

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS – UEG
CÂMPUS CORA CORALINA – SEDE: CIDADE DE GOIÁS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – PPGEO

CECÍLIA SERRA MACEDO

**CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL E ESCOAMENTO SUPERFICIAL
DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO CORUMBÁ (GO-DF)**

CIDADE DE GOIÁS

2024

CECÍLIA SERRA MACEDO

**CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL E ESCOAMENTO SUPERFICIAL
DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO CORUMBÁ (GO-DF)**

Dissertação apresentada ao Programa de pesquisa e Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Geografia/PPGEO, da Universidade Estadual de Goiás – Campus Cora Coralina, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Geografia.

Área de Concentração: Estudos Ambientais e Territoriais do Cerrado

Linha de Pesquisa: Análise Ambiental do Cerrado

Orientador: Prof. Dr. Patrick Thomaz de Aquino Martins

Cidade de Goiás

2024



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

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

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

Dados do autor (a)

Nome completo: Cecília Serra Macedo

Email: ceciliaserrageo@gmail.com

Dados do trabalho

Título: CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL E ESCOAMENTO SUPERFICIAL DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO ALTO CORUMBÁ (GO-DF)

Tipo:

Tese Dissertação

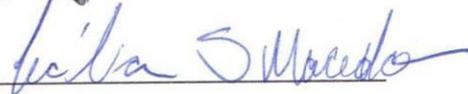
Curso/Programa: Programa de pesquisa e Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Geografia/PPGEO.

Concorda com a liberação documento

SIM NÃO

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

Goiás, 25 de fevereiro de 2025



Assinatura autor(a)



Assinatura do orientador(a)

Tabionato de Notas, Protesto de Títulos, Tabionato
e Oficialato de Registro de Contratos Marítimos - Cartório Dualibi
Rua 17, Quadra 48, Lote 11, Loja nº 1, Centro - Alexânia - GO - CEP: 72930-000
Fone: (62) 3336-4072 - email: contato@tabelionatoalexania.com.br
Tasmiris Nunes Dualibi - Tabeliã Titular

Reconheço VERDADEIRA a assinatura de CECILIA SERRA MACEDO,
indicada com a seta de uso deste tabionato, do que dou fé. Alexânia-
GO, 11 de março de 2025.

Selo Digital: 02102503112879224300056

Emol: R\$ 7,11 Fundos/ISSQN: R\$ 1,71

Valor Total: R\$ 8,82

Em test^o da verdade.

Fernanda Nery Aives Mariano Lopes
Escrevente Autorizada



CATALOGAÇÃO NA FONTE

Biblioteca Frei Simão Dorvi – UEG Câmpus Cora Coralina

M141c	<p>Macedo, Cecília Serra.</p> <p>Caracterização geoambiental e escoamento superficial da bacia hidrográfica do Alto Corumbá (GO-DF) [manuscrito] / Cecília Serra Macedo. – Goiás, GO, 2024.</p> <p>71 f. ; il.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Patrick Thomaz de Aquino Martins. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Câmpus Cora Coralina, Universidade Estadual de Goiás, 2024.</p> <p>1. Análise ambiental - Cerrado. 1.1. Recursos hídricos. 1.1.1. Sub-bacias. 1.1.2. Método Curve Number. 1.2. Agricultura e pecuária. 1.2.1. Manejo sustentável. II. Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Cora Coralina.</p> <p>CDU: 556:504(817.3)</p>
-------	--

Bibliotecária responsável: Marília Linhares Dias – CRB 1/2971



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS

(Criada pela lei nº 13.456 de Abril de 1999, publicada no DOE-GO de 20 de Abril de 1999)

Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

Coordenação de Pós-Graduação Stricto Sensu

CÂMPUS CORA CORALINA - SEDE: CIDADE DE GOIÁS

Av. Dr. Deusedth Ferreira de Moura Centro - GOIÁS CEP: 76600000

Telefones: (62) 3413 - 9153 / (62) 3413 - 9154 / (62) 3413 - 9157 Fax: (62) 3413 - 9155 / (62) 3413 - 9156 CNPJ: 01.112.580/0001-71

DECLARAÇÃO DE DEFESA

GOIÁS - GO, 19/12/2024.

Declaro para os devidos fins que o(a) aluno(a) abaixo mencionado(a), regularmente matriculado(a) no Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Geografia - Mestrado Acadêmico, CÂMPUS CORA CORALINA - SEDE: CIDADE DE GOIÁS, cumpriu todos os créditos exigidos pelo programa e defendeu sua dissertação, sendo aprovado(a) por unanimidade pelos membros da banca

Aluno(a): CECÍLIA SERRA MACEDO

CPF: 02958659119

RG: 2579070 SSP DF

Nº de matrícula: 18384641

Data da Defesa: 21 de outubro de 2024

Orientador(a): PATRICK THOMAZ DE AQUINO MARTINS

Título do trabalho: CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL E ESCOAMENTO SUPERFICIAL DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO ALTO CORUMBÁ (GO-DF)

Karlene Marques da Silva

Assessor(a) do curso

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
(Criada pela lei nº 13.456 de abril de 1999, publicada no DOE-GO de 20 de abril de 1999)
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Coordenação de Pós-Graduação *Stricto Sensu*
UEG CÂMPUS CORA CORALINA
Av. Dr. Deusdeth Ferreira de Moura Centro - GOIÁS CEP: 76600-000
Telefones: (62)3936-2161 / 3371-4971 Fax: (62) 3936-2160 CNPJ: 01.112.580/0001-71

ATA DE EXAME DE DEFESA 12/2024

Aos vinte e um dias do mês de outubro de dois mil e vinte e quatro às quinze horas, realizou-se, o Exame de Defesa de dissertação do(a) mestrando(a) **Cecília Serra Macedo**, intitulada: “**CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL E ESCOAMENTO SUPERFICIAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO CORUMBÁ (GO-DF)**”. A banca examinadora foi composta pelos seguintes professores doutores: Patrick Thomaz de Aquino Martins (Presidente - PPGEO/UEG), Marcelino Santos de Moraes (UFVJM) e José Carlos de Souza (PPGEO/UEG). Os membros da banca fizeram suas observações e sugestões, as quais deverão ser consideradas pela mestrand(a) e seu orientador. Em seguida, a banca examinadora reuniu-se para proceder a avaliação do exame de defesa. Reaberta a sessão, o presidente da banca examinadora, Prof. Dr. Patrick Thomaz de Aquino Martins, proclamou que a dissertação encontra-se aprovada com ressalva e com as seguintes exigências:

Revisar a aplicação das normas da abnt (citação e referências); verificar a consistência ortográfica, gramatical e de coerência em língua portuguesa; e complementar a introdução e as considerações finais, visando torná-las mais condizentes com o que foi apresentado nas demais seções da dissertação.

Cumpridas as formalidades de pauta, às 16:55 horas a presidência da mesa encerrou esta sessão do Exame de Defesa e lavrou a presente ata que, após lida e aprovada, será assinada pelos membros da banca examinadora.

Goiás-GO, 21/10/2024.

Documento assinado digitalmente
 PATRICK THOMAZ DE AQUINO MARTINS
Data: 21/10/2024 22:32:12-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Patrick Thomaz de Aquino Martins (Presidente)

Documento assinado digitalmente
 MARCELINO SANTOS DE MORAIS
Data: 24/10/2024 14:51:26-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Marcelino Santos de Moraes (UFVJM)

Documento assinado digitalmente
 JOSE CARLOS DE SOUZA
Data: 21/10/2024 20:37:56-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. José Carlos de Souza (PPGEO/UEG)

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Dulce Helena Serra e Orlando Aparecido Macedo, pela base e amor.

Expresso minha gratidão aos professores Dr. Patrick Thomaz de Aquino Martins, Dr. José Carlos de Souza e Dr. Marcelino Santos de Moraes, pelo conhecimento compartilhado e pela orientação.

Agradeço ainda à coordenação, aos professores, professoras e aos demais funcionários do PPGEQ – Câmpus Cora Coralina, pelo excelente trabalho desenvolvido no programa e nas disciplinas.

Por fim, sou grata aos meus colegas discentes e amigos, que me fortaleceram ao longo do percurso.

Ponto das Caboclas

Salve as Caboclas da Mata, salve Iracema, salve Jurema!

Salve as Caboclas da Mata, Iara, Jussara, Jupira e Jandira!

Okê, Okê, Okê Caboclo!

Okê, Okê, Okê Caboclo!

Salve a Mata!

Salve a Mata!

A Mata que com seu manto de verdes me ata

Precisamos do chão, desimpermeabilizado

Respira, resiste tudo, porque em mim é mato

Cresce o mato como um mito coletivo

Querendo alastrar-se, ganhar terreno

Em cada vida asfaltada

Em cada calçada esquecida da cor da água

Nos córregos emparedados da cidade

Pulsa uma saudade de uma paisagem mais justa

Onde todos tenham pé nu, num chão nu

E faça esse caminho

Saudade da sombra da árvore

E do entendimento de que nós somos parte desse manto

Mato, saudade é mato, cresce em qualquer lugar

E que se proteja o que nos dá força

E nos finca firme de novo no que somos

Nós somos o quê?

Caboclo!

Nós somos o quê?

Caboclo!

Eu sou mais um guardando a aldeia Maracanã!

Nós somos o quê?

Caboclo!

Okê Caboclo!

Mamãe Amazônia da fauna e da flora sagrada

Tupinambá, Tapajó, Kaiapó, Guarani

Asurini, Parakanã, aldeia Maracanã

Para parar Belo Monte.

Camila Costa

RESUMO

A dissertação aborda a análise ambiental na Bacia Hidrográfica do Alto Corumbá (BHAC), uma região importante devido à sua função hídrica e seus recursos naturais. Nos últimos 40 anos, a BHAC perdeu 13% de sua vegetação nativa, principalmente em função da expansão da agricultura e da pecuária. Essas mudanças impactaram o escoamento superficial da água, afetando a infiltração no solo. O objetivo é a caracterização geoambiental da BHAC, que revelou aspectos gerais e específicos da área de estudo, como um clima tropical sazonal, com temperaturas médias anuais de 22°C a 23°C e chuvas concentradas entre outubro e março. A área é predominantemente semiúmida, representando 84% da bacia. Geologicamente, a bacia faz parte do Cinturão Brasília, com destaque para o Grupo Araxá, Cobertura Detrito-Laterítica Paleológica e Chapada dos Pilões, que compõem grande parte da área. Geomorfologicamente, é dominada pelo Planalto Dissecado das Altas Bacias do Paranaíba (38,14%), com altitudes entre 923,5 m e 1.009,5 m e declividades significativas que influenciam o escoamento. Pedologicamente, os Cambissolos e Latossolos são os solos predominantes, cobrindo 36,9% e 57% da área, respectivamente. Entre 1985 e 2022, a área da bacia sofreu intensas mudanças no uso da terra, com a expansão da agricultura (soja) e pastagens, enquanto as formações naturais, como savanas e florestas, diminuíram significativamente. O crescimento urbano e agrícola impactou o escoamento superficial, elevando as temperaturas locais e diminuindo a disponibilidade hídrica. Outro objetivo é a análise do escoamento superficial. Para entender essas transformações, a pesquisa utilizou o método *Curve Number* (CN), que mede a relação entre a infiltração e o escoamento superficial. A BHAC foi dividida em nove sub-bacias, analisadas quanto a aspectos climáticos, geológicos, geomorfológicos, pedológicos e uso da terra. O estudo revelou que o uso intensivo da terra, especialmente para a agropecuária, alterou significativamente a dinâmica hídrica da região. Como considerações finais concluímos que as sub-bacias da Foz do Rio das Antas/Rio Capivari e a sub-bacia do Rio Capivari apresentaram mudanças notáveis, com aumento e redução da infiltração, respectivamente. As sub-bacias com maior impacto são prioritárias para ações de conservação, destacando-se a importância do manejo sustentável para a proteção dos recursos hídricos e ambientais da BHAC.

Palavras-chave: Recursos hídricos; sub-bacias; agricultura e pecuária; *Curve Number* (CN); manejo sustentável.

ABSTRACT

The dissertation addresses environmental analysis in the Alto Corumbá Watershed (BHAC), an important region due to its hydrological function and natural resources. Over the last 40 years, BHAC has lost 13% of its native vegetation, mainly due to the expansion of agriculture and livestock farming. These changes have impacted surface water runoff, affecting soil infiltration. The objective is the geoenvironmental characterization of BHAC, which revealed general and specific aspects of the studied area, such as a seasonal tropical climate, with average annual temperatures ranging from 22°C to 23°C and rainfall concentrated between October and March. The area is predominantly semi-humid, representing 84% of the watershed. Geologically, the basin is part of the Brasília Belt, with emphasis on the Araxá Group, the Paleological Detrital-Lateritic Cover, and the Chapada dos Pilões, which make up a significant part of the area. Geomorphologically, it is dominated by the Dissected Plateau of the Upper Paranaíba Basins (38.14%), with altitudes ranging from 923.5 m to 1,009.5 m and significant slopes that influence runoff. Pedologically, Cambisols and Latosols are the predominant soils, covering 36.9% and 57% of the area, respectively. Between 1985 and 2022, the watershed experienced intense changes in land use, with the expansion of agriculture (soybean) and pastures, while natural formations such as savannas and forests decreased significantly. Urban and agricultural growth impacted surface runoff, increasing local temperatures and reducing water availability. Another objective is the analysis of surface runoff. To understand these transformations, the research applied the Curve Number (CN) method, which measures the relationship between infiltration and surface runoff. BHAC was divided into nine sub-watersheds, analyzed in terms of climatic, geological, geomorphological, pedological, and land use aspects. The study revealed that intensive land use, especially for agriculture and livestock farming, significantly altered the region's hydrological dynamics. As final considerations, we conclude that the sub-watersheds of Foz do Rio das Antas/Rio Capivari and Rio Capivari showed notable changes, with increased and decreased infiltration, respectively. The most impacted sub-watersheds are a priority for conservation actions, highlighting the importance of sustainable management for the protection of BHAC's water and environmental resources.

Keywords: Water resources; sub-watersheds; agriculture and livestock farming; Curve Number (CN); sustainable management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – O ciclo da água.....	14
Figura 2 – Modelo de Bacia Hidrográfica	15
Figura 3 – Esquema de tipos de escoamento	18
Figura 4 – Mapa de localização da BHAC	20
Figura 5 – Mapa de localização da Bacia do Rio Corumbá.....	21
Figura 6 – Mapa das sub-bacias da BHAC.....	22
Figura 7 – Mapa da hidrografia da BHAC	23
Figura 8 – Mosaico do modelo digital de elevação gerado a partir das imagens CopernicusDEM.....	24
Figura 9 – Média pluviométrica em Alexânia, em 2023.....	30
Figura 10 – Média pluviométrica em Anápolis, em 2023	31
Figura 11 – Média pluviométrica no Novo Gama, em 2023.....	31
Figura 12 - Mapa de Clima da BHAC.....	32
Figura 13 – Blocos crustais delimitados por gravimetria. Designações dos blocos e das suturas	33
Figura 14 – Base geológica, sintaxe de Pirenópolis	34
Figura 15 – Mapa de Geologia da BHAC.....	35
Figura 16 – Mapa de Geomorfologia da BHAC	41
Figura 17 – Mapa de Hipsometria da BHAC.....	42
Figura 18 – Mapa de declividade da BHAC.....	44
Figura 19 – Mapa de pedologia da BHAC.....	48
Figura 20 – Mapa de uso e ocupação da terra em 1985 da BHAC	54
Figura 21 – Mapa de uso e ocupação em 2022 da BHAC.....	55
Figura 22 – Mapa dos Grupos Hidrológicos da BHAC.....	61
Figura 23 – Mapa dos valores de CN de 1985 na BHAC.....	64
Figura 24 – Mapa dos valores de CN de 1985 na BHAC.....	65
Figura 25 – Média do CN em cada sub-bacia, em 1985.....	66
Figura 26 – Média do CN em cada sub-bacia em 2022.....	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Área, em hectares, de cada município e contribuição relativa (área %) na BHAC 19	
Tabela 2 – Participação (área e porcentagem) das sub-bacias que compõem a BHAC.....	22
Tabela 3 – Principais características de cada grupo hidrológico.....	27
Tabela 4 – Valores de escoamento superficial.....	28
Tabela 5 – Características dos tipos climáticos da BHAC	30
Tabela 6 – Subdomínios climáticos.....	31
Tabela 7 – Unidades geológicas da BHAC	34
Tabela 8 – Unidades geomorfológicas presentes na BHAC	41
Tabela 9 – Classes de altitude da BHAC.....	42
Tabela 10 – Intervalos de declividade da BHAC	43
Tabela 11 – Síntese das unidades Geomorfológicas.....	45
Tabela 12 – Síntese das unidades geológicas em relação a geomorfologia	46
Tabela 13 – Classes de solos presentes na BHAC	49
Tabela 14 – Síntese da unidade geomorfológica em relação ao solo	52
Tabela 15 – Classes de uso e cobertura da terra em 1985	54
Tabela 16 – Classes de uso e cobertura da terra em 2022	55
Tabela 17 – Síntese de uso antrópico dos anos de 1985 e 2022	57
Tabela 18 – Síntese de cobertura natural do Cerrado dos anos de 1985 e 2022.....	58
Tabela 19 – Tipos de solo, textura e grupo hidrológico presentes na BHAC	59
Tabela 20 – Grupo hidrológico: área e declividade.....	62
Tabela 21 – Síntese do uso e cobertura: considerando estimativa de escoamento superficial e grupo hidrológico.....	63
Tabela 22 – Valor CN por área nos anos de 1985 e 2022	63
Tabela 23 – Sub-bacias: classificada por CN nos anos de 1985 e 2022.....	67

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
BHAC	Bacia Hidrográfica do Alto Corumbá
Cemaden	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
CN	<i>Curve Number</i>
DF	Distrito Federal
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GO	Goiás
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
MDE	modelo digital de elevação
MG	Minas Gerais
PPCerrado	Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Bioma Cerrado
SCS	Serviço de Conservação do Solo
SCS-USA	<i>Soil Conservation Service</i>
SiBCS	Sistema Brasileiro de Classificação de Solos
Sieg	Sistema Estadual de Geoinformação
USDA	Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Objetivos	13
1.1.1 <i>Objetivo geral</i>	13
1.1.2 <i>Objetivos específicos</i>	13
2 BREVES CONSIDERAÇÕES ACERCA DE BACIA HIDROGRÁFICA	14
3 MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1 Área de estudo	19
3.1.1 <i>Localização e recorte espacial</i>	19
3.1.2 <i>Aspectos hidrográficos</i>	21
3.2 Procedimentos Metodológicos	23
3.2.1 <i>Delimitação da área da Bacia do Alto Corumbá</i>	23
3.2.2 <i>Caracterização geoambiental da BHAC</i>	24
3.2.3 <i>Escoamento superficial da BHAC</i>	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1 Caracterização geoambiental da BHAC	29
4.1.1 <i>Aspectos climáticos</i>	29
4.1.2 <i>Aspectos geológicos</i>	32
4.1.3 <i>Aspectos geomorfológicos</i>	40
4.1.4 <i>Aspectos pedológicos</i>	48
4.1.5 <i>Dinâmica de uso e cobertura da terra</i>	53
4.2 Escoamento superficial	59
4.2.1 <i>Grupo hidrológico e seus valores de infiltração no solo</i>	59
4.2.2 <i>O Curve Number (CN) na BHAC</i>	62
4.2.3 <i>Classificação média do CN por sub-bacia</i>	65
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
REFERÊNCIAS	70

1 INTRODUÇÃO

O Cerrado, reconhecido como o segundo maior bioma da América do Sul, destaca-se por sua ampla biodiversidade e significativa relevância ecológica, ocupando aproximadamente 25% do território brasileiro, predominantemente na região central do País (ICMBio, 2023). Caracteriza-se por variações climáticas sazonais, com um regime de chuvas concentrado entre os meses de outubro e março, seguido por um período seco que se estende de maio a setembro. Essas condições influenciam diretamente a dinâmica hidrológica e ecológica da região (MARCUIZZO, 2012). Além disso, o relevo peculiar e a vegetação predominantemente savânica, adaptada às condições de seca prolongada e a incêndios naturais, tornam o Cerrado um dos mais relevantes domínios morfoclimáticos do Brasil (SANTOS, 2018). No entanto, nas últimas décadas, esse bioma tem sofrido transformações intensas devido à expansão das atividades agrícolas e pecuárias. Tais práticas resultaram na substituição da vegetação nativa por monoculturas, como a de soja, e por extensas áreas de pastagem (FILHO, 2016).

Localizada no Planalto Central, destacou-se, por sua importância estratégica, como a “caixa d’água do Brasil”, por abrigar divisores de importantes bacias hidrográficas, como as do Tocantins/Araguaia, São Francisco e Paranaíba. Área de relevância ambiental e econômica, é também vulnerável às pressões antrópicas recentes, especialmente à expansão das atividades agropecuárias, que resultaram na perda de 13% da vegetação nativa nos últimos quarenta anos (PPCerrado, 2023). O que não é muito comparado a outras áreas no estado de Goiás. Entretanto é um valor significativo.

Este estudo visa não apenas contribuir para um melhor entendimento da dinâmica hidrológica da região, mas também fornecer subsídios técnicos e científicos para o planejamento sustentável da BHAC. A conservação dos recursos hídricos e a gestão adequada do uso do solo são essenciais para garantir o equilíbrio da região, mitigando os efeitos negativos da expansão agrícola e preservando o Cerrado como um bioma vital para o Brasil. Assim, ao analisar as suas características geoambientais e o seu comportamento hidrológico, espera-se que esta dissertação auxilie na formulação de políticas públicas externas para auxiliar na proteção ambiental e no uso sustentável dos recursos naturais da região.

Diante desse cenário, torna-se imprescindível compreender a relação entre as características geoambientais do Cerrado e os impactos das atividades antrópicas, especialmente no contexto hidrológico da Bacia Hidrográfica do Alto Corumbá (BHAC). Essa análise permite identificar as vulnerabilidades da região frente às mudanças no uso e ocupação do solo, bem como seus reflexos nos recursos hídricos e na integridade ecológica do bioma. O entendimento aprofundado dessa dinâmica é essencial para fundamentar estratégias de gestão

sustentável que conciliem a preservação ambiental com o desenvolvimento econômico, garantindo a continuidade dos serviços ecossistêmicos que tornam o Cerrado indispensável para o equilíbrio ambiental e o abastecimento hídrico do Brasil.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

- Avaliar a constituição geoambiental e analisar o escoamento superficial da Bacia Hidrográfica do Alto Corumbá à montante da barragem do Lago Corumbá IV.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar os elementos físicos que compõem a bacia do Alto Corumbá;
- Estimar o escoamento superficial da Bacia Hidrográfica do Alto Corumbá; e
- Comparar as classes de escoamento presente nas sub-bacias que compõem a área de estudo.

A água de superfície é fundamental para o equilíbrio hídrico do planeta. Seu fluxo é influenciado por diversos fatores, tanto naturais – como a topografia do terreno, a quantidade de precipitação e a vegetação local – quanto antrópicos – tais como o uso da terra, o uso da água para irrigação, a construção de barragens e a poluição – (Lima *et al.*, 2005), impactando diretamente o ciclo hidrológico.

Formado por processos de evaporação, condensação, precipitação, escoamento, infiltração e transpiração (Miranda; Oliveira; Silva, 2010), o ciclo da água é um sistema caracterizado por contínuas mudanças no estado físico da água (Figura 1). Esse ciclo está intimamente relacionado com a bacia hidrográfica, que constitui uma unidade espacial dinâmica e aberta, responsável por interconectar, armazenar e redistribuir a água. Delimitada por uma rede de drenagem, a bacia coleta e transporta a água da superfície e subterrânea, desempenhando papel essencial no sistema hídrico (Lima, 2005).

Figura 1 – O ciclo da água



Fonte: Imagem criada usando o *Imagem Generator Pro*, ferramenta de geração automática de imagens baseada em inteligência artificial, utilizada para fins ilustrativos. Criação: Cecília Serra Macedo [30/01/2025].

Uma bacia hidrográfica é composta por elementos físicos, biológicos, químicos e humanos, interdependentes e que se influenciam mutuamente. Esses elementos são regidos por leis ambientais e incluem a água, o solo, a vegetação, o clima, o uso da terra, a saúde humana, os recursos naturais e a qualidade da água (Teodoro *et al.*, 2007). Desse modo, a bacia

hidrográfica é uma área de drenagem importante para o planejamento e gerenciamento ambiental, porque fornece informações sobre a qualidade da água e do solo, além de servir como base para a tomada de decisões relacionadas à conservação dos recursos hídricos. A partir do estudo da bacia hidrográfica, é possível identificar as fontes potenciais de estresse hídrico, bem como avaliar o impacto na qualidade da água, além de possibilitar a implementação de medidas preventivas para minimizar os riscos ambientais associados às atividades humanas (Lorandi; Cançado, 2002).

O planejamento de recursos hídricos teve o seu início por meio dos estudos de José Vila Serra, em 1906, sendo, posteriormente, ampliado com as contribuições de Humbolt, em 1909, e, mais recentemente, de Oliveira *et al.* (2010). Desde então, a área de drenagem passou a ser reconhecida como unidade de planejamento dos recursos hídricos. Cabe dizer aqui que a bacia é a unidade de implementação da política nacional de recursos hídricos. Lei das águas LEI Nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997.

De acordo com Teodoro *et al.* (2007), uma bacia hidrográfica é uma rede de drenagem, composta por um rio principal e seus afluentes. A rede de drenagem é o conjunto de elementos que compõem o sistema fluvial, sendo o relevo e a geologia fatores importantes para determinar a configuração dessa rede (Mendonço; Tucci, 1997).

A bacia hidrográfica é abastecida por diversas fontes de água, como as chuvas, as nascentes situadas nas encostas e as águas subterrâneas. Sua topografia é influenciada pela geologia da região, que é, por sua vez, moldada pela litologia local e é determinada por fatores diversos, como a tectônica, a erosão e a deposição (Mendonço; Tucci, 1997). O relevo caracteriza tanto o escoamento da água na bacia, direcionando a água por força gravitacional, quanto delimita os divisores de água (Teodoro *et al.*, 2007). A Figura 2 ilustra a disposição espacial da geomorfologia e dos elementos hídricos que compõem uma bacia hidrográfica.

Figura 2 – Modelo de Bacia Hidrográfica



De acordo com Christofolletti (1969), a análise de aspectos relacionados à drenagem, ao relevo e à geologia leva à elucidação e compreensão de diversas questões associadas à dinâmica ambiental local. Nenhuma dessas variáveis, isoladamente, deve ser entendida como capaz de simplificar a complexa dinâmica da bacia, a qual, inclusive, tem magnitude temporal.

A análise da rede de drenagem pode ser realizada por meio de técnicas de geoprocessamento, capazes de permitir a quantificação de parâmetros necessários para caracterizar a bacia. A análise da rede de drenagem e de seus parâmetros pode ser útil na compreensão da dinâmica ambiental local, pois fornece informações relevantes sobre a forma da bacia, a direção do escoamento, a velocidade e a direção da água (Mendiondo; Tucci, 1997).

Independentemente do método de abordagem, ao estudar a geomorfologia, a geologia e a pedologia de uma bacia hidrográfica, é possível entender como as características físicas do local influenciam o comportamento da água, a exemplo de como parâmetros quantitativos, como o clima, a geomorfologia, a geologia e a pedologia, afetam diretamente sua existência. Ademais, esses fatores também podem influenciar a qualidade da água e seu uso para fins humanos (Lorandi; Cançado, 2002).

Outro fator importante para compreender as características físicas da área de estudo é o uso do solo, a exemplo da agropecuária, que possui diversos impactos negativos sobre os recursos hídricos. A principal consequência é a contaminação dessas águas por produtos agrícolas, como pesticidas, herbicidas, fertilizantes, entre outros. Além disso, a ausência de cobertura vegetal nessas áreas, especialmente nas áreas ciliares, acelera a erosão do solo, aumentando a turbidez e, conseqüentemente, provocando o assoreamento dos cursos d'água, resultando na redução da seção útil. Isso prejudica o abastecimento de água e a vida aquática. Por esse motivo, é importante que os agricultores adotem práticas de conservação do solo e da água para preservar esses recursos naturais (Lorandi; Cançado, 2002).

Uma das fases do ciclo hidrológico, o escoamento superficial é um processo que ocorre quando a água da chuva escoar no solo. Quanto maior for a porosidade do solo e menor a intensidade da chuva, mais água será infiltrada. A topografia e o tipo de cobertura vegetal também influenciam no processo.

O escoamento superficial pode se manifestar de duas formas: lâmina d'água (ou correntes superficiais) ou enxurradas (ou fluxos concentrados). A lâmina d'água é um tipo de escoamento em que as gotículas de água são transportadas pelos sulcos na superfície do solo. Já as enxurradas são fluxos concentrados que descem ravinas ou vales abruptos, causados pela acumulação excessiva de água na superfície do terreno devido às condições climáticas extremas (Calasans; Levy; Moreau, 2002).

A água pode ser armazenada de forma subterrânea. Assim como a água superficial, a subterrânea contribui para a manutenção do ciclo hidrológico, infiltrando-se na terra por meio

da chuva e do escoamento superficial, armazenando-se nas rochas permeáveis e sendo passível de ser extraída por poços tubulares (Lorandi; Cançado, 2002). Os caminhos preferenciais das águas são:

Segundo Betson (1964), Kirkby; Chorley (1967) e Burt (1988), os caminhos preferenciais subsuperficiais e superficiais estão ligados ao escoamento superficial e contribuí para o escoamento hídrico direto, enquanto o escoamento subsuperficial é contribuído principalmente pelo escoamento interno. O escoamento interno é formado quando a água penetra no solo e se move através de canais de escoamento e camadas de solo de baixa permeabilidade (Mendonço; Tucci, 1997).

A análise do escoamento das águas é essencial para entender a erosão dos solos. Estudos sobre esse assunto são importantes para ajudar na tomada de decisões relacionadas à ocupação e ao uso do solo, pois permitem identificar áreas com mais risco de desastres naturais causados por enxurradas e inundações. Além disso, auxiliam no planejamento de obras que possam minimizar os impactos ambientais decorrentes do escoamento das águas em virtude da impermeabilização do solo (Lorandi; Cançado, 2002) A Figura 3 ilustra como ocorre o escoamento.

Figura 3 – Esquema de tipos de escoamento.



Fonte: Imagem criada usando o *Imagem Generator Pro*. Ferramenta de geração automática de imagens baseada em inteligência artificial, utilizada para fins ilustrativos. Criação: Cecília Serra Macedo [30/01/2025].

A cobertura vegetal tem um papel fundamental na manutenção do escoamento

superficial, pois protege o solo contra a ação das chuvas e dos ventos, reduzindo os impactos desses fatores nas erosões. Além disso, ela também contribui para manter uma boa estrutura de agregados no solo, que é importante para sua estabilidade. A presença de plantas também promove a formação de húmus no solo, o que melhora propriedades físico-químicas. Por último, as raízes das plantas são responsáveis por segurar partículas soltas do solo e evitar que elas sejam lixiviadas pelo vento ou pela água da chuva (Lorandi; Cançado, 2002).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

4.1.1 Localização e recorte espacial

A bacia hidrográfica à montante da barragem Corumbá IV está localizada no estado do Goiás e no Distrito Federal. No estado de Goiás, treze municípios contribuem à constituição territorial da BHAC, a saber: Corumbá de Goiás, Abadiânia, Santo Antônio do Descoberto, Alexânia, Cocalzinho de Goiás, Gameleira de Goiás, Luziânia, Águas Lindas de Goiás, Silvânia, Novo Gama, Pirenópolis, Padre Bernardo e Campo Limpo de Goiás (Figura 4). A Tabela 1 apresenta a participação de cada um dos municípios e do Distrito Federal na constituição da bacia. Os valores de área foram obtidos a partir da definição da área da bacia, utilizando dados de sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento (ver item 4.2.1), obtendo-se, para a bacia, a extensão de 701.477 hectares.

Tabela 1 – Área, em hectares, de cada município e contribuição relativa (área %) na BHAC

Municípios da BHAC	Área (ha)	Área (%)
Corumbá de Goiás	106.187	15,14%
Distrito Federal	105.158	14,99%
Abadiânia	104.455	14,89%
Santo Antônio do Descoberto	94.394	13,46%
Alexânia	84.687	12,07%
Anápolis	53.969	7,69%
Cocalzinho de Goiás	41.491	5,91%
Gameleira de Goiás	32.770	4,67%
Luziânia	27.153	3,87%
Águas Lindas de Goiás	18.562	2,65%
Silvânia	14.579	2,08%
Novo Gama	10.094	1,44%
Pirenópolis	6.263	0,89%
Padre Bernardo	1.611	0,23%
Campo Limpo de Goiás	98	0,01%
Total	701.477	100%

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), organizado por Macedo, em 2024.

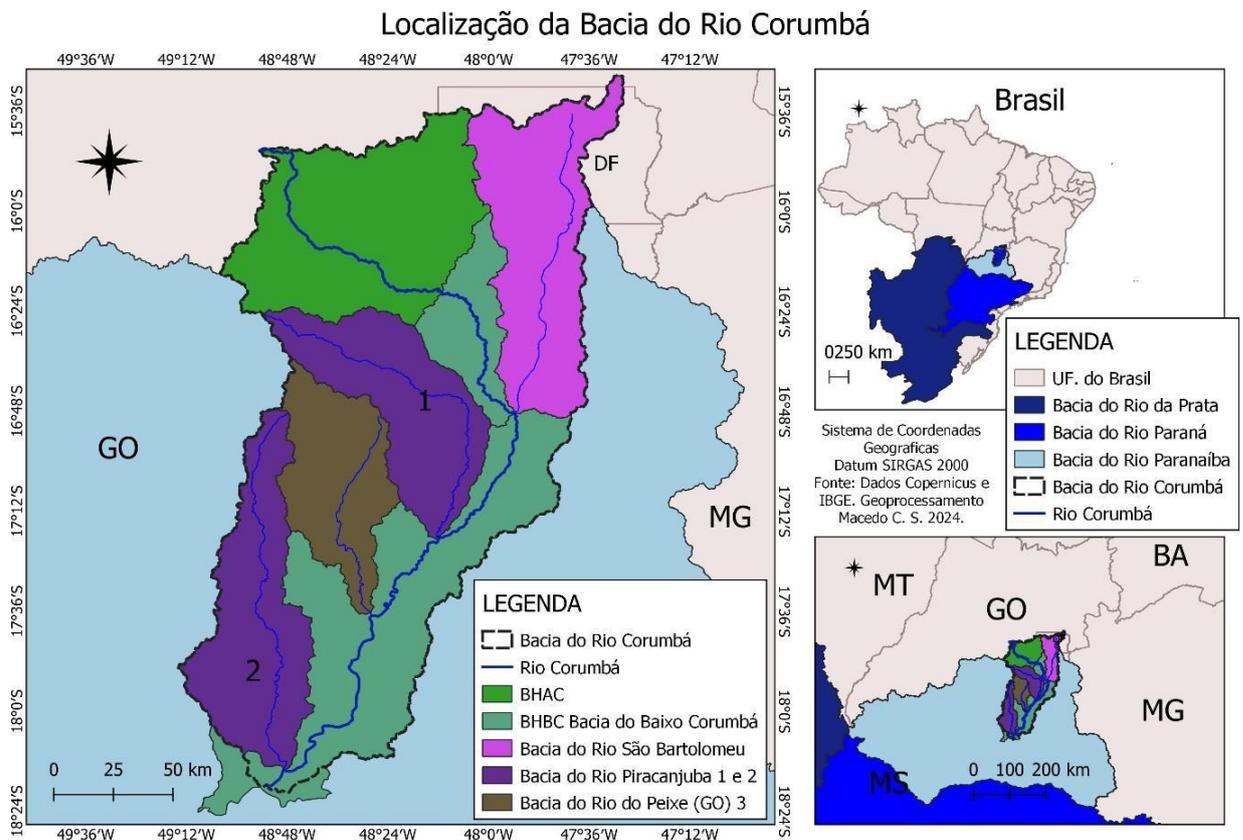
A população total de todos os municípios goianos e do DF presentes na área bacia é de cerca de 4.295.347 de habitantes (IBGE, 2023). Considerando apenas os municípios goianos cuja área urbana localiza-se na bacia (Abadiânia, Águas Lindas de Goiás, Alexânia, Anápolis, Cocalzinho, Corumbá de Goiás e Santo Antônio do Descoberto), a população (urbana) total é de aproximadamente 777.474 habitantes, sendo Anápolis o município goiano de maior percentual populacional, com cerca de 51%.

As regiões administrativas do Distrito Federal que têm área urbana na BHAC são Ceilândia, Taguatinga, Samambaia e Riacho Fundo, as quais totalizam, aproximadamente, 834.061 habitantes (IBGE, 2023). Assim, é possível estimar que a população total dos municípios e regiões administrativas que dispõem das áreas urbanas na BHAC, somando-se o estado de Goiás e o Distrito Federal, é de cerca de um milhão e meio de habitantes.

4.1.2 Aspectos hidrográficos

A Bacia Hidrográfica do Rio Corumbá integra o 5º nível categórico na escala hierárquica das bacias hidrográficas. A ordem dessa escala tem início no 2º nível, com a bacia do Rio da Prata, seguido pelo 3º nível, com a bacia do Rio Paraná, pelo 4º nível, a bacia do Rio Paranaíba, e pelo 5º nível, onde se encontra a bacia do Rio Corumbá (IBGE, 2024). A bacia do Rio Corumbá é subdividida em Alto Corumbá e Baixo Corumbá, como é possível observar na Figura 5.

Figura 5 – Mapa de localização da Bacia do Rio Corumbá

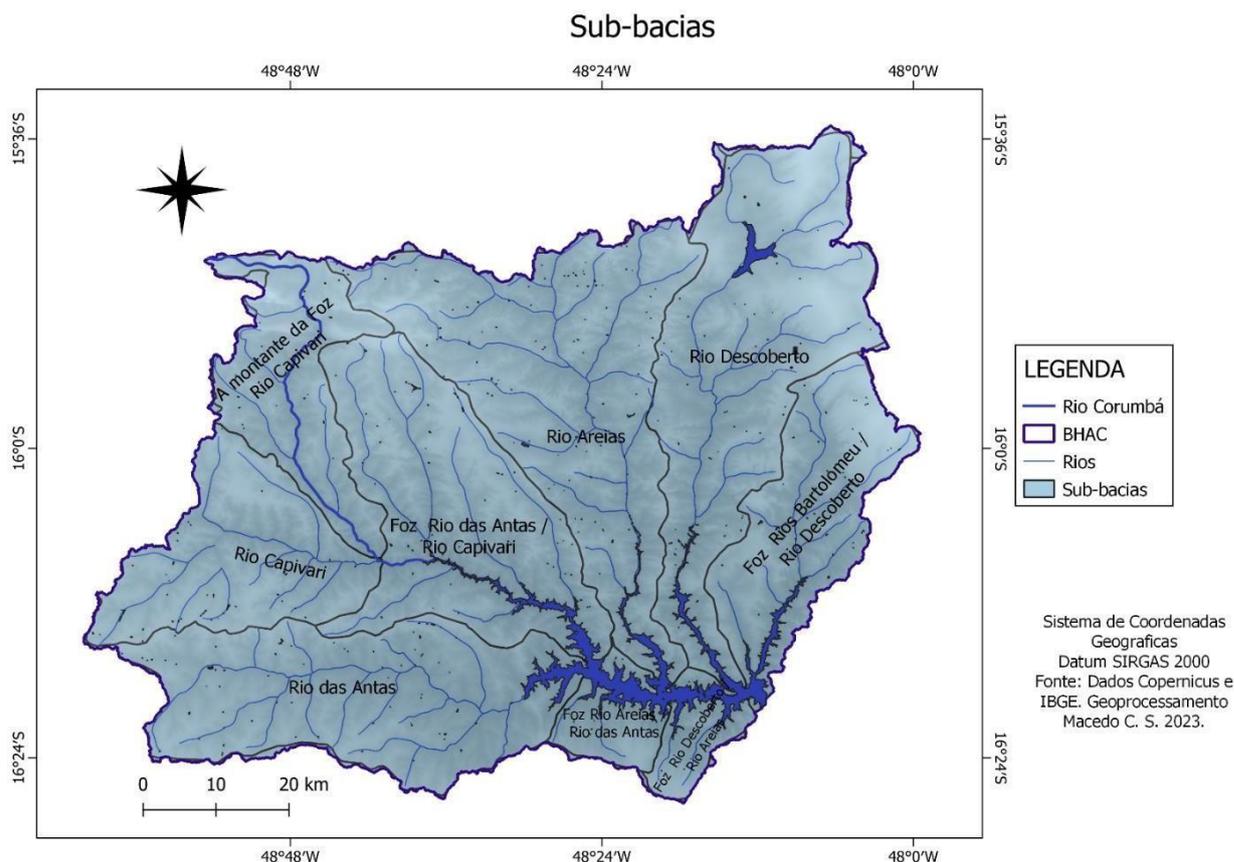


Fonte: IBGE, organizado por Macedo, em 2024.

A BHAC, por sua vez, é composta por sub-bacias do 6º nível categórico. Tomando por base a classificação de Otto-Bacias (Pfafstetter, 1989), é possível identificar um total de nove

sub-bacias, as quais são denominadas da seguinte maneira: Rio Areias, Rio Descoberto, Rio das Antas, Foz do Rio das Antas/Rio Capivari, Rio Capivari, Foz do Rio Bartolomeu/Rio Descoberto, a montante da Foz do Rio Capivari, Foz do Rio Areias/Rio das Antas e Foz do Rio Descoberto/Rio Areias (Figura 6). A representatividade, em termos de área e porcentagem, de cada sub-bacia presente na área da bacia do Alto Corumbá poder ser observada na Tabela 2.

Figura 6 – Mapa das sub-bacias da BHAC



Fonte: Copernicus, Sistema Estadual de Geoinformação (SieG) e IBGE, organizado por Macedo, em 2024.

Tabela 2 – Participação (área e porcentagem) das sub-bacias que compõem a BHAC

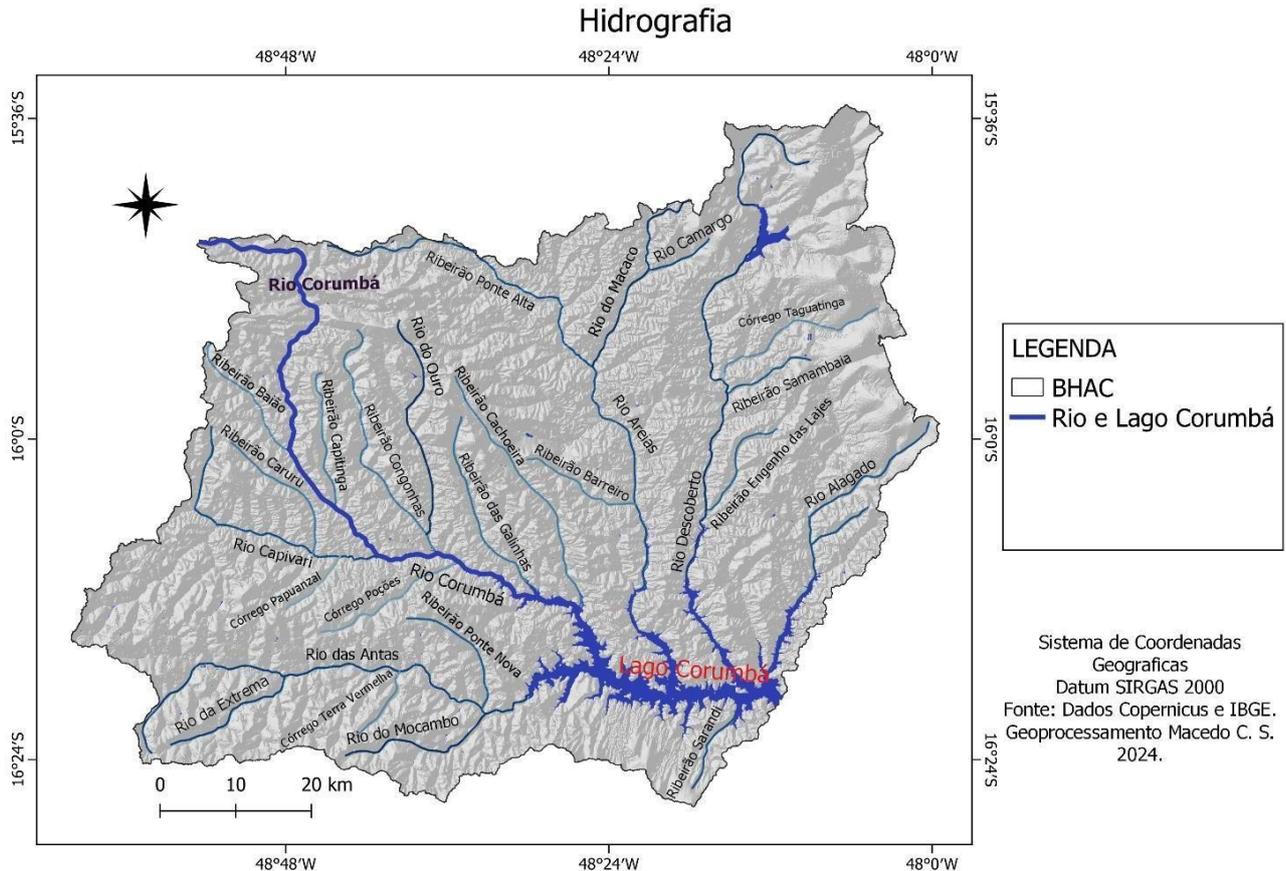
Sub-bacias da BHAC	Área (ha)	Área (%)
Rio Areias	136.879	20%
Rio Descoberto	127.526	18%
Rio das Antas	107.975	16%
Foz Rio das Antas/Rio Capivari	102.143	15%
Rio Capivari	66.374	10%
Foz Rio Bartolomeu/Rio Descoberto	65.461	9%
A montante da Foz Rio Capivari	53.974	8%
Foz Rio Areias/Rio das Antas	18.545	3%
Foz Rio Descoberto/Rio Areias	15.574	2%
TOTAL	694.450	100%

Fonte: SieG e IBGE, organizado por Macedo, em 2024.

O Rio Corumbá é um curso de água com aproximadamente 567,5 km de extensão, que nasce no sopé da Serra dos Pireneus e flui para o sudeste brasileiro, onde desagua no Rio

Paranaíba (Thomaz, 1999). Além do rio que nomeia a bacia, os principais cursos d'água que compõem a BHAC são os rios Alagado, Areias, Capivari, da Extrema, das Antas, Descoberto, do Macaco, Mocambo e do Ouro, e os ribeirões Baião, Barreiro, Cachoeira, Capitinga, Caruru, Congonhas, das Galinhas, Ponte Nova, Samambaia e Sarandi, e os córregos Papuanzal, Poções, Taguatinga e Terra Vermelha (Figura 7).

Figura 7 – Mapa da hidrografia da BHAC



Fonte: Copernicus e IBGE, organizado por Macedo, em 2024.

4.2 Procedimentos Metodológicos

4.2.1 Delimitação da área da Bacia do Alto Corumbá

Como a área de estudo tem como referência espacial um elemento artificial (reservatório) e este não coincide necessariamente com o limite natural da bacia, foi necessário delimitar a área da BHAC utilizando a barragem do reservatório como exutório. Para tal, foi utilizado um Modelo Digital de Elevação (MDE), denominado CopernicusDEM, com 30 m de resolução espacial, o qual foi obtido do Catálogo PANDA (<https://panda.copernicus.eu/>). Para abarcar toda a área da bacia, foi necessário empregar cinco cenas (S17_W050, S16_W049,

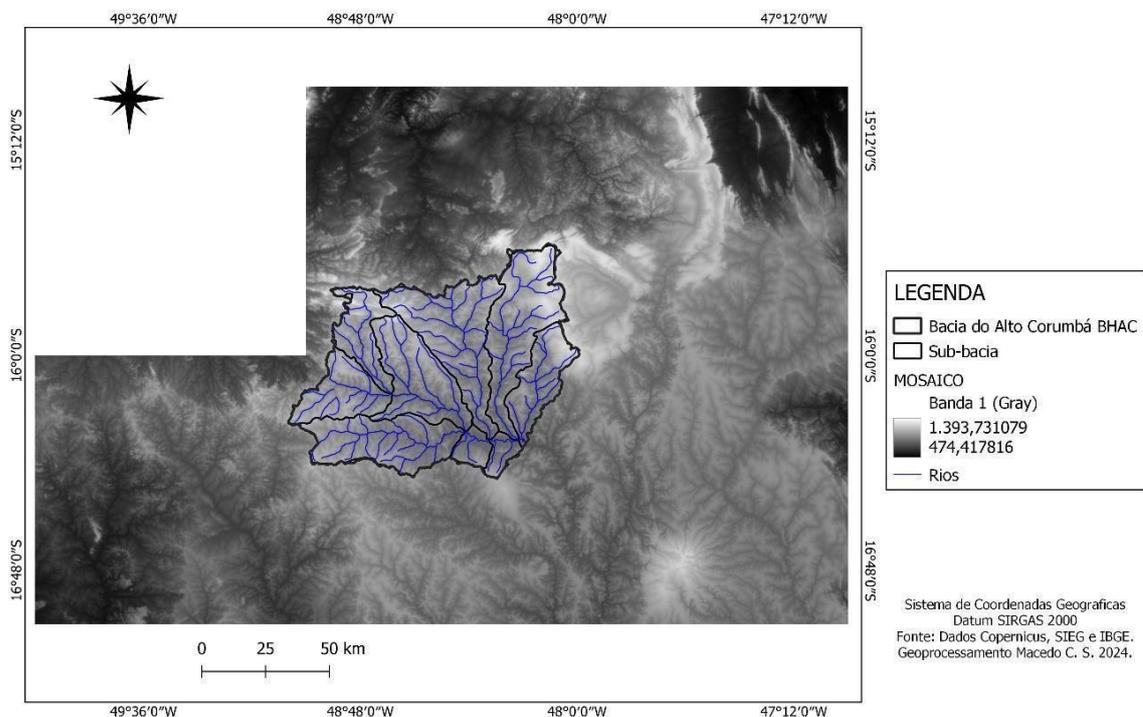
S17_W049, S16_W048 e S17_W048), que foram montadas em um mosaico e passaram a compreender uma única camada espacial (Figura 8).

O mosaico do MDE foi processado, utilizando os programas de análise de bacia de drenagem (*Watershed Basin Analysis Program – r.watershed*) e de criação de bacia de drenagem (*Watershed Basin Creation Program – r.water.outlet*), resultando na delimitação da bacia de drenagem à montante do reservatório de Corumbá IV (sinonímia, no presente trabalho, de Bacia Hidrográfica do Alto Corumbá). Todo o geoprocessamento foi realizado no *software* QGIS (2020), sendo a etapa de estabelecimento do limite da bacia executado empregando a integração do GRASS, o que possibilitou a utilização de funções e algoritmos (*r.watershed* e *r.water.outlet*) disponíveis nesse *software*.

Para estimar o escoamento superficial das sub-bacias do Alto Corumbá, bem como comparar as classes de escoamento entre elas, foi utilizada a base ottocodificada do 6º nível como limites, obtida no site do Sieg, em 2022.

Figura 8 – Mosaico do modelo digital de elevação gerado a partir das imagens CopernicusDEM

Mosaico das cinco cenas em MDE, limitação da Bacia do Alto Corumbá e suas otto-bacias



Fonte: Copernicus, Sieg e IBGE, organizado por Macedo, em 2024.

4.2.2 Caracterização geoambiental da BHAC

A caracterização geoambiental da Bacia Hidrográfica do Alto Corumbá compreendeu a identificação e análise integrada de elementos que compõem o meio físico. Desse modo, foram utilizados dados georreferenciados das seguintes variáveis geoambientais: clima, geologia,

relevo, solos e uso e cobertura da terra.

Os dados relacionados ao clima foram obtidos de duas fontes. Para identificar a classificação climática, foi utilizada a metodologia proposta por Novais (Novais; Machado, 2023), empregando dados georreferenciado disponibilizados pelo referido autor. Também fez-se uso de dados de pluviosidade de dois pluviômetros automáticos, localizados em Alexânia e Novo Gama, e um radar meteorológico, situado em Anápolis. Os dados, correspondentes ao ano de 2023, foram obtidos por meio do mapa interativo do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden, 2024). Esses dados são disponibilizados em valores diários, sendo calculadas as médias climatológicas para cada mês do referido ano.

A partir do portal de mapas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023), foi realizado o *download* dos dados de unidades geológicas, unidades geomorfológicas e classes de solo. Por terem cobertura correspondente ao território nacional, os dados foram recortados, utilizando o limite da BHAC (gerado na etapa anterior).

Com base no mosaico de imagens CopernicusDEM (ver item 4.2.1), foi possível produzir as informações hipsométricas da bacia, bem como processá-la para gerar classes de declividade. Em relação à definição dos intervalos de declividade, as quais correspondem a classes de relevo, foram utilizados os recomendados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) (Santos *et al.*, 2018). As informações geomorfológicas usadas para a caracterização geoambiental da bacia foram constituídas, portanto, das unidades geomorfológicas, de médias hipsométricas e das classes de declividade.

Para implementar os dados de uso e cobertura da terra neste estudo, foi utilizado o arquivo gerado pelo Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil (Mapbiomas, 2022), disponibilizado no visualizador de dados geoespacial Google Earth Engine (Gorelick *et al.*, 2017). Visando entender a dinâmica desse elemento da paisagem, foram obtidos dados dos anos de 1985 e de 2022, respectivamente o primeiro e o último anos disponíveis na execução dessa etapa metodológica. Do mesmo modo que realizado com os dados oriundos do portal de mapas do IBGE, os dados do MapBiomas foram recortados para o limite da BHAC.

Para relacionar espacialmente as variáveis geoambientais às sub-bacias, foi utilizado o arquivo vetorial de *ottobacias* disponibilizado pelo Sistema Estadual de Geoinformação (Sieg, 2022). Esse arquivo foi sobreposto às demais variáveis, tendo a distribuição espacial descrita em cada uma das variáveis.

4.2.3 *Escoamento superficial da BHAC*

O escoamento superficial da BHAC foi avaliado e classificado utilizando o método Curve Number (CN), desenvolvido pelo *Soil Conservation Service* (SCS-USA, 2018) para

obtenção do volume total do escoamento superficial. O método CN está relacionado à espacialização do potencial de escoamento superficial e à infiltração em uma bacia hidrográfica. Os valores desse parâmetro variam entre 0 e 100. A espacialização desses valores está vinculada a características pedológicas (grupos hidrológicos) e o de uso e cobertura da terra, os quais, juntos, estabelecem os valores CN (escoamento e infiltração).

O primeiro passo para a espacialização do *Curve Number* (CN) é, portanto, associar as características pedológicas presentes na BHAC aos respectivos grupos hidrológicos, já que a taxa de infiltração é estimada para cada grupo, de acordo com a descrição e a caracterização do solo (Sartori, 2004).

Para classificar os grupos hidrológicos, de acordo com Mockus (1972), é preciso avaliar o potencial de escoamento segundo sua taxa de infiltração, que dependerá da permeabilidade, da profundidade e da textura do solo (Tabela 3). Neste trabalho, foram utilizadas as seguintes definições de grupos hidrológicos, conforme Sartori, Ferreira Neto e Genovez (2005):

Grupo A: Compreende os solos com baixo potencial de escoamento e alta taxa de infiltração uniforme quando completamente molhados, consistindo principalmente de areias ou cascalhos, ambos profundos e excessivamente drenados. Taxa mínima de infiltração: $> 7,62$ mm/h (TR-55, 1986).

Grupo B: Compreende os solos contendo moderada taxa de infiltração quando completamente molhados, consistindo principalmente de solos moderadamente profundos a profundos, moderadamente a bem drenados, com textura moderadamente fina a moderadamente grossa. Taxa mínima de infiltração: 3,81-7,62 mm/h (TR-55, 1986).

Grupo C: Compreende os solos contendo baixa taxa de infiltração quando completamente molhados, principalmente com camadas que dificultam o movimento da água através das camadas superiores para as inferiores, ou com textura moderadamente fina e baixa taxa de infiltração. Taxa mínima de infiltração: 1,27-3,81 mm/h (TR-55, 1986).

Grupo D: Compreende os solos que possuem alto potencial de escoamento, tendo uma taxa de infiltração muito baixa quando completamente molhados, principalmente solos argilosos com alto potencial de expansão. Pertencem a este grupo, solos com grande permanência de lençol freático elevado, solos com argila dura ou camadas de argila próxima da superfície e solos expansivos agindo como materiais impermeabilizantes próximos da superfície. Taxa mínima de infiltração: $< 1,27$ mm/h (TR-55, 1986).

Tabela 3 – Principais características de cada grupo hidrológico

Grupo hidrológico	Principais Características				
	Resistência à erosão	Profundidade	Permeabilidade	Textura	Razão textural
A	Alto	Muito profundo (>2m) ou profundo (1 a 2m)	Rápida/rápida e moderada/rápida	Média/média, muito argilosa/muito argilosa e argilosa/argilosa	< 1,2
B	Moderado	Profundo (1 a 2m)	Rápida/rápida, moderada/rápida e moderada/moderada	Arenosa/arenosa, arenosa/média, arenosa/argilosa, média/argilosa e argilosa/muito argilosa	1,2 a 1,5
C	Baixo	Profundo (1 a 2m) moderadamente profundo (0,5 a 1,0m)	Lenta/rápida, lenta/moderada e rápida/moderada	Arenosa/média, média/argilosa, arenosa/argilosa e arenosa/muito argilosa	> 1,5
D	Muito baixo	Moderadamente profundo (0,5 a 1,0m)	Rápida, moderada ou lenta sobre lenta	Muito variável	Muito variável

Fonte: Sartori, Ferreira Neto e Genovez (2005).

Com base nas classes de solo georreferenciadas presentes na BHAC, as quais foram obtidas no portal de mapas do IBGE (2023) à caracterização geoambiental, foram identificados os grupos hidrológicos existentes, conforme respectiva característica textural (Tabela 3).

Os dados de uso e cobertura da terra utilizados para a composição do CN foram os mesmos informados na etapa de caracterização geoambiental, proveniente do projeto MapBiomass. Esses dados foram sobrepostos (*overlay*) aos de grupos hidrológicos e identificadas as intersecções entre os grupos e as classes de uso e cobertura presentes na área de estudo. Esse procedimento foi realizado para os anos de 1985 e 2022.

Para cada intersecção foi atribuído um valor que varia entre 0 e 100, de acordo com o tipo de superfície e seu respectivo valor do escoamento superficial. Quanto mais o valor se aproxima de 100, menor é a infiltração, logo, maior é o escoamento superficial; quanto mais o valor se aproxima de 0, maior é a infiltração e menor vai ser o escoamento superficial (Santos; Lollo; 2016). A Tabela 4 traz a relação utilizada como base para a definição do CN na área da BHAC, considerando a estimativa de escoamento superficial. O próximo passo metodológico foi atribuir a média do valor do CN para cada sub-bacia e analisar comparativamente os valores de escoamento estimados no espaço e no tempo selecionados (1985 e 2022).

Tabela 4 – Valores de escoamento superficial

Uso e Cobertura	Tipo de Superfície	A	B	C	D
Solo lavado	Com sulcos retilíneos	77	86	91	94
	Em fileiras retas	70	80	87	90
Plantações regulares	Em curva de nível	67	77	83	87
	Terraceamento em nível	64	76	84	88
	Em fileiras retas	64	76	84	88
Plantações de cereais	Em curva de nível	62	74	82	85
	Terraceamento em nível	60	71	79	82
	Em curva de nível	62	75	83	87
Plantações de legumes ou cultivos	Em curva de nível	60	72	81	84
	Terraceamento em nível	57	70	78	89
	Pobre	68	79	86	89
	Normal	49	69	79	94
	Boa	39	61	74	80
Pastagem em curvas de nível	Pobre	47	67	81	88
	Normal	25	59	75	83
	Boa	6	35	70	79
Campos permanentes	Normal	30	58	71	78
	Esparsa de baixa transpiração	45	66	77	83
	Normal	36	60	73	79
	Densa de alta transpiração	25	55	70	77
Chácaras /estradas de terra	Normal	56	75	86	91
	Ruim	72	82	87	89
	De superfície dura	74	84	90	92
Floresta	Muito espessa, baixa transpiração	56	75	86	91
	Espessa	46	68	78	84
	Densa, alta transpiração	26	52	62	69
	Normal	36	60	70	76

Fonte: Santos e Lollo (2016, p. 663-675).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização geoambiental da BHAC

5.1.1 Aspectos climáticos

O clima predominante no Cerrado é o tropical sazonal, com inverno seco. Esse tipo climático é caracterizado por apresentar temperatura média anual em torno de 22 a 23°C, sem variação significativa das máximas mensais ao longo do ano, podendo chegar a mais de 40° C. As mínimas mensais, no entanto, variam bastante, atingindo valores próximos ou até abaixo de zero nos meses de maio, junho e julho (Marcuzzo; Cardoso; Faria, 2012).

Tomando por base a classificação climática adotada no presente trabalho, de Novais (2019), o domínio climático que se faz presente na bacia é o tropical. Esse domínio abrange mais de 2,7 milhões de km² no Brasil e possui quatro subdomínios: úmido (zero a 3 meses secos), semiúmido (4 a 5 meses secos), semisseco (6 a 7 meses secos) e seco (8 a 11 meses secos) (Novais, 2019). Essa classificação é hierarquicamente organizada em 8 níveis:

1) Zona Climática – de controle astronômico, é determinada pela incidência dos raios solares (ou ângulo zenital) durante o ano; 2) Clima Zonal – regulado pela Temperatura Média do Mês mais Frio (TMMMMF), e Clima Azonal – localizado entre os subtropicais, quando sua TMMMMF é equivalente a 2 Climas Zonais mais frios se compararmos ao Clima Zonal adjacente (Clima de Montanha); 3) Domínio Climático – também controlado pela TMMMMF, mas com atuação de sistemas atmosféricos, fundamentais para a diferenciação dessas unidades climáticas; 4) Subdomínio Climático – determinado pela quantidade de meses secos ($P < ETP$: precipitação menor que a evapotranspiração potencial); 5) Tipo Climático – mostra a localização dos Domínios e Subdomínios no continente; e 6) Subtipo Climático - também são delimitados por sua localização, mas com um melhor refinamento em relação aos Tipos, recebendo a nomenclatura da unidade geomorfológica do relevo em que está inserido (Novais; Galvani, 2022, p. 5).

Em relação aos tipos climáticos, a BHAC se encontra entre a região Central do Brasil e o Centro-Sul do Brasil (Figura 12). Desse modo, a BHAC possui aspectos que a enquadram na zona climática quente (15°C e 22,4°C), com temperaturas médias anuais entre 20,1°C e 24°C e temperatura do mês mais frio variando entre 19,1°C e 22°C. A evapotranspiração potencial anual está entre 1.000,1 mm e 1.200 mm, com variação média anual de 1.101 mm a 1.700 mm e cinco meses secos, sendo o subdomínio classificado como semiúmido. A Tabela 5 apresenta as principais características de cada unidade climática (5ª hierarquia) encontrada na BHAC.

Tabela 5 – Características dos tipos climáticos da BHAC

Tipos climáticos de Domínio Tropical na BHAC				
Código	Tr'cbr	Tr'cbr	Tr'scb	Tr'scb
Unidade Climática de 5ª Hierarquia (Tipo)	Tropical semiúmido, central do Brasil	Tropical semisseco, central do Brasil	Tropical semisseco, do centro-sul do Brasil	Tropical semiúmido, do centro-sul do Brasil
Área (km ²)	76.545	538.374	449.721	122.554
Altitude (m)	140-1613	134-1250	128-1227	152-1184
TMMMF (°C)	18,0-26,1	18,4-26,6	18,0-24,6	18,0-24,7
Precipitação média anual (mm)	1193-2487	886-2127	853-2042	1204-2866
ETP média anual (mm)	879-1649	972-1727	941-1634	941-1634
Meses secos (P < ETP) N°	5	6 e 7	6 e 7	4 e 5

Fonte: Novais (2019).

Em geral, a precipitação média anual na área da BHAC, fica entre 1.200 e 1.800 mm, com as chuvas tendo maior ocorrência nos meses de primavera e verão (outubro a março). No período de maio a setembro, os índices pluviométricos mensais reduzem-se bastante, podendo chegar a zero (Marcuzzo; Cardoso; Faria, 2012). As Figuras 9, 10 e 11, as quais apresentam os dados pluviométricos ao longo do ano de 2023 de três municípios da bacia.

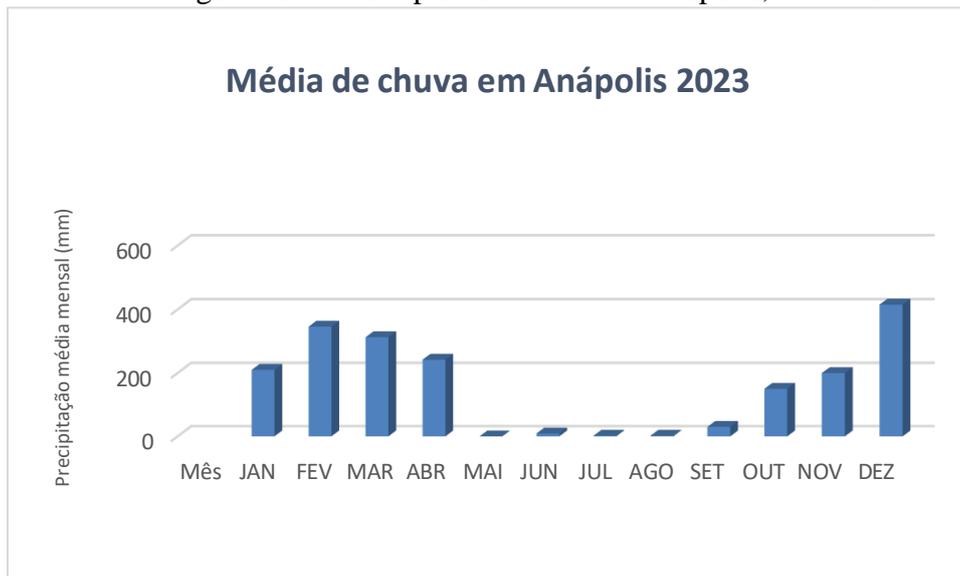
Toda a área da BHAC encontra-se no clima tropical sazonal (Novais; Machado, 2023), espaço que abriga quatro subdomínios climáticos, com predominância do Semiúmido – Centro do Brasil (Tabela 6). A Figura 12 apresenta as áreas ocupadas pelos subdomínios climáticos e a localização dos pluviômetros automáticos e do radar meteorológico responsáveis por fornecer os dados pluviométricos apresentados nas Figuras 9, 10 e 11.

Figura 9 – Média pluviométrica em Alexânia, em 2023



Fonte: Cemaden, organizado por Macedo, em 2024.

Figura 10 – Média pluviométrica em Anápolis, em 2023



Fonte: Cemaden, organizado por Macedo, em 2024.

Figura 11 – Média pluviométrica no Novo Gama, em 2023



Fonte: Cemaden, organizado por Macedo, em 2024.

Tabela 6 – Subdomínios climáticos

Subdomínios climáticos	Área (ha)	Área (%)
Semiúmido – Centro do Brasil	591.765	84%
Semiseco – Centro do Brasil	30.418	4%
Semiseco – Centro-sul	71.388	10%
Semiúmido – Centro-sul	7.904	1%
Total	701.475	100%

Fonte: Novais e Machado (2023), organizado por Macedo, em 2024.

Figura 12 – Mapa de Clima da BHAC

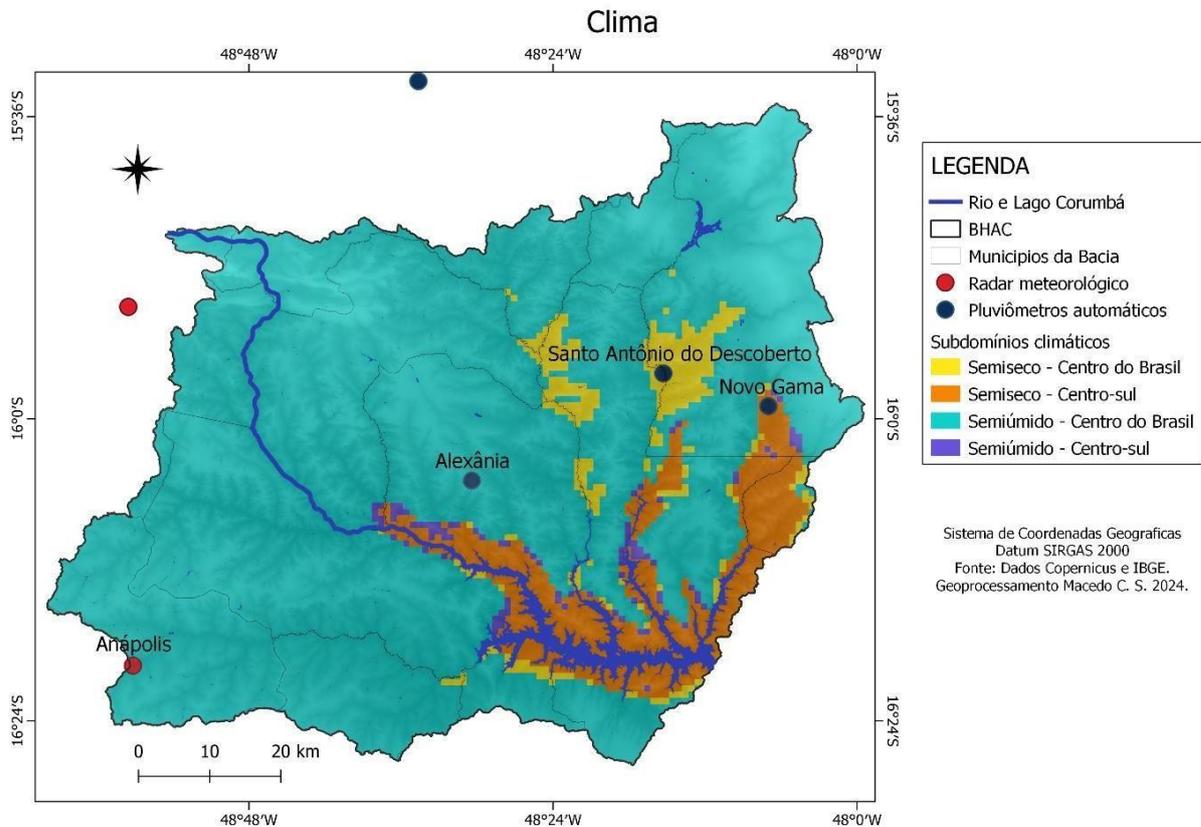


Figura 12 - Mapa de Clima da BHAC

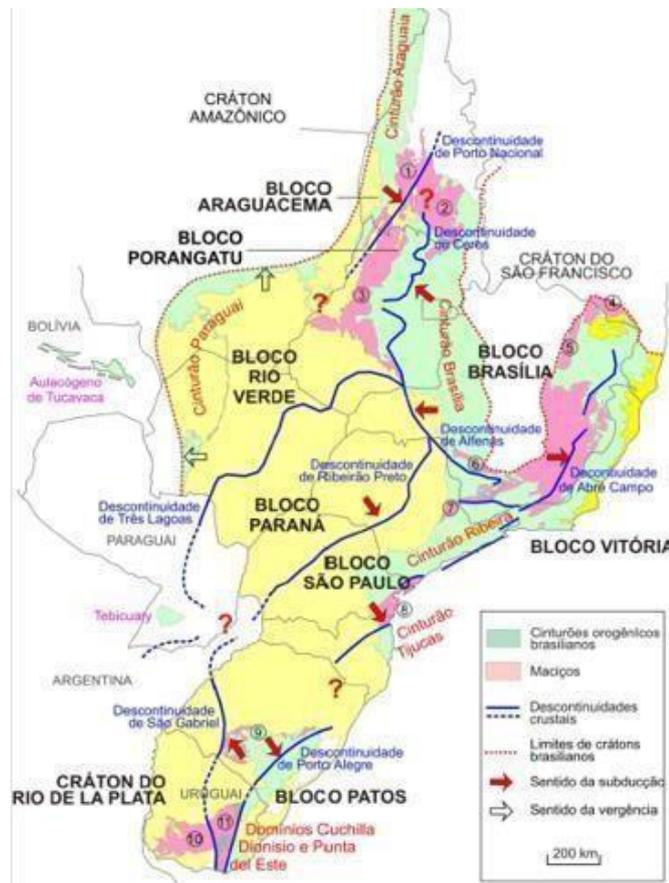
Fonte: Novais e Machado (2023), organizado por Macedo, em 2024.

5.1.2 Aspectos geológicos

Existe uma estreita relação da disposição dos cursos dos rios com a estrutura geológica da Terra. A orientação dos rios se relaciona com a imposição orográfica que, no caso da BHAC, é o Cinturão Brasília (Nascimento, 1991) (Figura 13).

O Cinturão Brasília (Figura 14), de acordo com Almeida *et al.* (1981), se estende por cerca de 1.000 km no sentido norte-sul, ao longo da margem oeste do Cráton do São Francisco, no centro do Brasil, e representa a parte central/oriental de uma grande zona orogênica Neoproterozóica conhecida como Província Tocantins. A convergência e colisão de três grandes blocos continentais no final do Neoproterozóico resultou na atual formação geológica da região (Pimentel *et al.*, 1981). O Cráton Amazônico, a oeste, o Cráton São Francisco/Congo, a leste, e o bloco Paranapanema, que atualmente estão cobertos por rochas Fanerozóicas da Bacia do Paraná, ao sul (Piuzana, 2003) são a base geológica da região (apud Sousa, 2017).

Figura 13 – Blocos crustais delimitados por gravimetria. Designações dos blocos e das suturas



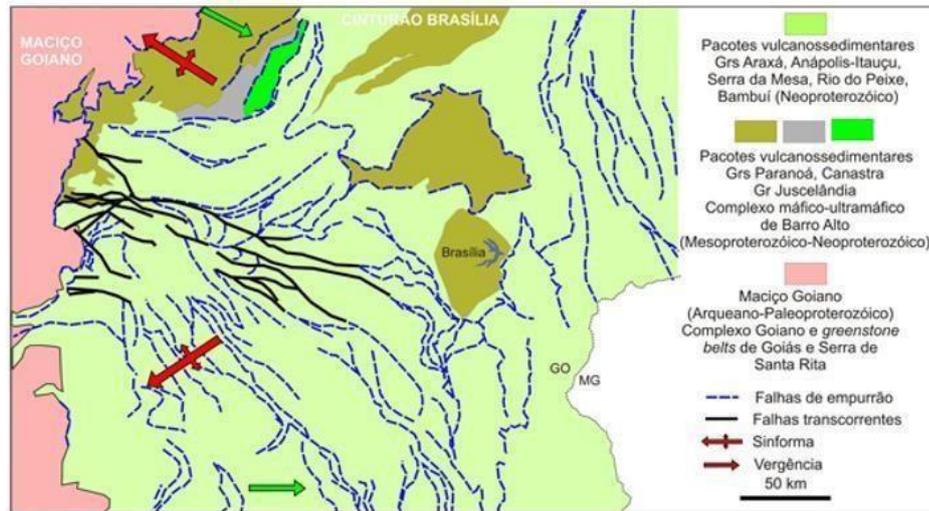
Fonte: Hasui (2010).

A Figura 14 apresenta, com mais detalhe, a base geológica do Cinturão Brasília. A geologia do cinturão é constituída, em grande parte, por rochas metassedimentares dobradas, de baixo grau metamórfico, fácies de xisto-verde, pertencentes aos grupos:

Araxá, Canastra, Paranoá, Ibiá e Bambuí, que compreendem a Faixa Brasília, sobrepostas a um embasamento granito-gnáissico de idade paleomesoproterozoica representado pelo Complexo Granulítico Anápolis-Itaçu, Associação Ortognáissica Migmatítica e pela Sequência Metavulcanossedimentar Rio do Peixe (Silva, 2009).

Na área da BHAC, o Grupo Araxá – Subunidade B é responsável pela maior parte da composição geológica da bacia, com 25,6% da sua área, seguido pela Cobertura Detrito-Laterítica Paleolítica, com 19,4%, Chapada dos Pilões, com 19,4% da área da bacia, e Paracatu, com 18,4%, com as demais unidades geológicas perfazendo, cada uma, menos de 5% da área de estudo (Tabela 7).

Figura 14 – Base geológica, sintaxe de Pirenópolis



Fonte: Hasui (2010), CPRM/SGB-SGM (2008), SGM-UnB-CPRM/SGB (2004).

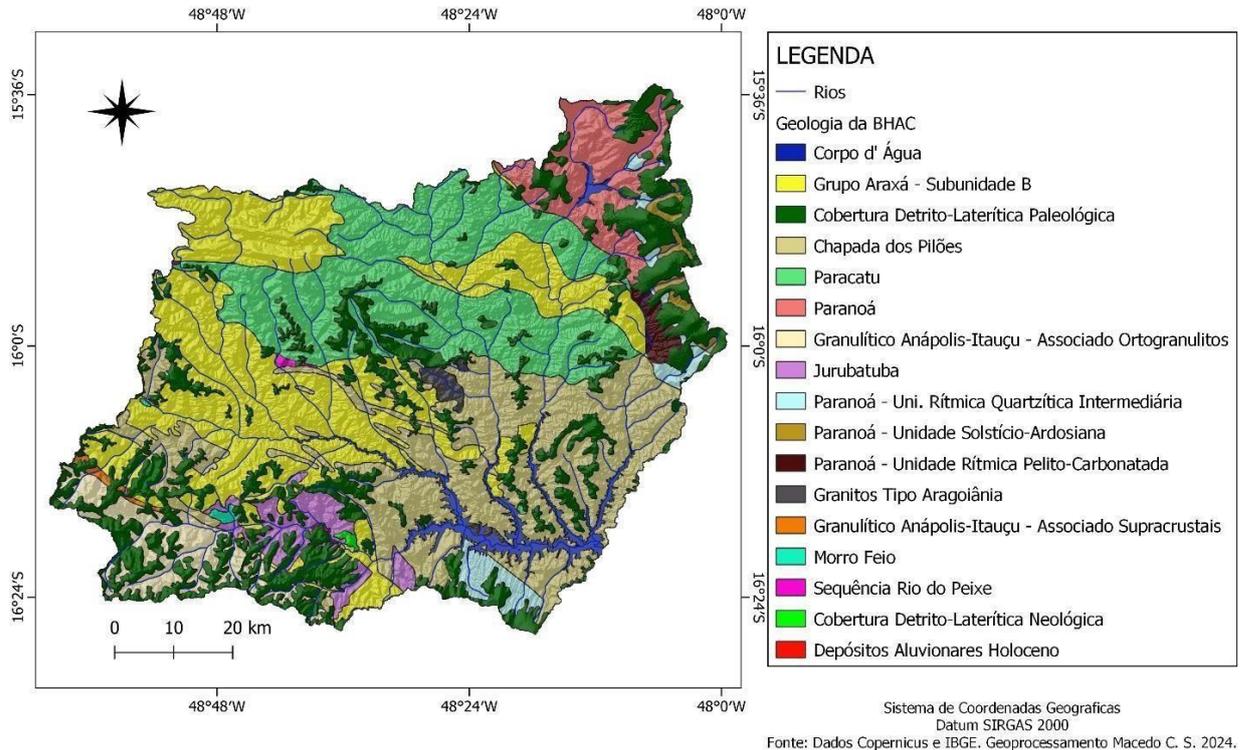
No mapa da Figura 15 é possível observar todas as dezesseis unidades geológicas presentes na BHAC, a saber: Grupo Araxá – Subunidade B, Cobertura Detrito-Laterítica Paleológica, Chapada dos Pilões, Paracatu, Paranoá, Granulítico Anápolis-Itauçu – Associado Ortogranulitos, Jurubatuba, Paranoá – Unidade Rítmica Quartzítica Intermediária, Paranoá – Unidade Solstício-Ardosiana, Paranoá – Unidade Rítmica Pelito-Carbonatada, Granitos Tipo Aragoiânia, Granulítico Anápolis-Itauçu – Associado Supracrustais, Morro Feio, Cobertura Detrito-Laterítica Neológica e Depósitos Aluvionares Holoceno.

Tabela 7 – Unidades geológicas da BHAC

Unidades geológicas	Área (ha)	Área (%)
Grupo Araxá - Subunidade B	179.331	25,56%
Cobertura Detrito-Laterítica Paleológica	136.244	19,42%
Chapada dos Pilões	135.910	19,37%
Paracatu	128.776	18,36%
Paranoá	34.115	4,86%
Granulítico Anápolis-Itauçu - Associado Ortogranulitos	24.050	3,43%
Jurubatuba	16.549	2,36%
Corpo d'Água	15.849	2,26%
Paranoá - Unidade Rítmica Quartzítica Intermediária	13.186	1,88%
Paranoá - Unidade Solstício-Ardosiana	4.755	0,68%
Paranoá - Unidade Rítmica Pelito-Carbonatada	4.504	0,64%
Granitos Tipo Aragoiânia	3.979	0,57%
Granulítico Anápolis-Itauçu - Associado Supracrustais	1.489	0,21%
Morro Feio	1.066	0,15%
Sequência Rio do Peixe	733	0,10%
Cobertura Detrito-Laterítica Neológica	677	0,10%
Depósitos Aluvionares Holoceno	264	0,04%
Total	701.478	100%

Fonte: IBGE, organizado por Macedo, em 2024.

Figura 15 – Mapa de Geologia da BHAC



Fonte: Copernicus e IBGE, organizado por Macedo, em 2024.

Barbosa (1955), ao abordar a geologia da bacia do rio Quebra-Anzol, na região de Araxá (MG), descreveu a ocorrência de xistos verdes, micaxistos e migmatitos e os denominou de Formação Araxá, como citado por Moreira *et al.* (2008):

Posteriormente, sua área de ocorrência foi estendida para o estado de Goiás, quando foi elevada à categoria de Grupo e subdividido nas unidades A e B (Barbosa *et al.*, 1970). Em Goiás, a unidade ocupa áreas descontínuas na porção sul e centro sul, desde o sul de Catalão, sudeste do estado, até Leopoldo de Bulhões, na região central.

Na BHAC, a unidade Araxá – Subunidade B está espacialmente distribuída em três manchas principais (Figura 15). A maior parte está localizada entre os municípios de Abadiânia, Corumbá de Goiás, Alexânia e Anápolis (ver Figura 4), principalmente entre as sub-bacias do Rio Capivari, Foz do Rio Capivari/Rio Corumbá e a Foz do Rio das Antas/Rio Capivari (ver Figura 6). A segunda maior porção da área da unidade está situada a noroeste da BHAC, próximo ao Parque Salto Corumbá, nos municípios de Cocalzinho de Goiás e Corumbá de Goiás (Figura 4), entre as sub-bacias da foz do Rio Capivari/Rio Corumbá, Rio Areias e Foz do Rio das Antas/Rio Capivari (Figura 6). Já o terceiro e menor fragmento tem a forma da letra “m” e está localizado entre os municípios de Santo Antônio do Descoberto, Distrito Federal e Corumbá de Goiás (Figura 4), estando presente entre as sub-bacias do Rio Descoberto, Rio Areias e Foz dos Rios Bartolomeu/Descoberto (Figura 6).

A unidade Araxá - Subunidade B é composta de quartzitos e granada-muscovita-biotita xistos, granada-clorita-muscovita xistos localmente piritosos, calci-clorita-biotita xistos, por vezes feldspáticos, calci-granada-clorita xistos e intercalações de hornblenda-granada xisto feldspático, grafita xisto e lentes de metacalcário (NPabcc) e quartzitos micáceos (NPabqt) (Moreira *et al.*, 2008).

Segundo Piuzana (2002 apud Sousa, 2017), são encontradas lentes de anfibolito (NPabaf) concordantes com as rochas metassedimentares e sua derivação mantélica sugere que o anfibolito é parte de mélange ofiolítica do Grupo Araxá.

A Cobertura Detrito-Laterítica Paleológica, de acordo com Moreira *et al.* (2008), é supostamente do período Terciário-Quaternário. Os 19,37% dessa unidade geológica estão fragmentados e distribuídos em muitas partes da bacia, havendo maior concentração desses fragmentos em três áreas (Figura 15): uma delas, a de maior concentração, está localizada na região sudoeste da bacia, entre os municípios de Anápolis, Abadiânia e Gameleira de Goiás (Figura 4), notadamente entre as sub-bacias do Rio das Antas e do Rio Capivari (Figura 6). A segunda área de concentração dessas manchas está a nordeste da BHAC, junto à divisa do Distrito Federal com o estado de Goiás (Figura 4), entre as sub-bacias do Rio Descoberto e Foz do Rios Bartolomeu/Rio Descoberto (Figura 6). Já a menor concentração de fragmento está localizada na área central da BHAC, na parte de maior elevação (ver Figura 15), no município de Alexânia (Figura 4), especificamente nas sub-bacias da Foz do Rio das Antas/Rio Capivari e Rio Areias (Figura 6).

A Cobertura Detrito-Laterítica Neológica, a qual se diferencia da Cobertura Detrito-Laterítica Paleológica pelo seu período de formação, tem apenas uma pequena porcentagem de 0,10% (Tabela 7) da área na BHAC (Figura 15), no município de Abadiânia.

Terceira unidade geológica mais representativa da bacia, ocorrendo em cerca de 1/5 da área de estudo, a Chapada dos Pilões está disposta, em escala regional, em faixas alongadas de direção preferencial norte-oeste (Moreira *et al.*, 2008). Na BHAC, essa unidade está presente em uma mancha maior, que se destaca a sudeste da bacia, onde se encontra a área de alagamento da barragem Corumbá IV (Figura 15), ou seja, entre os municípios de Santo Antônio do Descoberto, Alexânia, Abadiânia, Silvânia, Luziânia e Novo Gama, além de dois pequenos fragmentos, um ao sul do Distrito Federal e outro no sudoeste da bacia, localizada principalmente no município de Abadiânia (Figura 4).

Segundo Thomé Filho (1994), na região central do estado, quartzitos sustentam a Serra dos Pirineus alinhada E-W, desdobrada em nomes locais tais como Serra de Água Limpa, do Bicame, do Olho D'água, São João e do Pedro. Essa unidade subdivide-se em duas litofácies, a Litofácies 1, MPcp1, constituída de quartzo-sericita-clorita xistos com estreitas intercalações de quartzitos micáceos, laminados, brancos e finos a médios e lentes de mármore (MPcp1mm) e calcixisto (MPcp1cxt); e a Litofácies 2, MPcp2, a qual predominam ortoquartzitos (MPcp2qt) médios a grossos com intercalações de quartzo-sericita-clorita xistos e lentes de quartzito (MPcpqt) (Moreira *et al.*, 2008).

A unidade geológica de Paracatu está distribuída em estreitas faixas alongadas, seguindo a orientação noroeste, próximo a Sobradinho, na região de Luziânia-Cristalina, leste de Brasília, ao longo do rio Corumbá (Moreira *et al.*, 2008). Na BHAC, essa unidade pode ser encontrada no norte da bacia (Figura 15), em uma grande mancha contínua, entre os municípios de Corumbá de Goiás, Santo Antônio do Descoberto, Cocalzinho de Goiás, Águas Lindas de Goiás e ao norte do município de Alexânia. A maior parte da unidade Paracatu está na sub-bacia do rio Areia, mas também existem partes da unidade nas sub-bacias da Foz do Rio das Antas/Rio Capivari, Rio Descoberto, Foz do Rio Capivari/Rio Corumbá e Foz dos Rios Bartolomeu/Descoberto, além de uma pequena mancha dessa unidade ao sul da bacia, próximo à área de alagamento do Lago Corumbá IV (Figura 15).

A unidade é formada por quartzo-sericita-clorita xistos, por vezes, carbonosos, com lentes e níveis centimétricos a métricos de ortoquartzito branco e maciço e locais quartzo-sericita xistos carbonosos com níveis ricos em pirita e veios de quartzo, e intercalações centimétricas de quartzito, clorita-sericita xisto, xisto carbonoso e sericita-clorita xisto localmente calcítico e com lentes de mármore (Moreira *et al.*, 2008).

O Grupo Paranoá é compreendido na BHAC por quatro classes (Paranoá, Paranoá – Unidade Rítmica Quartzítica Intermediária, Paranoá – Unidade Solstício-Ardosiana e Paranoá – Unidade Rítmica Pelito-Carbonatada), as quais, somadas, estão presentes em cerca de 8,06% da bacia (Tabela 7).

A unidade Paranoá é composta por uma espessa sucessão psamo-pelítica e importante contribuição de rochas carbonática, conforme Andrade Ramos (1958 apud Moreira *et al.*, 2008), que as denominou de Formação Paranoá. Na BHAC, a unidade é uma mancha única, sendo que a maior parte dela está localizada no Distrito Federal e em Águas Lindas de Goiás, entre as sub-bacias do Rio Descoberto e do Rio Areias.

De acordo com Moreira *et al.* (2008), a unidade Paranoá foi definida por Brau, em 1968, como formação inferior e lateral do Grupo Bambuí, sendo, seis anos depois, a Formação Paranoá separada do Grupo Bambuí, por Dardenne, a elevando à categoria de Grupo, autor que definiu a sua extensão ao longo de uma faixa N-S, do Distrito Federal ao sul do estado de

Tocantins.

A unidade Paranoá – Conglomerática Rítmica Quartzítica Intermediária, que ocorre em escala regional a oeste do município de Formosa (GO), próximo a Planaltina e Sobradinho, nos domos de Brasília e Cristalina (Moreira *et al.*, 2008), ocupa apenas 1,88% (Tabela 7) da BHAC. Nesta, a maior parte está fragmentada na divisa do Distrito Federal com o estado de Goiás, entre a sub-bacia da Foz dos Rios Bartolomeu/Rio Descoberto e do Rio Descoberto, e entre os municípios de Luziânia e Silvânia, ao sul da BHAC. nas sub-bacias da Foz do Rio Descoberto/Rio Areias e Foz do Rio Areias/Rio das Antas (Figura 6).

A unidade inclui ardósias, quartzitos finos a médios e raros conglomerados intraformacionais e calcários com ocasionais lâminas de metassiltitos e metargilitos e intercalações de quartzitos finos a médios, localmente grossos (Moreira *et al.*, 2008). O pacote é arroxeadado com tons amarelo e vermelho e contém estruturas hummocky, em espinha de peixe, de contração, marcas onduladas e laminações cruzadas por ondas (Moreira *et al.*, 2008).

A unidade Paranoá – Unidade Solstício-Ardosiana compreende metassiltitos argilosos, às vezes carbonosos com intercalações de quartzito fino, metassiltito, filito, ardósia e mármore dispostos em uma litofácies síltica e outra ardosiana (Moreira *et al.*, 2008). Na BHAC, essa unidade está localizada apenas no Distrito Federal (Figura 4), encontrando-se fragmentada entre a unidade de Cobertura Detrito-Laterítica Paleológica e distribuída nas sub-bacias do Rio Descoberto e Foz dos Rios Bartolomeu/Descoberto (Figura 6).

A unidade Paranoá – Unidade Rítmica Pelito-Carbonatada ocorre, em escala regional, em Planaltina de Goiás, Sobradinho (DF), a norte de Taguatinga (DF), sul de Niquelândia (GO), norte de São Gabriel de Goiás e na região de Padre Bernardo (GO) (Moreira *et al.*, 2008). Essa unidade se apresenta na BHAC apenas em uma mancha contínua no Distrito Federal, na sub-bacia da Foz dos Rios Bartolomeu/Rio Descoberto. A unidade é composta de metargilitos, ardósias, metassiltitos vermelhos, brancos e amarelados, filitos carbonosos rítmicos, calcixistos e quartzitos feldspáticos finos a médios (Moreira *et al.*, 2008).

A unidade Granulítico Anápolis-Itauçu Associado Supracrustais é um complexo que está em contato tectônico, marcado por extensas zonas de cisalhamento transcorrentes contracionais (Araújo *et al.*, 1994). Essa unidade está a sudoeste da BHAC e situa-se entre os

municípios de Anápolis e Gameleira de Goiás e nas sub-bacias do Rio Capivari e Rio das Antas, principalmente nesta última.

A unidade Jurubatuba inclui o Granito Jurubatuba (Piuzana, 2002 apud Sousa, 2017). Quando se observa a escala regional, está a norte de Silvânia e tem rochas da Associação Ortognáissica Migmatítica (Oliveira *et al.*, 1997), composta por gnaisses e migmatitos do paleoproterozóicos (Moreira *et al.*, 2008). “O contato com a Sequência Silvânia é marcado por falha transcorrente, oblíqua e sinistral (Moreira *et al.*, 2008). Trata-se de granito deformado com textura granoblástica, com variação para granodiorito e tonalito” (Piuzana, 2002 apud Sousa, 2017).

Essa unidade ocupa 2,36% da BHAC e está situada ao sul da área, nos municípios de Abadiânia e Gameleira de Goiás, e em pequenos fragmentos em Anápolis e Silvânia. Quando observada a localização nas sub-bacias, essa unidade se faz presente na do Rio das Antas e na da Foz do Rio das Antas/Rio Capivari.

A unidade Granitos Tipo Aragoiânia é formada por granitos sintectônicos que, em escala regional, ocorrem também nas regiões goianas de Alexânia, Pontalina, Sanclerlândia e Pirenópolis (Baêta; Souza; Moreton, 1998). Essa unidade ocupa uma pequena área da BHAC, cerca de 0,57% (Tabela 7), sendo encontradas apenas em três fragmentos localizados no município de Alexânia (Figura 4). Os fragmentos estão na sub-bacia do Rio Areia, no centro do município, na sub-bacia da Foz do Rio Areias/Rio das Antas, extremo sul de Alexânia, e junto à área de alagamento do Lago Corumbá.

A unidade Morro Feio tem, em sua formação, serpentinitos, talco xistos, clorita xistos, talco-actinolita xistos e talco-clorita xistos, por vezes com lentes de cromita podiforme (Mello; Berbert, 1969). Essa unidade ocupa apenas duas pequenas áreas a sudoeste, nas divisas entre os municípios de Abadiânia e Anápolis (sub-bacia do Rio das Antas), e outro menor, entre Abadiânia e Pirenópolis (sub-bacia do rio Capivari).

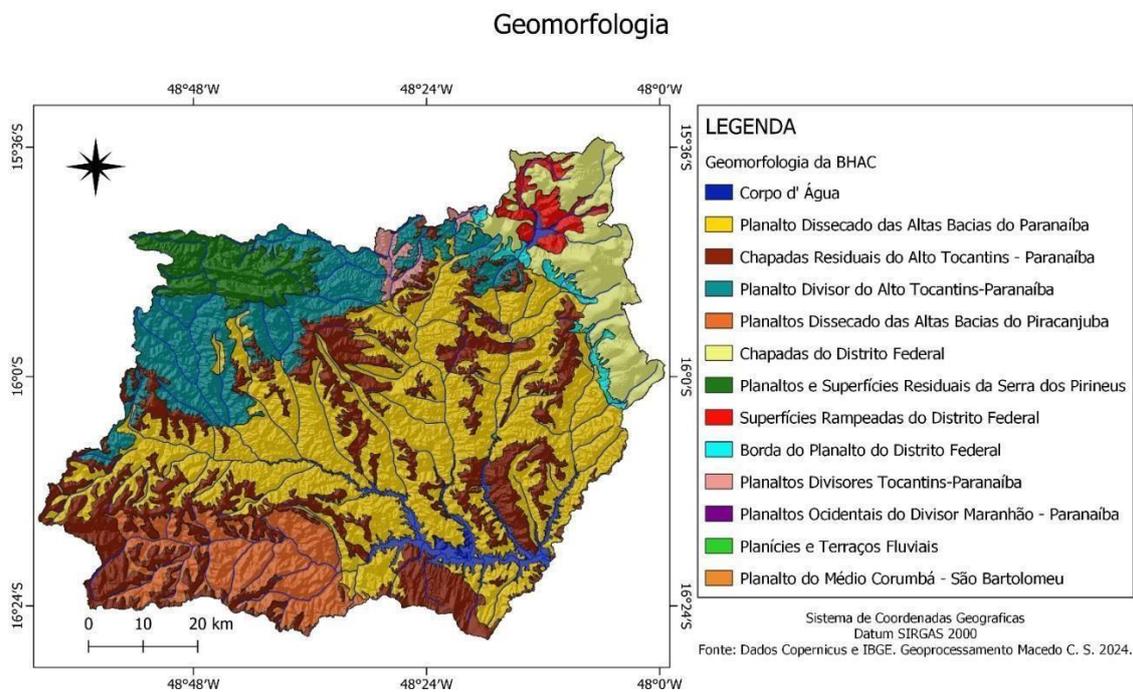
A unidade Rio do Peixe, que foi redefinida por Fernandes (1998), está localizada de forma diminuta na BHAC, totalmente no município de Corumbá de Goiás e, em termos hidrogeográficos, na sub-bacia da Foz do Rio das Antas/Rio Capivari.

A menor unidade de toda a bacia, os Depósitos Aluvionares Holoceno, pode conter, nas frações mais grossas, concentrações de rutilo, ouro, zircão e diamante, que podem constituir depósitos de interesse econômico (Moreira *et al.*, 2008). Esse pequeno fragmento (0,04%) está localizado nos limites dos municípios de Abadiânia e Gameleira de Goiás, correspondente à sub-bacia do Rio das Antas (Figura 6).

5.1.3 Aspectos geomorfológicos

A Figura 16 apresenta as unidades geomorfológicas presentes na BHAC, a saber: Planalto Dissecado das Altas Bacias do Paranaíba, Chapadas Residuais do Alto Tocantins – Paranaíba, Planalto Divisor do Alto Tocantins-Paranaíba, Planaltos Dissecado das Altas Bacias do Piracanjuba, Chapadas do Distrito Federal, Planaltos e Superfícies Residuais da Serra dos Pirineus, Superfícies Rampeadas do Distrito Federal, Borda do Planalto do Distrito Federal, Serra da Planaltos Divisores Tocantins-Paranaíba, Planaltos Ocidentais do Divisor Maranhão – Paranaíba, Planícies e Terraços Fluviais e Planalto do Médio Corumbá – São Bartolomeu.

Figura 16 – Mapa de Geomorfologia da BHAC



Fonte: Copernicus e IBGE, organizado por Macedo, em 2024.

A Tabela 8, por sua vez, apresenta a área (em hectare e porcentagem) de todas as unidades geomorfológicas da BHAC. Como é possível constatar nesta, a maior área, dentre as unidades geomorfológicas presentes na BBHAC, é a Planalto Dissecado das Altas Bacias do Paranaíba, com quase 40% da área, e as unidades de menor porcentagem são as Planícies e Terraços Fluviais e o Planalto do Médio Corumbá – São Bartolomeu que, juntas, não somam um por cento da bacia.

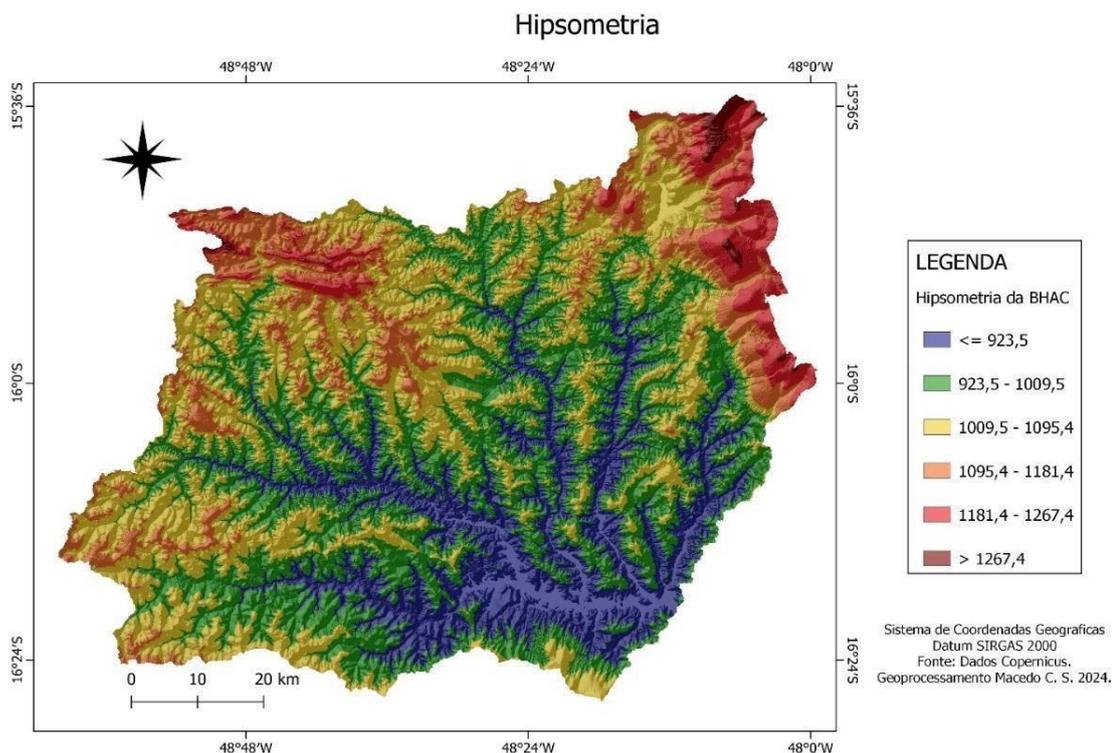
Tabela 8 – Unidades geomorfológicas presentes na BHAC

Unidades Geomorfológicas	Área (ha)	Área %
Planalto Dissecado das Altas Bacias do Paranaíba	267.507	38,14%
Chapadas Residuais do Alto Tocantins-Paranaíba	151.771	21,64%
Planalto Divisor do Alto Tocantins-Paranaíba	91.004	12,97%
Planaltos Dissecado das Altas Bacias do Piracanjuba	58.415	8,33%
Chapadas do Distrito Federal	56.095	8,00%
Planaltos e Superfícies Residuais da Serra dos Pirineus	31.924	4,55%
Superfícies Rampeadas do Distrito Federal	16.844	2,40%
Borda do Planalto do Distrito Federal	12.826	1,83%
Planaltos Divisores Tocantins-Paranaíba	7.578	1,08%
Planaltos Ocidentais do Divisor Maranhão-Paranaíba	7.255	1,03%
Planícies e Terraços Fluviais	159	0,02%
Planalto do Médio Corumbá-São Bartolomeu	90	0,01%
Total	701.469	100%

Fonte: IBGE, organizado por Macedo, em 2024.

Em termos hipsométricos, é possível observar que a BHAC apresenta cota máxima superior a 1.260 metros de altitude e cota mínima inferior a 924 metros de altitude. A Tabela 10 apresenta o quantitativo ocupado pelos seis intervalos de altitude presentes na BHAC e representados espacialmente no mapa da Figura 17. A partir deles, é possível afirmar que a maior parte da bacia do Alto Corumbá à montante da hidrelétrica Corumbá IV, cerca de um terço, está compreendida a uma altitude entre 923,5 e 1.009,5 metros. Proporcionalmente, a cota altimétrica com menor área, apenas 5%, é a correspondente a valores acima de 1.267,4m (Tabela 9).

Figura 17 – Mapa de Hipsometria da BHAC



Fonte: Copernicus, organizado por Macedo, em 2024.

Tabela 9 – Classes de altitude da BHAC

Altitude	Área (ha)	Área (%)
<= 923,5m	132.457	19%
923,5m – 1009,5m	234.597	33%
1009,5m – 1095,4m	212.914	30%
1095,4m – 1181,4m	80.643	11%
1181,4m – 1267,4m	36.431	5%
> 1267,4m	5.125	1%
Total	702.167	100%

Fonte: MapBiomias, organizado por Macedo, em 2024.

O último elemento geomorfológico avaliado na bacia hidrográfica do Alto Corumbá, a declividade, se caracteriza, majoritariamente, por classes associadas a relevos ondulados (de 8% a 20%) e forte ondulado (de 20% a 45%), totalizando, juntos, 77,85% da área (Tabela 10). A associação dos elementos que compõem os aspectos geomorfológicos da bacia pode ser apreciada na Tabela 11.

Tabela 10 – Intervalos de declividade da BHAC

Declividade	Área (ha)	Área (%)
0 - 8%	69.799	9,970%
8 - 20%	236.975	33,848%
20 - 45%	308.044	43,999%
45 - 75%	82.420	11,772%
75 - 95%	2.846	0,407%
>95%	30	0,004%
Total	700.114	100%

Fonte: Copernicus, organizado por Macedo, em 2024.

Como já citado, a unidade Planalto Dissecado das Altas Bacias do Paranaíba é a forma de relevo mais abrangente da BHAC, ocupando um total de 38,14% da área (Tabela 8) e cotas hipsométricas entre < 923,5 e 1.009,5m (Figura 17). Essa unidade engloba as áreas localizadas, em escala regional, a norte do Planalto Tabular e no vale do Rio Paranaíba, a montante da represa Itumbiara, mostrando vertentes abruptas (Baccaro *et al.*, 2021).

Segundo Silva (2009), trata-se do padrão de relevo típico dos planaltos retocados, podendo ocorrer, de forma subordinada, nos planaltos dissecados. A litologia é constituída por rochas metassedimentares do Grupo Araxá (micaxistos) e Complexo Goiano (gnaiesses e granitos) nas áreas mais baixas (Baccaro *et al.*, 2021).

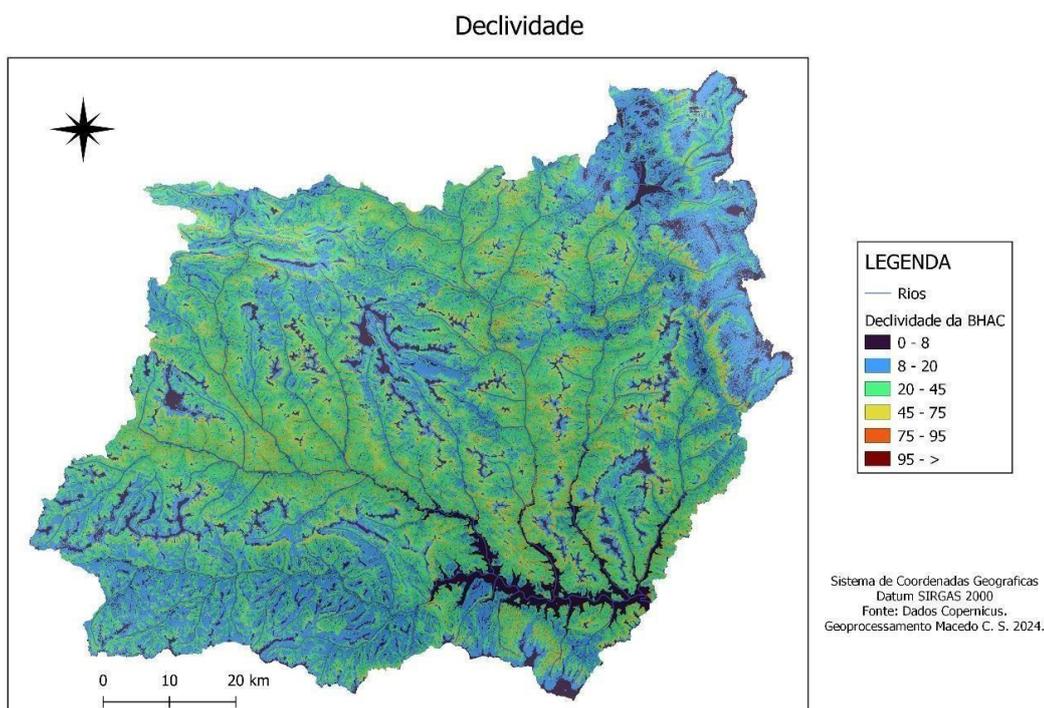
Na área da BHAC, o Planalto Dissecado das Altas Bacias do Paranaíba está localizado principalmente ao centro e ao sudeste da bacia (Figura 16), apresentando declividade distribuída nas classes extremas (< que 8% e > 95%). Devido à sua alta representatividade na área, ocupa alguma porcentagem de todos os municípios e sub-bacias presentes na área de estudo (ver Figuras 1 e 3). Na bacia, as principais unidades geológicas dessa unidade de relevo são a Chapada dos Pilões, o Grupo Araxá – Subunidade B e Paracatu (Figura 15).

A unidade Chapadas Residuais do Alto Tocantins-Paranaíba ocupa 21,64% da BHAC (Tabela 8). Essa unidade se encontra de maneira espalhada pela bacia, principalmente ao centro/sul (Figura 16) e geralmente nas áreas de maior altitude (Figura 17). De modo similar, a unidade Planalto Divisor do Alto Tocantins-Paranaíba também está presente, em alguma proporção, em todos os municípios e sub-bacias da área de estudo. A maior parte dessa unidade geomorfológica é formada na unidade geológica Cobertura Detrito-Laterítica Paleológica (Figura 15), com predomínio de altitude entre 1.095,4 e 1.181,4 m e declividades médias entre as classes 0 - 8 % e 45 - 75 % (Figura 18).

Todos os relevos elevados da unidade, entre 1000 e 1200 m, apresentam, em maiores ou menores extensões, topos truncados ou superfícies elevadas conservadas, como em Anápolis, Leopoldo de Bulhões, Silvânia, Vianópolis, Serra de Caldas, Campinaçu, Niquelândia, entre outras cidades do Estado de Goiás (Nascimento, 1991).

Na BHAC, a maior parte dessa unidade está disposta principalmente a noroeste da área da bacia, compreendendo cerca de 12,97% da sua área (Tabela 8). Esse percentual está distribuído sobre os territórios dos municípios de Pirenópolis, Abadiânia, Cocalzinho de Goiás, Águas Lindas de Goiás e, principalmente, Corumbá de Goiás (ver Figura 4). Essa unidade geomorfológica está presente nas sub-bacias do Rio Capivari, à montante da Foz do Rio Capivari, Foz do Rio das Antas/Rio Capivari, Rio Areias e Rio Descoberto (ver Figura 6), onde se localizam, principalmente, as unidades geológicas do Grupo Araxá e Paracatu (Figura 15).

Figura 18 – Mapa de declividade da BHAC



Ocupando classes de declividade semelhantes às Chapadas Residuais do Alto Tocantins-Paranaíba, os Planaltos Dissecado das Altas Bacias do Piracanjuba trata-se de uma unidade geomorfológica encontrada na parte sudoeste da bacia (Figura 16) e ocupa 8,33% da área da BHAC (Tabela 8). É uma área contínua entre os municípios de Anápolis, Abadiânia, Gameleira de Goiás e uma pequena parte em Silvânia. A hipsometria média dessa unidade está entre $\leq 923,5$ e $1095,4$ m e está presente, assim como a respectiva unidade geomorfológica, apenas na sub-bacia do Rio das Antas (Figura 6). Ao se observar as unidades geológicas as quais essa unidade geomorfológica está associada, tem-se, com mais representatividade, a Cobertura Detrito-Laterítica Paleológica, a Granulítico Anápolis-Itauçu – Associado Ortogranulitos e a Jurubatuba, havendo, ainda, fragmentos menores em outras unidades geológicas, como, por exemplo, Morro Feio e Depósitos Aluvionares Holoceno (Figura 15).

Tabela 11 – Síntese das unidades Geomorfológicas.

Unidades Geomorfológicas	Hipsometria	Declividade
Planalto Dissecado das Altas Bacias do Paranaíba	$\leq 923,5 / 1009,5$	0 - 8 % / 95 - > %
Chapadões Residuais do Alto Tocantins-Paranaíba	923,5 / 1181,4	0 - 8 % / 45 - 75 %
Planalto Divisor do Alto Tocantins-Paranaíba	923,5 / 1181,4	0 - 8 % / 75 - 95 %
Planaltos Dissecado das Altas Bacias do Piracanjuba	$\leq 923,5 / 1095,4$	0 - 8 % / 45 - 75 %
Chapadas do Distrito Federal	1009,5 / > 1267,4	0 - 8 % / 45 - 75 %
Planaltos e Superfícies Residuais da Serra dos Pirineus	1009,5 / > 1267,4	0 - 8 % / 95 - > %
Superfícies Rampeadas do Distrito Federal	1009,5 / 1181,4	0 - 8 % / 45 - 75 %
Borda do Planalto do Distrito Federal	923,5 / 1181,4	20 - 45 % / > 95 %
Planaltos Divisores Tocantins-Paranaíba	923,5 / 1095,4	0 - 8 % / 75 - 95 %
Planaltos Ocidentais do Divisor Maranhão - Paranaíba	1009,5 / 1181,4	0 - 8 % / 45 - 75 %
Planícies e Terraços Fluviais	$\leq 923,5$	0 - 8 % / 20 - 45 %
Planalto do Médio Corumbá - São Bartolomeu	923,5 - 1009,5	0 - 8 % / 45 - 75 %

Fonte: Copernicus, organizado por Macedo, em 2024.

A unidade Chapadas do Distrito Federal está disposta a nordeste da bacia e ocupa 8% (Tabela 8) da área desta. A unidade se estende de forma contínua, principalmente sobre o território do Distrito Federal, havendo uma sobreposição também nos municípios de Águas Lindas de Goiás e de Padre Bernardo. Essa unidade está presente nas sub-bacias do Rio Descoberto, da Foz dos Rios Bartolomeu/Rio Descoberto e uma pequena porcentagem no Rio Areia. Essa unidade geomorfológica está presente nas unidades geológicas de Cobertura Detrito-Laterítica Paleológica Paranoá, Paranoá – Unidade Rítmica Pelito-Carbonatada, Paranoá – Unidade Rítmica Quartzítica Intermediária e Paranoá – Unidade Solstício-Ardosiana (Figura 15). A altitude média está entre $1.009,5$ e $> 1.267,4$ m e declividade média compreendida entre nos intervalos 0-8% e 45-75% (Figuras 17 e 18).

Os Planaltos e Superfícies Residuais da Serra dos Pirineus estão situados no extremo noroeste da bacia, em áreas com classes de altitude média superiores a $1.009,5$ metros (Figura 16). Essa unidade ocupa cerca de 4,55% da BHAC (Tabela 8) e está disposta em um fragmento

contínuo entre os municípios de Cocalzinho de Goiás, Corumbá de Goiás e Pirenópolis (Figura 4). Com declividades correspondentes a relevos planos e escarpado, essa unidade geomorfológica está presente nas unidades geológicas do Grupo Araxá – Subunidade B e Paracatu e sobre as sub-bacias a montante da Foz do Rio Capivari, Rio Areias e uma pequena parte a norte da Foz do Rio das Antas/Rio Capivari.

A unidade de Superfícies Rampeadas do Distrito Federal localiza-se a nordeste da bacia (Figura 16), ocupando 2,40% desta (Tabela 8), e circunda o Lago do Descoberto. Constitui uma área contínua disforme, com a maior área localizada no Distrito Federal, mas também presente nos municípios de Águas Lindas de Goiás e Padre Bernardo. A modesta extensão a restringe à sub-bacia do Rio Descoberto (Figura 6). A altitude média está entre 1.009,5 e > 1.181,4 metros e declividade distribuída entre as classes 0-8% e 45-75% (Figuras 17 e 18). A Borda do Planalto do Distrito Federal possui altitude média entre 923,5 e 1.181,4 m. Localiza-se a nordeste da bacia e ocupa 1,83% de sua área (Tabela 8). A unidade está dividida em quatro fragmentos alinhados no sentido norte-sul (Figura 16), ocupando classes de declividade relacionadas a relevos forte ondulado e escarpado. A maior porcentagem encontra-se no Distrito Federal, mas também há fragmentos menores em Águas Lindas de Goiás e Cocalzinho de Goiás. Quando observada a sua distribuição nas sub-bacias, é notável a presença na Foz do Rio Bartolomeu/Rio Descoberto, Rio Descoberto e uma pequena parte no Rio Areias (Figura 6). Essa unidade geomorfológica está sobreposta às unidades geológicas do Paranoá, Paranoá – Unidade Rítmica Pelito-Carbonatada e Paranoá – Unidade Rítmica Quartzítica Intermediária (Figura 15).

Tabela 12 – Síntese das unidades geológicas em relação a geomorfologia

Unidades geológicas	Unidades geomorfologias
Grupo Araxá - Subunidade B	Planalto Dissecado das Altas Bacias do Paranaíba
	Planalto Divisor do Alto Tocantins-Paranaíba
	Planaltos e Superfícies Residuais da Serra dos Pirineus
	Chapadas Residuais do Alto Tocantins - Paranaíba
Cobertura Detrito-Laterítica Paleológica	Chapadas Residuais do Alto Tocantins - Paranaíba
	Chapadas do Distrito Federal
Chapada dos Pilões	Planalto Dissecado das Altas Bacias do Paranaíba
	Planalto Divisor do Alto Tocantins-Paranaíba
Paracatu	Planalto Divisor do Alto Tocantins-Paranaíba
	Planalto Dissecado das Altas Bacias do Paranaíba
	Planaltos Divisores Tocantins-Paranaíba
	Chapadas Residuais do Alto Tocantins - Paranaíba
Paranoá	Chapadas do Distrito Federal
	Superfícies Rampeadas do Distrito Federal
	Borda do Planalto do Distrito Federal

(Continua)

(Conclusão)

Unidades geológicas	Unidades geomorfológicas
Granulítico Anápolis-Itauçu – Associado Ortogranulitos	Planalto Dissecado das Altas Bacias do Piracanjuba Planalto Dissecado das Altas Bacias do Paranaíba Chapadas Residuais do Alto Tocantins - Paranaíba
Jurubatuba	Planalto Dissecado das Altas Bacias do Piracanjuba Planalto Dissecado das Altas Bacias do Paranaíba Chapadas Residuais do Alto Tocantins - Paranaíba
Paranoá – Unidade Rítmica Quartzítica Intermediária	Chapadas do Distrito Federal Borda do Planalto do Distrito Federal Chapadas Residuais do Alto Tocantins - Paranaíba
Paranoá – Unidade Solstício-Ardosiana	Chapadas do Distrito Federal
Paranoá – Unidade Rítmica Pelito-Carbonatada	Chapadas do Distrito Federal Borda do Planalto do Distrito Federal Planalto Dissecado das Altas Bacias do Paranaíba
Granitos Tipo Aragoiânia	Planalto Dissecado das Altas Bacias do Paranaíba
Granulítico Anápolis-Itauçu – Associado Supracrustais	Planalto Dissecado das Altas Bacias do Paranaíba Planaltos Dissecado das Altas Bacias do Piracanjuba Chapadas Residuais do Alto Tocantins - Paranaíba Planaltos Divisores Tocantins-Paranaíba
Morro Feio	Chapadas Residuais do Alto Tocantins - Paranaíba Planaltos Dissecado das Altas Bacias do Piracanjuba
Sequência Rio do Peixe	Planalto Dissecado das Altas Bacias do Paranaíba Chapadas Residuais do Alto Tocantins - Paranaíba Planalto Divisor do Alto Tocantins-Paranaíba
Cobertura Detrito-Laterítica Neológica	Planaltos Dissecado das Altas Bacias do Piracanjuba
Depósitos Aluvionares Holoceno	Planaltos Dissecado das Altas Bacias do Piracanjuba

Fonte: IBGE, organizado por Macedo, em 2024.

Situados na sub-bacia do Rio das Antas (Figura 6), nas unidades geológicas Granulítico Anápolis-Itauçu – Associado Ortogranulitos e Cobertura Detrito-Laterítica Paleológica (Figura 15), os Planaltos Ocidentais do Divisor Maranhão – Paranaíba é uma unidade com 1,03% da área da bacia (Tabela 8). Essa unidade ocupa o extremo sudoeste da BHAC (Figura 16), nos limites entre os municípios de Anápolis e Campo Limpo de Goiás (Figura 4), e altitude média entre 1.009,5 e 1.181,4m. A declividade média fica compreendida nos intervalos 0-8% e 45-75% (Figuras 17 e 18), com o solo totalmente ocupado pela área urbana (Figura 19).

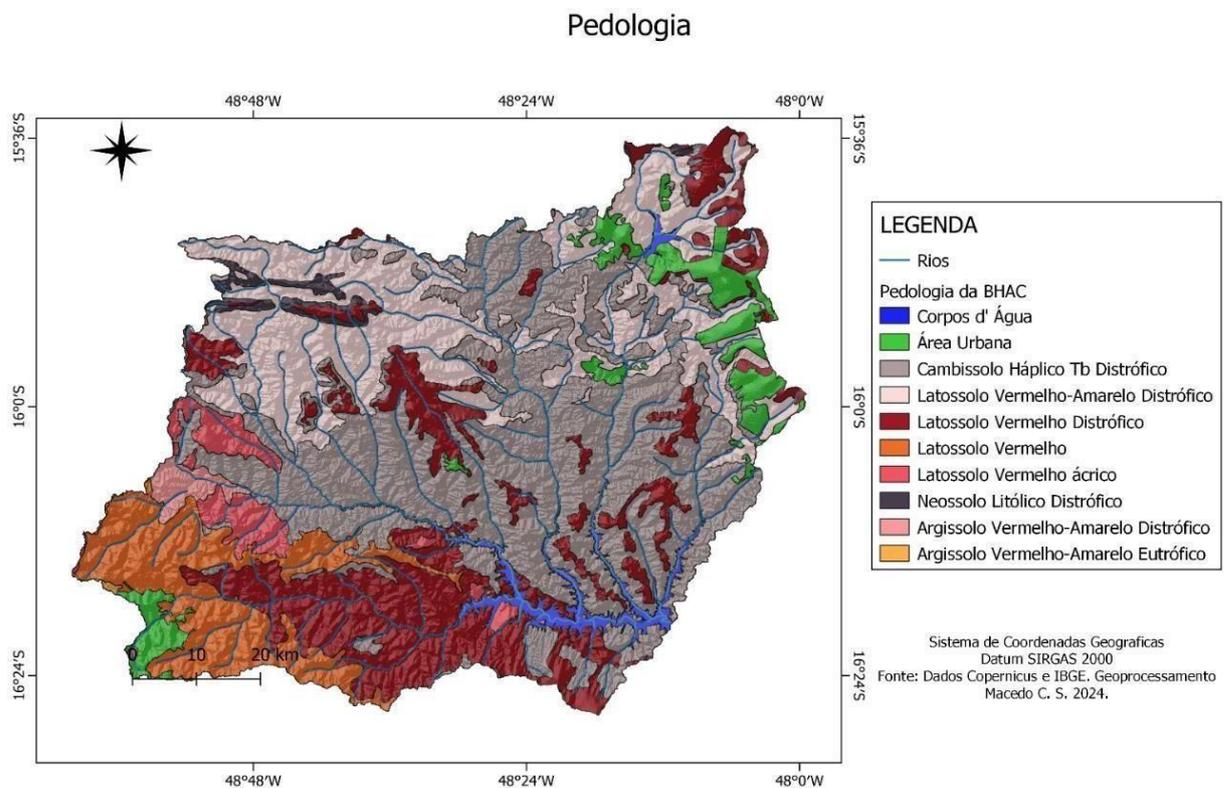
Já as Planícies e Terraços Fluviais, menor unidade geomorfológica da BHAC, ocupando apenas 0,02% (Tabela 8) desta, estão localizadas mais ao centro leste da bacia (Figura 16), no município de Santo Antônio do Descoberto (Figura 4) e na sub-bacia do Rio Descoberto (Figura 6). A unidade geomorfológica se faz presente na unidade geológica Chapada dos Pilões (Figura 15) e em altitude média máxima de 923,5 metros, em áreas planas e ondulada

5.1.4 Aspectos pedológicos

O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) é o sistema taxonômico oficial de classificação de solos do Brasil. Essa classificação existe no país desde as primeiras tentativas de organização, a partir da década de 1970, com base em aproximações sucessivas, buscando definir um sistema hierárquico, multicategórico e aberto para atualizações do território nacional (Santos *et al.*, 2018).

A Figura 19 demonstra a localização de cada classe de solo da bacia hidrográfica do Alto Corumbá, a saber: Cambissolo Háptico Tb Distrófico, Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, Latossolo Vermelho Distrófico, Latossolo Vermelho, Latossolo Vermelho Ácrico, Neossolo Litólico Distrófico, Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico e Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico. Na Tabela 13 é possível observar a participação dessas classes por área em hectares e porcentagem.

Figura 19 – Mapa de pedologia da BHAC



Fonte: Copernicus e IBGE, organizado por Macedo, em 2024.

O Cambissolo Háptico tb distrófico é a classe de solo, considerando o terceiro nível categórico, que ocupa a maior área de estudo, estando em 36,9% desta (Tabela 13). O cambissolo é um agrupamento de solos pouco desenvolvidos, com horizonte B incipiente.

Tem pedogênese pouco avançada evidenciada pelo desenvolvimento da estrutura do solo, com alteração do material de origem expressa pela quase ausência da estrutura da rocha ou da estratificação dos sedimentos, cromas mais altos, matizes mais vermelhos ou conteúdo de argila mais elevado que o dos horizontes subjacentes. O desenvolvimento de horizonte B incipiente em sequência a horizonte superficial de qualquer natureza, inclusive o horizonte A chernozêmico, quando o B incipiente deverá apresentar argila de atividade baixa e/ou saturação por bases baixa (Santos *et al.*, 2018).

Esses são solos com argila de atividade baixa e saturação por bases < 50%, ambas na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (Santos *et al.*, 2018). Devido à sua alta participação, essa classe de solo está presente em alguma porcentagem em todos os municípios da bacia e em todas as sub-bacias (ver Figura 6), estando disposta, principalmente, sob as unidades geológicas Chapada dos Pilões, Grupo Araxá – Subunidade B, Paracatu (ver Figura 15) e do Planalto Dissecado das Altas Bacias do Paranaíba (ver Figura 16), quando observada a composição geomorfológica associada.

Tabela 13 – Classes de solos presentes na BHAC

Classes de solos	Área (ha)	Área %
Cambissolo Háplico Tb Distrófico	258.970	36,9%
Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico	154.027	22,0%
Latossolo Vermelho Distrófico	133.087	19,0%
Latossolo Vermelho	66.232	9,4%
Área Urbana	35.138	5,0%
Latossolo Vermelho ácrico	21.492	3,1%
Corpo D' Água	15.872	2,3%
Neossolo Litólico Distrófico	8.497	1,2%
Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico	7.702	1,1%
Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico	456	0,1%
Total	701.477	100%

Fonte: IBGE, organizado por Macedo, em 2024.

Na BHAC, existem quatro tipos diferentes de Latossolos, os quais perfazem mais de 57% da área de estudo (Tabela 13), sendo, portanto, a classe predominante da bacia, se observado apenas o primeiro nível categórico. A classe de Latossolo é um agrupamento de solos com horizonte B latossólico que possui:

Evolução muito avançada com atuação expressiva de processo de latolização (ferralitização), resultando em intemperização intensa dos constituintes minerais primários, e mesmo secundários menos resistentes, e concentração relativa de argilominerais resistentes e/ou óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, com inexpressiva mobilização ou migração de argila, ferrólise, gleização ou plintitização. O desenvolvimento (expressão) de horizontediagnóstico B latossólico, em sequência a qualquer tipo de A, e quase nulo ou pouco acentuado aumento de teor de argila de A para B (Santos *et al.*, 2018).

A classe de maior porcentagem entre os latossolos é a do Latossolo vermelho-amarelos distróficos, com aproximadamente 22,0% da BHAC (Tabela 13). Esse solo, que tem saturação por bases < 50% na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B, está presente mais ao norte da bacia (Figura 19), principalmente no município de Corumbá de Goiás e, em menor porcentagem, em Pirenópolis, Alexânia, Cocalzinho de Goiás, Águas Lindas de Goiás, Padre Bernardo, Novo Gama e Distrito Federal (Figura 4). Essa classe de solo está presente nas sub-bacias a montante da Foz do Rio Capivari, na Foz do Rio das Antas/Rio Capivari, no Rio Areias, no Rio Descoberto e na Foz do Rio Bartolomeu/Rio Descoberto (Figura 6). Há várias unidades geológicas nessa classe de solo, sendo as mais representativas o Grupo Araxá – Subunidade B, Paranoá e Paracatu (Figura 15). As principais unidades geomorfológicas que sobrepõem espacialmente os Latossolo vermelho-amarelos distróficos na BHAC são os Planaltos e Superfícies Residuais da Serra dos Pirineus, Planalto Divisor do Alto Tocantins-Paranaíba, Superfícies Rampeadas do Distrito Federal e Chapadas do Distrito Federal (Figura 16).

A classe de Latossolo vermelho distrófico tem saturação por bases < 50% na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (Santos *et al.*, 2018), encontra-se espalhada em cerca de 1/5 da BHAC (Figura 19) e em quase todos os municípios. Devido ao seu padrão espacial na bacia, a única sub-bacia que não tem essa classe de solo é a do Rio Capivari (Figura 6). As principais unidades geológicas dessas classes de solo são as Cobertura Detrito-Laterítica Paleológica e Jurubatuba (Figura 15). Já em relação à geomorfologia, as principais unidades são Planalto Dissecado das Altas Bacias do Piracanjuba, Planalto Dissecado das Altas Bacias do Paranaíba e Chapadas Residuais do Alto Tocantins – Paranaíba (Figura 16).

A classe de Latossolo vermelho é um solo com matiz 2,5YR ou mais vermelho na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (Santos *et al.*, 2018). Essa classe está localizada no sudoeste da BHAC (Figura 19), entre os municípios de Anápolis, Gameleira de Goiás, Abadiânia, Pirenópolis e Campo Limpo de Goiás (Figura 4), em conjunção ao relevo que compõe as Chapadas Residuais do Alto Tocantins – Paranaíba, o Planalto Dissecado das Altas Bacias do Piracanjuba e o Planalto Dissecado das Altas Bacias do Paranaíba (Figura 16). Presente nas sub-bacias do Rio das Antas, Rio Capivari e Foz do Rio das Antas/Rio Capivari (Figura 6), 9,4% (Tabela 13) de Latossolo vermelho da bacia de estudo situam-se, sobretudo, nas unidades geológicas Granulítico Anápolis-Itauçu – Associado Ortogranulitos, Cobertura Detrito-Laterítica Paleológica, Grupo Araxá – Subunidade B e Granulítico Anápolis-Itauçu – Associado Supracrustais (Figura 15).

O Latossolo vermelho ácrico, classe com 3,1% de participação na bacia (Tabela 13), é de caráter ácrico em um ou mais horizontes dentro de 150 cm a partir da superfície do solo (Oliveira, 1999). Essa classe de solo está presente a sudoeste da BHAC (Figura 19), principalmente no município de Abadiânia, mas também, em menor proporção, em Silvânia, Pirenópolis e Anápolis (Figura 4). A classe de solo ocupa principalmente a sub-bacia do Rio

Capivari e, em menor porcentagem, do Rio das Antas, Silvânia e Foz do Rio das Antas/Rio Capivari (Figura 6). As principais unidades geológicas nessa classe de solo são as do Grupo Araxá – Subunidade B e Chapada dos Pilões (Figura 15). As principais unidades geomorfológicas são Chapadas Residuais do Alto Tocantins – Paranaíba, Planalto Divisor do Alto Tocantins-Paranaíba e Planalto Dissecado das Altas Bacias do Paranaíba (Figura 16).

Os Argissolos, que na BHAC estão presentes em dois tipos e ocupam 1,3% de sua área, são solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B textural imediatamente abaixo do A ou E. “Com argila de atividade baixa ou com argila de atividade alta desde que conjugada com saturação por bases baixa ou com caráter alumínico na maior parte do horizonte B” (Santos *et al.*, 2018).

O argilossolo de maior porcentagem na bacia de estudo, os Argissolos vermelho-amarelos, ocupa 1,2% desta (Tabela 13). Esse solo é caracterizado por ser distrófico e ter saturação por bases < 50% na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (Santos *et al.*, 2018). Outro tipo de Argissolo é o vermelho-amarelo eutrófico, com participação irrisória de 0,1% na bacia (Tabela 13). Essa classe de solo apresenta saturação por bases $\geq 50\%$ na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (Santos *et al.*, 2018). Enquanto o Argissolo vermelho-amarelo com atributo de baixa fertilidade (distrófico) está situado na sub-bacia do Rio Capivari (Figura 6), o de alta fertilidade (eutrófico) está presente na do Rio das Antas (Figura 6), ambos no sudoeste da BHAC (Figura 19). Estão distribuídos nos municípios de Abadiânia, Pirenópolis e Anápolis (distrófico) e de Anápolis e Campo Limpo de Goiás (eutrófico).

Ocupando pouco mais de 1,2% da área de estudo (Tabela 13), os Neossolos estão presentes na porção norte da bacia, com os maiores fragmentos localizados na região noroeste da BHAC, entre os municípios de Cocalzinho de Goiás, Corumbá de Goiás e Pirenópolis, com fragmentos menores no Distrito federal e em Padre Bernardo (Figura 4).

Os Neossolos são solos pouco evoluídos, constituídos por material mineral ou por material orgânico com menos de 20 cm de espessura, não apresentando nenhum tipo de horizonte B diagnóstico, tem saturação por bases < 50% na maior parte dos horizontes dentro de 50 cm a partir da sua superfície (Santos *et al.*, 2018). “Horizontes glei, plúntico, vértico e A chernozêmico, quando presentes, não ocorrem em condição diagnóstica para as classes Gleissolos, Plintossolos, Vertissolos e Chernossolos, respectivamente” (Santos *et al.*, 2018).

Em relação à sobreposição com outros aspectos físicos, é possível afirmar que os fragmentos maiores ocupam as sub-bacias a montante da Foz do Rio Capivari, Rio Areias e Foz do Rio das Antas/Rio Capivari (Figura 6), a unidade geológica do Grupo Araxá – Subunidade B (Figura 15) e a unidade geomorfológica do Planaltos e Superfícies Residuais da Serra dos Pirineus (Figura 16). Já o fragmento menor a nordeste está disposto na sub-bacia do Descoberto

(Figura 6), unidades geológicas Paranoá e Cobertura Detrito-Laterítica Paleolítica (Figura 15) e unidade geomorfológica Chapadas do Distrito Federal (Figura 16). A Tabela 14 apresenta a relação entre a geomorfologia e a classe pedológica.

Tabela 14 – Síntese da unidade geomorfológica em relação ao solo

Unidades Geomorfológicas	Classes Pedológicas
Planalto Dissecado das Altas Bacias do Paranaíba	Cambissolo Háptico Tb Distrófico Latosolo Vermelho Distrófico Latosolo Vermelho-Amarelo Distrófico Latosolo Vermelho ácrico Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico
Chapadões Residuais do Alto Tocantins-Paranaíba	Latosolo Vermelho Distrófico Cambissolo Háptico Tb Distrófico Latosolo Vermelho Latosolo Vermelho ácrico Área Urbana Latosolo Vermelho-Amarelo Distrófico Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico
Planalto Divisor do Alto Tocantins-Paranaíba	Latosolo Vermelho-Amarelo Distrófico Cambissolo Háptico Tb Distrófico Área Urbana
Planalto Dissecado das Altas Bacias do Piracanjuba	Latosolo Vermelho Distrófico Latosolo Vermelho Cambissolo Háptico Tb Distrófico
Chapadas do Distrito Federal	Área Urbana Latosolo Vermelho-Amarelo Distrófico Latosolo Vermelho Distrófico
Planaltos e Superfícies Residuais da Serra dos Pirineus	Latosolo Vermelho-Amarelo Distrófico Neossolo Litólico Distrófico Latosolo Vermelho Distrófico
Superfícies Rampeadas do Distrito Federal	Latosolo Vermelho-Amarelo Distrófico Área Urbana
Borda do Planalto do Distrito Federal	Cambissolo Háptico Tb Distrófico Latosolo Vermelho-Amarelo Distrófico

Unidades Geomorfológicas	Classes Pedológicas
Planaltos Divisores Tocantins-Paranaíba	Cambissolo Háptico Tb Distrófico Latosolo Vermelho-Amarelo Distrófico
Planaltos Ocidentais do Divisor Maranhão - Paranaíba	Área Urbana Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico
Planícies e Terraços Fluviais	Cambissolo Háptico Tb Distrófico
Planalto do Médio Corumbá - São Bartolomeu	Cambissolo Háptico Tb Distrófico

Fonte: Copernicus, organizado por Macedo, em 2024.

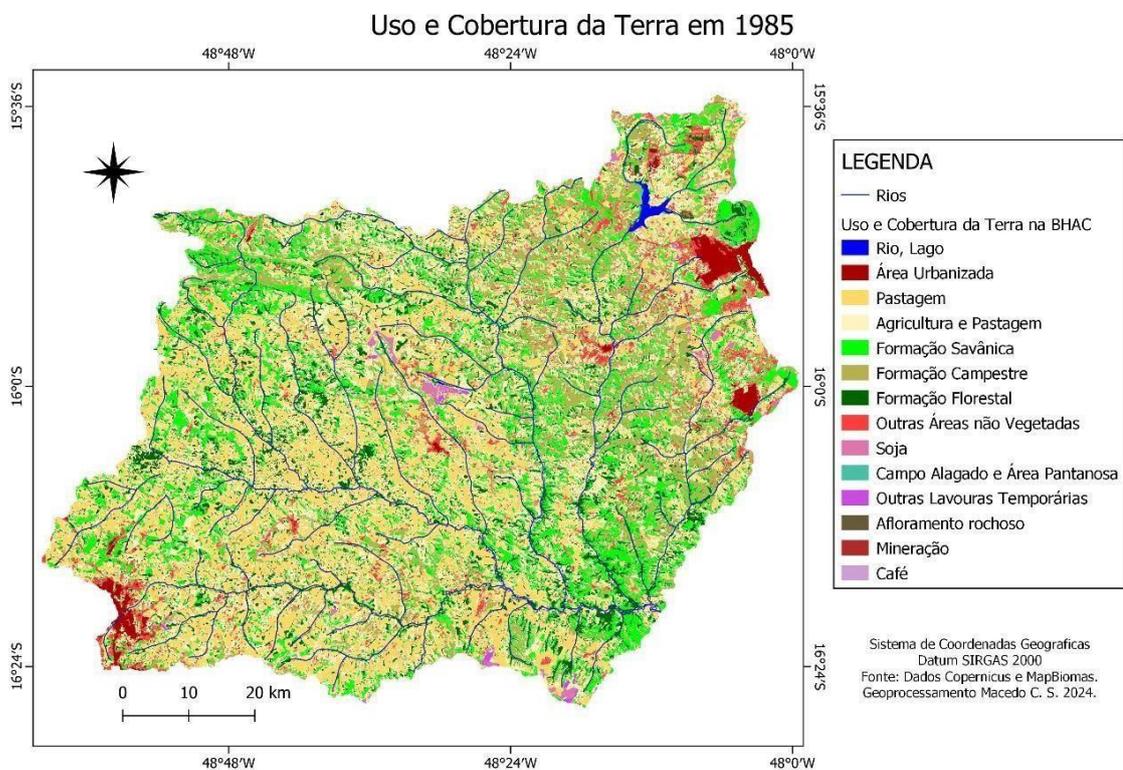
5.1.5 Dinâmica de uso e cobertura da terra

As Figuras 20 e 21 demonstram as classes de uso e cobertura da terra presentes na BHAC nos anos de 1985 e 2022. A partir delas, é possível observar que, em aproximadamente quarenta anos, houve mudanças significativas na área de estudo, principalmente no tocante à presença das formações vegetais naturais, as quais foram convertidas, sobretudo, em pastagem e

agricultura (principalmente plantações de soja).

Na Figura 20, que corresponde ao uso e à cobertura para o ano de 1985, é possível identificar 14 classes distintas (rio e lago, área urbanizada, pastagem, agricultura e pastagem, formação savânica, formação campestre, formação florestal, outras áreas não vegetadas, soja, campo alagado e área pantanosa, outras lavouras temporárias, afloramento rochoso, mineração e café). Para o ano de 2022 (Figura 21) mais quatro classes surgiram: silvicultura, citrus, cana e outras lavouras perenes. As Tabelas 15 e 16 apresentam o quantitativo, em hectares e porcentagem, de todas as classes de uso e cobertura da área da BHAC nos anos de 1985 e 2022, respectivamente.

Figura 20 – Mapa de uso e ocupação da terra em 1985 da BHAC



Fonte: Copernicus e MapBiomias, organizado por Macedo, em 2024.

Tabela 15 – Classes de uso e cobertura da terra em 1985

Classes de uso e ocupação da terra de 1985	Área (ha)	Área (%)
Pastagem	189.073	26,928%
Agricultura e pastagem	167.272	23,823%
Formação savânica	124.957	17,796%
Formação campestre	85.936	12,239%
Formação florestal	75.863	10,804%
Outras áreas não vegetadas	39.193	5,582%
Área urbanizada	10.094	1,438%
Rio, lago	3.471	0,494%
Soja	2.601	0,370%
Campo alagado e área pantanosa	1.953	0,278%
Outras lavouras temporárias	1.594	0,227%
Afloramento rochoso	132	0,019%
Mineração	6	0,001%
Café	5	0,001%
Total	702.156	100%

Fonte: MapBiomias, organizado por Macedo, em 2024.

Figura 21 – Mapa de uso e ocupação em 2022 da BHAC

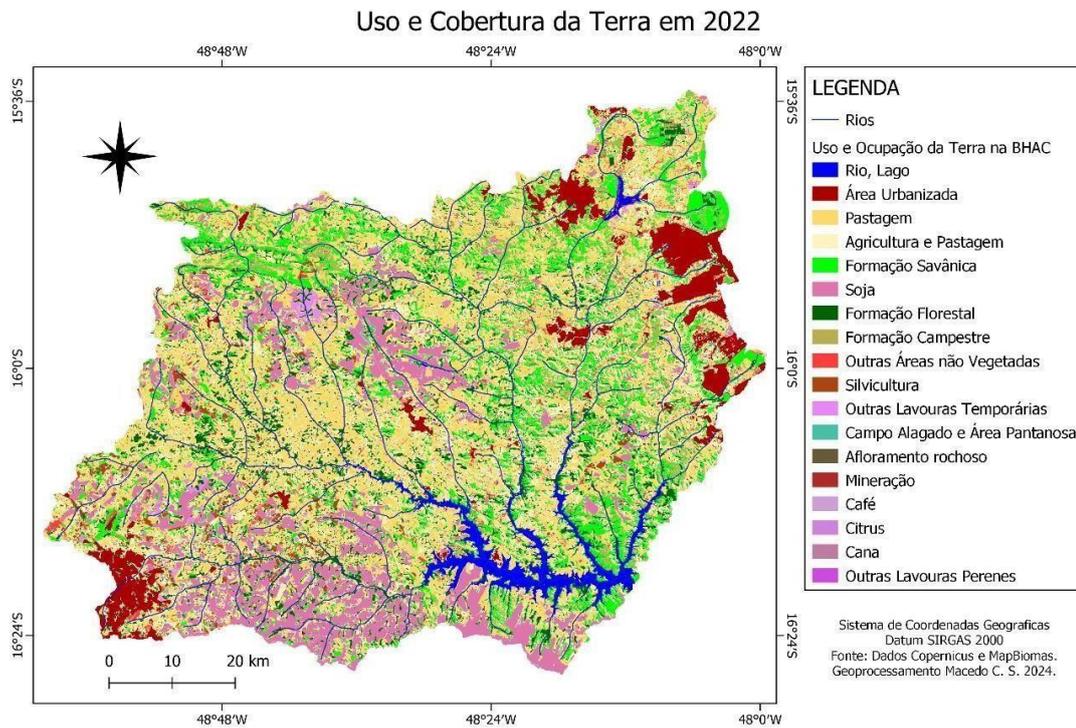


Tabela 16 – Classes de uso e cobertura da terra em 2022

Classes de uso e ocupação da terra de 2022	Área (ha)	Área (%)
Pastagem	206.395	29,39 %
Agricultura e pastagem	133.636	19,0322%
Formação savânica	92.041	13,1083%
Soja	77.057	10,9743%
Formação florestal	70.082	9,9811%
Área urbanizada	36.227	5,1595%
Formação campestre	31.322	4,4609%
Rio, lago	18.144	2,5841%
Outras áreas não vegetadas	15.157	2,1587%
Silvicultura	11.809	1,6819%
Outras lavouras temporárias	6.790	0,9672%
Campo alagado e área pantanosa	3.005	0,4280%
Afloramento rochoso	316	0,0451%
Mineração	74	0,0107%
Café	50	0,0073%
Citrus	42	0,0060%
Cana	1	0,0002%
Outras lavouras perenes	1	0,0002%
Total	702.158	100,00%

Fonte: Copernicus e MapBiomas, organizado por Macedo, em 2024.

Ao se comparar os percentuais de uso e cobertura da terra nos períodos de tempo já mencionados, e agrupando os valores correspondentes às classes de uso antrópico (em pastagem, agricultura, área urbanizada, outras áreas não vegetadas e mineração), é possível notar que a pastagem teve um crescimento de 2,46%, o que corresponde a um incremento de cerca de 9,16% em termos relativos, chegando a pouco mais de 29% de ocupação da BHAC em 2022 (Tabela 16). Comparando as informações dos mapas das Figuras 12 e 13, é possível inferir o crescimento da pastagem, principalmente nos municípios de Abadiânia, ao sul de Cocalzinho de Goiás, em Águas Lindas de Goiás, ao nordeste de Corumbá de Goiás e ao norte do Distrito Federal (Figura 4). O aumento da pastagem foi maior nas sub-bacias a montante da Foz do Rio Capivari, Rio Areias e Rio Descoberto (Figura 3).

Em 1985, a pastagem está situada, geomorfologicamente, principalmente no Planalto Dissecado das Altas Bacias do Piracanjuba, Planalto Dissecado das Altas Bacias do Paranaíba e Planalto Divisor do Alto Tocantins-Paranaíba. Em 2022, nota-se uma perda na pastagem do Planalto Dissecado das Altas Bacias do Piracanjuba e um aumento da pastagem no Planalto Dissecado das Altas Bacias do Paranaíba (ver Figura 8). Em ambos os anos, a pastagem se fez presente em áreas de declividade moderada (entre 8% e 45%). Os solos de ocorrência dessa classe, em 1985, são compostos principalmente de Latossolo Vermelho Distrófico, Latossolo Vermelho, Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico e Cambissolo Háplico Tb Distrófico (ver Figura 11), sendo esta última a que predominou nas áreas de pastagem no ano de 2022 (Figura 11).

A classe de agricultura inclui agricultura e pastagem, soja, outras lavouras temporárias, silvicultura, citrus, cana e outras lavouras perenes. Quando somadas todas as áreas de agricultura, em 1985, o percentual total da área de conjunto na BHAC é de 24,42%, aumentando para 32,67% em 2022, ou seja, incremento de 8,25%. Boa parte desse crescimento se deveu à classe de soja, cuja área, em 1985, era de apenas 0,3% (Tabela 15) e passou a ocupar, em 2022, cerca de 11% da bacia (Tabela 16), o que corresponde a um crescimento de mais de 3.533,3% ao longo desses quase quarenta anos. Ainda em 1985, a plantação de soja estava presente nos municípios de Alexânia, Luziânia, Silvânia, Águas Linda de Goiás, Gameleira de Goiás, Anápolis e Distrito Federal, estando as maiores porcentagem em Alexânia e no Distrito Federal, todas elas em Latossolo Vermelho (Figura 19). Em 2022, todos os municípios da bacia têm em alguma porcentagem de plantações de soja, com destaque para Gameleira de Goiás e Alexânia, principalmente, onde havia Latossolo Vermelho Distrófico, Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico e Latossolo Vermelho (Figura 19).

Dentre as classes de uso e cobertura da terra que não existiam em 1985 e só foram identificadas no ano de 2022, a silvicultura está presente em 1,6% da área da bacia e citrus, cana e outras lavouras perenes possuem porcentagens tão mínimas de ocupação na BHAC que, juntas, não chegam a 1% da área da bacia (Tabela 16).

A maior parte da classe de outras áreas não vegetadas está próxima às áreas urbanizadas (Figuras 12 e 13). Essas áreas diminuíram de 5,582%, em 1985, para 2,158%, em 2022 (Tabelas 16 e 17), transformando boa parte da área convertida em área urbanizada. A área urbanizada aumentou em mais de 264% sua participação na BHAC, passando de 1,4%, em 1985, para 5,1%, em 2022 (Tabelas 16 e 17), crescimento que se deu, principalmente, no Distrito Federal, em Águas Lindas de Goiás, e em Anápolis (Figuras 12 e 13).

Outra classe que ocupa pouco espaço na BHAC é a mineração, a qual tinha, em 1985, uma pequena área no município de Anápolis, próximo ao Rio da Extrema (Figura 7). Essa localização corresponde à sub-bacia do Rio das Antas (Figura 6), unidade geológica Granulítico Anápolis-Itauçu – Associado Ortogranulitos (Figura 15), cuja geomorfologia é o Planalto Dissecado das Altas Bacias do Piracanjuba (Figura 16). Em 2022, surgiram mais duas áreas, uma em Abadiânia, próximo ao córrego Papuanzal (sub-bacia do rio Capivari), disposto espacialmente na unidade geológica do Grupo Araxá – Subunidade B (Figura 15) e no Planalto Dissecado das Altas Bacias do Paranaíba (Figura 16). A outra área de mineração está presente no Distrito Federal, próximo ao córrego Taguatinga (sub-bacia do rio Descoberto), entre as unidades geológicas do Grupo Araxá – Subunidade B e Paracatu (Figura 15).

Tabela 17 – Síntese de uso antrópico dos anos de 1985 e 2022

Classes de uso antrópico	1985		2022	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Pastagem	189.073	26,93%	206.395	29,39%
Agricultura	171.472	24,42%	229.386	32,67%
Área Urbanizada	10.094	1,44%	36.227	5,16%
Outras Áreas não vegetadas	39.193	5,58%	15.157	2,16%
Mineração	6	0,00%	74	0,01%
Total	409.838	58,37%	487.239	69,39%

Fonte: Copernicus e MapBiomas, organizado por Macedo, em 2024.

A Tabela 18 sintetiza a cobertura natural de Cerrado em 1985. Nela, é possível notar que a soma do percentual das coberturas naturais terrestres (formações savânica, campestre e florestal) era de 40,84% da área da BHAC. Em 2022, esse percentual teve redução de 13,3% (ver Tabelas 15 e 16). Atualmente, somando-se a área das três classes, o percentual chega a 27,5% da bacia (Tabela 14). De acordo com a Tabela 17, os avanços das atividades humanas nessa área chegaram a quase 70% na bacia, em 2022.

A formação campestre teve perda de 8,24% de sua área (Tabela 18), valor que torna essa formação de Cerrado a mais suprimida em toda a área da bacia. Em ambos os anos, a maior parte dessa formação encontrava-se entre as sub-bacias Rio Descoberto, Foz do Rio Bartolomeu/Rio Descoberto, Rio Areias e ao norte da sub-bacia a montante da Foz do Rio Capivari (Figura 6), sendo o Cambissolo Háplico Tb Distrófico a principal unidade de solo (Figura 19).

A formação savânica teve perda de 4,6% da área da bacia (Tabela 18). Essa perda ocorre por toda a BHAC (Figuras 20 e 21), mas principalmente onde ocorreu o crescimento da classe de plantação de soja e pastagem, onde os tipos de solos são Cambissolo Háplico Tb Distrófico, Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico e Latossolo Vermelho Distrófico (Figura 19).

A classe de formação florestal, em 1985, era de 10,80% da área da bacia, diminuindo para 9,98%, em 2022. Dentre as formações vegetais naturais, é a que teve menor perda de área, apenas 0,9% da área da BHAC (Tabela 18), isso porque esse tipo de formação ocorre próximo aos rios e a áreas de proteção ambiental com relevos irregulares e impróprios para a circulação de máquinas, próprias do agronegócio. As maiores perdas foram no Distrito Federal e próximo à área de alagamento do Lago Corumbá IV (Figuras 20 e 21). Os remanescentes de formação florestal têm como principais tipos de solos o Cambissolo Háplico Tb Distrófico, Latossolo Vermelho Distrófico e Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico (Figura 19).

A classe campo alagado e área pantanosa dobrou sua área, de 0,2% para 0,4% da área da bacia. Elas estão principalmente no município de Alexânia e Distrito Federal. Outra classe que teve um crescimento relativo notável, embora ocupe uma área de menos de meio por cento, foi a classe de afloramento rochoso, a qual mais que dobrou a sua presença na área da bacia ao longo do período observado, saindo de 0,019%, em 1985, para 0,045%, em 2022 (Tabela 18). Essa classe está presente no noroeste da BHAC (Figuras 20 e 21), entre os municípios de

Cocalzinho de Goiás, Corumbá de Goiás e Pirenópolis (Figura 4). Esses afloramentos pertencem à unidade geológica do Grupo Araxá – Subunidade B (Figura 15), na unidade geomorfológica do Planaltos e Superfícies Residuais da Serra dos Pirineus (Figura 16), e, como esperado, apresenta a classe de solo e o Neossolo Litólico (Figura 19).

Tabela 18 – Síntese de cobertura natural do Cerrado dos anos de 1985 e 2022

Cobertura natural do cerrado	1985		2022	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Formação savânica	124.957	17,80%	92.041	13,11%
Formação florestal	75.863	10,80%	70.082	9,98%
Formação campestre	85.936	12,24%	31.322	4,46%
Rio, lago	3.471	0,49%	18.144	2,58%
Campo alagado e área pantanosa	1.953	0,28%	3.005	0,43%
Afloramento rochoso	132	0,02%	316	0,05%
Total	292.312	41,63%	214.910	30,61%

Fonte: Copernicus e MapBiomias, organizado por Macedo, em 2024.

De acordo com o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Bioma Cerrado (PPCerrado), do Ministério do Meio Ambiente, de 2023, o bioma passou de 20,5 milhões de hectares de área plantada, em 2018, para 23,41 milhões de hectares, em 2021, um crescimento de aproximadamente 13%. Esse valor se aproxima do valor de desmatamento na área da BHAC. No Cerrado se encontram algumas das áreas com mais risco de desertificação e degradação dos solos pelo mau uso da terra, segundo Simplicio *et al.* (2020).

Segundo o PPCerrado (2023), a dinâmica fundiária do Cerrado é marcada por possuir menor percentual de áreas protegidas. A baixa cobertura de áreas protegidas e a substituição do cerrado por áreas de pastagem ou culturas agrícolas pode aumentar a temperatura média local entre 0,6 e 3,5°C, reduzindo a evapotranspiração entre 10% e 44% (Rodrigues *et al.*, 2022), o que, obviamente, impacta a disponibilidade hídrica devido à pouca quantidade de chuva.

5.2 Escoamento superficial

5.2.1 Grupo hidrológico e seus valores de infiltração no solo

A primeira fase metodológica referente à variação média de escoamento superficial é o dado referente ao grupo hidrológico. As classes de solos presentes na Bacia Hidrográfica do Alto Corumbá, sua textura e grupos hidrológicos correspondentes são apresentados na Tabela 19. Dos quatro grupos possíveis, apenas um não foi identificado, o grupo hidrológico B, e foram acrescentados os grupos U e G, que representam, respectivamente, área urbana e corpo de água (Figura 22).

Tabela 19 – Tipos de solo, textura e grupo hidrológico presentes na BHAC

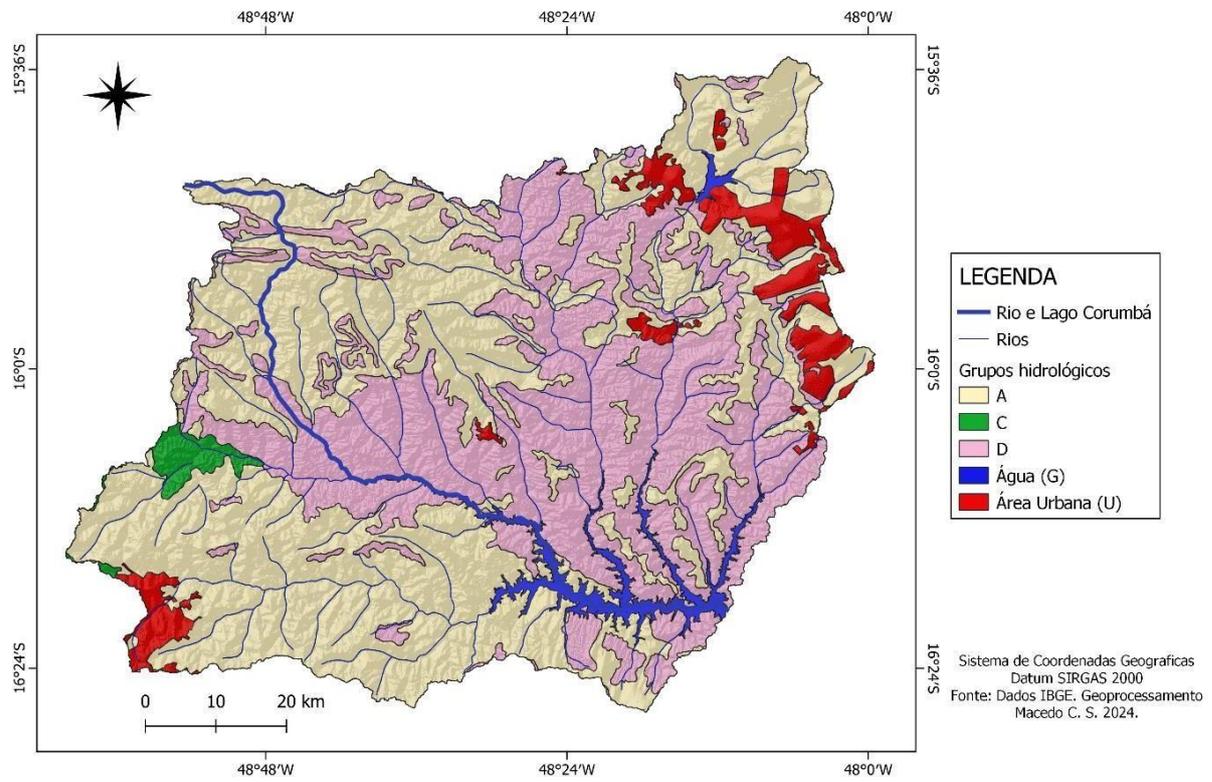
Tipo de solo	Textura	Grupo
Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico	média/argilosa e média cascalhenta/argilosa cascalhenta	C
Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico	média/argilosa e média cascalhenta/argilosa cascalhenta	C
Cambissolo Háptico Tb Distrófico	argilosa cascalhenta e média cascalhenta	D
Latossolo Vermelho	média	A
Latossolo Vermelho Ácrico	argilosa	A
Latossolo Vermelho Distrófico	média	A
Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico	argilosa e média	A
Neossolo Litólico Distrófico	indiscriminada cascalhenta	D

Fonte: IBGE, organizado por Macedo, em 2024.

Dentre os grupos hidrológicos identificados na BHAC, o grupo “A” se destaca, com 57,6% (Tabela 20), estando presente em todos os municípios da bacia e, principalmente, nas regiões nordeste, noroeste e sudoeste, refletindo essa distribuição nas sub-bacias. Esse grupo é composto pelos latossolos e argilossolos, tem um alto nível de resistência à erosão, é considerado muito profundo, com um ou dois metros de profundidade, sua permeabilidade é vista como de rápida a moderada e tem uma textura entre média argilosa e muito argilosa. O principal tipo de solo desse grupo é o latossolo (Sartori, 2004). Está presente em diversas unidades geológicas, sendo as principais as do Grupo Araxá – Subunidade B, Paracatu, Paranoá e Granulítico Anápolis-Itauçu – Associado Ortogranulitos. O mesmo ocorre em sua geomorfologia, que compreende, principalmente, as unidades do Planalto Divisor do Alto Tocantins-Paranaíba, Chapadas do Distrito Federal e Planalto Dissecado das Altas Bacias do Piracanjuba, tendo como principais classes de declividade aquelas relacionadas aos relevos plano e suave ondulado (0-8%) e forte ondulado (20-45%).

Segundo grupo hidrológico mais abundante na bacia, com 41,1% da sua área, o grupo “D” presente na BHAC é formado pelo Cambissolo (Háptico Tb Distrófico), tem resistência à erosão considerada muito baixa, profundidade classificada entre raso e moderadamente profundo (0,25c e 100c), permeabilidade entre rápida e moderada e textura considerada muito variável (Sartori, 2004). Esse grupo também está espalhado por quase todos os municípios da bacia, menos em Campo Limpo de Goiás, porém, se concentra mais ao centro e ao sudeste da bacia, principalmente nas sub-bacias da Foz do Rio das Antas/Rio Capivari, Rio Areias, Rio Descoberto e a Foz dos Rios Bartolomeu/Rio Descoberto. As declividades que dominam esse grupo são as compreendidas nos intervalos de 0-8% e 45-75% (Tabela 20), sobretudo as que constituem o Planalto Dissecado das Altas Bacias do Paranaíba, e a principal unidade geológica é a Chapada dos Pilões.

Figura 22 – Mapa dos Grupos Hidrológicos da BHAC
 Grupos Hidrológico da BHAC



Fonte: Copernicus e IBGE, elaborado por Macedo, em 2024

O grupo “C”, o de menor representatividade na BHAC (Tabela 20), é formado pelos Argissolos Vermelho-Amarelo. Sua resistência à erosão é considerada baixa, estando entre profundo e moderadamente profundo (0,5 m e 2 m). A permeabilidade é estimada entre lenta/rápida e rápida/moderada, já sua textura é classificada como arenosa/média e arenosa muito argilosa (Sartori, 2004). Esse grupo agrega apenas 1,3% da área da bacia, sendo um fragmento único localizado a sudoeste da bacia, em relevos planos e montanhosos dos municípios de Abadiânia, Pirenópolis, Anápolis e Campo Limpo de Goiás. Em referência às sub-bacias, compreendem o grupo “C” a do Rio Capivari e a do Rio das Antas, nas unidades geológicas do Grupo Araxá – Subunidade B, Chapada dos Pilões e Cobertura Detrito-Laterítica Paleológica. As unidades geomorfológicas são os Planaltos Dissecados das Altas Bacias do Paranaíba, as Chapadas Residuais do Alto Tocantins – Paranaíba e o Planalto Divisor do Alto Tocantins-Paranaíba.

Tabela 20 – Grupo hidrológico: área e declividade

Grupo hidrológico	Área (ha)	Área (%)	Declividade
Grupo (A)	374.840	57,60%	0 - 8 % / 20 - 45 %
Grupo (D)	267.467	41,10%	20 - 45 % / 95 - > %
Área Urbana (U)	35.138	5,01%	0 - 8 % / 20 - 45 %
Corpo D' Água (G)	15.872	2,26%	0 - 8 % / 20 - 45 %
Grupo (C)	8.158	1,30%	0 - 8 % / 45 - 75 %
Total	701.477	100%	-

Fonte: Copernicus e IBGE, elaborado por Macedo, 2024.

5.2.2 O Curve Number (CN) na BHAC

A intersecção entre os dados do grupo hidrológico e de uso e cobertura resulta no *Curve Number* (CN). A Tabela 21 apresenta a síntese dos dados de uso e cobertura da terra e o de grupo hidrológico para a definição do CN na área da BHAC, considerando a estimativa de escoamento superficial.

As Figuras 23 e 24 demonstram o resultado da espacialização do CN em toda a BHAC, respectivamente nos anos de 1985 e 2022. Em ambos os anos, os valores de CN na área da bacia variaram de 25 a 100, com alterações no CN ocorridas por decorrência das mudanças identificadas no uso e na cobertura da terra da bacia (ver Seção 4.1.5). A participação dos valores de CN para cada ano, ao longo da bacia, pode ser identificada na Tabela 21.

Observando a Tabela 21, nota-se que o CN 25, que ocupava mais de um terço da BHAC (34,16%) no primeiro ano de análise, perdeu uma área de 12,26%, passando a estar presente em pouco mais de um quinto da área em 2022. O CN 83, segunda maior participação em 1985, diminuiu 2,30%, passando a figurar como o terceiro valor mais presente em 2022. A redução ou aumento dos demais CN pode ser observado na Tabela 22.

Tabela 21 – Síntese do uso e cobertura: considerando estimativa de escoamento superficial e grupo hidrológico

Classe de uso e ocupação	Grupos hidrológicos				
	A	C	D	U	G
Pastagem	25	75	83	98	100
Agricultura e Pastagem	49	79	94	94	100
Formação Savânica	46	78	84	98	100
Soja	60	79	82	98	100
Formação florestal	36	70	76	98	100
Área urbanizada	77	90	92	92	100
Formação campestre	45	77	83	98	100
Rio, lago	100	100	100	100	100
Outras áreas não vegetadas	72	87	89	98	100
Silvicultura	64	84	88	98	100
Outras lavouras temporárias	60	79	82	98	100
Campo alagado e área pantanosa	100	100	100	100	100
Afloramento rochoso	76	89	91	98	100
Mineração	81	91	93	98	100
Café	64	84	88	98	100
Citrus	67	83	87	98	100
Cana	67	83	87	98	100
Outras lavouras perenes	67	67	67	98	100

Fonte: Santos e Lollo (2016) e Sartori, Ferreira Neto e Genovez (2005), organizado por Macedo, em 2024.

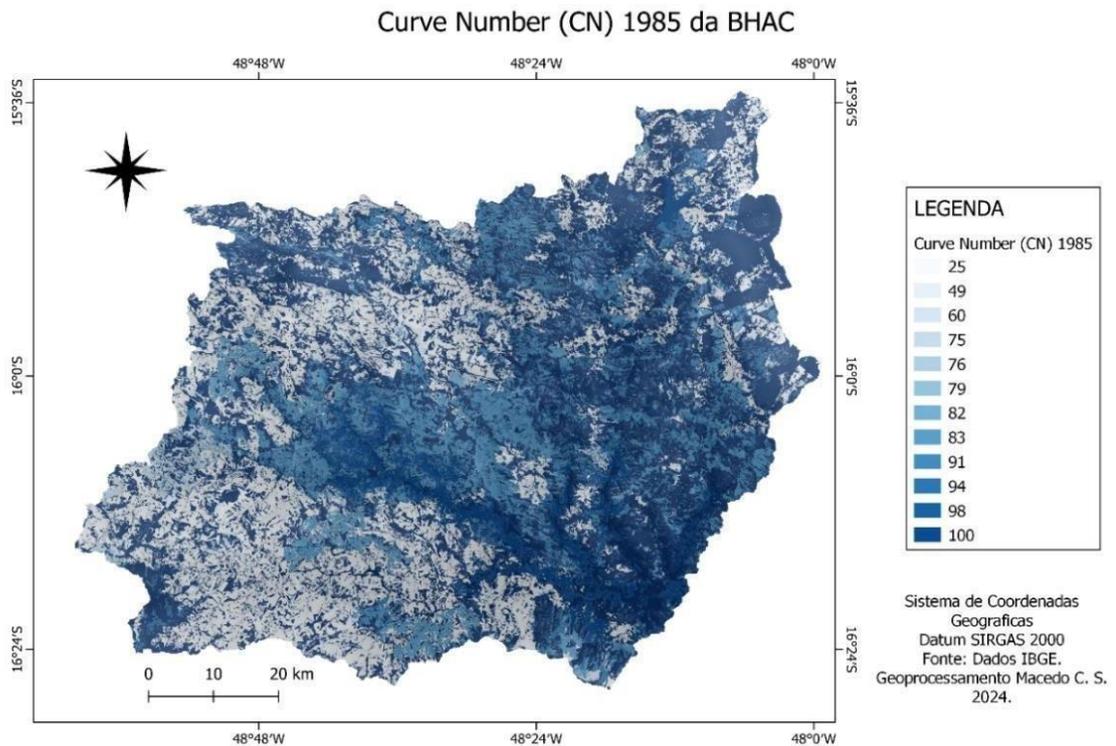
Os valores de CN 25 e 49 correspondem a maior taxa de infiltração e, por consequência, menor taxa de escoamento. Esses dois valores, juntos, perderam uma área de 22,14%. Outros dois valores de CN que perderam área significativa na bacia foram os 83 e 94, cuja perda foi de 10,41%. O valor de CN que ganhou mais área foi o CN 100 (Tabela 22), sendo este o que corresponde a maior taxa de escoamento superficial. Outros valores de CN que ganharam área na bacia foram CN 60 e CN 82 16,35%.

Tabela 22 – Valor CN por área nos anos de 1985 e 2022

CN	1985	2022	Ganhou Área (%)	
			Perdeu Área (%)	
25	34,16%	21,90%	-12,26%	
49	19,28%	9,40%	-9,88%	
60	0,36%	11,61%	11,25%	
64	-	1,14%	1,14%	
67	-	0,01%	0,01%	
75	1,01%	0,84%	-0,17%	
76	0,01%	0,02%	0,01%	
79	0,45%	0,27%	-0,18%	
82	0,15%	5,25%	5,10%	
83	19,90%	16,86%	-2,30%	
84	-	0,02%	0,02%	
88	-	0,38%	0,38%	
91	0,02%	0,03%	0,01%	
94	16,18%	9,19%	-6,99%	
98	1,68%	0,91%	-0,77%	
100	6,81%	22,17%	15,36%	

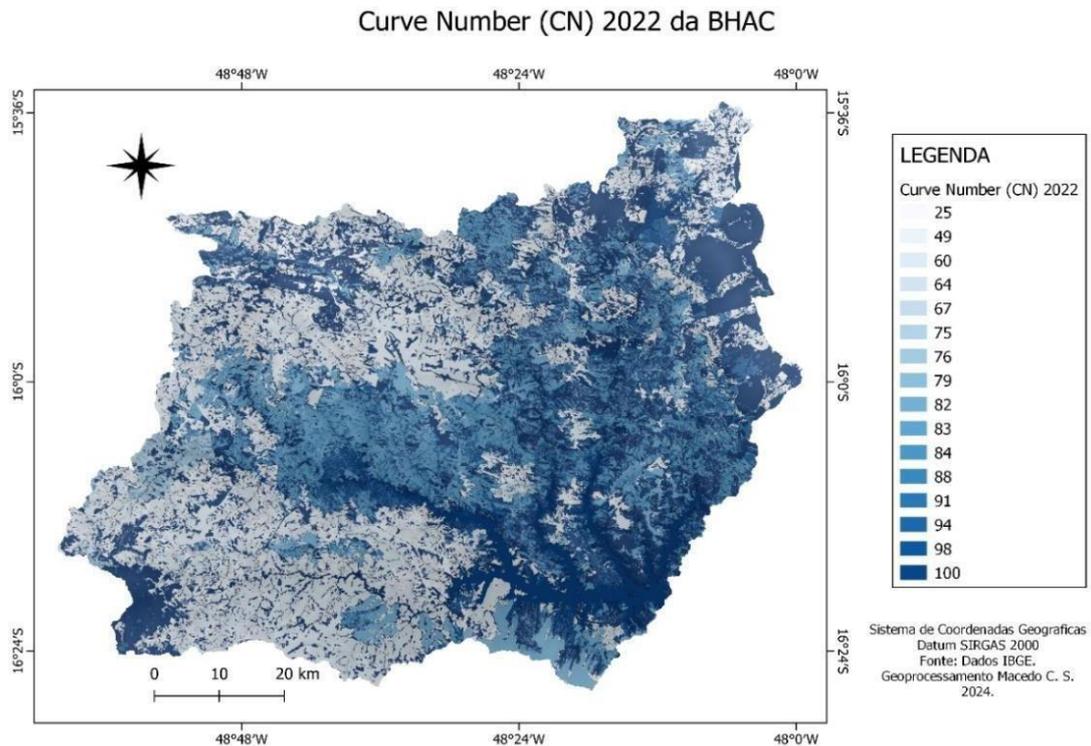
Fonte: Copernicus e IBGE, elaborado por Macedo, em 2024.

Figura 23 – Mapa dos valores de CN de 1985 na BHAC



Fonte: Copernicus e MapBiomias, elaborado por Macedo, em 2024

Figura 24 – Mapa dos valores de CN de 1985 na BHAC



Fonte: Copernicus e Mapbiomas, elaborado por Macedo, em 2024

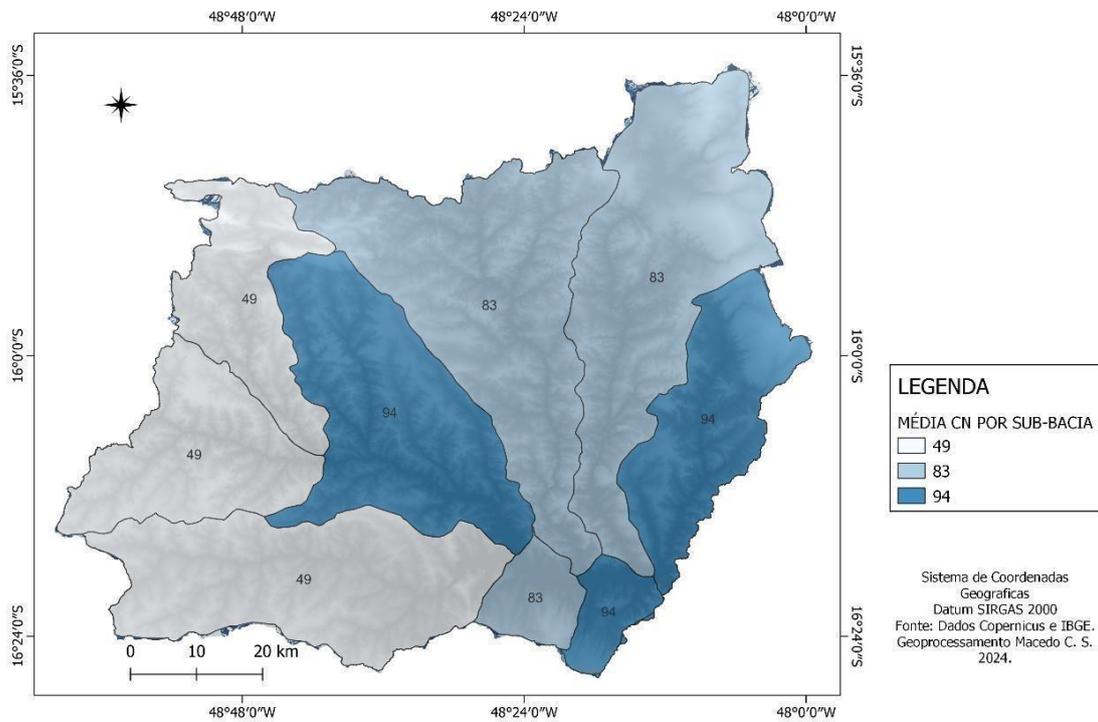
5.2.3 Classificação média do CN por sub-bacia

As Figuras 25 e 26 apresentam o resultado da classificação média do CN por sub-bacia, em 1985 e 2002, respectivamente. Os mapas indicam três valores médios de CN (49, 83 e 94). A sub-bacia do Rio das Antas, a Bacia Hidrográfica Rio Capivari e a bacia hidrográfica à montante da Foz do Rio Capivari foram as sub-bacias que apresentam valor CN 49, ou seja, o valor associado a uma maior taxa de infiltração relativa. Nessas três sub-bacias, houve, em 2022, o aumento no seu valor de CN, isso é, aumentou o escoamento superficial em sua área: a sub-bacia que mais aumentou seu valor CN foi a do Rio Capivari, passando para CN 62.

As sub-bacias com valor CN 83 são a do Rio Areias, a do Rio Descoberto e a (região hidrográfica) da Foz do Rio Areias/Rio das Antas. Em todas as sub-bacias, o valor CN diminuiu (Tabela 23), isto é, a infiltração aumentou, logo, o escoamento superficial diminuiu nessas áreas. A sub-bacia hidrográfica da Foz do Rio Areias/Rio das Antas foi a que mais teve alteração de valor, indo de CN 83 para CN 67.

Figura 25 – Média do CN em cada sub-bacia, em 1985

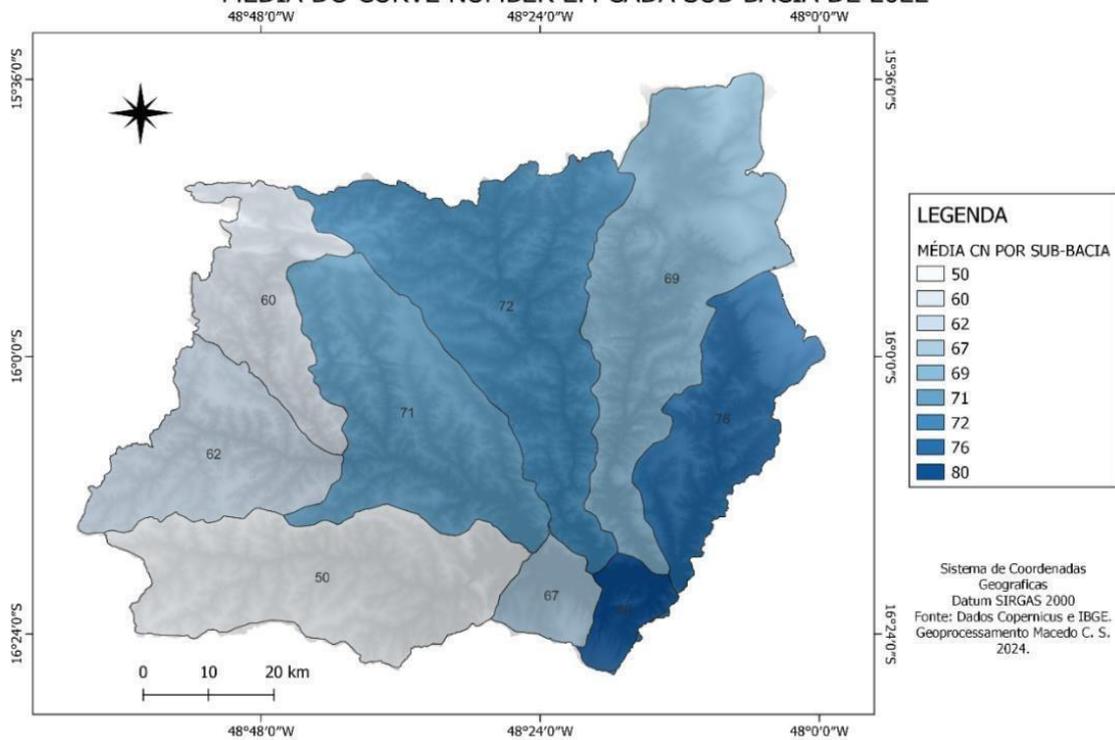
MÉDIA DO CURVE NUMBER EM CADA SUB-BACIA DE 1985



Fonte: Copernicus e Mapbiomas, elaborado por Macedo, em 2024.

Figura 26 – Média do CN em cada sub-bacia em 2022

MÉDIA DO CURVE NUMBER EM CADA SUB-BACIA DE 2022



Fonte: Copernicus e Mapbiomas, elaborado por Macedo, em 2024.

As sub-bacias de valor CN 94 são as com maior escoamento superficial e podem ser encontradas na sub-bacia da Foz do Rio das Antas/Rio Capivari, sub-bacia da Foz do Rio Bartolomeu/Rio Descoberto e sub-bacia da Foz do Rio Descoberto/Rio Areias. Em todas essas sub-bacias houve baixa no valor CN, isso é, teve aumento na infiltração e diminuição do escoamento superficial (Tabela 23). A sub-bacia da Foz do Rio das Antas/Rio Capivari foi a que mais apresentou alteração entre todas as sub-bacias: seu valor CN saiu de 94 para CN 71.

Tabela 23 – Sub-bacias: classificada por CN nos anos de 1985 e 2022

Sub-bacias da BHAC	CN 1985	CN 2022	Amplitude CN
Bacia Hidrográfica Rio Areias	83	72	-11
Bacia Hidrográfica Rio Descoberto	83	69	-14
Bacia Hidrográfica Rio das Antas	49	50	1
Região Hidrográfica Foz Rio das Antas / Rio Capivari	94	71	-23
Bacia Hidrográfica Rio Capivari	49	62	13
Região Hidrográfica Foz Rios Bartolomeu / Rio Descoberto	94	76	-18
Região Hidrográfica a montante da Foz Rio Capivari	49	60	11
Região Hidrográfica Foz Rio Areias / Rio das Antas	83	67	-16
Região Hidrográfica Foz Rio Descoberto / Rio Areias	94	80	-14

Fonte: Copernicus e Mapbiomas, elaborado por Macedo, em 2024

Ao se observar a Tabela 23, é possível notar que a sub-bacia que se destaca, em termos de mudança do CN, é a sub-bacia da Foz do Rio das Antas/Rio Capivari. Nessa sub-bacia ocorreu um aumento na infiltração e, por consequência, diminuiu o escoamento superficial. A sub-bacia do Rio Capivari se destaca pelo oposto. Nela, a infiltração reduziu e, logo, o escoamento superficial aumentou. De maneira geral, observando todas as variações de amplitude de CN, é notório que ocorreu um aumento na infiltração na área da BHAC, logo, pode-se afirmar que houve redução no escoamento superficial da Bacia Hidrográfica do Alto Corumbá ao longo desses quase quarenta anos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise geoambiental da Bacia Hidrográfica do Alto Corumbá (BHAC) revelou uma complexa composição de fatores climáticos, geológicos, geomorfológicos, pedológicos e de uso da terra, fornecendo uma base sólida para compreender a dinâmica ambiental da região. O clima tropical sazonal, com estações bem definidas de seca e chuvas, e as formações geológicas vinculadas ao Cinturão Brasília indicam a importância de uma gestão integrada dos recursos naturais, especialmente no que tange à conservação dos solos e à disponibilidade hídrica.

Os resultados geológicos, mostrando a predominância de rochas metassedimentares e graníticas, e as formações geomorfológicas, como o Planalto Dissecado das Altas Bacias do Paranaíba, apontam para uma relação direta entre as características do relevo e o comportamento hidrológico da bacia, influenciando tanto o escoamento superficial quanto a distribuição dos rios. Essas informações são essenciais para políticas de manejo de bacias hidrográficas, pois ajudam a prever áreas mais suscetíveis a erosão e outros processos de degradação ambiental.

A diversidade pedológica da BHAC, com predomínio de Cambissolos e Latossolos, reflete um cenário de solos pouco férteis e propensos à degradação, o que destaca a necessidade de práticas agrícolas sustentáveis. As mudanças no uso da terra, especialmente a expansão de áreas de pastagem e cultivo de soja, reforçam o impacto das atividades humanas na degradação das formações vegetais naturais e na disponibilidade hídrica, além de contribuir para o aumento das temperaturas locais. O uso e a cobertura da terra é a característica mais relevante nas mudanças de paisagem e essas mudanças são notáveis principalmente no setor da agropecuária. Dessa forma, é importante observar as mudanças no manejo dessas atividades em específico nas sub-bacias que tiveram mais impacto e, dessa forma, planejar estratégias que conservem a dinâmica ambiental natural hidrológica dessa área. É importante inferir a necessidade de observar as leis já impostas para as áreas das margens e das nascentes de rios, ribeirões e córregos.

A transformação contínua da paisagem da BHAC exige, portanto, um planejamento ambiental que leve em consideração tanto os aspectos naturais quanto os socioeconômicos. A gestão integrada dos recursos hídricos, a preservação da vegetação nativa e a implementação de práticas agrícolas sustentáveis, são fundamentais para mitigar os impactos negativos das mudanças de uso do solo, garantindo a sustentabilidade ecológica e a manutenção dos serviços ambientais que a bacia oferece. Desse modo, a caracterização geoambiental da BHAC fornece subsídios cruciais para planejar ações estratégicas que preservem o equilíbrio ambiental e assegurem o uso racional dos recursos naturais, em especial os hídricos.

De maneira geral em toda a BHAC, em relação aos valores de CN, houve ganho de área

e perda de área dependendo de seus valores. O CN que obteve maior ganho de área foi o com valor 100 CN (cerca de 15%, ver tabela 22), com baixa infiltração e alto escoamento, principalmente nas áreas próximas ao Lago Corumbá IV. Essa informação confirma que de maneira geral a BHAC teve um crescimento na dinâmica do escoamento superficial. Outro dado geral que corrobora com o aumento do escoamento superficial na BHAC é fato do valor de CN que obteve maior perda de área ter sido o valor de 25 CN (cerca de 12%, ver tabela 22), com maior infiltração e baixo escoamento superficial.

A espacialização do escoamento superficial possibilitou uma classificação de mudança de nível do CN nas sub-bacias no período de tempo estudado. A sub-bacia da Foz do Rio das Antas/Rio Capivari é a que mais teve alteração em seu nível de escoamento superficial. Ao longo dos anos, essa área teve um aumento em seu nível de infiltração, em média, de 94 CN para 71 CN. Também é possível classificar a sub-bacia do Rio Capivari como a sub-bacia que teve a maior alteração em seu nível de escoamento superficial no sentido oposto. Nessa sub-bacia houve uma baixa em seu nível de infiltração, isto é, o escoamento superficial aumentou, em média, de 49 CN para 62 CN. A identificação do aumento no escoamento superficial da água pode indicar haver impacto na hidrologia da bacia, incluindo mudanças nos regimes de fluxo da água, erosão e disponibilidade e qualidade da água.

Considerando os resultados do método CN, e a representação espacial, que representam, somadas, cerca de 25% da BHAC, as sub-bacias Foz do Rio das Antas/Rio Capivari e Rio Capivari são áreas identificadas como prioritárias para intervenções de ações de conservação e proteção ambiental. Essas ações podem ser aplicadas em projetos de criação de áreas de conservação ambiental pública e/ou particular.

É importante ressaltar o alto valor da pesquisa científica para a criação de um planejamento e gestão ambiental no desenvolvimento de técnicas sustentáveis. A preservação da dinâmica hidrológica da bacia dependerá de ações estratégicas que conciliem o desenvolvimento econômico com a conservação ambiental, garantindo a sustentabilidade dos recursos naturais para as futuras gerações.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Vanderlei Antonio de. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil** – PLGB. Folha SE.22-X-B-I. Nerópolis. Goiânia: CPRM, 1994. 98p.
- FILHO, Arnaldo Carneiro; COSTA Karine. A expansão da soja no Cerrado Caminhos para a ocupação territorial, uso do solo e produção sustentável. **Agroicone**, INPUT/2016
- BACCARO, Claudete Aparecida Vallevedove *et al.* Mapa geomorfológico do Triângulo Mineiro: uma abordagem morfoestrutural – escultural. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 13, n.º 25, p. 115-127, jan./dez. 2001. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/29958>. Acesso em: 25 nov. 2024.
- BAÊTA JR, José Domingues Alves; SOUZA, João Olímpio de; MORETON, Luiz Carlos. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB**. Folha SD.22-Z-C-II - Morro Agudo de Goiás; Folha SD.22-Z-C-V, Goiás; Folha SE.22-X-A-II - Sanclerlândia. Escala 1:100.000. Goiânia: CPRM, 1998.
- BARBOSA, O. Guia das excursões do IX Congresso Brasileiro de Geologia. **Sociedade Brasileira de Geologia**, Rio de Janeiro, Noticiário n.º 3, 1955.
- CALASANS, Fábio Henrique; LEVY, Mário; MOREAU, Michel. Interrelações entre clima e vazão. *In*: SCHIAVETTI, Alexandre; CAMARGO, Antonio F. M. (orgs.). **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus, BA: Editus, 2002. p. 81-100.
- CEMADEN – Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. Disponível em: <http://www.cemaden.gov.br/>. Acesso em: 20 nov. 2024.
- CHRISTOFOLETTI, Antônio. Resenha de: Brasil, terra de contrastes. **Revista de História**, São Paulo, v. 39, n. 80, p. 490-491, 1969. Disponível em: <https://revistas.usp.br/revhistoria/article/view/128926>. Acesso em: 20 nov. 2024.
- FERNANDES, Luiz Alberto. **Estratigrafia e evolução geológica da parte oriental da Bacia Bauru (Ks, Brasil)**. 1998. 216 p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.
- GORELICK, Noel *et al.* Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. **Remote Sensing of Environment**, [s.l.], v. 202, p. 18-27, 2017.
- HASUI, Yociteru. A grande colisão pré-cambriana do sudeste brasileiro e a estruturação regional. **Geociências**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 141-169, 2010.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa geológico do Brasil** – escala 1:250.000. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: nov. 2023.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Níveis de Bacia Hidrográfica do Brasil**: base cartográfica digital. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em:

https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_geoespaciais/bacias_hidrograficas/niveis_bacias/.

Acesso em: abr. 2024.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua 2023**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). *Cerrado: biodiversidade e conservação*. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br>. Acesso em: 2023

LIMA, Adalto Gonçalves. A Bacia Hidrográfica como recorte de estudos em Geografia Humana. **Geografia**, Londrina, v. 14, n. 2, p. 173-184, jul./dez. 2005.

LORANDI, Reinaldo; CANÇADO, Cláudio Jorge. Parâmetros físicos para gerenciamento de bacias hidrográficas. *In: SCHIAVETTI, Alexandre; CAMARGO, Antonio F. M. (orgs.). Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações*. Ilhéus, BA: Editus, Editora da UESC, 2002. p. 37-66.

MAPBIOMAS. **Coleção 7 da Série Histórica de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil**. São Paulo: MapBiomas, 2022. Disponível em:

<https://brasil.mapbiomas.org/map/colecao-7/>. Acesso em: 20 nov. 2024.

MARCUZZO, Francisco Fernando Noronha; CARDOSO, Murilo Raphael Dias; FARIA, Thiago Guimarães. Chuvas no cerrado da região centro-oeste do Brasil: análise histórica e tendência futura. **Ateliê Geográfico**, Goiânia, v. 6, n. 2, p. 112-130, 2012. DOI: 10.5216/ag.v6i2.15234. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/atelie/article/view/15234>. Acesso em: 20 nov. 2024.

MELLO, José Carlos Rodrigues de; BERBERT, Carlos Oiti. **Investigação geológicoeconômica da área do Morro Feio, Hidrolândia, Goiás**. Rio de Janeiro: DNPM/DFPM, 1969. 73p. (Boletim 132).

MENDIONDO, Eduardo Mario; TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Escalas hidrológicas. I: Conceitos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 7-22, jul./dez. 1997. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/233466>. Acesso em: 17 nov. 2024.

MINISTÉRIO PÚBLICO GO; Proposta de Atuação Integrada por Bacias Hidrográficas. O **Ministério Público do Estado de Goiás** para o biênio 2017-2018.

MIRANDA, Ricardo Augusto Calheiros de; OLIVEIRA, Marcus Vinicius Siqueira de; SILVA, Danielle Ferreira da. Ciclo hidrológico planetário: abordagens e Conceitos. **Geo UERJ**, [s.l.], ano 12, v. 1, n. 21, p. 109-119, 1º semestre de 2010.

MOCKUS, V. Hydrologic Soil Groups. *In: USDA-SCS – National Engineering Handbook: Section 4, Chapter 7 – Hydrology*. [S.l.: s.n.]: 1972.

MOREIRA, Maria Luiza Osório *et al.* **Geologia do Estado de Goiás e Distrito Federal**. Goiânia: CPRM/SIC - FUNMINERAL, 2008. Disponível em:

<https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/10512?mode=full>. Acesso em: 23 nov. 2024.

NASCIMENTO, Maria Amélia Leite do. Geomorfologia do estado de Goiás. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 12, n.º 1, jan./dez. 1991. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/bgg/article/view/4371>. Acesso em: 23 nov. 2024.

NOVAIS, Giuliano Tostes. **Classificação climática aplicada ao Bioma Cerrado**. 2019. 184 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

NOVAIS, Giuliano Tostes; GALVANI, Emerson. Uma tipologia de classificação climática aplicada ao estado de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 42, e184630. 2022. DOI: <https://doi.org/10.11606/eISSN.2236-2878.rdg.2022.184630>. Acesso em: 23 nov. 2024.

NOVAIS, Giuliano Tostes; MACHADO, Lilian Aline. Os climas do Brasil: segundo a classificação climática de Novais. **Revista Brasileira de Climatologia**, [s.l.], v. 32, n. 19, p. 1-39, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.55761/abclima.v32i19.16163>. Acesso em: 20 nov. 2024.

OLIVEIRA, João Bertoldo de. **Solos do estado de São Paulo**: descrição das classes registradas no mapa pedológico. Campinas: IAC, 1999. 108p. (IAC. Boletim Científico, 45).

OLIVEIRA, Paulo T. S. *et al.* Caracterização morfométrica de bacias hidrográficas através de dados SRTM. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [s.l.], v. 14, p. 819-825, 2010.

PFAFSTETTER, Otto. **Classificação de bacias hidrográficas**. Rio de Janeiro, RJ: Departamento Nacional de Obras de Saneamento, 1989. (Manuscrito não publicado).

PPCerrado. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas no bioma cerrado (PPCerrado): 4ª fase (2023 a 2027)**. Brasília: MMA, 2023. 97 p.

QGIS Development Team. YEAR. **QGIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <http://qgis.osgeo.org>. Acesso em: 26 nov. 2024.

RODRIGUES, Rodrigo Silvano Silva *et al.* Análise dos efeitos de um evento extremo de chuva sobre o escoamento superficial em uma pequena bacia hidrográfica rural amazônica. **Revista Brasileira de Climatologia**, [s.l.], ano 16, v. 26, p. 368-392, 2020.

SANTOS, Haroldo Geraldo dos; LOLLO, Marco Aurélio. Cartografia digital para estimativa de escoamento superficial visando ao planejamento urbano. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, São Carlos, v. 21, n. 4, p. 663-675, out./dez. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/CGrNxSKVKymfjbdKZsDtGRD/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 20 nov. 2024.

SANTOS, Haroldo Geraldo dos *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.

SARTORI, Aderson. **Avaliação da classificação hidrológica do solo para a determinação do excesso de chuva do método do serviço de conservação do solo dos Estados Unidos**. Campinas, SP: Unicamp, 2004.

SARTORI, Angelo José; FERREIRA NETO, Adilson; GENOVEZ, Djalma Lúcio. Classificação hidrológica de solos brasileiros para a estimativa da chuva excedente com o método do serviço de conservação do solo dos Estados Unidos: parte 1: classificação. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, [s.l.], v. 10, n. 4, p. 5-18, out./dez. 2005.

SIDLE, Roy C.; GOMI, Takashi; TSUKAMOTO, Yoshinori. Discovery of zero-order basins as an important link for progress in hydrogeomorphology. **Hydrological Processes**, v. 32, p. 3059-3065, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1002/hyp.13246>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/hyp.13246>. Acesso em: 20 nov. 2024.

SIEG – Sistema Estadual de Geoinformação. **Informações geoespaciais do estado de Goiás**. Goiânia: Sieg, 2022. Disponível em: <https://sieg.go.gov.br/>. Acesso em: 20 nov. 2024.

SILVA, Elmagno Catarino Santos. **Estudo regional para a avaliação da erosão laminar potencial na bacia hidrográfica do reservatório Corumbá IV**. Brasília: ENC/FT/UnB, 2009.

SIMPLICIO, Antonio Alisson Fernandes *et al.* Erosion at hillslope and micro-basin scales in the Gilbués desertification region, Northeastern Brazil. **Land Degradation & Development**, v. 32, n. 3, p. 1487-1499, 2020.

SOUSA, Endel Muller Dalat de. **Arcabouço estrutural da porção sul da Bacia do Bananal e reativações transbrasilianas**. 2017. 89 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Geociências Aplicadas, Universidade de Brasília, Brasília, 2017. Disponível em: http://icts.unb.br/jspui/bitstream/10482/32234/1/2017_EndelMullerDalat.pdf. Acesso em: 23 nov. 2024.

TEODORO, Valter Luiz Iost *et al.* O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 137-156, 2007. Disponível em: <https://revistarebram.com/index.php/revistauniara/article/view/236>. Acesso em: 8 out. 2023.

THOMAZ, Sidnei Magela. **Estudos limnológicos na área de influência do reservatório de Corumbá (GO)**. Relatório parcial. Maringá: Furnas Centrais Elétricas S.A.: Nupelia UEM, 1999.

TSUKAMOTO, Yasuyoshi; MINEMATSU, Hiroshi. Hydrogeomorphological characteristics of a zero-order basin. *In*: SYMPOSIUM EROSION AND SEDIMENTATION IN THE PACIFIC RIM, 1987, Corvallis. **Proceedings**. Corvallis: IAHS, 1987. p. 61-70. (IAHS Publ. No. 165).

