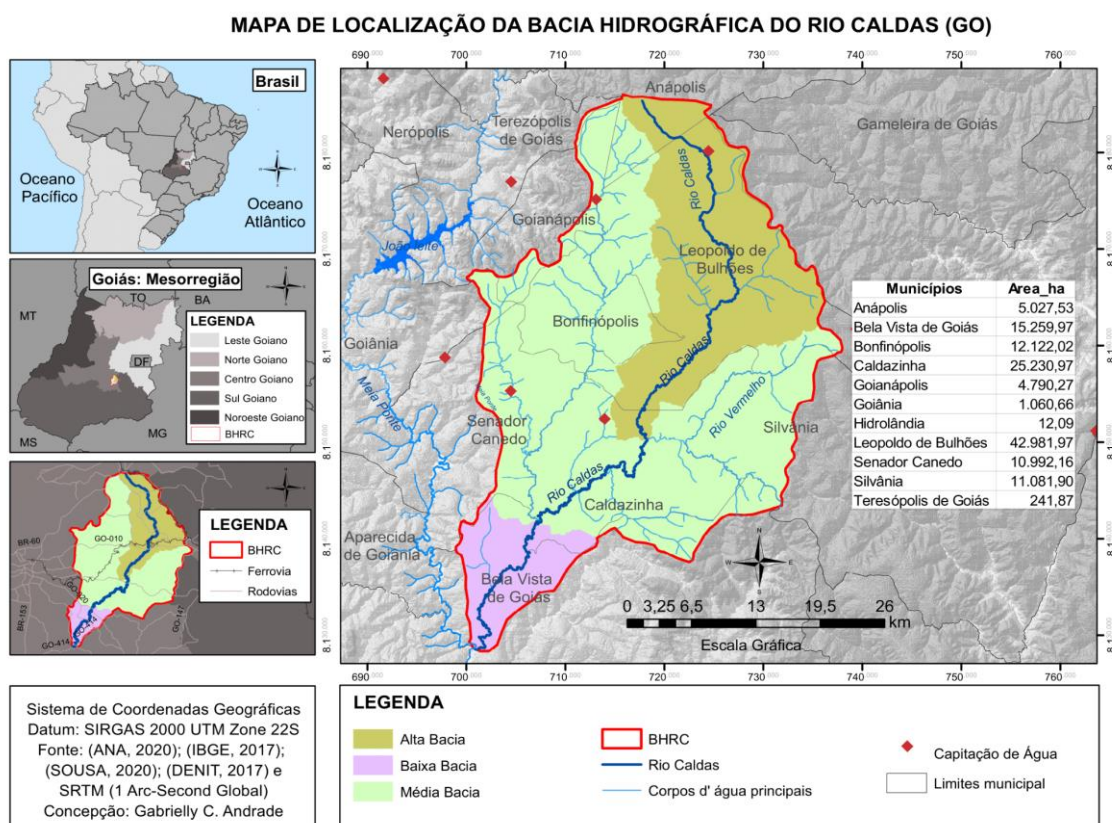
De encontro com os alertas emitidos por autores como Sousa (2021) e Santos (2019) e considerando a importância da conservação do Cerrado como forma de minimizar impactos nos corpos hídricos e assegurar disponibilidade de água, esse trabalho tem como objetivo a caracterização das áreas de APP e RL da Alta Bacia do Rio Caldas e da APA do Caldas, que abrange as nascentes do Rio Caldas.

METODOLOGIA

Área de Pesquisa

Localizada na mesorregião central do estado de Goiás, a BHRC abrange onze municípios (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**) e faz parte do conjunto de sete sub-bacias que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Meio Ponte, sendo o Rio Caldas um dos principais afluentes do Rio Meio Ponte. A BHRC possui cerca de 12.8800 hectares nos quais estão presentes importantes modais de transporte, como a rodovia nacional BR-153 e a ferrovia Centro-Atlântica.

Figura 1 - Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio Caldas.



Elaboração: A autora (2020).

A porção da Alta Bacia situa-se entre as coordenadas -16.395°, -48.983° e -16.723°, -48.964° e foi delimitada por Sousa (2021) com base nos cursos d'água. Na Alta Bacia estão presentes as nascentes do Rio Caldas e é onde ocorre a captação de água do Sistema DAIA.

Nessa área estão incluídos os municípios de Anápolis, Bonfinópolis, Caldazinha, Leopoldo de Bulhões e Silvânia. Cerca de 86% da Alta Bacia está nos limites de Leopoldo de Bulhões e 8% em Anápolis; os outros municípios representam juntos menos de 6%. Estes cinco municípios possuem juntos uma população estimada de 439 mil habitantes para o ano de 2021, que não necessariamente utilizam diretamente das águas do Rio Caldas e afluentes – com exceção de Anápolis (IBGE, 2021).

Enquanto a captação de água para abastecimento de Leopoldo de Bulhões é feito a partir do Rio dos Bois, em Anápolis o Sistema de Abastecimento DAIA fornece água para 44 bairros da cidade, o que corresponde a 16% da população Anapolina ou 63 mil pessoas (ANA, 2010; SANEAGO, 2021).

A quantidade de pessoas utilizando diretamente do Rio Caldas em Anápolis representa um número maior de habitantes do que todos os outros municípios inseridos na alta bacia. O sistema realiza, ainda, o abastecimento de mais de 150 indústrias em Anápolis localizadas no DAIA (CODEGO, 2021).

Dados disponibilizados pela SANEAGO (2021) apresentam que o ponto de captação do Sistema DAIA no Rio Caldas possui vazão de 300 L/s, dos quais metade (150 L/s) foram concedidos pela Companhia de Desenvolvimento Econômico de Goiás (CODEGO) para fornecimento de água urbano por meio da SANEAGO.

Apesar dos investimentos em recuperação do Rio Caldas e dos investimentos nas construções de barragens que armazenam 3 milhões de m³ de água, nos períodos de estiagem de chuva a baixa vazão no rio faz com que seja necessário a utilização do Sistema Piancó, localizado no Ribeirão Piancó, em Anápolis, para abastecimento do município (CODEGO, 2019; CODEGO, 2021).

Localizada no bioma Cerrado, a BHRC está sob domínio do clima tropical com estação seca no inverno e verão quente (Aw) na classificação climática de Köppen-Geiger proposta por Cardoso et al (2014). Dessa forma, é comum que nos períodos entre abril e setembro ocorram rodízios na distribuição de água captada no Rio Caldas.

A Alta Bacia possui características físicas que a distinguem dos outros compartimentos, pois nela estão as maiores altitudes da BRHC, que atingem cerca de

1.160m¹. A declividade também se difere de outras áreas da bacia ao ser composta essencialmente por partes de relevo plano a suave ondulado, com 8% de declividade (SOUSA, 2021).

O mapeamento de solos elaborado pela EMATER (2017) classifica o solo da alta bacia como Latossolo Vermelho Ácrico (55%), seguido por Cambissolo Háplico Distrófico (37%) e em menor quantidade, Latossolo Vermelho Distrófico (4%) e Argissolo (1%). Os Latossolos são descritos por Santos (2018) como evoluídos, profundos, bem drenados e em avançado estado de intemperização dos minerais primários, o que ocasiona em uma intensa utilização destes para agricultura.

Em Anápolis, a APA do Caldas foi oficializada a partir do Decreto Municipal n° 47.888 de 08 de julho de 2022 com objetivo de proteger a diversidade biológica, disciplinar a ocupação humana e assegurar a sustentabilidade. A área delimitada foi classificada como “dotada de atributos abióticos, bióticos e culturais, imprescindíveis para a qualidade de vida e o bem-estar da população” e é administrada pelo Órgão Municipal de Meio Ambiente.

A categoria APA já foi criticada em pesquisas como a elaborada por Silva et al (2020) e Rodrigues e Faria (2019), pois permite múltiplos usos acompanhados de uma gestão ambiental frequentemente ineficiente.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para análise das áreas protegidas da Alta Bacia no ano de 2022 foi realizado o levantamento dos limites da APP, RL e APA e outros *shapefiles* com informações territoriais e da bacia (Quadro 1).

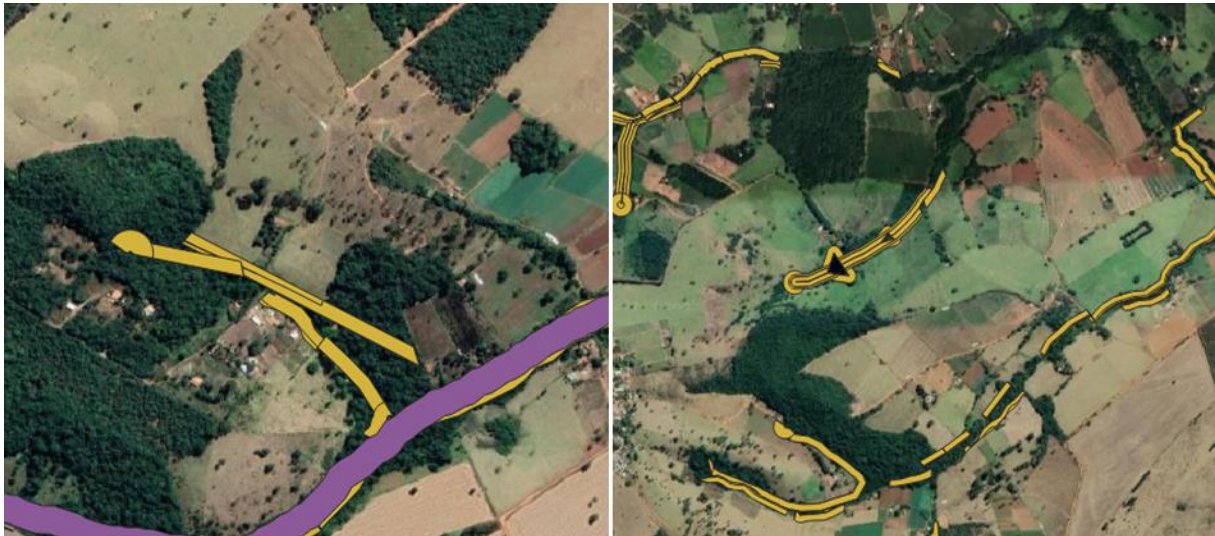
Quadro 1 - Dados utilizados na pesquisa

Dado	Fonte	Tipo	Data
APA	Diário de Anápolis	Coordenadas	2022
APP	fbds	<i>shapefile</i>	2015
APP	CAR	<i>shapefile</i>	s/d
BHRC	SOUSA	<i>shapefile</i>	2021
Imagem de Satélite	INPE	<i>raster</i>	2022
Limites territoriais	IBGE (2022)	<i>shapefile</i>	2022
RL	CAR	<i>shapefile</i>	s/d

Elaboração: A autora (2023).

Para os limites da área de preservação permanente foram utilizadas duas fontes, sendo elas os dados oficiais do CAR e arquivo disponibilizado pela Fundação Brasileira de Desenvolvimento Sustentável. Essa junção ocorreu devido inconsistências nas informações do cadastro (Figura 2), que é autodeclaratório.

Figura 2 - Áreas de APP com inconsistências.



Elaboração: a autora (2023).

Na Figura 2 nota-se grandes falhas nos polígonos declarados no cadastro. As APP, que conforme legislação são contínuas ao longo de cursos hídricos, são apresentadas fragmentadas, sem abranger todo percurso necessário (BRASIL, 2012). De acordo com Freitas et al, (2018) na avaliação dos dados processados relativos à malha fundiária é possível identificar outros problemas do CAR, como os polígonos duplicados e as camadas sobrepostas.

Em casos como o desta pesquisa, no qual foi necessário apenas o limite da APP e da RL, é possível contornar os problemas de sobreposição por meio do processamento dos dados em ambiente GIS. Funções como *dissolve* são capazes de eliminar limites que posteriormente podem ser unidos em outras bases de dados, gerando uma informação contínua.

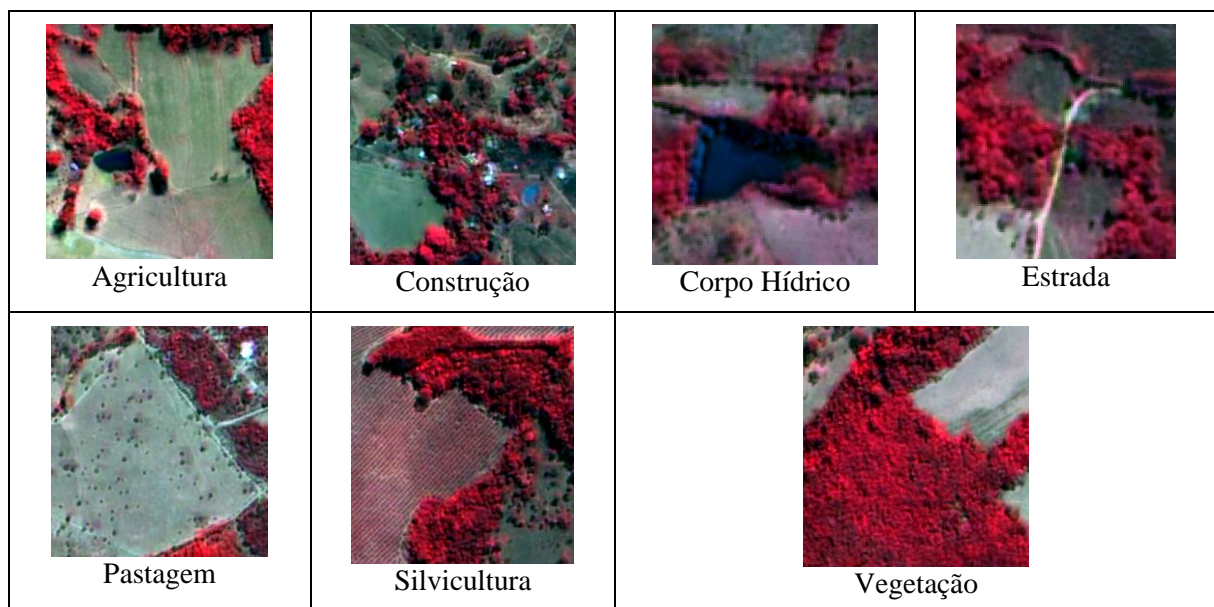
O mapeamento do uso e cobertura foi elaborado a partir da imagem captada pelo satélite CBERS 04A, no dia 23-07-2022, com a Câmera Multiespectral e Pancromática de Ampla Varredura (WPM) e nível 4 de processamento. O processamento da imagem inclui a

fusão das bandas *NIR*, *Red* e *Green* com a pancromática seguida pela segmentação e refinamento pelo software QGis.

A banda do infravermelho próximo (NIR) é amplamente utilizada em pesquisas por favorecer a identificação de distintas fitofisionomias e a composição feita a partir das imagens do satélite CBERS foi utilizada por Ribeiro (2021) para avaliação das APP do Distrito Federal.

Foram vetorizadas sete classes para a APP e RL, sendo: agricultura, construção, corpo hídrico, estrada, pastagem, silvicultura e vegetação. A APA possui seis classes, distinguindo-se pela ausência da delimitação da estrada. As feições foram selecionadas considerando atributos como textura, cor e forma e os exemplos estão disponíveis no *Quadro 2*.

Quadro 2 - Exemplo de amostra coletada para cada classe mapeada



Elaboração: A autora (2023).

A vetorização ocorreu pelo módulo GRASS no QGis versão 3.22.8. Por meio da função *i.segment* nos valores 0,4 de diferença; mínimo de 5 células por segmento e máximo de 15 interações, a imagem foi segmentada e posteriormente treinada através do algoritmo *TrainVectorClassifier*, disponível no Qgis nas ferramentas do OrfeoToolBox.

Após a vetorização da imagem, os dados obtidos foram refinados utilizando técnicas de geoprocessamento para simplificar limites, reduzir o número de vértices e mesclar polígonos menores do que 0,05 ha. Dessa forma ocorre uma redução no número de polígonos classificados erroneamente pelo algoritmo.

A partir da segmentação das imagens e classificação do uso e cobertura da terra, foram extraídas as estatísticas de *class area* (CA), *number of patches* (NP) e *Percentage of Landscape* (PLAND). Essas métricas podem ser obtidas diretamente pelo QGIS e juntas fornecem um panorama acerca da configuração da paisagem. Conforme definido por McGarigal et al (2012):

- CA corresponde à soma total dos fragmentos de uma classe em hectare;
- NP representa a quantidade total de cada fragmento;
- PLAND é a divisão da área da classe pela área total, em hectare.

A imagem de satélite também foi utilizada como fonte para identificação de barramentos artificiais ao longo das APP da Alta Bacia. As águas do Rio Caldas são altamente demandadas para irrigação e abastecimento em área rural e urbana e dessa forma, localizar os pontos de captação vem como aporte para análise de uso da terra.

A partir dos dados obtidos com a vetorização da imagem de satélite, foram geradas estatísticas e mapas essenciais para a análise final.

CONTRIBUIÇÃO DA GEOECOLOGIA DA PAISAGEM PARA ANÁLISE DAS ÁREAS PROTEGIDAS

O entendimento das relações espaciais entre fragmentos, das interações e das mudanças estruturais de uma paisagem, são objetos de estudo da Geoecologia da Paisagem. As pesquisas em geoecologia da paisagem remetem aos estudos sobre a paisagem, que pode ser organizado historicamente em seis momentos e originaram-se no século XIX a partir da análise da interação dos fenômenos naturais (RODRIGUEZ et al, 2017).

Foi no século XIX que Dokuchaev estruturou os fundamentos da Geoecologia ao analisar o uso da natureza tomando como base o ser humano e a sociedade, associando questões ambientais e socioeconômicas. Na primeira metade do século XX, Karl Troll propõe a criação da Geoecologia da Paisagem, considerando “as paisagens naturais como formações derivadas da inter-relação entre os seres vivos e seu ambiente” (RODRIGUEZ et al, 2017).

Com o desenvolvimento da ciência, ocorreu a distinção entre geoecologia e ecologia da paisagem. Para Metzger (2001), na abordagem geográfica o foco é a influência do homem sobre a paisagem e na ecológica é o contexto espacial sobre os processos ecológicos e conservação biológica. A proposta do autor para promover uma integração entre as ciências assume paisagem como:

ANÁLISE DAS ÁREAS PROTEGIDAS DA ALTA BACIA DO RIO CALDAS (GO)

Gabrielly Cristiny de Andrade, Karla Maria Silva de Faria

Mosaico heterogêneo formado por unidades interativas, sendo esta heterogeneidade existente para pelo menos um fator, segundo um observador e numa determinada escala de observação. Uma paisagem pode se apresentar sob forma de mosaico, contendo manchas, corredores e matriz, ou sob forma de gradiente (METZGER, 2001, p. 8).

Uma forma de fazer avaliações da paisagem é por meio das métricas. As métricas de paisagem surgiram nos anos de 1980 influenciado pela modelagem e análise espacial a partir de imagens de satélite, possibilitando geoestatísticas e quantificações da paisagem (METZGER, 2001). Esses índices permitem avaliar geometria, configuração espacial e agrupamento de informações na paisagem com precisão por meio de dados espaciais (LANG, BLASCHKE, 2009).

Partindo da compreensão da paisagem como heterogênea, ela está dividida em três distintos elementos: manchas, corredores e matrizes. As manchas são áreas homogêneas com extensão espacial reduzida e distinta do entorno. Corredores são áreas lineares que conectam fragmentos. Matriz é a unidade dominante, com maior grau de conexão (METZGER, 2001).

Áreas de Preservação Permanente se enquadram como corredores e a reserva legal, quando preservadas, são consideradas manchas. Ambas foram criadas pelo Código Florestal Brasileiro, com características apresentadas a seguir.

O Brasil possui longa tradição no desenvolvimento de legislações que visam preservar e conservar a biodiversidade do país (

Quadro 3). Em especial sobre a proteção das florestas brasileiras, merecem destaque os Códigos Florestais de 1965 e posteriormente o de 2012, nos quais foram definidos os parâmetros para proteções ao longo de cursos d'água, nascentes e morros por meio da área de preservação permanente, da reserva legal e de outros instrumentos.

Quadro 3 - síntese das legislações ambientais no Brasil.

Legislação ambiental	Objetivo
Lei 4.771 de 15 de setembro de 1965	Institui o Código Florestal Brasileiro.
Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981	Dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental.
Lei 6.938 de 31 de agosto de 1981	Dispõe sobre a Política nacional de meio ambiente e cria o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).
Constituição da República Federativa do Brasil de 1988	Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso

ANÁLISE DAS ÁREAS PROTEGIDAS DA ALTA BACIA DO RIO CALDAS (GO)

Gabrielly Cristiny de Andrade, Karla Maria Silva de Faria

	comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida.
Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000	Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC).
Lei 12.651, de 25 de maio de 2012	Também conhecida como Novo Código Florestal Brasileiro, dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.

Elaboração: a autora (2023).

Além do apresentado no

Quadro 3, pode-se citar também como marcos da política ambiental brasileira a criação de autarquias como o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA) e o Instituto Chico Mendes de Biodiversidade (ICMBio), ambos vinculados ao Ministério do Meio Ambiente (MMA).

Duas legislações são importantes para realização da análise da paisagem neste trabalho, sendo elas a Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000 e a Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. A primeira regulamenta as Áreas de Proteção Ambiental, enquanto a segunda estabelece as condições para as Áreas de Preservação Permanente e as Reservas Legais.

As áreas de proteção ambiental foram instituídas a partir da lei de 2000 que dispõe sobre a criação do SNUC. Elas fazem parte do grupo de Unidades de Uso Sustentável juntamente com a Floresta Nacional, a Reserva Extrativista, a Reserva de Fauna, a Reserva de Desenvolvimento Sustentável e a Reserva Particular do Patrimônio Natural (Brasil, 2000).

Conforme descrito no Artigo 15, a APA é uma área com “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” (Brasil, 2000). É composta por áreas públicas e privadas e não necessitam de zona de amortecimento.

A reserva legal é entendida como uma área localizada no interior de uma propriedade e tem como função assegurar a sustentabilidade, conservar a biodiversidade e servir como abrigo. A porcentagem destinada para reserva muda conforme o bioma, sendo 35% para o cerrado, podendo chegar a 80% na Amazônia Legal. O artigo 17 do Código Florestal dispõe

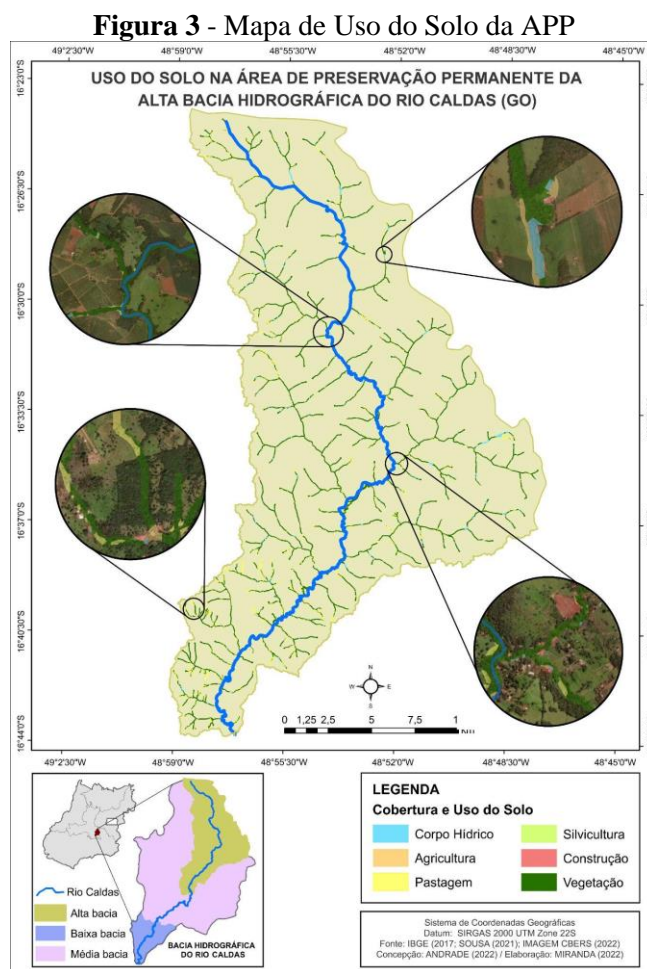
que a reserva legal deve ser conversada com cobertura de vegetação nativa, podendo ser utilizada caso não seja descaracterizada (BRASIL, 2012).

As áreas de preservação permanente são protegidas, sem necessariamente possuírem vegetação nativa e encontram-se principalmente ao longo de corpos hídricos e suas dimensões são definidas conforme a dimensão dos corpos hídricos (BRASIL, 2012). A APP cumpre uma função vital na qualidade dos rios e nascentes ao proteger de impactos como alteração do fluxo de energia e matéria, da temperatura e da química das águas (CALLISTO et al, 2019).

Uma possibilidade para acompanhamento das APP e RL é por meio do cadastro ambiental rural (CAR). O CAR surge com o Código Florestal de 2012 e suas normas foram estabelecidas pelo decreto nº 7.830 de 17 de outubro de 2012. O objetivo do cadastro foi registrar informações ambientais das propriedades para serem utilizadas em monitoramento, planejamento e combate ao desmatamento (Brasil, 2012). Os dados enviados para o cadastro ambiental rural estão disponíveis virtualmente no Sistema de Cadastro Ambiental Rural (Sicar), que apresenta algumas limitações, conforme exposto anteriormente na metodologia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise das áreas de preservação permanente, reserva legal e área de proteção ambiental do Caldas no ano de 2022 (Figura 3) indica a presença de outros usos além da cobertura por remanescentes de cerrado.



Elaboração: a autora (2023).

Verificou-se a presença de pastagens ao longo de toda APP da Alta Bacia, porém observa-se a maior concentração de polígonos na porção sul do compartimento, cerca de metade dos 347 polígonos mapeados na métrica NP, nos limites de Leopoldo de Bulhões com Bonfinópolis. Os dados sobre pastagem e outras classes e suas respectivas métricas estão dispostas a seguir na

Tabela 1.

Tabela 1 - Métricas para APP.

CLASSE	CA (ha)	NP	PLAND
Agricultura	58,43	347	2,08%
Construção	7,95	82	0,28%
Corpo Hídrico	116,32	432	4,1%
Estrada	13,99	100	0,50%

ANÁLISE DAS ÁREAS PROTEGIDAS DA ALTA BACIA DO RIO CALDAS (GO)

Gabrielly Cristiny de Andrade, Karla Maria Silva de Faria

Pastagem	321,24	1039	11%
Silvicultura	1,46	6	0,05%
Vegetação	2277,63	380	81,43%
Total	2797,02	2386	100%

Elaboração: a autora (2023).

Diferente da classe pastagem, a agricultura concentra-se na porção leste, nos limites com o município de Silvânia. Em números, essa detecção representou 190 dos 347 *patches* presentes na métrica NP. Conforme apresentado por Sousa (2021), Silvânia possui uns dos maiores produto interno bruto *per capita* (PIB *per capita*) e as maiores quantidades de extensão colhida de milho e soja entre os municípios que compõem a BHRC, o que justifica a maior quantidade de polígonos na APP mapeadas como agricultura.

Na análise do uso do solo para Silvânia entre os anos de 1985 e 2018, Soares et al (2019) constatou que ocorreu uma conversão de áreas de pastagem para agricultura no município, acompanhando o panorama nacional em decorrência da maior facilidade de conversão entre os usos e maior lucro na atividade agrícola.

A classe corpo hídrico corresponde a 116 hectares e representa reservatórios artificiais ou partes nas quais não ocorreu formação de galeria pelas árvores e dessa forma foi possível visualizar o curso d'água.

A quantificação dos reservatórios artificiais presentes na APP da Alta Bacia do Rio Caldas, aponta a existência de 452 barramentos artificiais de distintos tamanhos ao longo da extensão do corpo hídrico. Conforme o mapeamento realizado por Sousa (2021), a quantidade de barramentos não apresentou grande aumento ao longo das décadas, o que pode servir como indicativo de que esses reservatórios já são utilizados por muito tempo. Dado a possibilidade do aproveitamento do Rio Caldas como fonte de abastecimento para a Região Metropolitana de Goiânia (BARROS; MENEZES, 2010), é essencial o acompanhamento da situação dessas barragens.

Cabe ressaltar que o número de reservatórios identificados foi maior do que o total de polígonos da métrica, pois no processo de refinamento dos dados, os polígonos menores que 0,05 ha foram mesclados.

A métrica PLAND para a classe de vegetação indicou que 81% da área possui cobertura de vegetação nativa. A Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012, prevê continuidade de outros usos em APP caso as atividades foram consolidadas antes de 2008. Santos et al

(2019) constatou a existência de desmatamentos após 2008, sendo a áreas destinadas especialmente para pastoreio animal, que corresponde concomitantemente ao maior uso antrópico mapeado para a Alta Bacia. A ocupação irregular na BHRC é um problema antigo que ainda não foi solucionado (SANTOS et al, 2019).

Na métrica NP para a APP quantificou 380 fragmentos de vegetação, dos quais 123 possuem menos de 1 ha e o tamanho médio para a classe foi de 5,9 ha. Na análise de paisagem, quanto menor a quantidade de fragmentos ou menor a distância entre as feições, maior a conectividade da vegetação e melhores são os indicativos de qualidade ambiental (AQUINO, MIRANDA, 2008).

Para reserva legal foi verificado que 80% das áreas são compostas por vegetação, valor próximo ao obtido pela APP em termos de porcentagem, mas devido à maior quantidade em área total de reserva, a métrica CA foi de 4800 ha. A área da classe e outras métricas obtidas estão dispostas na Tabela 2.

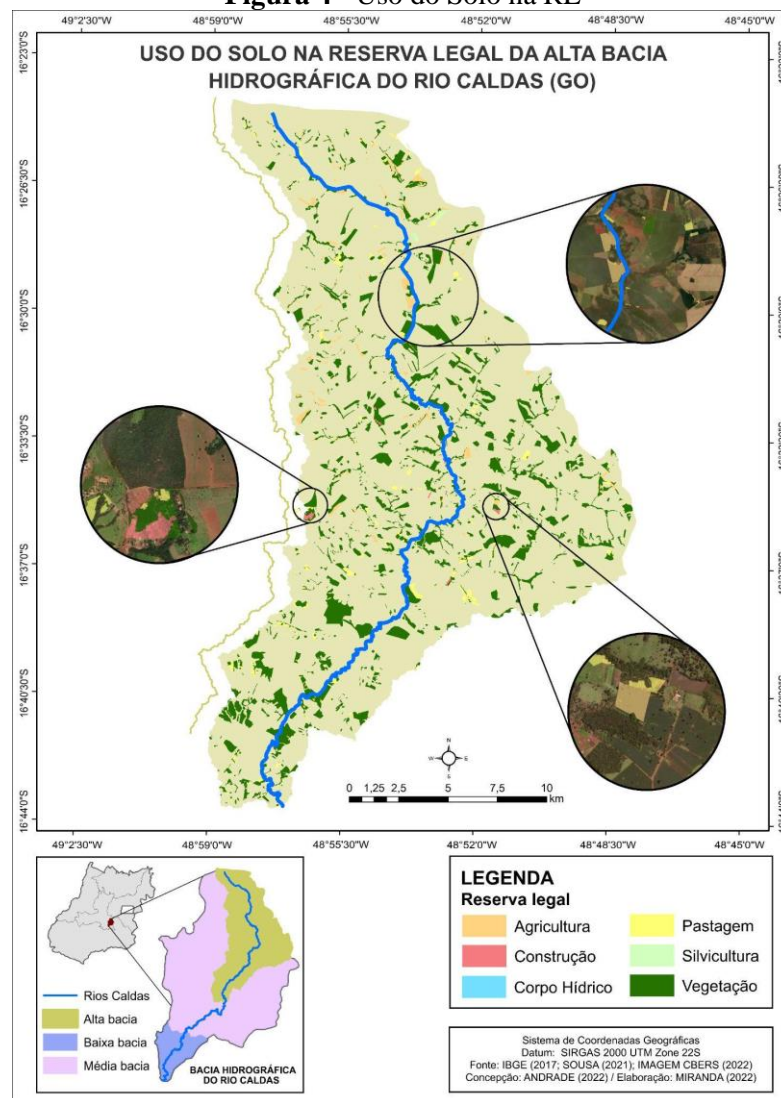
Tabela 2 - Métricas para RL.

CLASSE	CA (ha)	NP	PLAND
Agricultura	525,69	307	8,78%
Construção	39,67	53	0,66%
Corpo Hídrico	9,65	59	0,16%
Estrada	8,31	31	0,13%
Pastagem	536,45	522	8,96%
Silvicultura	26,17	7	0,43%
Vegetação	4834,83	1280	80,83%
Total	5980,77	2259	100%

Elaboração: a autora (2023).

Verificou-se que o tamanho médio da classe foi expressivamente menor em relação a APP, cerca de 3,7 ha, justificado pela diferença na forma entre as duas áreas de proteção. A representação visual das classes de uso para a RL está disponível na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Figura 4 - Uso do Solo na RL



Fonte: a autora (2022).

De acordo com a legislação, a reserva legal apresenta-se no cerrado como uma porção de 35% do imóvel que é destinada à manutenção da vegetação nativa. De acordo com o artigo 14, a RL deveria situar-se em uma localização que permitisse a “formação de corredores ecológicos com outra Reserva Legal, com Área de Preservação Permanente, com Unidade de Conservação ou com outra área legalmente protegida” (BRASIL, 2012), porém ao consultar os dados disponíveis no Sicar com imagem de satélite, é possível constatar que algumas reservas estão declaradas sem possuir nenhum remanescente de vegetação (

Figura 5).

Figura 5 - Exemplo de RL declarada sem remanescente de vegetação. Coordenadas: -48.895474,-16.542055



Elaboração: a autora (2023). Fonte: CBERS (2022).

A métrica CA aponta que cerca de 525 ha e 536 ha das áreas de reserva foram mapeadas respectivamente com usos destinados para agricultura e pastagem. Para a RL, são permitidas atividades que não descaracterizem a cobertura vegetal, mantenha diversidade e favoreçam a regeneração (BRASIL, 2012), portanto a situação constatada na alta bacia está irregular.

Ribeiro e Lima (2019) distinguem a RL e a APP pela possibilidade de exploração da primeira. Mas, apesar da possibilidade de desenvolvimento de atividades econômicas na RL, o cultivo de monoculturas e o pastoreio animal exercem grande impacto nas funções ecológicas. Para Aquino e Miranda (2008), características inerentes a essas práticas como o uso de agrotóxicos farão com que os fragmentos de vegetação não sejam capazes de assegurar a existência de espécies, criará um ambiente de competição por recursos, aumentará as áreas de bordas entre outros danos.

Para a classe silvicultura, o NP coincide com a quantidade de polígonos de RL identificados com esse tipo de uso por estarem destinados em sua totalidade para a atividade (Figura 6). Florestas plantadas estão presentes ao longo de toda BHRC e aumentaram expressivamente ao longo dos últimos quarenta anos. De acordo com Sousa (2021), no ano de 1985 foram identificadas 2,52 ha de silvicultura, que evoluíram para 1.559,43 ha em 2018. Em Goiás de forma geral, o avanço de áreas com floresta plantada ocorre em decorrência do

aumento da demanda para produção de papel e principalmente para produção de energia por meio do carvão (CABRAL et al, 2019).

Figura 6 - Exemplo de polígono de RL com silvicultura. Coordenadas: -48.880051,-16.448278.



Elaboração: a autora (2023). Fonte: CBERS (2022).

Para a APA do Caldas, resultados indicam que apenas 23% da sua extensão está coberta com remanescentes de vegetação, divididos ao longo de 63 fragmentos com uma extensão média de 18 há (Tabela 3). A maior área com remanescente de vegetação mapeada tem 467 ha, está na porção oeste da bacia e corresponde a um corredor composto por APP e RL conectadas.

Tabela 3 - métricas para APA do Caldas

CLASSE	CA (ha)	NP	PLAND
Agricultura	2118,51	1862	42,26%
Construção	573,72	32	11,44%
Corpo Hídrico	20,44	21	0,40%
Pastagem	1005,73	50	20,06%
Silvicultura	126,26	70	2,5%
Vegetação	1167,77	63	23,29%
Total	5012,43	2098	100%

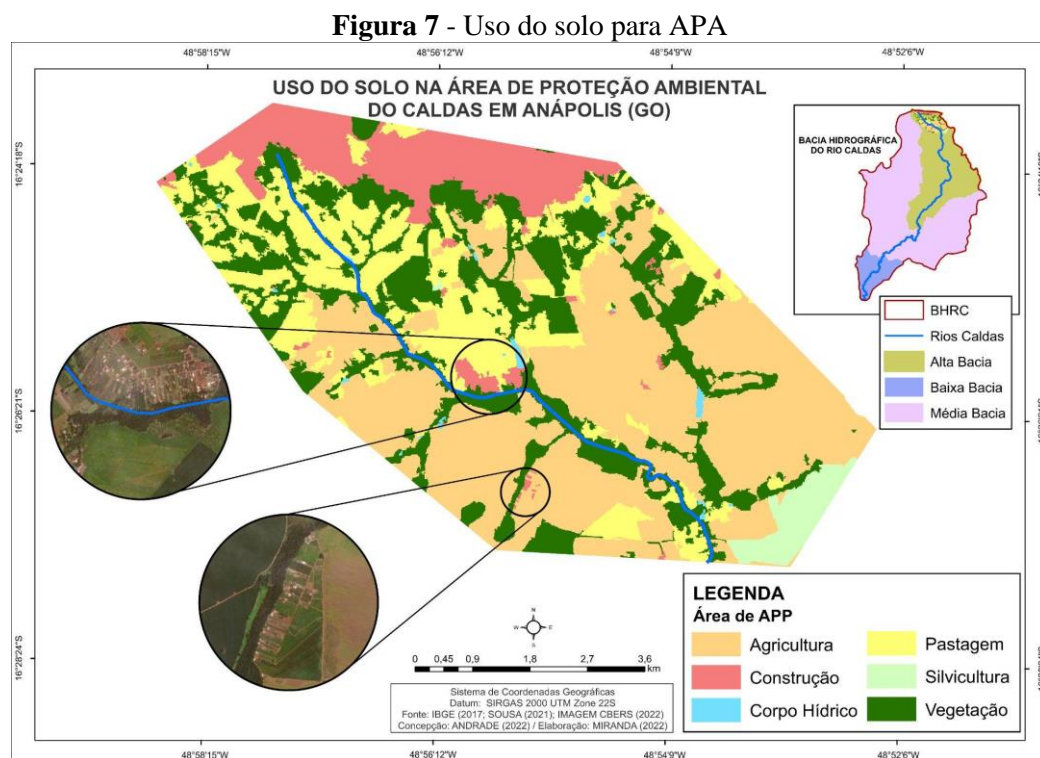
ANÁLISE DAS ÁREAS PROTEGIDAS DA ALTA BACIA DO RIO CALDAS (GO)

Gabrielly Cristiny de Andrade, Karla Maria Silva de Faria

Elaboração: a autora (2023).

Estando restrita territorialmente à Anápolis, a porção norte da APA abrange uma porção do município que corresponde ao Distrito Agroindustrial de Anápolis (DAIA), além de possuir outros polígonos nos quais foram identificadas construções. Em números, 573 ha de área construída foram mapeados, o equivalente a 11% da APA. Por possuir uma legislação mais flexível, é possível que ocorra atividade industrial dentro do limite da APA.

Os resultados para métricas CA e PLAND demonstram que 62% da APA é composta por atividades agropastoris, sendo um reflexo das mudanças que ocorreram historicamente no município. É possível observar a predominância das classes antrópicas na Figura 7.



Elaboração: a autora (2022).

Anápolis é um dos primeiros municípios da BHRC ocupados pela corrida do ouro em Goiás e posteriormente ganhou grande destaque com a chegada da ferrovia, tornando-se símbolo de modernidade e grande centro comercial. Por meio da ferrovia, a região passou por grande transformação na paisagem, intensificando a exploração do solo que antes estava concentrada no sudeste de Goiás (CASTILHO, 2012).

A partir das diversas feições identificadas pelo mapeamento, é necessário avaliar a efetividade da APA do Caldas no seu objetivo principal de “proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais” (BRASIL, 2000).

Para Aquino e Miranda (2008), no Cerrado não é mais possível criar reservas com tamanho suficiente para espécies que exijam maiores espaços para sobrevivência. Para os autores, a eficácia de uma área protegida depende da possibilidade que ela ofereça para manutenção de populações vivas em um ambiente equilibrado com as matrizes.

Especialmente os grandes fragmentos de vegetação mapeados por Sousa (2021) demandam atenção por terem grande importância para segurança hídrica da região, evitando usos indevidos que comprometam as funções da vegetação.

Sendo a qualidade e a disponibilidade hídrica das águas do Rio Calda essenciais para atividades industriais, agropecuárias, abastecimento e outras aplicações identificados na bacia, os resultados obtidos vão na contramão do cenário ideal de preservação (SOUSA, 2019). A supressão vegetal e outras interferências refletem na bacia por meio da impermeabilização do solo e consequente recarga ineficiente do freático, reduzindo a disponibilidade hídrica de forma geral, cenário observado para BHRC (CRUVINEL, 2016).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise para as áreas protegidas da Alta Bacia do Rio Caldas, os resultados obtidos nesta pesquisa levam à compreensão de que a área de proteção permanente e a reserva legal possuem em grande parte remanescentes de cerrado, porém estes estão desconectados, o que interfere na formação de corredores ecológicos como proposto pelo Código Florestal para as APP.

Por outro lado, a Área de Proteção Ambiental do Caldas apresenta baixo grau de preservação em decorrência do processo histórico da ocupação de Anápolis e devido às características possibilitadas para o grupo de Unidades de Uso Sustentável.

Os dados de Reserva Legal declarados no Cadastro Ambiental Rural precisam ser utilizados com certos cuidados. Além das camadas sobrepostas, o que pode aumentar os valores finais nos cálculos, dentre outros problemas, constatou-se áreas declaradas sem nenhum tipo de vegetação.

Apesar da presença de vegetação, é necessário a avaliação da qualidade ambiental por meio de outros índices. Estando as áreas de APP e de RL inseridas em matrizes antropizadas, com usos destinados para agropecuária, a disponibilidade de recursos hídricos é diretamente afetada, já sendo constatados os danos por meio dos recorrentes racionamentos de água na região no período de seca.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Atlas Brasil**: abastecimento urbano de água, resultados por estado. Brasília: Engecorps/ Cobrape, 2010.

ANÁPOLIS. **Decreto Municipal nº 47.888 de 08 de julho de 2022**. Disponível em: <<https://diario.anapolis.go.gov.br/dowebans/page/diarioOficial.jsf>>. Acesso em: 13/12/2022.

AQUINO, F. G.; MIRANDA, H. B. M. **Consequências ambientais da fragmentação de habitats no Cerrado**. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. Cerrado: ecologia e flora. Planaltina: Embrapa-CPAC, 2008. p.385-398.

BARROS V. F. A; MENEZES J.E. A Utilização do método de Holt-Winters na estimação do consumo de água na grande Goiânia para as próximas décadas. In: **SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO**, 4, 2010, Inhumas, Goiás. 4 p.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm>. Acesso em: 10/12/2022.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em: 10/12/2022.

BRASIL. **Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012**. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12727.htm>. Acesso em: 10/12/2022.

CABRAL, E. G.; BARREIRA, S.; FERREIRA, M. E.; ARAÚJO, L. G. de O. A silvicultura do eucalipto no estado de Goiás: um registro histórico via sensoriamento remoto. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 39, n. 1, 2019.

CALLISTO, M.; MACEDO, D.; CASTRO, D.; ALVES, C. **Bases Conceituais para Conservação e Manejo de Bacias Hidrográficas**. Companhia Energética de Minas Gerais. Belo Horizonte: Cemig, 2019.

CARRÃO, H.; CAETANO, M.; NEVES, N. LANDIC: Cálculo de indicadores de paisagem em ambiente SIG. In: Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica - ESIG 2001, 6,

Oeiras, Portugal, 28-30 nov., 2001. **Anais**. Lisboa: Associação dos Utilizadores de Sistemas de Informação Geográfica - USIG, 2001.

CASTILHO, D. Estado e rede de transportes em Goiás-Brasil (1889-1950). **Scripta Nova**. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales, vol. XVI, nº 418, 2012.

CBH MEIA PONTE. **Características**. Disponível em

<https://cbhmeiaponte.meioambiente.go.gov.br/?page_id=38>. Acesso em: 15/12/2022.

ODEGO. **CODEGO desenvolve ações para recuperar o Rio Caldas, em Anápolis**. 2019.

Disponível em <<https://www.codego.com.br/codego-desenvolve-acoes-para-recuperar-o-rio-caldas-em-anapolis/>>. Acesso em 21/12/2022.

CODEGO. **Governo de Goiás investe mais de R\$ 70 milhões no Distrito Agroindustrial de Anápolis (Daia), que completa 45 anos**. 2021. Disponível em:

<<https://www.codego.com.br/governo-de-goias-investe-mais-de-r-70-milhoes-no-distrito-agroindustrial-de-anapolis-daia-que-completa-45-anos/>>. Acesso em 21/12/2022.

CRUVINEL, K. A.S.. **Avaliação da Variabilidade de Qualidade Ambiental de Bacias de Mananciais de Abastecimento Público com a Aplicação de um Índice para o Estado de Goiás**. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais), Universidade Federal de Goiás, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Goiânia, 2016.

FREITAS, F. L. M.; GUIDOTTI, V.; SPAROVEK, G.; HAMAMURA, C.: Malha fundiária do Brasil, v.1812. In: **Atlas - A Geografia da Agropecuária Brasileira**, 2018.

IBGE. **Estimativas da população residente para os municípios e para as unidades da federação IBGE**. 2021. Disponível em:

<<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=resultados>>. Acesso em: 20/12/ 2022

LANG, S.; BLASHKE, T. **Análise da Paisagem com SIG**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

MCGARIGAL, K., CUSHMAN, S.; ENE, E.. **FRAGSTATS v4: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous Maps**. 2012. Disponível em:

<http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>. Acesso em: 21/12/2020.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica**, Campinas, n. 1, v.1, p.1-9, 2011.

RIBEIRO, A.; LIMA, F. **Código Florestal brasileiro: áreas de preservação permanente, reserva legal e cadastro ambiental rural**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Direito). Faculdade de Direito, UniEvangélica, 2019.

RIBEIRO, V. C. **Uso De Imagens Wpm/Cbers 04A para Análise da Situação das Áreas de Preservação Permanente no Distrito Federal**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais), Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais, Universidade de Brasília, Brasília, 2021.

RODRIGUES, D. L.; FARIA, K. M. S. Unidades de Conservação de Uso Sustentável Regulam o Uso do Solo? O caso da APA das Nascentes do Rio Vermelho (GO). In: **XVIII**

Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Ceará, 11-15 jun. Anais. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2019.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTE, A. P. B. **Geocologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza: Edições UFC, 2017. SANEAGO. **Plano de Racionamento de Anápolis - 2019**. Disponível em: <https://www.saneago.com.br/racionamento/Plano_Racionamento_anapolis_2019.pdf>. Acesso em: 10/12/2022.

SANEAGO. **Conheça os sistemas de abastecimento do município Anápolis/GO**. Disponível em: <<https://tratamentodeagua.com.br/saneago-conheca-sistemas-abastecimento-atendem-municipio-anapolis-go/>>. 2021. Acesso em: 20/12/ 2022

SANTOS, H. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5 ed. Brasília: Embrapa, 2018.

SANTOS, L. A. C.; VIEIRA, L. M. F.; MARTINS, P. T. DE A. FERREIRA, A. A. Conflitos de Uso e Cobertura do Solo para o Período de 1985 a 2017 na Bacia Hidrográfica do Rio Caldas-GO. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 8, n. 2, p. 189-211, 2019.

SILVA, M. S. F; ANUNCIACÃO, V. S.; ARAÚJO, H. M. Criação e gestão ambiental de Áreas de Proteção Ambiental: entre atores, interesses, usos, conflitos e o dilema da conservação nos biomas brasileiros Mata Atlântica e Cerrado. **Terra Plural**, Ponta Grossa, v.14, p.1-26, 2020.

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

SOARES, M.; ALMEIDA, L.; SILVA, V.; RAMOS, H. Mapeamento de pastagens convertidas para agricultura no município de Silvânia-GO. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, Paraíba, v. 4, p.1-5, 2019. In: XV Semana da Agronomia, Paraíba, 07-10 out. **Anais**. Paraíba: Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, 2019.

SOUSA, A. C. R. C. **Análise Geoecológica como Subsídio ao Planejamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Caldas - GO**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais), Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2021.

SOUSA, A. C. R. C.; OLIVEIRA, I. S. ; MACHADO; L. F. C. **Caracterização da Paisagem da Bacia Hidrográfica do Rio Caldas/GO: Mapeamentos, fotografias e análise da paisagem**. Novas Edições Acadêmicas, 2019.

SOUSA, K. **Cobertura vegetal, áreas de preservação permanente e reserva legal na região hidrográfica Rio das Almas: Foz Rio São Patrício / Rio do Peixe: microrregião de Ceres (Go), em 2008 e 2016**. Dissertação (Mestrado em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente), Programa de pós-graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente, UniEvangélica, 2018.

ANÁLISE DAS ÁREAS PROTEGIDAS DA ALTA BACIA DO RIO CALDAS (GO)

Gabrielly Cristiny de Andrade, Karla Maria Silva de Faria

Recebido em: 30/05/2024

Aprovado em: 31/07/2024

Publicado em: 26/08/2024

ANÁLISE DAS ÁREAS PROTEGIDAS DA ALTA BACIA DO RIO CALDAS (GO)

Gabrielly Cristiny de Andrade, Karla Maria Silva de Faria