



ORGANIZAÇÃO

Diego Tarley Ferreira Nascimento  
Giuliano Tostes Novais

# Sistemas PAISAGÍSTICOS do Cerrado



editora  
UEG

**Sistemas  
PAISAGÍSTICOS do  
Cerrado**



**EDITORIA UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE GOIÁS**

**Presidente**

Antonio Cruvinel Borges Neto (Reitor)

**Vice-Presidente**

Claudio Roberto Stacheira (Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação)

**Coordenadora Geral**

Elisabete Tomomi Kowata

**Assessor**

Patrick Di Almeida Vieira Zechin

**Analista de Gestão Governamental – Biblioteconomia**

Andressa de Oliveira Sussai

**Preparação de Originais**

Patrick Di Almeida Vieira Zechin

**Revisão Técnica**

Patrick Di Almeida Vieira Zechin

**Revisão Ortográfica e Gramatical**

Paulo Maretti (Apoena Editorial)

**Capa, Projeto Gráfico e Editoração**

Adriana da Costa Almeida (Apoena Editorial)

Diego Tarley Ferreira Nascimento  
Giuliano Tostes Novais  
(org.)

# Sistemas **PAISAGÍSTICOS** do **Cerrado**



ANÁPOLIS-GO | 2024

### **Conselho Editorial**

Adolfo José de Souza Andre (UEG-IAEL)

Daniel Blamires (UEG-IACSB)

Juliano Rodrigues da Silva (UEG-IACT)

Maisa Borges Costa (UEG-IACT)

Raphaela Christina Costa Gomes (UEG-IACAS)

Renata Carvalho dos Santos (UEG-IACSB)

Roseli Vieira Pires (UEG-IACSA)

Sebastião Avelino Neto (UEG-IACAS)

Sônia Bessa da Costa Nicácio Silva (UEG-IAEL)

Thiago Henrique Costa Silva (UEG-IACSA)

### **Conselho Científico**

Prof. Dr. Alécio Perini Martins (UFJ)

Prof. Dr. Amom Chrystian de Oliveira Teixeira (UEG)

Prof.a Dra. Ana Paula de Oliveira (UFG)

Prof.a Dra. Elaine Barbosa da Silva (UFG)

Prof. Dr. Fernando Moreira Araújo (UFG)

Prof. Dr. Ivamauro Ailton de Sousa Silva (UFPA)

Prof. Dr. Ivanilton José de Oliveira (UFG)

Profa. Dra. Janete Rego Silva (UEG)

Prof. Dr. José Carlos de Sousa (UEG)

Prof. Dr. Lucas Espíndola Rosa (UFG)

Prof.a Dra. Nicali Bleyer Ferreira dos Santos (PUC)

Prof.a Dra. Patrícia de Araújo Romão (UFG)

Patrick Thomaz de Aquino Martins (UEG)

Prof.a Dra. Regina Maria Lopes (UFJ)

Prof. Dr. Vandervilson Alves Carneiro (UEG)

Prof. Dr. Washington Silva Alves (UEG)

## **IMPORTANTE**



Cuidamos para que a produção deste ebook tivesse o mesmo padrão de qualidade das nossas obras impressas. Mas poderá ter variação na apresentação do conteúdo de acordo com cada dispositivo de leitura.

© 2024 – Editora UEG

A reprodução não autorizada desta publicação, por qualquer meio, seja total ou parcial, constitui violação da Lei nº 9.610/98.

Catalogação na Fonte

Catalogação na Fonte

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, GO, Brasil)

---

S623      Sistemas paisagísticos do Cerrado [recurso eletrônico]/ Organizado por: Diego Tarley Ferreira Nascimento e Giuliano Tostes Novais. — 1. ed. - Anápolis, GO : Editora UEG, 2024.  
359 p. ; il.; 16 x 22,5 cm

ISBN: 978-65-88502-84-6 (e-book)

ISBN: 978-65-88502-85-3 (impresso)

1. Geografia do Cerrado. 2. Estudos ambientais do Cerrado. 3. Geodiversidade. 4. Sistemas paisagísticos. 5. Pesquisa. I. Nascimento, Diego Tarley Ferreira, org. II. Novais, Giuliano, Tostes, org. III. Título.

CDU: 91.3

---

Elaborado por Andressa de Oliveira Sussai – CRB 1 / 3032

---

Esta obra é em formato de e-Book e foi produzida com recursos do PROAP/CAPES – N. Processo: 88881.652038/2021-01, junto ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO). A exatidão das referências, a revisão gramatical e as ideias expressas e/ou defendidas nos textos são de inteira responsabilidade dos autores e das autoras.

---

**EDITORIA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS**

BR-153 – Quadra Área – CEP: 75.132-903 Fone: (62) 3328-4866 – Anápolis (GO)  
[www.editora.ueg.br](http://www.editora.ueg.br) / e-mail: [editora@ueg.br](mailto:editora@ueg.br)

# **Sumário**

APRESENTAÇÃO .....	10
<i>Ivanilton José de Oliveira</i>	
1 Panorama dos sistemas de classificação e mapeamentos de cobertura e uso da terra do Bioma Cerrado .....	14
<i>Izaias de Souza Silva</i>	
<i>Karen Myllene Lima de Oliveira</i>	
<i>Diego Tarley Ferreira Nascimento</i>	
2 Classificação climática aplicada ao Cerrado: uma atualização de bases e conceitos .....	48
<i>Giuliano Tostes Novais</i>	
3 Análise da severidade das queimadas na paisagem do Cerrado.....	73
<i>Warley Lemes Gonçalves</i>	
<i>Patrick Thomaz de Aquino Martins</i>	
4 Os efeitos do planejamento inadequado das cidades em relação ao escoamento superficial e à infiltração das águas	93
<i>Allef Dianini M. Machado</i>	
<i>Natiele Lorraine da Silva</i>	

5	El niña e oscilação decadal do Pacífico: análise sobre a distribuição das chuvas mensais em Goiás e no Distrito Federal.....	110
	<i>Washington Silva Alves</i>	
	<i>João Batista Pereira Cabral</i>	
	<i>Diego Tarley Ferreira Nascimento</i>	
6	Unidades climáticas da alta bacia do Rio Vermelho (Goiás-GO).....	132
	<i>Allef Dianini Mendes Machado</i>	
	<i>José Maria dos Santos Souza</i>	
	<i>Juliane Vieira de Souza Santos</i>	
	<i>Rafaela de Paula Oliveira</i>	
	<i>Suzana Magalhães de Almeida</i>	
7	Pirenópolis e a Geodiversidade: do círculo vicioso ao virtuoso.....	149
	<i>Vinicius Leandro Modolo Madazio</i>	
	<i>Divina Aparecida Leonel Lunas</i>	
	<i>Milena d'Ayala Valva</i>	
	<i>Jean Carlos Vieira Santos</i>	
	<i>Vandervilson Alves Carneiro</i>	
8	O Largo da Carioca e o Mirante da GO-070 na Cidade de Goiás (GO): um relato de experiência .....	179
	<i>Romualdo Povroznik Junior</i>	
	<i>Vandervilson Alves Carneiro</i>	
	<i>Jean Carlos Vieira Santos</i>	
	<i>Diogo Isao Santos Sakai</i>	
9	Parques urbanos em Goiânia: panorama analítico sobre a localização, a estrutura e a função .....	202
	<i>Douglas Alves Correa</i>	
	<i>Nicali Bleyer Ferreira dos Santos</i>	
	<i>Diego Tarley Ferreira Nascimento</i>	

10	O Parque Estadual Serra Dourada (GO) e suas potencialidades para a prática de Trabalho de Campo .....	231
	<i>Marcos César Lopes</i>	
11	Geodiversidade e suas intersecções: análise do geossítio “gruta dos pezinhos” no município de Barra do Garças (MT) .....	245
	<i>Antônio Henrique Bertoque Silva</i>	
	<i>Vandervilson Alves Carneiro</i>	
	<i>Jean Carlos Vieira Santos</i>	
	<i>José Carlos de Souza</i>	
12	Evaluation of the state of eutrophication of water supply reservoirs using remote sensing: case study for the João Leite Reservoir (GO).....	271
	<i>Izaias de Souza Silva</i>	
	<i>Diego Tarley Ferreira Nascimento</i>	
13	Usos da água na alta bacia do Rio Meia Ponte, em Goiás: conflitos, governança e condições sanitárias.....	294
	<i>Adriano César Furtado</i>	
	<i>José Carlos de Souza</i>	
	<i>Janete Rego Silva</i>	
14	Cerrado: conscientização e preservação por intermédio da educação .....	317
	<i>Ivony Rosa de Oliveira Vilela</i>	
	<i>Diego Tarley Ferreira Nascimento</i>	
15	Possibilidades pedagógicas do uso do Atlas Escolar Municipal de Nerópolis no estudo do espaço local .....	334
	<i>Marcos César Lopes</i>	
	<i>Diego Tarley Ferreira Nascimento</i>	
	Sobre os organizadores .....	345
	Sobre o/as autores/as .....	347

# Apresentação

IVANILTON JOSÉ DE OLIVEIRA<sup>1</sup>

O livro **Sistemas paisagísticos de Cerrado**, organizado por Diego Nascimento e Giuliano Novais, apresenta uma coletânea de trabalhos desenvolvidos por docentes e discentes do Programa de Pós-Graduação em Geografia do *Campus Cora Coralina*, da Universidade Estadual de Goiás. Essa colaboração entre orientadores e orientandos tem sido incentivada pela Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (Capes) e, a meu ver, a pós-graduação brasileira tem muito a ganhar com isso, na medida em que as trocas de experiências permitem aos futuros mestres ou doutores se apropriar das técnicas de pesquisa e estudos consolidadas, mas também ajudam a renovar as reflexões e temáticas em desenvolvimento no âmbito da geografia acadêmica brasileira.

Os assuntos aqui tratados são bem diversificados e, dessa forma, podem interessar a muitos leitores, que podem, é claro, voltar sua atenção para alguns deles, em específico. Espero que esta breve apresentação auxilie em tais escolhas e, se possível, incentive a exploração e apreciação de todos eles.

---

<sup>1</sup> Professor Titular da Universidade Federal de Goiás (UFG)

O primeiro dos trabalhos, **Panorama dos sistemas de classificação e mapeamentos da cobertura e uso da terra na escala global, nacional e para o bioma Cerrado**, como o próprio título já indica, apresenta uma revisão de literatura com a descrição dos referidos sistemas, enfatizando os dados e as metodologias utilizados. Algo importante para quem busca mapeamentos dessa natureza e precisa de informações que permitam selecionar os mais adequados a determinados tipos de abordagens.

O segundo capítulo da obra, intitulado **Classificação climática aplicada ao Cerrado: uma atualização de bases e conceitos**, vale-se de uma revisão de trabalhos anteriores sobre essa temática, para apresentar uma escala regional de domínios, subdomínios e regiões climáticas para o Cerrado, a partir de parâmetros como a quantidade de meses secos e, em alguns casos, também do relevo, vegetação e possibilidade de ocorrência de geada.

O trabalho seguinte, **Análise da severidade das queimadas na paisagem do Cerrado**, aborda um tema muito em voga quando escrevo esta apresentação, pois vivenciamos os efeitos dramáticos desse problema em boa parte do território brasileiro. Os autores revisam no estudo as interações do fogo na paisagem do Cerrado, a severidade das queimadas e os impactos sobre o bioma.

Na sequência, o texto intitulado **Os efeitos do planejamento inadequado das cidades em relação ao escoamento superficial e à infiltração das águas** muda o escopo para os ambientes urbanos, com foco no fenômeno das inundações, discutindo sua relação com a impermeabilização e canalizações, que desencadeiam alguns dos principais problemas enfrentados nas cidades do Brasil.

Em **El Niño e Oscilação Decadal do Pacífico: análise sobre a distribuição das chuvas mensais em Goiás e no Distrito Federal**, volta-se à temática do clima, desta vez com foco nesses dois fenômenos que modificam a circulação atmosférica sobre o oceano pacífico equatorial/tropical e promovem alterações climáticas em várias partes do mundo. Os autores analisaram a distribuição dos totais mensais de precipitação de 1975 a 2016, nos meses chuvosos em Goiás e no Distrito Federal, para entender como os dois fenômenos interagiram.

O texto seguinte, **Unidades climáticas da alta bacia do Rio Vermelho (Goiás (GO))**, examina a classificação climática da referida área, destacando a complexidade dos fatores que influenciam a variação atmosférica, no intuito de mapear unidades climáticas da bacia. Para tanto, leva em consideração características geográficas, geomorfológicas e climáticas específicas dessa região.

O capítulo seguinte, intitulado **Pirenópolis e a geodiversidade: do círculo vicioso ao virtuoso**, foi fruto de um trabalho desenvolvido no âmbito de uma disciplina de pós-graduação e do trabalho de campo a ela associado, de caráter interdisciplinar. Tem como escopo a proposta do “Geoparque” dos Pireneus e sua associação com a história da referida cidade, ligada à mineração e, na atualidade, muito vinculada às atividades turísticas que exploram a paisagem local.

Em **O largo da carioca e o mirante da GO-070 na Cidade de Goiás (GO): um relato de experiência**, o trabalho de campo ligado a uma disciplina de pós-graduação também foi o mote para o texto. Baseado em levantamento teórico, além das observações *in situ*, as reflexões apresentadas identificaram as duas localidades como geoatrativos para apreciação e observação das paisagens do Cerrado e de elementos de geodiversidade por parte de moradores, turistas e dos passantes da rodovia.

O texto seguinte, **Parques urbanos em Goiânia: panorama analítico sobre a localização, a estrutura e a função**, retoma a escala urbana, mas com foco na distribuição geográfica das referidas áreas verdes, nos elementos que propiciam a sua apropriação e nas funções por ela desempenhadas (ou não). Tendo por cerne o fato de que isso varia de acordo com sua estrutura, a precariedade ou mesmo o abandono completo de sua instalação seriam exemplos da segregação socioespacial existente na cidade.

O capítulo intitulado **O Parque Estadual Serra Dourada (GO) e suas potencialidades para a prática de trabalho de campo** é outro exemplo de produto relacionado a um trabalho de campo ligado a uma disciplina de pós-graduação. As observações *in situ*, associadas à revisão de literatura, evidenciam o potencial do parque como um laboratório ao ar livre, para desenvolvimento de atividades interpretativas

ligadas especialmente à sua constituição vegetacional, geomorfológica e geológica.

Em **Geodiversidade e suas intersecções: análise do geossítio “Gruta dos Pezinhos” no município de Barra do Garças, Mato Grosso**, retoma-se a discussão sobre a importância dessa temática para pesquisas e estudos os mais diversos. Mas apresenta-se, também, a ressalva para o fato de que há a necessidade de se considerar elementos como o manejo, os riscos e as fragilidades. Dessa forma, requer um estudo aprofundado, visando as adaptações necessárias para se promover o chamado geoturismo.

O texto seguinte, único em língua inglesa, **Evaluation of the state of eutrophication of water supply reservoirs using remote sensing: case study for the João Leite Reservoir (GO)**, muda o escopo para a aplicação do sensoriamento remoto na análise do processo de eutrofização, fenômeno natural que pode ocorrer em lagos e cursos d'água, mas que costuma ser potencializado pelas atividades humanas. Algo ainda mais preocupante quando se trata de um lago criado para abastecer o consumo humano numa região metropolitana, como é o caso discutido no trabalho.

Em **Usos da água na alta bacia do Rio Meia Ponte em Goiás: conflitos, governança e condições sanitárias**, último texto do livro, a atenção continua ligada à água, mas voltada agora para as dificuldades relacionadas à gestão do recurso hídrico, a partir da análise dos múltiplos usos da água na bacia e suas consequências, como conflitos, problemas de disponibilidade, comprometimento da qualidade das águas e processos de governança. Em função das alterações climáticas que temos vivenciado, essa discussão é vital para garantir a segurança hídrica, especialmente em ambientes metropolitanos, superpovoados.

Espero que apreciem as leituras!

# Panorama dos sistemas de classificação e mapeamentos de cobertura e uso da terra do Bioma Cerrado

IZAIAS DE SOUZA SILVA

KAREN MYLLENE LIMA DE OLIVEIRA

DIEGO TARLEY FERREIRA NASCIMENTO

A crescente especialização e diversificação da cartografia científica associada a novas tecnologias visuais e digitais tem repercutido diretamente na multiplicidade dos mapas temáticos (Martineli, 2009). Os dados provenientes de Sensoriamento Remoto Orbital, subsidiados por Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), têm permitido cada vez mais o levantamento de informações importantes às demandas apresentadas pelos gestores e tomadores de decisão (Hecht *et al.*, 2006). No contexto das inovações e dos levantamentos de informações importantes à gestão e ordenamento territorial, destacam-se os mapeamentos de cobertura e uso da terra, auxiliando na compreensão dos fenômenos, ações e intervenções humanas no espaço geográfico (Wright, 1982).

Mapeamentos da cobertura e uso da terra descrevem o ambiente terrestre em termos de coberturas naturais e de usos relacionados às atividades humanas, respectivamente (Cihlar; Jansen, 2001). Nesse sentido, a expressão *cobertura da terra* refere-se mais especificamente ao revestimento da superfície, enquanto o termo *uso da terra* denota seu uso cultural, isto é, as atividades são desenvolvidas na superfície terrestre (Silva *et al.*, 2021; Novo, 1989; Araújo Filho; Meneses; Sano, 2007). De toda forma, por apresentar informações, por vezes

detalhadas e atualizadas, sobre os elementos da paisagem, as potencialidades, as restrições ou ainda as incongruências quanto ao uso dos recursos naturais, tais mapeamentos são fundamentais, compreendendo um insumo base ao planejamento e ordenamento ambiental e/ou econômico (Nascimento *et al.*, 2017).

Conhecidos também como *Land Use and Land Cover Maps* (Lulc), esses mapeamentos apresentam uma estreita relação com dados provenientes de Sensoriamento Remoto específicos voltados ao monitoramento da condição da superfície. Historicamente, essa relação se mostra predominantemente associada aos dados de Sensoriamento Remoto Orbital, e, mais recentemente, com uma tendência de crescimento para os dados de Sensoriamento Remoto Aéreo, devido aos avanços tecnológicos e consequente popularização dos veículos aéreos não tripulados (Vants). Observa-se que os avanços nos sistemas sensores, tanto no Sensoriamento Remoto Óptico quanto no Sensoriamento Remoto de Radar, repercutem diretamente nas possibilidades de extração das informações da superfície terrestre (Sano *et al.*, 2010).

As iniciativas nacionais e internacionais de mapeamento da cobertura e uso da terra se caracterizam tanto pela utilização de dados (imagens) de diferentes fontes/sistemas sensores quanto pela adoção de diferentes metodologias, escalas e sistemas de classificação. Em relação a estes últimos, destacam-se na literatura científica diversas propostas (Anderson *et al.*, 1976; European Environmental Agency, 1995; IBGE, 2013). Internacionalmente, são bastante reconhecidos os propostos da *Joint Committee on Land Use Information and Classification of the United States of America*, desenvolvida em 1971, revisada em 1976, também chamada de “*Anderson Classification System*”, e o *Coordination of Information on the Environment Land Cover* (Corine), elaborado pela Comissão Europeia na década de 1990.

No contexto do bioma Cerrado, Oliveira *et al.* (2020) enfatizam que a maior parte das iniciativas de mapeamentos faz uso de dados orbitais de sensores ópticos de média resolução espacial, com destaque para as imagens provenientes dos satélites da série *Landsat*, com 30 m de resolução espacial e atendendo a escala de 1:250.000.

Desse modo, o objetivo central deste estudo consistiu em apresentar o panorama das principais iniciativas de mapeamento da cobertura e uso da terra na escala global e nacional, aplicadas para o contexto do bioma Cerrado, enfatizando os dados, as metodologias e os sistemas de classificação utilizados. Em síntese, apresentamos no primeiro tópico uma descrição dos sistemas de classificação da cobertura e uso da terra, mais utilizados tanto nacional quanto internacionalmente. No segundo tópico, apresentamos uma contextualização dessas iniciativas no Brasil, em relação aos diferentes aportes teórico-metodológicos e às escalas cartográficas e geográficas (Oliveira *et al.*, 2020). No terceiro tópico, apresentamos as referidas iniciativas de mapeamento, em escala global, ressaltando as novas perspectivas no processamento digital de grandes volumes de dados provenientes de Sensoriamento Remoto.

Assim, destaca-se a importância desses mapeamentos na compreensão das significativas mudanças na cobertura e uso da terra em diferentes escalas de análise. Oportunamente, é destacado o contexto de uma das maiores fronteiras agrícolas do mundo, o Cerrado Brasileiro, um dos ecossistemas brasileiros mais degradados por essas alterações (Barbosa *et al.*, 2019). A metodologia do estudo consiste na revisão de literatura, sendo acessados e consultados livros, teses, dissertações, artigos científicos publicados em revistas nacionais e internacionais. O estudo busca oferecer, de igual modo, as respectivas metodologias, os desafios e as tendências quanto à temática em questão.

## PANORAMA DOS SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO

As iniciativas nacionais e internacionais de mapeamento da cobertura e uso da terra se caracterizam não apenas pelos dados utilizados e as metodologias empregadas, mas também pela adoção dos denominados sistemas de classificação. Pode-se dizer que se trata de um importante norteador, na aplicação metodológica, nesses mapeamentos, pois é a partir deles que os mapeamentos são organizados. No Quadro 1, apresentamos o sistema proposto em 1971 pela *Joint Committee on Land Use Information and Classification of the United States of America*, revisado em 1976 (Anderson *et al.*, 1976). Trata-se de um importante marco internacional quanto aos referidos mapeamentos. Conforme a necessidade

em se atender às escalas regionais ou locais, os níveis I e II são detalhados para os níveis III e IV, correspondentes a especificações e extensões lógicas das classes anteriores.

**Quadro 1 – Níveis I e II do Sistema de Classificação  
de Anderson *et al.* (1976)**

Nível I	Nível II
1. Terra urbana ou construída	1.1 Residencial
	1.2 Comercial e serviços
	1.3 Industrial
	1.4 Transportes, comunicações e utilidades
	1.5 Complexos industriais e comerciais
	1.6 Terra urbana ou construída mista
	1.7 Outro tipo de terra urbana ou construída
2. Terra agrícola	2.1 Terra de cultivo e pastagem
	2.2 Pomares, bosques, vinhedos, viveiros e áreas de horticultura ornamental
	2.3 Atividades de alimentação confinada
	2.4 Outro tipo de terra agrícola
3. Pastagem	3.1 Pastagem herbácea
	3.2 Pastagem com arbusto e carrasco
	3.3 Pastagem mista
4. Terra de floresta	4.1 Terra de floresta decídua
	4.2 Terra de floresta sempre verde
	4.3 Terra de floresta mista
5. Água	5.1 Cursos d'água e canais
	5.2 Lagos
	5.3 Reservatórios
	5.4 Baías e estuários

Nível I	Nível II
6. Terra úmida	6.1 Terra úmida florestada
	6.2 Terra úmida não florestada
7. Terra árida	7.1 Planícies salgadas secas
	7.2 Praias
	7.3 Outras áreas de areia além de praias
	7.4 Rocha exposta
	7.5 Minas a céu aberto, pedreiras e minas de cascalho
	7.6 Áreas de transição
	7.7 Terra árida mista
8. Tundra	8.1 Tundra de arbusto e macega
	8.2 Tundra herbácea
	8.3 Tundra de solo nu
	8.4 Tundra úmida
	8.5 Tundra mista
9. Neve ou gelo perene	9.1 Campos de neve perene
	9.2 Geleiras

Fonte: Anderson *et al.* (1976). Org.: os autores.

A partir dos dados empregados no mapeamento e da escala de detalhe a ser alcançada, esse sistema de classificação propõe o detalhamento dos níveis da legenda. Consideram-se como fatores essenciais nos mapeamentos da cobertura e uso da terra, a questão da escala de análise e a propriedade de resolução espacial dos dados. O primeiro aspecto associa-se tanto ao nível de detalhamento que se pretende alcançar quanto à dimensão espacial do fenômeno em si (Oliveira; Romão, 2021). O segundo, relacionado à resolução espacial, denota o tamanho individual do elemento de área imageada no terreno (Menezes; Almeida, 2012). Assim, a propriedade de resolução espacial deve ser coerente com a escala de representação do mapeamento (escala cartográfica). O detalhamento dos níveis de classes temáticas é apresentado no Quadro 2, onde a classe “1.1 Residencial” é detalhada para os níveis III e IV.

**Quadro 2** – Detalhamento da classe 1.1 Residencial para os níveis III e IV

1.1.1 Residencial unifamiliar	1.1.1.1 Casa, casa-barco, cabana, tenda
	1.1.1.2 Casa motorizada (trailer)
1.1.2 Residencial multifamiliar	1.1.2.1 Duplex
	1.1.2.2 Triplex
	1.1.2.3 Prédios
	1.1.2.4 Parque de casas motorizadas (trailers)

Fonte: Anderson *et al.*, (1976). Org.: os autores.

No Quadro 3, são apresentados os níveis I, II e III referentes ao sistema de classificação da *Coordination of Information on the Environment Land Cover* (Corine). Como supracitado, trata-se de um sistema de classificação implementado pela Comissão Europeia, na década de 1990, passando por diversas atualizações a partir de então. Esse também consiste em um dos sistemas de classificação mais amplamente utilizados nos mapeamentos de cobertura e uso da terra nos países do continente europeu, compreendendo uma referência.

**Quadro 3 – Níveis I, II e III do sistema de classificação Corine**

Nível I	Nível II	Nível III
1. Superfícies artificiais	1.1 Estruturas urbanas	1.1.1 Estruturas urbanas contínuas 1.1.2 Estruturas urbanas descontínuas
	1.2 Unidades industriais, comerciais e de transporte	1.2.1 Unidades industriais ou comerciais 1.2.2 Rodovias e ferrovias e feições associadas 1.2.3 Áreas portuárias 1.2.4 Aeropostos
		1.3.1 Locais de extração mineral 1.3.2 Locais de depósitos de lixo 1.3.3 Locais de construção
		1.4 Áreas vegetadas artificiais e não agrícolas 1.4.1 Áreas verdes urbanas 1.4.2 Instalações para esporte e lazer
2. Áreas agrícolas	2.1 Terras aráveis	2.1.1 Terras aráveis não irrigadas 2.1.2 Terras permanentemente irrigadas 2.1.3 Campos de arroz
		2.2.1 Vinhedos 2.2.2 Árvores frutíferas e plantações de fruto silvestre 2.2.3 Bosques de oliveiras
		2.3.1 Pastagens
	2.4 Áreas agrícolas heterogêneas	2.4.1 Culturas anuais e permanentes 2.4.2 Padrões de cultivo complexo 2.4.3 Terras ocupadas principalmente por agricultura, com áreas significativas de vegetação natural 2.4.4 Áreas agroflorestais

continua...

Nível I	Nível II	Nível III
3. Florestas e áreas seminaturais	3.1 Florestas	3.1.1 Florestas com folhas largas
		3.1.2 Florestas de coníferas
		3.1.3 Florestas mistas
	3.2 Associações de vegetação herbácea/arbustiva	3.2.1 Campos naturais
		3.2.2 Urzais e charnecas
		3.2.3 Vegetação mediterrânea de Sclerophyllous
		3.2.4 Transição arbusto/bosque
	3.3 Espaços abertos com pouca ou nenhuma vegetação	3.3.1 Praias, dunas e areais
		3.3.2 Afloramentos rochosos
		3.3.3 Áreas com vegetação esparsa
		3.3.4 Áreas queimadas
		3.3.5 Geleiras e neves perenes
4. Áreas úmidas	4.1 Áreas úmidas interiores	4.1.1 Pântanos interiores
		4.1.2 Turfeiras
	4.2 Áreas úmidas litorâneas	4.2.1 Pântanos salinos
		4.2.2 Salinas
		4.2.3 Planícies intermarés
5. Corpos d'água	5.1 Águas interiores	5.1.1 Cursos d'água
		5.1.2 Corpos d'água
	5.2 Águas marinhas	5.2.1 Lagunas costeiras
		5.2.2 Estuários
		5.2.3 Mares e oceanos

Fonte: European Environmental Agency (1995). Org.: os autores.

No Brasil, os primeiros esforços para realização de mapeamentos da cobertura vegetal natural para classificação da vegetação e compreensão das condições de uso da terra, a partir de dados provenientes de sensores remotos, têm como referência o projeto Radam e o projeto RadamBrasil. Ambos foram iniciados na década de 1970 e liderados pelo Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM). Tiveram como principal objetivo fazer o levantamento dos recursos naturais na Amazônia brasileira (Radam) e, posteriormente, de todo o território nacional, este último compreendendo o RadamBrasil (Borges; Rajão, 2016). Foi a partir desses dois projetos, Radam e RadamBrasil, que em 1982 foi criado o Sistema Fisionômico-Ecológico de Classificação da Vegetação Brasileira. A criação desse sistema abriu possibilidades para que outras iniciativas passassem a ser desenvolvidas, acompanhando o avanço da tecnologia nos sistemas sensores e a posterior disponibilização gratuita dos dados Sensoriamento Remoto Orbital (Souza, 2008). Os mapeamentos geológicos, geomorfológicos, pedológicos da vegetação e o uso potencial da terra, desenvolvidos no âmbito do Projeto RadamBrasil, podem ser acessados direta e gratuitamente na biblioteca digital do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (IBGE, 2018).

Destacamos no repositório supracitado do IBGE os dados atinentes ao mapa de cobertura vegetal natural e o seu respectivo relatório, responsável por representar e descrever, respectivamente, as classes de cobertura vegetal natural e as classes de usos antrópicos. Assim, cabe destacar que, no contexto brasileiro, o sistema de classificação de referência nacional foi apresentado somente em 1999. Especificamente, o sistema de classificação foi apresentado pelo IBGE (Quadro 4), no âmbito do reconhecido “Manual técnico de uso da terra”, o qual passou por atualizações no ano de 2006 e de 2013 (Monteiro, 2008; IBGE, 2003). Na Figura 1, é exemplificado o sistema de classificação de referência nacional apresentado pelo IBGE, no contexto do município de Goiânia (GO), datado do ano de 2003.

**Quadro 4** – Níveis I, II e III do Sistema de Classificação do IBGE (2003)

Nível I (classe)	Nível II (subclasse)	Nível III (unidades)
1. Áreas antrópicas não agrícolas	1.1 Áreas urbanizadas	1.1.1 Vilas
		1.1.2 Cidades
		1.1.3 Complexos industriais
		1.1.4 Áreas urbano-industriais
		1.1.5 Outras áreas urbanizadas
	1.2 Áreas de mineração	1.2.1 Minerais metálicos
		1.2.2 Minerais não metálicos
2. Áreas antrópicas agrícolas	2.1 Culturas temporárias	2.1.1 Graníferas e cerealíferas
		2.1.2 Bulbos, raízes e tubérculos
		2.1.3 Hortícolas e floríferas
		2.1.4 Espécies temporárias produtoras de fibras
		2.1.5 Oleaginosas temporárias
		2.1.6 Frutíferas temporárias
		2.1.7 Cana-de-açúcar
		2.1.8 Fumo
		2.1.9 Cultivos temporários diversificados
		2.1.10 Outros cultivos temporários (abóbora, trevo forrageiro etc.)
	2.2 Culturas permanentes	2.2.1 Frutíferas permanentes
		2.2.2 Frutos secos permanentes
		2.2.3 Espécies permanentes produtoras de fibras
		2.2.4 Oleaginosas permanentes
		2.2.5 Cultivos permanentes diversificados
		2.2.6 Outros cultivos permanentes
	2.3 Pastagens	2.3.1 Pecuária de animais de grande porte
		2.3.2 Pecuária de animais de médio porte
		2.3.3 Pecuária de animais de pequeno porte

continua...

Nível I (classe)	Nível II (subclasse)	Nível III (unidades)
	2.4 Silvicultura	2.4.1 Reflorestamento 2.4.2 Cultivo agroflorestal
	2.5 Uso não identificado	2.5.1 Uso não identificado
	3.1 Área florestal	3.1.1 Unidades de conservação de proteção integral em área florestal 3.1.2 Unidades de conservação de uso sustentável em área florestal 3.1.3 Terra indígena em área florestal 3.1.4 Outras áreas protegidas em área florestal 3.1.5 Área militar em área florestal 3.1.6 Extrativismo vegetal em área florestal 3.1.7 Extrativismo animal em área florestal 3.1.8 Uso não identificado em área florestal
3. Áreas de vegetação natural	3.2 Área campestre	3.2.1 Unidades de conservação de proteção integral em área campestre 3.2.2 Unidades de conservação de uso sustentável em área campestre 3.2.3 Terra indígena em área campestre 3.2.4 Outras áreas protegidas em área campestre 3.2.5 Área militar em área campestre 3.2.6 Extrativismo vegetal em área campestre 3.2.7 Extrativismo animal em área campestre 3.2.8 Uso não identificado em área campestre 3.2.9 Pecuária de animais de grande porte em área campestre 3.2.10 Pecuária de animais de médio porte em área campestre 3.2.11 Pecuária de animais de pequeno porte em área campestre

continua...

Nível I (classe)	Nível II (subclasse)	Nível III (unidades)
4. Água	4.1 Águas continentais	4.1.1 Unidades de conservação de proteção integral em corpo d'água continental
		4.1.2 Unidades de conservação de uso sustentável em corpo d'água continental
		4.1.3 Terra indígena em corpo d'água continental
		4.1.4 Áreas militares em corpo d'água continental
		4.1.5 Outras áreas protegidas em corpo d'água continental
		4.1.6 Captação para abastecimento em corpo d'água continental
		4.1.7 Receptor de efluentes em corpo d'água continental
		4.1.8 Geração de energia em corpo d'água continental
		4.1.9 Transporte em corpo d'água continental
		4.1.10 Lazer e desporto em corpo d'água continental
		4.1.11 Pesca extrativa artesanal em corpo d'água continental
		4.1.12 Aquicultura em corpo d'água continental
		4.1.13 Uso não identificado em corpo d'água continental
		4.1.14 Uso diversificado em corpo d'água continental
		4.2.1 Unidades de conservação de proteção integral em corpo d'água costeiro
		4.2.2 Unidades de conservação de uso sustentável em corpo d'água costeiro
		4.2.3 Terra indígena em corpo d'água costeiro
		4.2.4 Áreas militares em corpo d'água costeiro

continua...

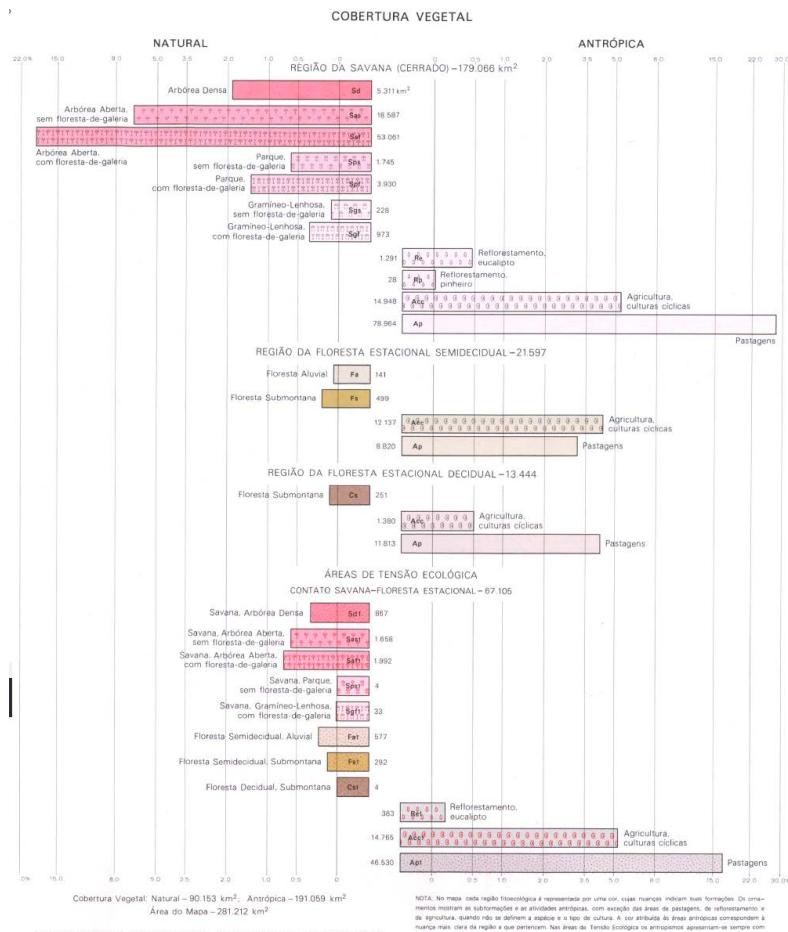
Nível I (classe)	Nível II (subclasse)	Nível III (unidades)
	4.2 Águas costeiras	4.2.5 Outras áreas protegidas em corpo d'água costeiro 4.2.6 Captação para abastecimento em corpo d'água costeiro 4.2.7 Receptor de efluentes em corpo d'água costeiro 4.2.8 Geração de energia em corpo d'água costeiro 4.2.9 Transporte em corpo d'água costeiro 4.2.10 Lazer e desporto em corpo d'água costeiro 4.2.11 Pesca extrativa artesanal em corpo d'água costeiro 4.2.12 Pesca extrativa industrial em corpo d'água costeiro 4.2.13 Aquicultura em corpo d'água costeiro 4.2.14 Uso não identificado em corpo d'água costeiro 4.2.15 Uso diversificado em corpo d'água costeiro
5. Outras áreas	5.1 Áreas descobertas	5.1.1 Unidade de conservação de proteção integral em área descoberta 5.1.2 Unidade de conservação de uso sustentável em área descoberta 5.1.3 Terra indígena em área descoberta 5.1.4 Outras áreas protegidas em área descoberta 5.1.5 Áreas militares em área descoberta 5.1.6 Extrativismo animal em área descoberta 5.1.7 Uso não identificado em área descoberta 5.1.8 Uso diversificado em área descoberta

continua...

Nível I (classe)	Nível II (subclasse)	Nível III (unidades)
		5.1.9 Pecuária de animais de médio porte em área descoberta
		5.1.10 Pecuária de animais de pequeno porte em área descoberta

Fonte: IBGE, (2003). Org.: os autores.

**Figura 1 – Recorte da Folha SE 22 (Goiânia) do Projeto RadamBrasil, detalhando a legenda das classes de cobertura vegetal**



Fonte: IBGE (2003). Org.: os autores.

Consonante Nascimento *et al.* (2017, p. 330), no sistema de classificação apresentado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, apresentado no Quadro 4, foi utilizada uma

“hierarquia de três níveis, sugerindo o nível I para as principais classes de cobertura em nível global, o nível II a ser implementado em escala regional (1:250.000) e o nível III, que exige a incorporação de dados auxiliares para chegar à escala local (1:100.000)”.

## MAPEAMENTOS NACIONAIS DA COBERTURA E USO DA TERRA

Nesse contexto, convém elencar novamente os mais consagrados projetos de mapeamento e monitoramento da cobertura e uso da terra para o território brasileiro, em área contígua: o Projeto RadamBrasil, lançado em 1975; o Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (Probio), implementado em 2004; o programa de Monitoramento da Cobertura e Uso da Terra, realizado pelo IBGE (edições 2000, 2010, 2012, 2014, 2016 e 2018); o Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil (*MapBiomas*), criado em 2015; e, mais recentemente, em 2019, o *Brazil Data Cube*, desenvolvido no âmbito do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE.

Como supracitado, o Projeto Radam (1970) e o Projeto RadamBrasil (1975) constituem as primeiras iniciativas de levantamentos de informações sobre os recursos naturais da Amazônia brasileira e de todo o território brasileiro, respectivamente. Nesse sentido, destaca-se que tais projetos tiveram como base dados (imagens) de Sensoriamento Remoto orbital de radar (SLAR – radar de visada lateral), com faixas de aproximadamente 37 km de largura, na escala de 1:400.000, bem como imagens ópticas provenientes do sistema sensor MSS – *Multispectral Scanner System*, satélite *Landsat 2*, resolução espacial de 80 m.

No contexto do RadamBrasil, foram disponibilizados os primeiros relatórios e mapeamentos sobre a cobertura vegetal e o uso potencial da terra, tendo como base a escala de trabalho de 1:250.000, considerando o fato de que os mapas foram publicados atendendo à escala

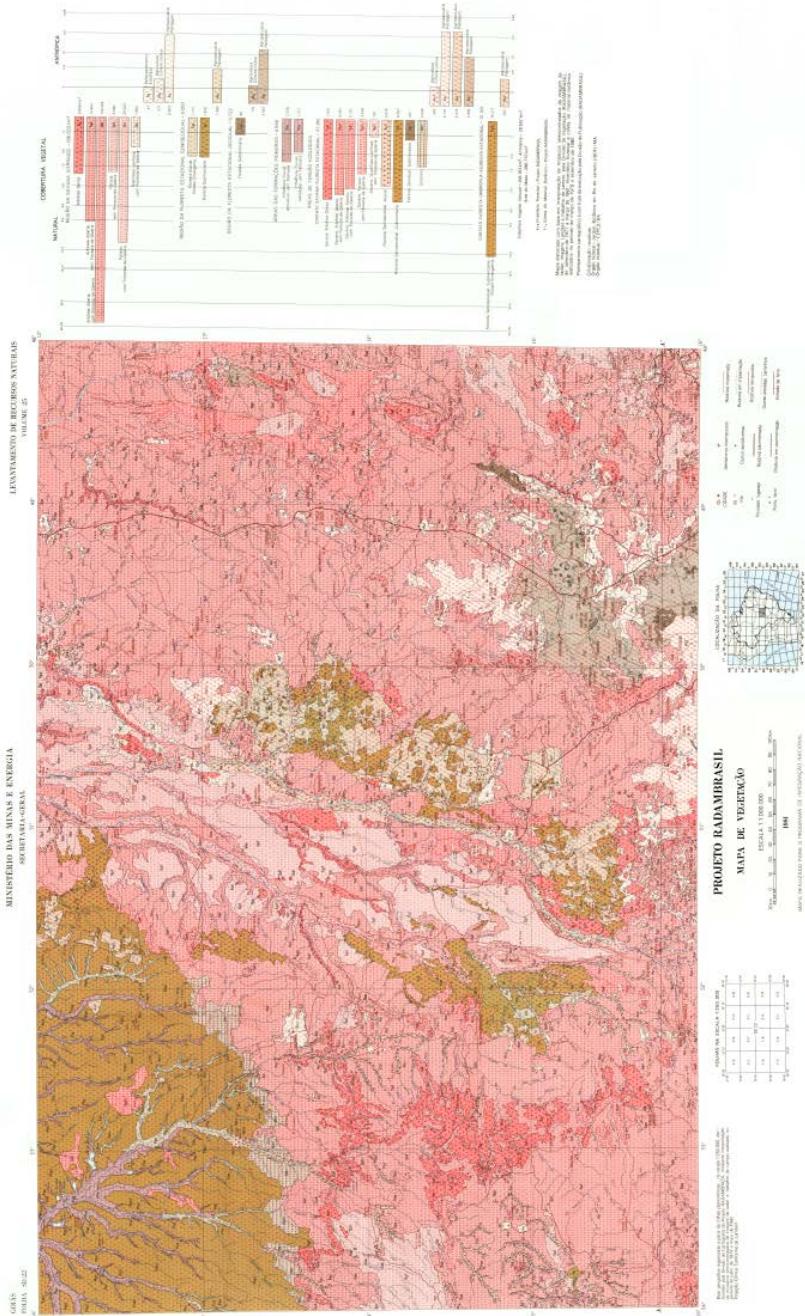
de 1:1.000.000 (IBGE, 2018). A partir dessa ação, foi desenvolvido ainda o Sistema Fisionômico Ecológico da Classificação da Vegetação Brasileira (Góes Filho; Veloso, 1982), também citado anteriormente, que depois tornou-se a principal referência para a classificação da vegetação no âmbito nacional e para a elaboração do Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 1992).

A título de demonstração, no Mapa 1 é apresentado o referido mapeamento para a folha SD.22, no contexto do estado de Goiás. O respectivo mapeamento e seu relatório descritivo, como já mencionado, podem ser acessados e adquiridos na biblioteca digital do IBGE.

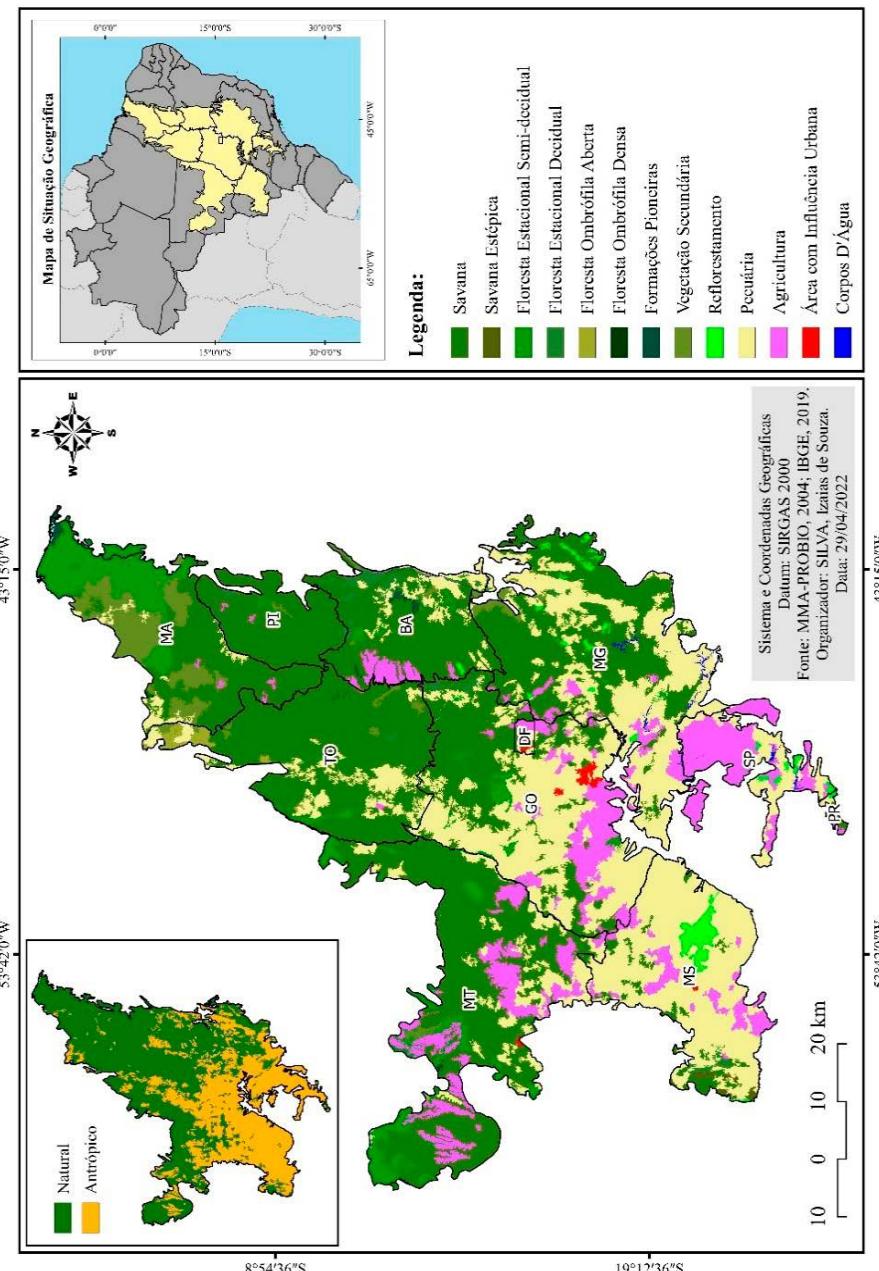
Com o encerramento do RadamBrasil em 1985, outras ações foram implementadas, inspiradas especialmente em Tradin *et al.* (1977) e Tradim *et al.* (1979), que demonstraram a importância dos dados orbitais dos programas *Landsat* na análise e monitoramento ambiental, tratando especificamente do desmatamento na Amazônia Legal brasileira. Por exemplo, no ano de 1988, no âmbito do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), foi criado o Programa de Cálculo de Desflorestamento da Amazônia (Prodes), tendo como base os dados provenientes dos programas *Landsat* e *CBERS* (Inpe, 2019), posteriormente implementado também no contexto do Cerrado (Inpe, 2022).

Em 2004, ressalta-se outra importante iniciativa no âmbito nacional, o Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (Probio), vinculado ao Ministério do Meio Ambiente (MMA), que, utilizando imagens provenientes do sistema sensor *Enhanced Thematic Mapper Plus* (ETM+), a bordo do satélite *Landsat 7*, com resolução espacial de 30 m, disponibilizou o mapeamento da cobertura e uso da terra para todos os seis biomas brasileiros, em escala de 1:250.000, tendo como referência para o recorte temporal o ano de 2004 (Probio, 2004). O Mapa 2 retrata o referido mapeamento com o recorte espacial para o Cerrado brasileiro.

**Mapa 1 – Mapeamento da cobertura vegetal natural, Folha SD.22, Goiás**



**Mapa 2 – Mapa da cobertura e uso da terra do bioma Cerrado (Probio-2004)**



Fonte: MMA (2002). Org.: os autores.

Nessa mesma perspectiva, que diz respeito ao mapeamento da cobertura e uso da terra para o contexto do território brasileiro e seus respectivos biomas, a partir de dados (imagens) orbitais, convém elencar também outros três importantes projetos. O primeiro, implementado especificamente pelo IBGE, contempla diferentes recortes temporais (2000, 2010, 2012, 2014, 2016 e 2018) e se caracteriza pela classificação de imagens provenientes tanto do sistema sensor *Enhanced Thematic Mapper Plus* (ETM+), como também do sistema sensor *Operational Land Imager* (OLI), a bordo dos satélites *Landsat 7* e *Landsat 8*, respectivamente, com resolução espacial de 30 m, contemplando a escala de 1:250.000.

No Mapa 3, demonstramos o mapeamento implementado pelo IBGE, no ano 2018, considerando o recorte espacial do Cerrado brasileiro. Comparativamente, nota-se que, apesar de convergirem para o ponto de proporcionarem conhecimentos das diferentes condições de cobertura e uso da terra, há uma nítida diferenciação da representação, organização, hierarquização e detalhamento das classes temáticas da legenda entre as respectivas iniciativas, quanto ao RadamBrasil-1975, Probio-2004 e IBGE-2018.

Nesse sentido, é relevante destacar que o detalhamento das classes temáticas está associado, sobretudo, aos dados empregados, à metodologia utilizada e à escala. Desde o surgimento das primeiras plataformas orbitais, nota-se que houve um grande avanço tecnológico no âmbito dos sistemas sensores, consequentemente, do volume de dados disponibilizados e, principalmente, do surgimento de novas técnicas e métodos voltados à classificação digital de imagens de satélite para o tipo de mapeamento em referência (Lillesand; Kieffer, 2000; Lillesand *et al.*, 2008; Simões *et al.*, 2020).

Como já citado, outro importante projeto no Brasil, em vigência, é o *MapBiomass*, o qual se apresenta como sendo uma das ações fundamentais de mapeamento anual da cobertura e uso da terra dos ecossistemas que integram a matriz ambiental brasileira, desde o ano de 1985 até 2022. Esses mapeamentos são concebidos a partir de abordagem de algoritmos de *Machine Learning*, para classificação digital das imagens provenientes dos sistemas sensores *Thematic Mapper* (TM), *Enhanced Thematic Mapper Plus* (ETM+) e *Operational Land Imager* (OLI), a bordo dos satélites *Landsat 5*, *7* e *8*, respectivamente, com resolução

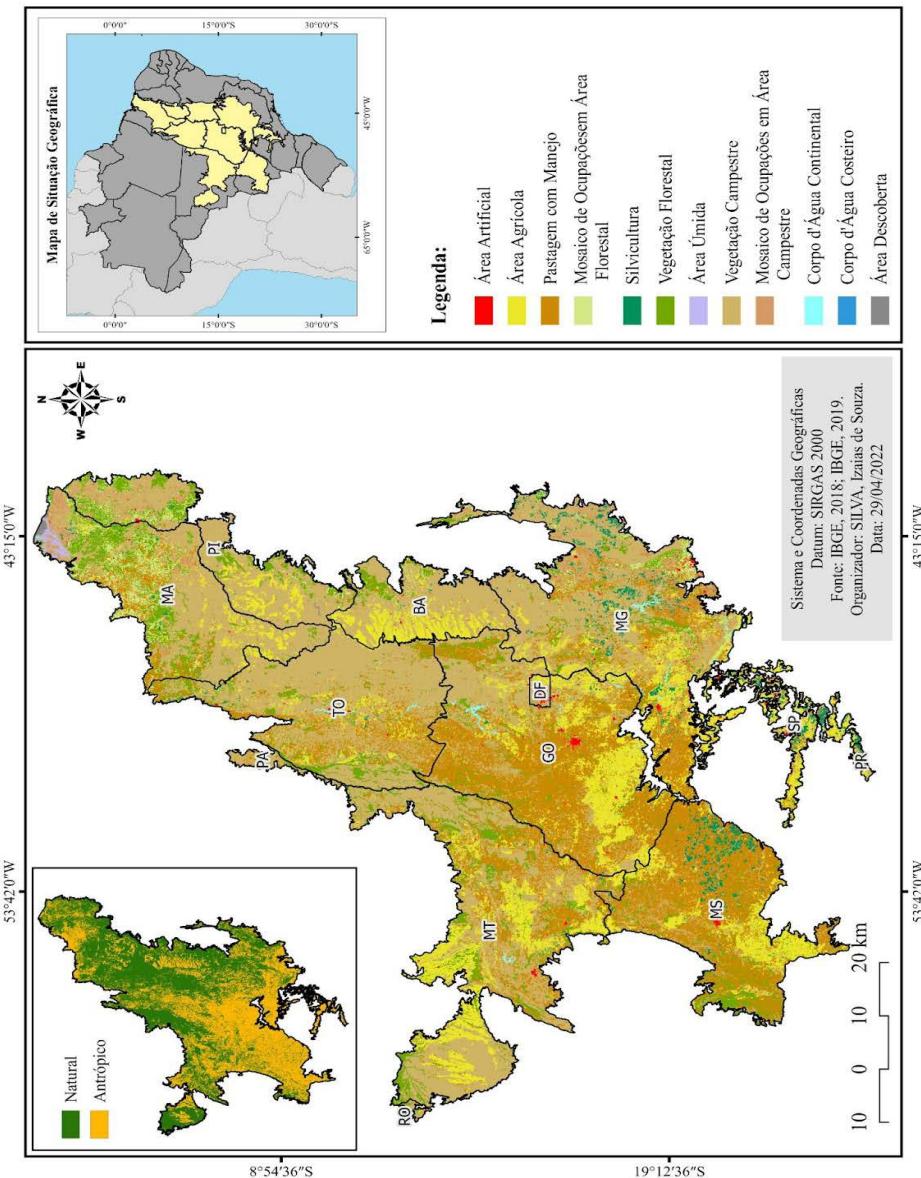
espacial de 30 m, possibilitando aplicações em escalas de até 1:100.000. No Mapa 4, demonstramos esse mapeamento, com o recorte espacial para o bioma Cerrado, referente ao ano de 2022.

Por sua vez, destaca-se também o projeto *Brazil Data Cube*, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). O projeto não apenas disponibiliza produtos inerentes a mapeamentos da cobertura e uso da terra como também organiza cubos de dados satelitários provenientes de diferentes sistemas sensores, com destaque para aqueles acoplados aos satélites CBERS 4/4A (64 m), *Sentinel-2* (10, 20 e 60 m) e *Landsat 8* (30 m). Nesse sentido, o *Brazil Data Cube* contempla uma infraestrutura robusta composta por *softwares* e *web services*, a fim de permitir a visualização, a aquisição e o processamento de grandes volumes de dados (cubos de dados multidimensionais), com abrangência para todo o território nacional e aplicações em escalas de 1:320.000 a 1:50.000.

Um aspecto significativamente promissor do *Brazil Data Cube* é que, da forma como é proposto, com os conjuntos de dados com *pixel* alinhados espacialmente, esses dados permitem não só analisar e extrair informações de séries temporais, mas também uma melhor compreensão dos eventos e dos fenômenos da superfície, como, de igual modo, abre novas possibilidades de análise das mudanças na cobertura e uso da terra ao longo do tempo. Outrossim, dispõe de uma robusta biblioteca de algoritmos de *machine learning* e *deep learning* para classificação digital das imagens, podendo melhorar substancialmente os resultados para mapeamentos correlatos, conforme implementado por Ferreira *et al.* (2020).

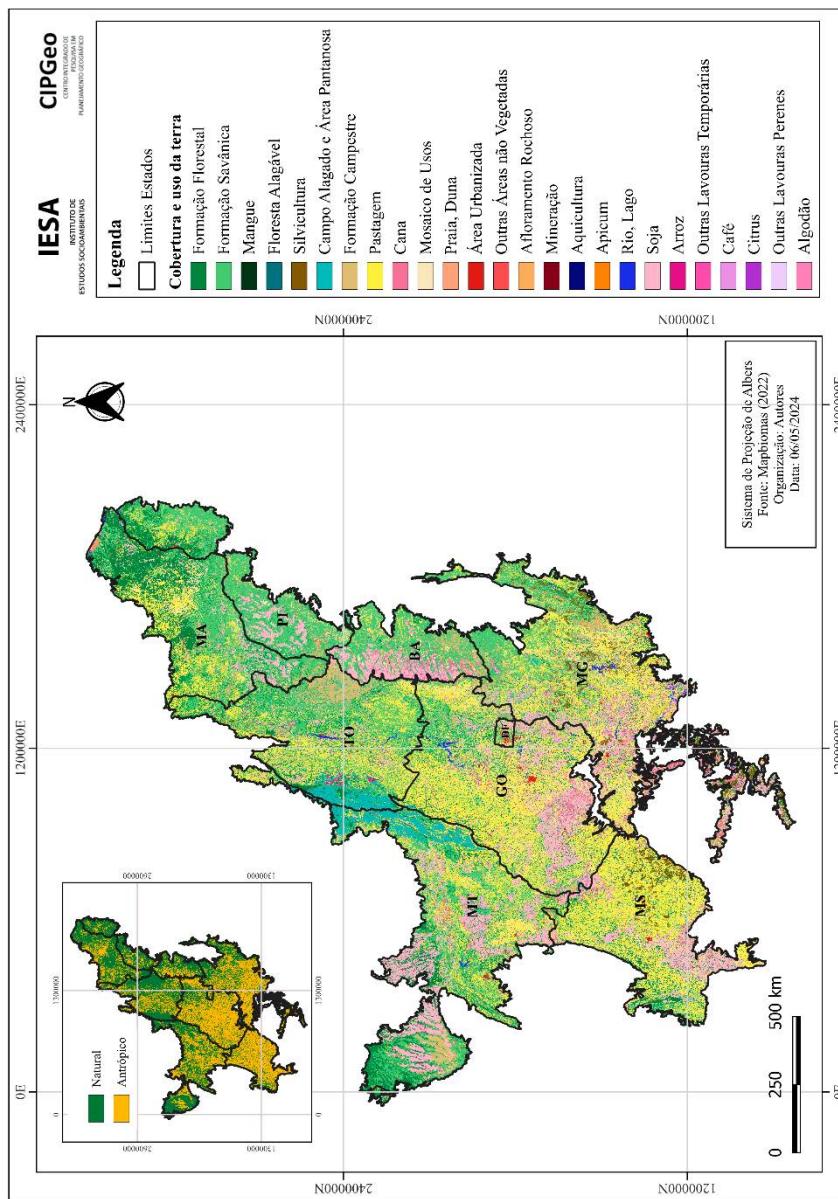
A partir de séries temporais obtidas de cubos de dados do *Brazil Data Cube* e do pacote R *SITS* (*Satellite Image Time Series*), Simões *et al.* (2021) realizaram o mapeamento da cobertura e uso da terra do Cerrado brasileiro com alta precisão (acurácia geral de 0.86) – Mapa 5. Tomando como recorte temporal o calendário agrícola de setembro de 2017 a agosto de 2018, os autores utilizaram séries temporais das bandas multiespectrais e dois índices de vegetação (NDVI e EVI) resgatadas de cubos de dados *Landsat-8*, e implementaram a classificação de todo o Cerrado brasileiro, mediante rede neural convolucional, usando o método TempCNN, em um tempo de aproximadamente 24 h, o que significa um alto desempenho, se comparado aos métodos tradicionais.

**Mapa 3– Mapa da cobertura e uso da terra do bioma Cerrado  
(IBGE-2018)**



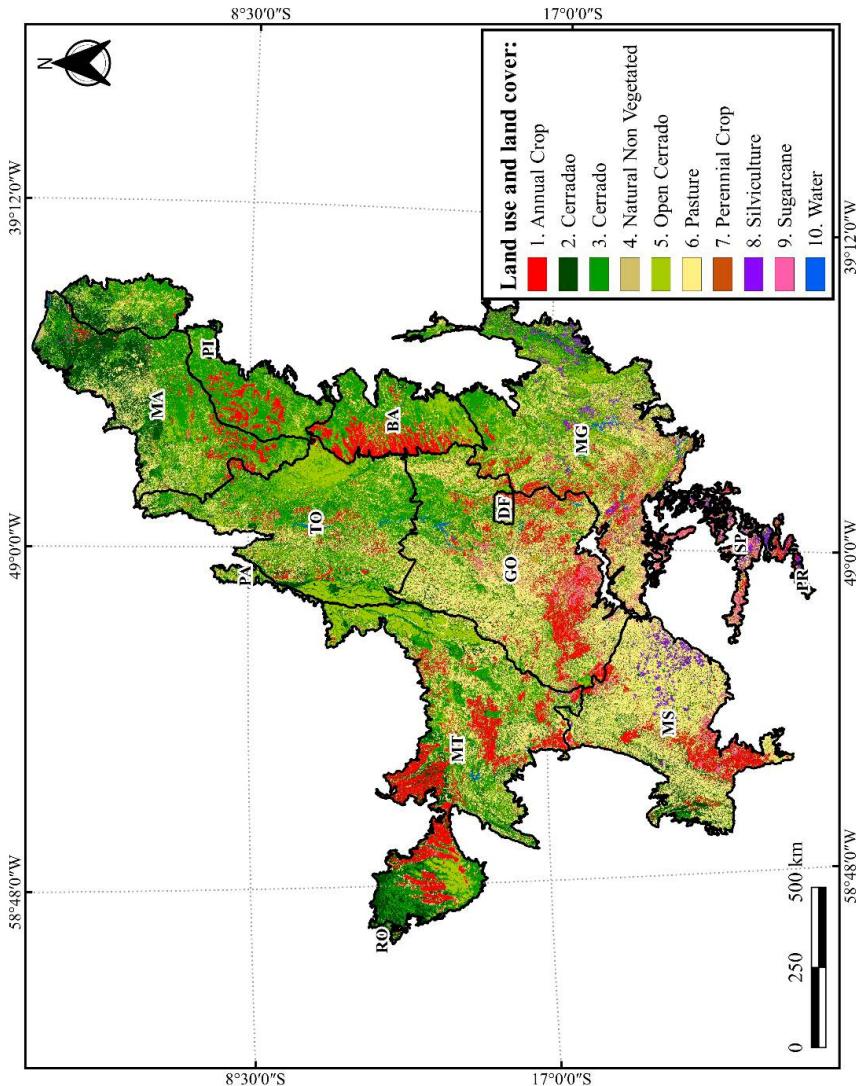
Fonte: IBGE (2018). Org., os autores.

**Mapa 4– Mapa da cobertura e uso da terra do bioma Cerrado  
(MapBiomas-2022)**



Fonte: *MapBiomas* (2022). Org.: os autores.

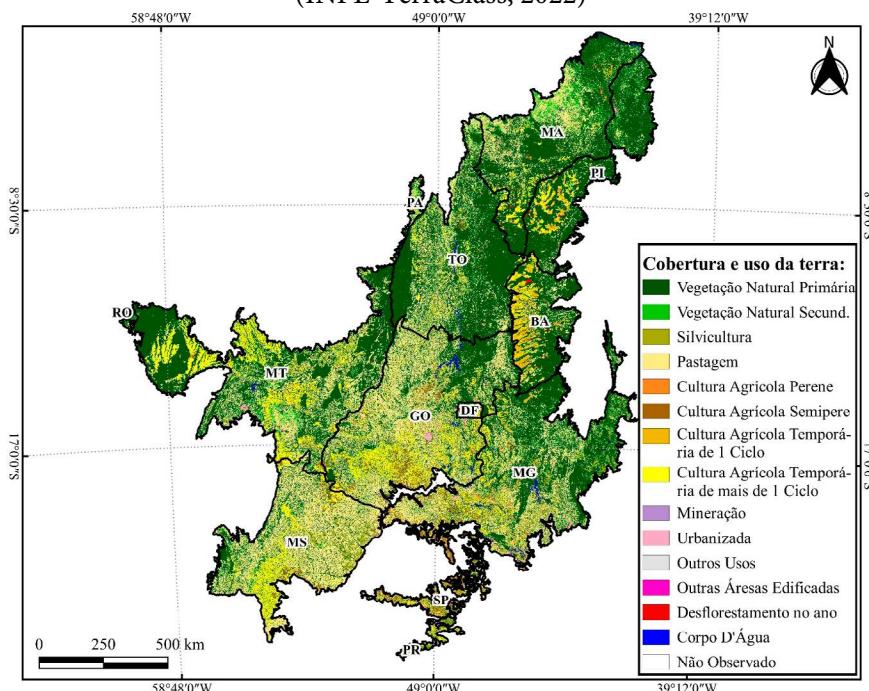
**Mapa 5 – Mapa da cobertura e uso da terra do Cerrado**  
(Simões *et al.*, 2021)



Fonte: Simoes et al., (2021). Org.: os autores.

A iniciativa do TerraClass foi em 2008, exclusivamente para a Amazônia, sendo ampliada posteriormente para o bioma Cerrado. Recentemente, foi divulgada a atualização desse mapeamento para os anos de 2018 a 2022. Os mapeamentos do TerraClass identificam as principais modalidades de cobertura e uso da terra nas áreas desflorestadas, detectadas pelo Programa de Monitoramento do Desmatamento por Satélite (Prodes), operacionalizado pelo Inpe, e trazem informações sobre a vegetação primária e secundária, as culturas agrícolas e as áreas de pastagens, dentre outras. O mapeamento é realizado a partir do processamento de dados *Sentinel-2*, com 10 m de resolução espacial. No Mapa 6 é apresentado o mapeamento desenvolvido no escopo programa TerraClass, pelo Inpe e pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), compreendendo o recorte espacial do Cerrado brasileiro, em 2022.

**Mapa 6 – Mapa da cobertura e uso da terra do Cerrado  
(INPE-TerraClass, 2022)**



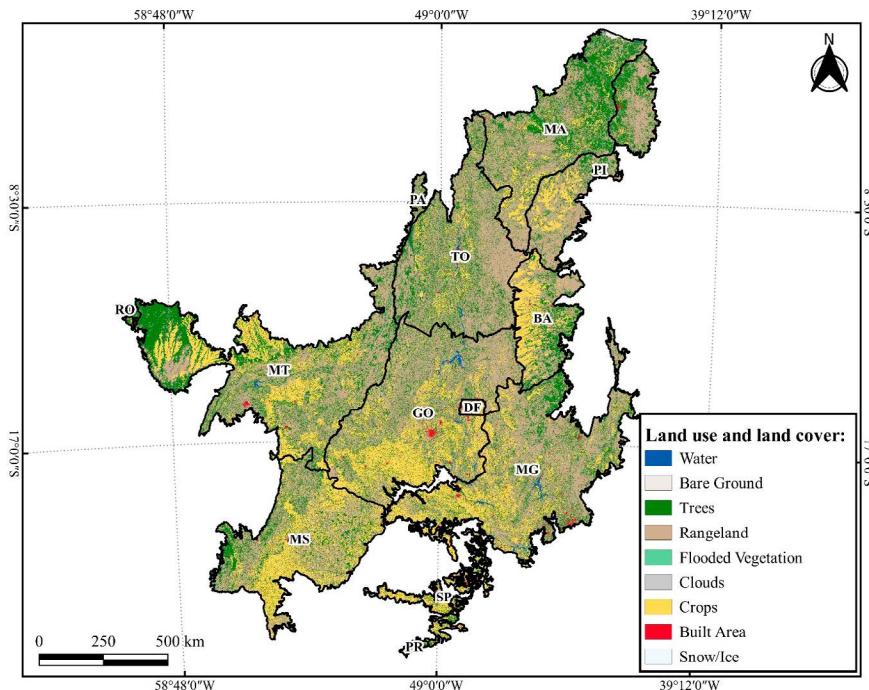
Fonte: Inpe-TerraClass (2022). Org.: os autores.

## MAPEAMENTOS INTERNACIONAIS DA COBERTURA E USO DA TERRA

Diante dos avanços no campo da programação e, especialmente, da aprendizagem de máquina (*Machine Learning* e *Deep Learning*) e do processamento de dados em nuvens (*Cloud Computing*), ampliaram-se as possibilidades no âmbito do Processamento Digital de Imagens (PDI). Nesse sentido, plataformas como a do *Google Earth Engine* (GEE) tornaram-se um dos ambientes mais amplamente utilizados por usuários de produtos de Sensoriamento Remoto e de técnicas de PDI de satélite (Gorelick *et al.*, 2017).

Frente a esse contexto, qual seja, o de processamento de grandes volumes de dados de observação da Terra, a partir da computação em nuvem, é relevante destacar três importantes iniciativas de mapeamento da cobertura e uso da terra em escala global, fundamentada no processamento de imagens de satélite de alta resolução espacial e algoritmos *machine learning*. São eles os projetos *ESRI 2020 Global Land Use Land Cover from Sentinel-2*, *Esa World Cover* e *Dynamic World*.

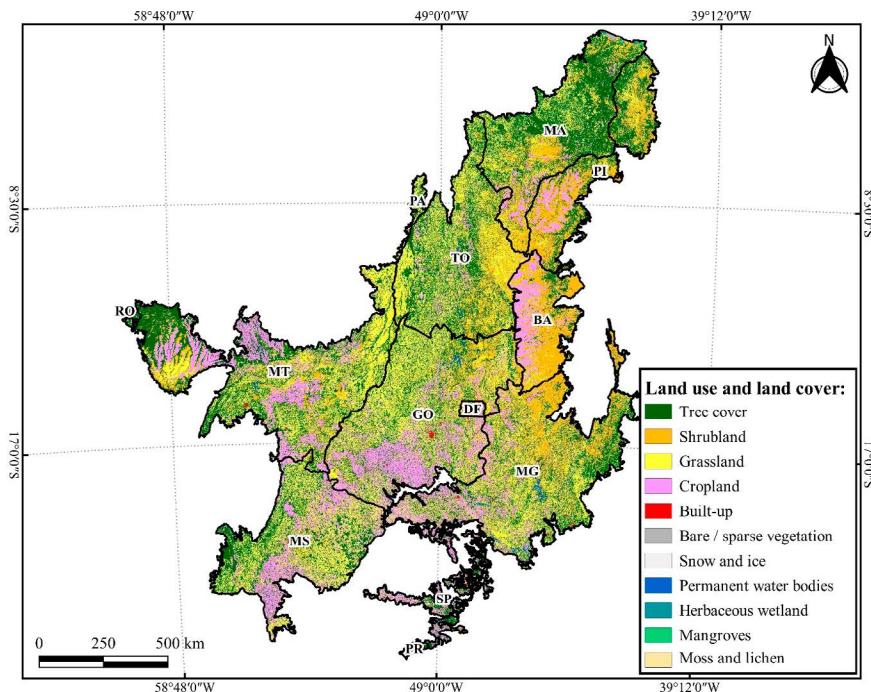
O primeiro projeto, liderado pelo *Impact Observatory for ESRI*, em parceria com diversas instituições internacionais, entre elas a *Google* e o *World Resources Institute*, apresentou em julho de 2021 o mapeamento em escala global. O produto é oriundo do processamento e da classificação digital de imagens de alta resolução, provenientes dos sistemas sensores a bordo do satélite *Sentinel 2*, com resolução espacial de 10 m (Karra, 2021). O Mapa 7 demonstra a interface gráfica da plataforma em que os respectivos dados estão hospedados e disponíveis para visualização e *download*.

**Mapa 7 – Mapa da cobertura e uso da terra do Cerrado (ESRI-2021)**

Fonte: ESRI (2021). Org.: os autores.

Por sua vez, a iniciativa global de mapeamento desenvolvida pelo *Esa World Cover* disponibiliza produtos de 2020 e 2021, também baseados no processamento de imagens do *Sentinel 2*, com 10 m de resolução espacial. A partir dos dados disponibilizados no âmbito da *Esa World Cover*, no Mapa 8, é apresentado o respectivo mapeamento para o recorte espacial-temporal do Cerrado brasileiro, datando do ano de 2021.

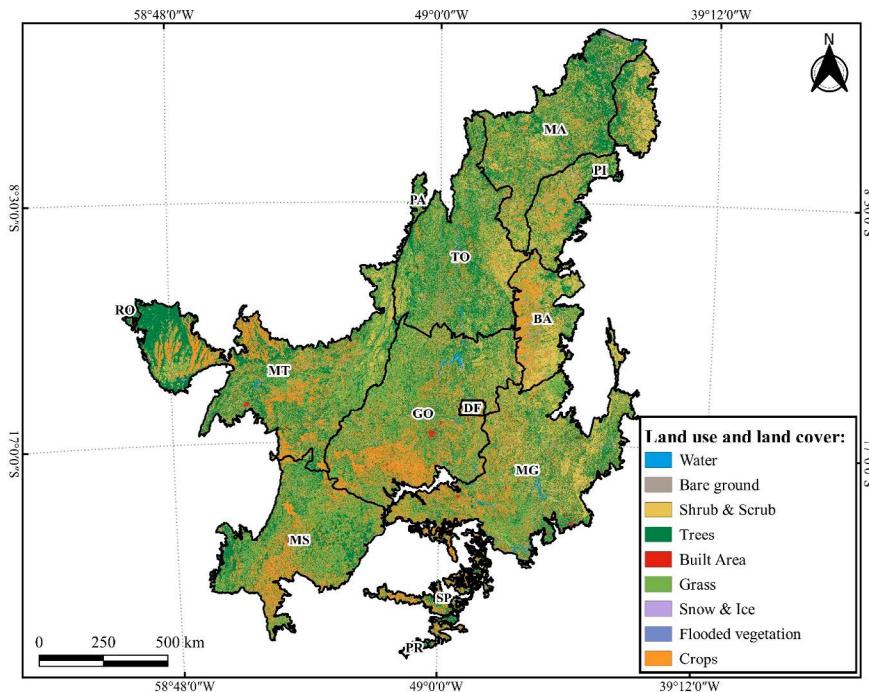
**Mapa 8 – Mapa da cobertura e uso da terra do Cerrado  
(Esa World Cover-2023)**



Fonte: Esa World Cover (2023). Org.: os autores.

O *Dynamic World* é uma iniciativa de mapeamento em escala global lançada pela *World Resources Institute Google*, que utiliza imagens satélites com propriedade de alta resolução espacial, principalmente do *Sentinel-2*. Diferentemente de outras iniciativas, o *Dynamic World* é atualizado continuamente a partir da disponibilidade dos dados do *Sentinel-2*, permitindo monitorar e entender as dinâmicas de uso da terra com uma resolução de 10 metros e em tempo quase real. Contudo, por se tratar de uma iniciativa de mapeamento em escala global, suas classes temáticas são genéricas. A partir dos dados disponibilizados no âmbito do projeto *Dynamic World*, no Mapa 9, é apresentado mapeamento para o Cerrado brasileiro, datando dos meses de junho e julho.

**Mapa 9 – Mapa da cobertura e uso da terra do Cerrado  
(Dynamic World-DW)**



Fonte: Brown et al., (2022). Org.: os autores.

Apesar de esses projetos supracitados apresentarem semelhanças metodológicas, nota-se que as principais diferenças dizem respeito, primordialmente, ao detalhamento da legenda e aos dados empregados. Nesse sentido, enquanto o *ESRI 2020 Global Land Use Land Cover from Sentinel-2* se baseia especificamente nos dados provenientes do *Sentinel-2*, o *Esa World Cover* integra dados de radar SAR, um sensor de abertura sintética, da missão *Sentinel-1*. No caso do projeto *ESRI 2020 Global Land Use Land Cover from Sentinel-2*, ele apresenta uma legenda ainda mais genérica; em termos de detalhamento das classes mapeadas, se comparado ao projeto *Esa World Cover* e *Dynamic World*, destaca-se com uma legenda de maior detalhe.

## CONCLUSÕES

Foi demonstrado o panorama das iniciativas de mapeamento da cobertura e uso da terra na escala global e do território brasileiro, destacando os dados utilizados, os aportes teórico-metodológicos e os sistemas de classificação adotados. Percebe-se que tais mapeamentos têm sido realizados, prioritariamente, em escala de reconhecimento e semidetalhe, levando em consideração diferentes recortes temporais, níveis hierárquicos de classificação/detalhamento da legenda e, evidentemente, buscando atender a diversos propósitos e aplicações.

É possível apontar ainda que, nos últimos anos, as novas tecnologias e os recursos computacionais providos no contexto da popularização dos *Clouds Services*, dos avanços no campo da *Artificial Intelligence*, do *Machine Learning* e do *Deep Leraning* e da maior disponibilização de dados satelitários de observação da Terra, há uma nova perspectiva no processamento digital de dados sensoriamento remoto para o mapeamento e monitoramento da cobertura e uso da terra (Galford *et al.*, 2008; Pasquarella *et al.*, 2016).

Dos sistemas de classificação e dos mapeamentos da cobertura e uso da terra nacional, destaca-se o ineditismo daquele realizado por Simões *et al.* (2021) quanto à abordagem teórico-metodológica, pois adota séries temporais obtidas de cubos de dados para implementação da classificação, permitindo uma visão mais ampla da complexidade inerente às mudanças na cobertura e no uso da terra. Outra iniciativa relevante é a do Mapbiomas, que fornece mapeamentos anuais e que subsidia a análise da dinâmica temporal da ocupação do solo.

No que diz respeito às iniciativas de mapeamentos da cobertura e uso da terra em escala global, nota-se que ainda carecem de estudos, validando, comparando e sobretudo demonstrado a acurácia e a viabilidade de aplicação desses produtos. De tal modo, sugerem-se estudos complementares no intuito de comparar e averiguar a acurácia de aplicação dos mapeamentos globais e nacionais na escala regional e/ou local.

## REFERÊNCIAS

- ANDERSON, J. R.; HARDY, E. E.; ROACH, J. T.; WITMER, R. E. A land use and land cover classification system for use with remote sensor data. Washington: USGS, **Geological Survey Professional Paper**, n. 964, 1976.
- ARAÚJO FILHO, M. da C.; MENESSES, P. R.; SANO, E. E. Sistema de classificação de uso e cobertura da terra na análise de imagens de satélite. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 59, n. 2, 2007.
- BARBOSA, C. C. F.; NOVO, E. M. L. M; MARTINS, V. S. **Introdução ao Sensoriamento Remoto de Sistemas Aquáticos**. 1. ed. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2019. 158 p.
- BORGES, Guilherme de Freitas; RAJÃO, Raoni Guerra Lucas. Projeto Radam: (Re) Descobrindo o Projeto de Sensoriamento Remoto Aplicado ao Mapeamento da Amazônia. **Revista FSA**, Teresina, v. 13, n. 6, art. 1, p. 3-17, 2016. Disponível em: <http://www.lagesa.org/wp-content/uploads/documents/Borges%20Rajao%202016%20RADAM.pdf>. Acesso em: 19 maio 2019.
- BROWN, C. F.; BRUMBY, S. P.; GUZDER-WILLIAMS, B.; BRICH, T.; HYDE, S. B.; MAZZARIELLO, J.; CZERWINSKI, W.; PASQUARELLA, V. J.; HAERTEL, R.; ILYUSHCHENKO, S.; SCHWEHR, K.; WEISSE, M.; STOLLE, F.; HANSON, C.; GUINAN, O.; MOORE, R.; TAIT, A. M. Dynamic World, Near real-time global 10 m land use land cover mapping. **Scientific Data**, v. 9, n. 251, p. 1-17, 2022. Disponível em: doi:10.1038/s41597-022-01307-4. Acesso em: 19 maio 2024.
- CIHLAR, J.; JANSEN, L. J. M. From Land Cover to Land Use: A Methodology for Efficient Land Use Mapping over Large Areas. **Professional Geographer**, v. 53, n. 2, p. 275-289, 2001. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/0033-0124.00285>. Acesso em: 1º jan. 2020.
- EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY (EEA). **Corine Land Cover**. Brussels: EEA, 1995. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover#additional-files>. Acesso em: 1 fev. 2021.
- ESRI (Impact Observatory for ESRI). **Esri 2020 Land Cover**. Esri 2020 Land Cover, 2021. Disponível em: <https://www.arcgis.com/apps/instant/media/index.html?appid=fc92d38533d440078f17678ebc20e8e2>. Acesso em: 24 ago. 2021.
- FERREIRA, K. R.; QUEIROZ, G. R.; VINHAS, L.; MARUJO, R. F. B.; SIMÕES, R. R. O.; PICOLI, M. C. A.; CÂMARA, G.; CARTAXO, R.; SANTOS, L. A.; SANCHES, A. H.; ARCANJO, J. S. FRONZA, J. G.; NORONHA, C. A.; COSTA, R. W.; ZAGILA, M. C.; ZIOTI, F.; KORTING, T. S.; SOARES, A. R.; CHAVES, M. E. D.; FONSECA, L. M. G. Earth Observation Data Cubes for Brazil: Requirements, Metodology and Products. **Remote Sensing**, v. 12, n. 24, p. 1-19, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-4292/12/24/4033/htm>. Acesso em: 6 maio 2022.

GALFORD, G. L.; MUSTARD, J. F.; MELILLO, J.; GENDRIN, A.; CERRI, C. C.; CERRI, C. E. Wavelet Analysis of MODIS Time Series to Detect Expansion and Intensification of Row-Crop Agriculture in Brazil. **Remote Sensing of Environment**, n. 112, n. 2, p. 576-587, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2007.05.017>. Acesso em: 27 jun. 2024.

GÓES FILHO, L. VELOSO, H. P. **Fitogeografia Brasileira – Classificação Fisiognômico-Ecológica da Vegetação Neotropical**, 1982.

GORELICK, Noel; HANCHER, Matt; DIXON, Mike; ILYUSHCHENKO, Simon; THAU, David; MOORE, Rebecca. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. **Remote Sensing for Environment**, v. 202, p. 18-27, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425717302900>. Acesso em: 14 Jan. 2021.

HECHT, S. B.; KANDEL, S.; GOMEZ, I.; CUELLAR, N.; ROSA, H. Globalization, forest resurgence, and environmental politics in El Salvador. **World Development**, v. 34, n. 2, p. 308-323, 2006. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/eee/wdevel/v34y2006i2p308-323.html>. Acesso em: 11 mar. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Desbravar, conhecer, mapear: memórias do Projeto Radam/RadamBrasil**. Rio de Janeiro, IBGE, n. 1, 2018a. 364p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101614>. Acesso em: 13 abr. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Monitornoamento da Cobertura e Uso da Terra**. 2018b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/cobertura-e-uso-da-terra/15831-cobertura-e-uso-da-terra-do-brasil.html?=&t=acesso-ao-produto>. Acesso em: 11 abr. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3. ed. Manuais Técnicos em Geociências, Rio de Janeiro, IBGE, n. 7, 2013. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Catálogo de dados sobre os recursos naturais**: Projeto RadamBrasil. Acervo n. 81. 1983. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=217157>. Acesso em: 12 abr. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Catálogo de dados sobre os recursos naturais**: Projeto RadamBrasil. Acervo n.

81. 2003. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=23604>. Acesso em: 12 abr. 2022.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Metodologia utilizada nos projetos PRODES e DETER**. Acervo n. 1. 2019. Disponível em: [http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes/pdfs/Metodologia\\_Prodes\\_Deter\\_revisada.pdf](http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes/pdfs/Metodologia_Prodes_Deter_revisada.pdf). Acesso em: 16 abr. 2022.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **CBERS**. 2022. Disponível em: <http://www.cbers.inpe.br/>. Acesso em: 10 jul. 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **TerraClass**. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/inpe/pt-br/assuntos/ultimas-noticias/terra-class-apresenta-resultados-do-mapeamento-da-cobertura-e-do-uso-da-terra-na-amazonia-e-cerrado>. Acesso em: 30 jul. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Prodes – Incremento anual de área desmatada no Cerrado Brasileiro**. Disponível em: <http://cerrado.obt.inpe.br/>. Acesso em: 25 abr. 2022.

KARRA, K.; KONTGIS, C. STATMAN-WEIL, Z.; MAZZARIELLO, J. C.; MATHIS, M.; BRUMBY, S. P. Global land use / land cover with *Sentinel 2* and deep learning. **IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium IGARSS**, v. 6, n. 1, p. 4704-4707, 2021. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9553499>. Acesso em: 12 out. 2021.

LILLESAND, T. M.; KIEFFER, R. W. **Remote Sensing and Image Interpretation**. 2. ed. New York: John Wiley, 2000. 721 p. Forestry, Lake Buena Vista, Florida, 2000.

LILLESAND, T. M; KIEFER, R. W; CHIPMAN, J. W. **Remote sensing and image interpretation**. 6. ed. Hoboken NJ: John Wiley, 2008. 756 p.

MARTINELLI, M. **Mapas da geografia e cartografia temática**. 5. ed. São Paulo: Contexto, 2009.

MENEZES, Paulo Roberto; ALMEIDA, Tati de (org.). **Introdução ao Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. 1. ed. Brasília: CNPQ, 2012. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/332292728\\_INTRODUCAO\\_AO\\_PROCESSAMENTO\\_DE\\_IMAGENS\\_DE\\_SENSORIMENTO\\_Remoto](https://www.researchgate.net/publication/332292728_INTRODUCAO_AO_PROCESSAMENTO_DE_IMAGENS_DE_SENSORIMENTO_Remoto). Acesso em: 25 dez. 2020.

MONTEIRO, C. L. S. **Proposta de classificação do uso e da cobertura da terra e sua representação cartográfica na escala 1: 10.000**. 2008. 114 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florionópolis, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/91679/257948.pdf?sequence=1>. Acesso em: 2 fev. 2021.

NASCIMENTO, D. T. F.; ROMÃO, P. de A.; SALES, M. M.; ALMEIDA, F. de P. Mapeamento da cobertura do solo em bordas de reservatório e processos erosivos associados. In: SALES, M. M.; CARVALHO, J. C.; MASCARENHA, M. M. A. (org.). **Erosão em Borda de Reservatório**. 1. ed. Goiânia: Gráfica UFG, 2017. 584 p. NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. 2. ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 1989. 308 p.

OLIVEIRA, Ivanilton José; ROMÃO, Patrícia de Araújo. As escalas da Geografia: pontes entre os conceitos de escala cartográfica e escala geográfica. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 41, p. 1-23, 2021. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/bgg/article/view/65735>. Acesso em: 30 ago. 2021.

OLIVEIRA, M. T. de; CASSOL, H. L. G.; GANEM, K. A.; DUTRA, A. C.; PRIETO, J. D.; ARAI, E.; SHIMABUJURO, Y. E. Mapeamento da Vegetação do Cerrado: uma revisão das iniciativas de Sensoriamento Remoto. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 72, número especial 50 anos, p. 1250-1274, 2020.

PASQUARELLA, V. J.; HOLDEN, C. E.; KAUFMAN, L.; WOODCOCK, C.E. From Imagery to Ecology: Leveraging Time Series of All Available LANDSAT Observations to Map and Monitor Ecosystem State and Dynamics. **Remote Sensing in Ecology and Conservation**, n. 2, v. 2, p. 152-170, 2016. Disponível em: <https://open.bu.edu/handle/2144/40835>. Acesso em: 26 jun. 2024.

PROJETO DE CONSERVAÇÃO E UTILIZAÇÃO SUSTENTÁVEL DA DIVERSIDADE BIOLÓGICA BRASILEIRA (PROBIO). **Mapeamento de Cobertura Vegetal do Bioma Cerrado**. Acervo, n. 1. 2004. Disponível em: [http://mapas.mma.gov.br/geodados/brasil/vegetacao/vegetacao2002/cerrado/documentos/relatorio\\_final.pdf](http://mapas.mma.gov.br/geodados/brasil/vegetacao/vegetacao2002/cerrado/documentos/relatorio_final.pdf). Acesso em: 13 abr. 2022.

SANO, Edson E.; ROSA, Roberto; BRITO, Jorge L. S.; FERREIRA, Laerte G. Land Cover mapping of the tropical savana region in Brasil. **Environ Monit Assess**, n. 116, p. 113-124, 2010. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-009-0988-4#citeas>. Acesso em: 19 jun. 2020.

SILVA, I. S.; NASCIMENTO, D. T. F.; Romão, P. de A.; SALES, M. M.; LUZ, M. P. Evolução da cobertura e uso da terra nas áreas de influência direta das Usinas Hidrelétricas Batalha e Itumbiara sob o aporte de fontes secundárias de dados cartográficos e censitários. **Sociedade e Território**, v. 33, p. 224-250, 2021.

SIMÕES, R.; CAMARA, G.; QUEIROZ, G.; SOUZA, F.; ANDRADE, P. R.; SANTOS, L.; CARVALHO, A.; FERREIRA, K. Satellite Image Time Series Analysis for Big Earth Observation Data. **Remote Sensing**, v. 13, n. 2428, p. 1-20, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/rs13132428>. Acesso em: 27 jun. 2022.

SOUZA, Vanessa Cristina Oliveira de. **Geoportal Global para centros de Imagens de Sensoriamento Remoto**. 2008. 97 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Sensoriamento Remoto, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos

Campos, 2008. Disponível em: [https://www.dpi.inpe.br/gilberto/teses/dissertacao\\_vanessa.pdf](https://www.dpi.inpe.br/gilberto/teses/dissertacao_vanessa.pdf). Acesso em: 6 maio 2024.

TRADIN, A. T.; SANTOS, A. P.; NOVO, E. M. L. M. **Uso de dados do Landsat no estudo do impacto da implantação de projetos agropecuários da Amazônia.** São José dos Campos: Instituto de Pesquisas Espaciais, 1977. 18 p.

TRADIN, A. T.; SANTOS, A. P. DOS; LEE, D. C. L.; MAIA, F. C. S.; MENDONÇA, F. J.; ASSUNÇÃO, G. V.; RODRIGUES, J. E.; ABDON, M. DE M.; NOVAES, R. A.; CHEN, S. C.; DUARTE, V.; SHIMABUKURO, Y. E. **Levantamento de áreas de desmatamento na Amazônia Legal através de imagens do satélite Landsat.** São José dos Campos: Instituto de Pesquisas Espaciais, 1979. 10 p.

WRIGHT, J. **Pesquisa terrestre e aérea para cientistas de campo.** Oxford: Clearendom Press, 1982. 327 p.

# Classificação climática aplicada ao Cerrado

Uma atualização de bases e conceitos

GIULIANO TOSTES NOVAIS

**A**área nuclear e contínua do Cerrado possui extensão de mais de dois milhões de quilômetros quadrados, notoriamente reconhecida como o segundo maior bioma brasileiro – depois somente da Amazônia. Ao estender-se entre os paralelos 2° e 24° de latitude sul e os meridianos 41° e 60° de longitude oeste, o bioma exibe dimensões continentais que abrigam uma grande diversidade climática, de características equatoriais, tropicais e subtropicais (Nascimento; Novais, 2020).

A importância do conhecimento das variáveis do clima para o Cerrado é de grande importância para os estudos ecológicos, botânicos, fitogeográficos e principalmente para a produção sustentável de alimentos (Silva *et al.*, 2008). A formação e a distribuição do Cerrado são em grande parte afetada pelo clima, por meio da pluviosidade, da temperatura do ar e pela umidade relativa. Segundo Walter (1986), a precipitação e sua distribuição ao longo das estações (duração dos períodos secos e chuvosos) é que têm reflexos diretos na ocorrência do Cerrado. O clima influencia não só a composição dos mosaicos paisagísticos que determinam as tipologias das unidades ambientais do Cerrado, mas também a organização e a produção do espaço geográfico.

A superfície heterogênea da Terra condiciona distintos fatores climáticos que contribuem na formação de climas variáveis. Para Nascimento, Luiz e Oliveira (2023), no ensejo de se conhecer as características climáticas de determinada localidade, a verificação de sua tipologia climática é implementada inicialmente, tendo em vista que ela é definida a partir do agrupamento e da síntese de seus parâmetros climáticos, fenômenos atmosféricos e repercussões paisagísticas.

Nóbrega (2010) diz que sempre houve por parte dos pesquisadores, cujo foco da pesquisa considera a escala mesoclimática, a preocupação e necessidade de classificar os macroclimas. Os sistemas de classificação climática permitem analisar e definir os tipos climáticos de forma a auxiliar na troca de informações e posteriores análises que subsidiam distintos propósitos.

Ayoade (2003, p. 224) pontua que o intuito principal dos sistemas de classificação climática é a retratação “de um arranjo eficiente de informações em uma forma simplificada e generalizada” e complementa que eles constituem importantes insumos analíticos ao planejamento urbano, rural, regional e ambiental, principalmente de atividades diretamente relacionadas à organização e produção do espaço, a exemplo da agricultura, da indústria e do turismo.

As classificações climáticas se baseiam na descrição de diferentes parâmetros climáticos, tendo como intuito final sistematizar, sintetizar, simplificar e representar a grande quantidade de informações referentes às características do clima de dada localidade, valendo-se de hierarquias, escalas e parâmetros distintos (Nascimento; Luiz; Oliveira, 2023). Devido à complexidade e às dificuldades que envolvem os procedimentos das classificações climáticas, várias abordagens e técnicas foram adotadas, o que resultou em diversos sistemas de classificações, geralmente empregando critérios como a precipitação, a temperatura, a evapotranspiração, a vegetação e a dinâmica das massas de ar.

Dentre as principais classificações climáticas aplicadas no país temos a de Köppen-Geiger (1961) e Strahler (1951). A classificação climática de Köppen-Geiger (1961) constitui-se em um dos mais importantes, utilizada há mais de 80 anos, adotando uma abordagem analítica e postulando a vegetação como a melhor expressão do clima na

paisagem. De acordo com Nascimento, Luiz e Oliveira (2023), a classificação climática proposta por Strahler (1951) adota um modelo bastante simples, contudo muito eficaz e sem dúvida uma das mais utilizadas, tanto no ambiente científico como em livros didáticos. Strahler (1951) propôs a classificação dos climas do mundo baseada nos controles climáticos dos centros de ação, das massas de ar e dos processos frontológicos, assim como nos elementos precipitação e temperatura (Mendonça; Danni-Oliveira, 2007).

O método de classificação de Nimer (1972) adotado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) constitui-se na delimitação do clima de uma forma quantitativa, tomando como base a temperatura e a precipitação, e qualitativa, por considerar a duração do período seco e a circulação atmosférica (Terassi; Silveira, 2013).

Para Fialho *et al.* (2023), o sistema de classificação climática de Novais (2019) engloba uma ordem de grandeza escalar adequada para estudos da Climatologia Geográfica. Isso por observar de maneira ampliada não apenas os critérios de delimitação da classificação, mas também as ordens escalares e cartográficas. O método de Novais é considerado híbrido (dinâmico e estático), seguindo uma hierarquia que aborda desde os níveis superiores até os inferiores da escala climática.

Novais (2019) propôs unidades climáticas para todo o bioma do Cerrado, sendo utilizados dados de 456 postos de coleta de precipitação pluviométrica da Agência Nacional de Águas (ANA) e 41 estações do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet). O algoritmo Chelsa (reanálise climática) foi utilizado para delimitar as isotermas, para melhor representação em regiões com uma distribuição desigual e rarefeita de estações, como é o caso do Centro-Oeste e Norte do Brasil.

Nesse contexto, Novais e Machado (2023) aplicaram o sistema para todo o Brasil, contemplando 119 unidades distribuídas em diferentes hierarquias e escalas climáticas.

O objetivo deste trabalho é a atualização das bases e conceitos desta classificação climática que foi aplicada por Novais (2019) ao Cerrado, esperando haver uma padronização das unidades climáticas

de acordo com Novais e Machado (2023), que aplicaram esta metodologia para todo o Brasil.

## METODOLOGIA

Novais (2019) propôs um sistema de classificação climática que teve o Cerrado como sua área de aplicação, pois para o autor, este bioma possuía um tamanho adequado para a espacialização das unidades climáticas de forma clara e didática no entendimento de sua metodologia. Novais e Machado (2023) aperfeiçoaram a metodologia de Novais (2019) e a empregaram para todo o Brasil.

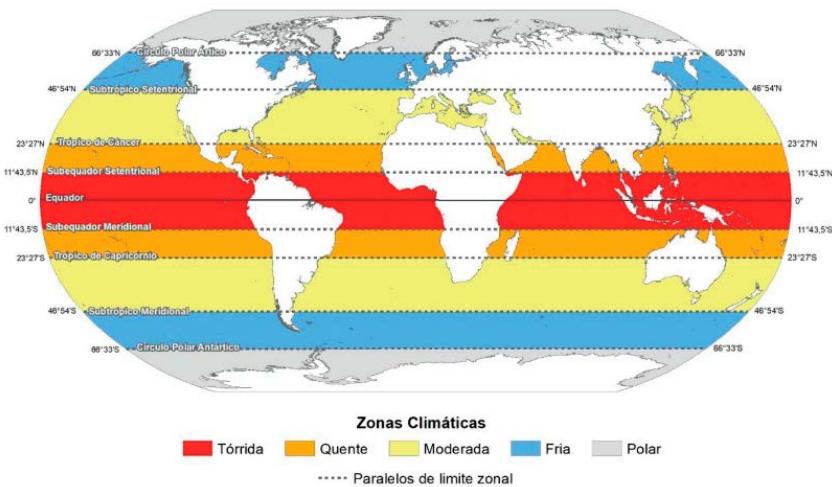
O sistema de *classificação climática de Novais* possui um método híbrido, seguindo uma hierarquia que aborda desde os níveis superiores até os inferiores da escala do clima, como mostrado a seguir por Novais e Galvani (2022, p. 5), sendo que os tipos e subtipos climáticos foram renomeados para regiões e sub-regiões climáticas neste trabalho:

A classificação climática de Novais é dividida em hierarquias, sendo elas: 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 (TMMMF); 3) Domínio Climático – também controlado pela TMMMF, mas com atuação de sistemas atmosféricos, fundamentais para a diferenciação dessas unidades climáticas; 4) Subdomínio Climático – determinado pela quantidade de meses secos (precipitação menor que a ETP); 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.

Segundo Novais (2023), a primeira categoria hierárquica da classificação climática pertence às *zonas climáticas*, com origem na incidência dos raios solares (ou ângulo zenital) sobre a superfície da Terra (Mapa 1). Além da linha do equador, dos trópicos e dos círculos polares, o nosso planeta é cortado por mais quatro linhas imaginárias: *subequador* (paralelos 11°43'30''): um em cada hemisfério (Meridional e Setentrional), que delimita a área de alta incidência solar anual;

*subtrópico* (paralelos 46°54'): um em cada hemisfério (Meridional e Setentrional), que delimita a área de alta incidência solar no verão.

**Mapa 1 – Zonas climáticas do Planeta, segundo a classificação climática de Novais**



Fonte: Novais e Machado (2023).

Segundo o referido sistema de classificação, os *climas zonais* (segunda hierarquia da classificação climática) diferem das zonas climáticas, pois derivam da Temperatura Média do Mês Mais Frio (TMMMF), possuindo um caráter astronômico, sendo que a temperatura do ar é influenciada diretamente pela radiação solar no local.

Segundo Novais (2017a), a isoineta limite entre os climas zonais *tórrido* e *quente* é a TMMMF de 22,5 °C, devido à grande sensibilidade ao frio por parte das populações que vivem nessa região do planeta, uma média dos valores encontrados por Köppen-Geiger (1961) para populações que vivem sobre a zona equatorial. Entre o *clima zonal quente* e o *clima zonal moderado* foi estabelecida a isotermia de TMMMF de 15 °C; essa temperatura condiz com a ocorrência de pelo menos um dia de geada no mês mais frio, como demonstrado por Novais (2017b), afastando a possibilidade de desenvolvimento e proliferação da maioria

dos vetores de enfermidades tropicais. Já a isoterma de 0 °C para a TMMMF separa o *clima zonal moderado* do *clima zonal frio*; segundo Koppen-Geiger (1961), essa temperatura é suficientemente baixa para produzir uma cobertura de neve que se estende por várias semanas na estação de inverno. O *clima zonal polar* e o *clima azonal* não aparecem no Bioma Cerrado.

A terceira hierarquia da classificação climática atinge a escala regional do clima e é formada pelos *domínios climáticos*. Em geral, é uma subdivisão dos climas zonais, pois utiliza a TMMMF em seus limites, porém também é considerada a influência de sistemas atmosféricos e massas de ar atuantes. A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) é o principal parâmetro nessa escala, dividindo o domínio equatorial do tropical, de mesma TMMMF, mas de diferentes períodos úmidos. Além da TMMMF e da ZCIT, também são consideradas na definição dos domínios climáticos as quantidades de meses secos e de precipitação (caso dos domínios semiárido e árido). No Brasil os domínios climáticos são: *equatorial*, *equatorial ameno*, *tropical*, *tropical ameno*, *subtropical*, *temperado*, *semiárido* e *árido*.

Os *subdomínios climáticos* (4<sup>a</sup> hierarquia da classificação climática) foram definidos para dividir os domínios, a partir da quantidade de meses secos. Para tanto, emprega-se o Balanço Hídrico Climatológico de Thornthwaite e Mather (1955), mais especificamente a diferença entre a precipitação e a evapotranspiração potencial (ETP). Quando a precipitação for menor que a ETP, o mês é considerado seco. Os subdomínios podem ser divididos em: *úmido* (zero a 3 meses secos); *semiúmido* (4 a 5 meses secos); *semiseco* (6 a 7 meses secos); e *seco* (8 a 11 meses secos).

Para especificar os domínios e subdomínios são empregadas as *regiões climáticas* (antigos *tipos climáticos*), pertencentes à 5<sup>a</sup> hierarquia da classificação climática. As regiões englobam as duas hierarquias anteriores em áreas delimitadas no continente sul-americano pelo relevo (planaltos, serras, depressões e planícies) e por grandes áreas biogeográficas como a Amazônia. No Brasil, os domínios e subdomínios estão agrupados nas seguintes regiões climáticas: *amazônicas* (*central*, *occidental* e *oriental*), *central*, *centro-sul*, *Chaco*, *litorâneas*

(amazônica, norte, leste e sul), meridional, nordestina, ocidental, oriental e do planalto das Guianas.

Na sexta hierarquia da classificação de Novais constam as *sub-regiões climáticas* (antigos *subtipos climáticos*), uma divisão das regiões climáticas de acordo com as unidades geomorfológicas presentes na área de estudo. Para a escala do território brasileiro, Novais e Machado (2023) aconselham a utilização do Banco de Dados de Informações Ambientais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (BDIA/IBGE), na *escala de 1:250.000*, para melhor padronização climática. Todavia, para menores extensões espaciais se fazem necessários mapeamentos geomorfológicos em escala adequada (1:100.000 ou maiores). Para os mesmos autores, na elaboração das sub-regiões, devem-se levar em conta os domínios, subdomínios e regiões climáticas primeiramente, para depois ajustar a unidade geomorfológica, não “cortando” (separando) as unidades climáticas em detrimento das unidades geomorfológicas.

O sistema classificatório de Novais possui mais duas outras categorias hierárquicas do clima, inferiores à escala regional e sub-regional: os *mesoclimas*, delimitados por feições geográficas ou antrópicas de destaque na paisagem, que interferem no fluxo energético (serras, linhas de cumeada, topos de planaltos, vales abertos e encaixados, áreas de mata, zonas urbanas etc.); e os *topoclimas*, de atuação restrita no relevo, como em vertentes expostas à insolação, à circulação local dos ventos e à precipitação orográfica (Novais, 2023).

Para esse trabalho, foi empregado o nível superior da escala climática (até a 5<sup>a</sup> hierarquia), pois a escala de mapeamento climático não permitia maior detalhamento. As unidades climáticas foram estabelecidas pela interação entre essas hierarquias, dentro da escala climática específica a que cada uma cabe. O Quadro 1 demonstra a relação das hierarquias climáticas de Novais (2019) com as escalas do clima.

**Quadro 1 – Escalas e hierarquias climáticas utilizadas no trabalho**

Hierarquias	Nível Superior da Escala Climática					Nível Inferior da Escala Climática		
	Escala Zonal		Escala Regional			Escala Sub-regional	Escala Local	
Zona Climática	Clima Zonal	Domínio Climático	Subdomínio Climático	Região Climática	Sub-região Climática	Meso-clima	Topo-clima	

Fonte: Organizado pelo autor.

Para definição dos domínios e subdomínios climáticos, foi empregada uma base de dados de 30 anos de temperatura do ar e precipitação, provenientes do projeto Chelsa (*Climatologies at High Resolution for the Earth's Land Surface Areas*), disponível em: [www.chelsa-climate.org](http://www.chelsa-climate.org). O algoritmo consiste em um conjunto de dados de resolução melhorada a partir de produtos de reanálise climática ERA-Interim, combinando resultados de modelagem e recuperação de informações coletadas em 26 mil pontos sobre a superfície e oceanos, através de navios, aviões, radiosondas e satélites, e disponíveis para *download* gratuito (Karger *et al.*, 2018). O projeto dispõe de dados matriciais de temperatura, precipitação, entre outras biovariáveis, com resolução espacial de 1 km<sup>2</sup>. Na primeira versão da classificação climática de Novais (2019) para o Cerrado, foram empregados apenas os dados CHELSA de temperatura do ar, e no presente estudo também foram utilizados os de precipitação.

Os dados do CHELSA foram validados por Novais (2019) e Novais e Galvani (2022), a partir dos dados de superfície registrados por 41 estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), com coeficiente de determinação linear de 0,9595 – o que reflete alta correlação. Além desses autores, outros, como Maria e Udo (2017); Khaydarov e Gerlitz (2019), Oliveira Júnior *et al.* (2021) e Sanches *et al.* (2023) aplicaram testes de correlação e encontraram resultados semelhantes. Para Novais (2019), a estimativa da temperatura do ar pelo algoritmo tem uma correlação direta com o relevo (como as obtidas pelo projeto *Shuttle Radar Topography Mission* – SRTM),

derivando em estimativas mais fidedignas, em que as isotermas acompanham as curvas de nível do terreno. Portanto, o padrão de distribuição de temperatura na atmosfera livre pode ser considerado diretamente relacionado à elevação da superfície (Novais, 2023).

Para a classificação climática implementada neste trabalho e para todo o território brasileiro conduzida por Novais e Machado (2023), foi utilizada a versão 2.1 do CHELSA, com dados mensais de temperatura média do ar e precipitação acumulada mensal do período de 1989 a 2018. Esses dados foram primeiramente compilados e recortados para o limite do bioma Cerrado, a partir do IBGE.

A definição dos domínios climáticos é calcada na TMMMF. De acordo com Novais e Machado (2023), para obter os valores da TMMMF, foi desenvolvido um modelo cartográfico inserido no *software* Dinamica EGO, o qual consulta todos os *rasters* mensais de temperatura média, identificando qual é o *pixel* mais frio do ano. Em seguida, concatena esses valores em um único raster, definindo, assim, a TMMMF e o mês mais frio por *pixel*. Este *raster* é, então, reclassificado pelo modelo, utilizando os valores apresentados no Quadro 2, em combinação com a área de atuação da ZCIT, meses secos, e precipitação média anual. A ZCIT foi utilizada para diferenciar o domínio equatorial do tropical, pois eles coincidem na mesma faixa de TMMMF.

**Quadro 2 – Classificação de domínios climáticos para o Brasil**

Domínio Climático	TMMMF/ZCIT	Meses Secos/Precipitação Média Anual
Equatorial	$\geq 22,5^{\circ}\text{C} + \text{ZCIT}$	-
Equatorial Ameno	de $18^{\circ}\text{C}$ a $22,4^{\circ}\text{C} + \text{ZCIT}$	-
Tropical	$\geq 18^{\circ}\text{C} + \text{sem influência da ZCIT}$	-
Tropical Ameno	de $15^{\circ}\text{C}$ a $17,9^{\circ}\text{C}$	-
Subtropical	de $10^{\circ}\text{C}$ a $14,9^{\circ}\text{C}$	-
Temperado	de $0^{\circ}\text{C}$ a $9,9^{\circ}\text{C}$	-
Semiárido	-	12 meses secos + pma > 500mm
Árido	-	12 meses secos + pma < 500mm

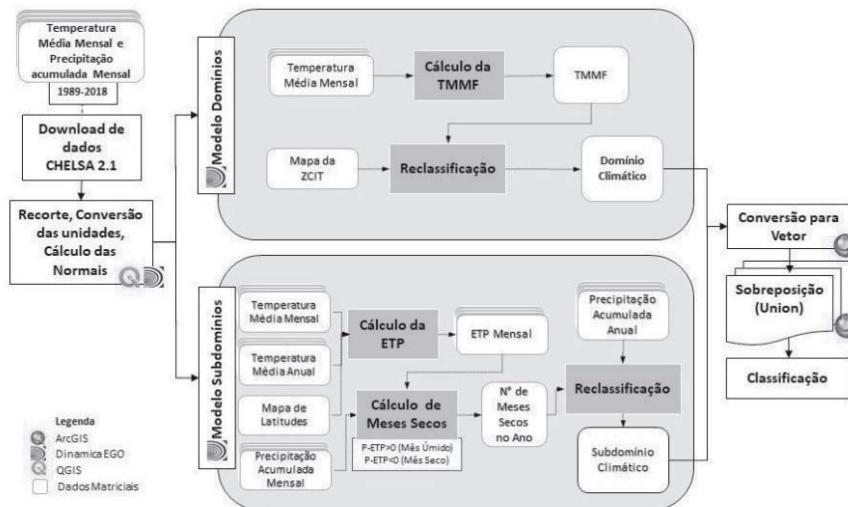
Fonte: Novais e Machado, 2023.

Fonte: Novais e Machado, 2023.

Segundo Novais e Machado (2023), para definição dos subdomínios são observados os meses secos do ano, os quais são definidos pela subtração dos valores de precipitação pela ETP, que é estimada pelo método de Thornthwaite e Mather (1955), obtendo-se primeiramente a Evapotranspiração Potencial Padrão (ETP). Todas as etapas de cálculo apresentadas foram feitas através de um modelo automatizado no software Dinamica EGO, *pixel a pixel*, obtendo-se resultados georreferenciados no ArcGis e QGis. Após calculada a ETP, o modelo faz a subtração dos valores mensais de ETP pela precipitação, e define os *pixels* que representam meses secos como sendo aqueles em que o resultado da subtração é negativo.

Uma síntese do roteiro metodológico de processamento dos dados do CHELSA para definição dos domínios e subdomínios climáticos é demonstrada na Figura 1.

**Figura 1 – Roteiro metodológico para classificação de domínios e subdomínios climáticos**



Fonte: Novais e Machado (2023).

Ao final, é calculado o número de meses secos no ano por *pixel* e esse arquivo raster é reclassificado de acordo com os limiares apresentados na Tabela 1. Quando há pixels de 12 meses secos, esses são

associados à precipitação média anual e classificados como Domínio Climático Semiárido, quando a precipitação é superior a 500 mm, ou Domínio Climático Árido, quando é inferior a este limiar (Novais; Machado, 2023).

**Tabela 1 – Classificação de subdomínios (domínios) climáticos**

Subdomínio Climático/Domínio Climático	Número de Meses Secos	Precipitação Média Anual
Úmido	até 3	-
Semiúmido	de 4 a 5	-
Semisseco	de 6 a 7	-
Seco	de 8 a 11	-
Semiárido	12	> 500 mm
Árido	12	< 500 mm

Fonte: organizado pelo autor.

Em seguida, os *rasters* resultantes do modelo de domínio e subdomínio foram convertidos para o formato *shapefile* no *software ArcGis 10.8*, e foram sobrepostos em um único arquivo através da ferramenta “*union*” contendo duas colunas na tabela de atributos com os dados de domínios e subdomínios. Então foi criada a simbologia dos dados utilizando-se a categorização por vários campos que permite a visualização dos dados sobrepostos (Novais; Machado, 2023).

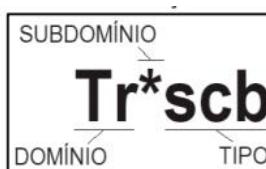
A metodologia de mapeamento das regiões climáticas utilizou a localização dos domínios e subdomínios dentro do continente sul-americano, delimitados pelas unidades de relevo como planícies litorâneas, escarpas de planaltos e serras. Também coincidem com grandes áreas de vegetação, como a floresta amazônica, por exemplo, e podem ser influenciados por sistemas meteorológicos que ali atuam, modificando o tempo drasticamente, caso da região climática do centro-sul do Brasil, que tem influência na formação de geada (pelo menos um evento durante o período de 30 anos). Esse caso foi verificado por Novais (2019), que espacializou os dados de temperatura mínima absoluta do ar das estações meteorológicas do Inmet pelo bioma Cerrado.

As regiões climáticas foram vetorizadas no *software QGIS* e convertidas ao formato matricial a fim de sobrepor os dados àqueles gerados pelo modelo de domínios e subdomínios através da mesma ferramenta utilizada na primeira etapa, “*union*” no *software ArcGIS*. Após

sobrepostas as regiões climáticas sobre os domínios e subdomínios, foram excluídas aquelas unidades climáticas que obtiveram extensão espacial inferior a 10 km<sup>2</sup>, limiar considerado como ruídos gerados na sobreposição de dados (Novais; Machado, 2023).

Para a identificação das unidades climáticas no mapa, foi elaborada uma codificação mostrando a interação hierárquica dos climas. A Figura 2 apresenta o código da unidade climática “Tropical semisseco do Centro-Sul do Brasil”, padronizada para a língua inglesa, de influência global. No Domínio, foram utilizadas duas letras (Tr), abreviação de Tropical; o Subdomínio foi representado por caracteres especiais: “ para Úmido, ‘ para Semiúmido, \* para Semisseco e \*\* para Seco. Por sua vez, para o Tipo Climático foram empregadas três letras em caixa baixa (scb = south central brazilian, por exemplo).

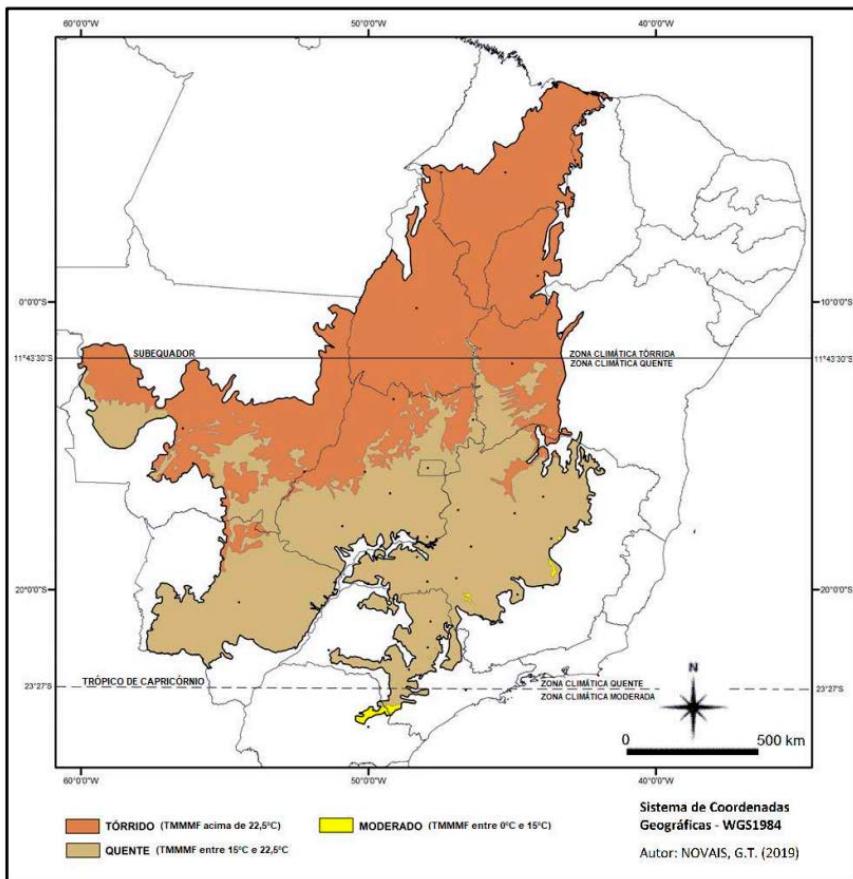
**Imagen 1** – Código utilizado na diferenciação das unidades climáticas no mapa



Fonte: Novais e Machado (2023).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dois paralelos cruzam a área de estudo: o Subequador Meridional, em 11°43'30" de latitude sul (limite entre a zona climática tórrida e quente), e o Trópico de Capricórnio, em 23°26'12" de latitude sul (limite entre a zona climática quente e moderada). Dessa forma, foram encontrados três climas zonais no Cerrado: tórrido, quente e moderado (Mapa 2). Essas duas primeiras hierarquias não sofreram alteração em relação ao trabalho anterior de Novais (2019).

**Mapa 2 – Zonas Climáticas e Climas Zonais do Cerrado**

Fonte: Novais (2019).

Os domínios climáticos são cinco: equatorial, tropical, tropical ameno, subtropical e semiárido. Cada domínio é, por sua vez, dividido em quatro subdomínios: úmido, semiúmido, semiseco e seco (com exceção do domínio semiárido, que não possui subdomínios). Os domínios e subdomínios estão divididos em nove regiões climáticas: amazônica oriental, central, centro-sul, do Chaco, litorânea norte, meridional, nordestina, oriental e ocidental do Brasil. Foram identificadas 37 unidades climáticas na área core do Cerrado brasileiro, mostradas no mapa do Mapa 3, em três hierarquias (domínios, subdomínios e regiões).

A relação e as características das 38 unidades climáticas presentes no Cerrado são apresentadas no Quadro 3, organizadas em domínios, subdomínios e tipos climáticos.

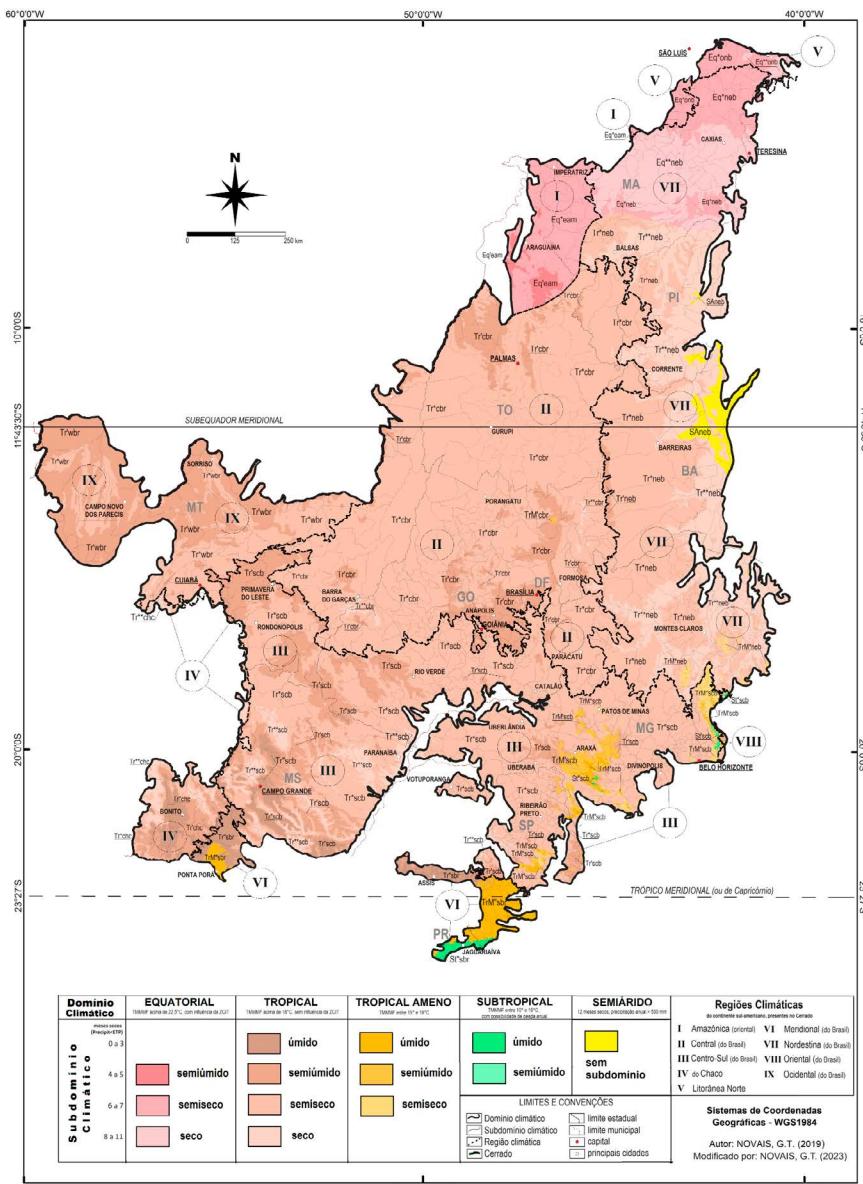
O domínio Equatorial ocupa a porção norte do Cerrado, com sete unidades climáticas e uma TMMMF entre 22,5° e 27,5°C. A precipitação média anual varia de 801 a 2.871 mm, com ETP média anual entre 1.151 e 1.945 mm (o maior valor da área de estudo).

O domínio Tropical é o mais extenso do Cerrado, possuindo 19 unidades climáticas, com uma TMMMF entre 18,0° e 26,6°C. A quantidade média de chuva anual (precipitação) fica entre 834 e 2.901 mm, e ETP média anual de 879 a 1.884 mm.

O Tropical Ameno é um domínio de transição entre o tropical e o subtropical, ocupando as áreas altas do bioma. As unidades climáticas são sete, com TMMMF entre 15,0° a 17,0°C, precipitação média anual entre 854 e 1.814 mm e ETP mínima de 825 e máxima de 1.062 mm.

Ocupando duas áreas restritas, no extremo sul do bioma e na Serra da Canastra, o domínio Subtropical possui três unidades climáticas no Cerrado. A TMMMF fica entre 11,5° e 14,9°C, com precipitação média anual mínima de 1.203 mm e máxima de 2.791 mm (maior valor da área de estudo). A ETP média anual não ultrapassa os 975 mm.

**Mapa 3 – Unidades climáticas do Cerrado, de acordo com a Classificação Climática de Novais**



Fonte: Novais (2019).

**Quadro 3 – Características das unidades climáticas do Cerrado**

Código	Domínio/Subdomínio/Tipo	TMMMF (°C)	Precipitação média anual (mm)	ETP média anual (mm)	Meses secos (P < ETP)
Eq'eam	Equatorial semiúmido amazônico oriental	22,5 – 26,8	1.353 – 2.703	1.274 – 1.689	4 a 5
Eq*eam	Equatorial semiseco amazônico oriental	22,5 – 26,9	1.165 – 2.871	1.207 – 1.754	6 a 7
Eq*onb	Equatorial semiseco litorâneo norte	24,9 – 27,1	1.012 – 2.216	1.490 – 1.877	6 a 7
Eq*neb	Equatorial semiseco nordestino	22,5 – 27,3	960 – 1.845	1.151 – 1.910	6 a 7
Eq**eam	Equatorial seco amazônico oriental	24,6 – 26,2	1.033 – 1.691	1.379 – 1.688	8
Eq**onb	Equatorial seco litorâneo norte	24,9 – 27,5	877 – 1.529	1.606 – 1.893	8 a 11
Eq**neb	Equatorial seco nordestino	22,5 – 28,2	801 – 1.600	1.155 – 1.945	8 a 11
Tr*chc	Tropical Úmido do Chaco	18,0 – 20,9	1.327 – 2.011	1.014 – 1.397	1 a 3
Tr*scb	Tropical Úmido do Centro-Sul do Brasil	18,0 – 21,8	1.274 – 2.901	965 – 1.415	0 a 3
Tr*sbr	Tropical Úmido Meridional do Brasil	18,0 – 21,0	1.228 – 1.966	1.007 – 1.360	0 a 3
Tr*cbr	Tropical Semiúmido Central do Brasil	18,0 – 26,1	1.193 – 2.487	879 – 1.649	5
Tr'scb	Tropical Semiúmido do Centro-Sul do Brasil	18,0 – 24,7	1.204 – 2.866	941 – 1.634	4 a 5

continua...

Código	Domínio/Subdomínio/Tipo	TMMMF (°C)	Precipitação média anual (mm)	EIP média anual (mm)	Meses secos (P < ETP)
Tr'chc	Tropical Semiúmido do Chaco	18,0 - 21,4	1.271 - 1.685	1.001 - 1.434	4 a 5
Tr'sbr	Tropical Semiúmido Meridional do Brasil	18,0 - 20,2	1.426 - 1.645	1.007 - 1.192	4
Tr'neb	Tropical Semiúmido Nordestino do Brasil	20,5 - 22,8	1.108 - 1.547	1.039 - 1.312	5
Tr'wbr	Tropical Semiúmido Ocidental do Brasil	19,3 - 24,9	1.399 - 2.219	1.018 - 1.577	4 a 5
Tr'ebr	Tropical Semiúmido Oriental do Brasil	18,0 - 21,7	1.495 - 1.895	1.186 - 1.270	4 - 5
Tr*cbr	Tropical Semiseco Central do Brasil	18,4 - 26,6	886 - 2.127	972 - 1.727	6 a 7
Tr*scb	Tropical Semiseco do Centro-Sul do Brasil	18,0 - 24,6	853 - 2.042	941 - 1.634	6 a 7
Tr*chc	Tropical Semiseco do Chaco	18,2 - 24,6	1.091 - 2.034	1.008 - 1.642	6 a 7
Tr*neb	Tropical Semiseco Nordestino do Brasil	18,0 - 26,4	834 - 2.048	910 - 1.737	6 a 7
Tr*wbr	Tropical Semiseco Ocidental do Brasil	19,7 - 25,4	1.235 - 1.963	1.054 - 1.642	6 a 7
Tr**cbr	Tropical Seco Central do Brasil	21,9 - 26,2	871 - 1.323	1.265 - 1.713	8 a 11
Tr**scb	Tropical Seco do Centro-Sul do Brasil	18,3 - 23,5	860 - 1.488	1.024 - 1.553	8 a 10
Tr**chc	Tropical Seco do Chaco	19,4 - 24,0	932 - 1.430	1.131 - 1.639	8 a 11

continua...

Código	Domínio/Subdomínio/Tipo	TMMMF (°C)	Precipitação média anual (mm)	EIP média anual (mm)	Meses secos (P < ETP)
Tr*neb	Tropical Seco Nordestino do Brasil	18,0 – 27,5	706 – 1.301	905 – 1.884	8 a 11
Tr**wbr	Tropical Seco Ocidental do Brasil	22,7 – 24,2	1.093 – 1.441	1.408 – 1.641	8 a 10
TrM”scb	Tropical Ameno Úmido do Centro-Sul do Brasil	15,0 – 17,9	1.227 – 2.741	814 – 1.035	0 a 3
TrM”sbr	Tropical Ameno Úmido Meridional do Brasil	15,0 – 17,9	1.150 – 2.814	888 – 1.181	0 a 3
TrM’cbr	Tropical Ameno Semiúmido Central do Brasil	16,6 – 17,9	1.799 – 2.489	825 – 917	5
TrM’scb	Tropical Ameno Semiúmido do Centro-Sul do Brasil	15,0 – 17,9	1.186 – 2.356	825 – 1.061	4 a 5
TrM’chc	Tropical Ameno Semiúmido do Chaco	17,5 – 17,9	1.249 – 1.331	946 – 996	4
TrM*scb	Tropical Ameno Semiseco do Centro-Sul do Brasil	15,0 – 17,9	854 – 1.817	834 – 1.062	6 a 7
TrM*neb	Tropical Ameno Semiseco Nordestino do Brasil	17,0 – 17,9	935 – 1.124	1.000 – 1.029	6 a 7
St”csb	Subtropical Úmido do Centro-Sul do Brasil	12,9 – 14,9	1.362 – 2.791	678 – 856	0 a 3
St”sbr	Subtropical Úmido Meridional do Brasil	11,5 – 14,9	1.203 – 2.756	753 – 975	0 a 3
St’scb	Subtropical Semiúmido do Centro-Sul do Brasil	11,8 – 14,9	1.295 – 2.141	750 – 863	4 a 5
SAneb	Semiárido Nordestino do Brasil	24,0 – 27,8	700 – 900	1.232 – 1.788	12

Fonte: Organizado pelo autor.

O último domínio do Cerrado não constava em Novais (2019), o Semiárido, clima típico da Caatinga, endossando estudos de redução na precipitação do bioma como os de Hofmann *et al.* (2021). Ocupa uma área de transição entre os dois biomas (Cerrado e Caatinga), com TMMMF entre 24,0° e 27,8°C. A precipitação pluviométrica média anual fica entre 700 e 900 mm e ETP alta, ultrapassando os 1.200 mm. Não existe nenhum mês do ano com a precipitação superior a ETP.

A metodologia de aquisição de dados de Novais (2019) se baseou nos dados CHELSA somente para a temperatura do ar, sendo que no estudo atual a precipitação também foi utilizada. Os dados pluviométricos em 2019 não tinham sido verificados nem testados, sendo que atualmente já existem trabalhos que validam a pluviometria do CHELSA (Maria; Udo, 2017; Khaydarov; Gerlitz, 2019; Oliveira-Júnior *et al.*, 2021; Novais; Galvani, 2022; e Sanches *et al.*, 2023). No Mapa 4, podemos comparar visualmente os dois métodos da classificação climática de Novais para o Cerrado.

Foi verificada a presença do domínio climático semiárido no oeste baiano, o que não aconteceu no estudo de 2019, quando a área em questão era de domínio tropical, mas de subdomínio seco. Essa constatação nos serve de alerta para uma proteção integral dessa área do bioma Cerrado que se localiza na fronteira agrícola.

Para a espacialização dos subdomínios climáticos, Novais (2019) utilizou uma planilha elaborada por Sentelhas *et al.* (1998), que retirava o valor da quantidade de meses secos e os inseria em cada um dos 456 pontos de coleta de informações climáticas (estações do Inmet e postos pluviométricos da Agência Nacional de Águas (ANA), espalhadas pela área de estudo). Logo depois, interpolavam-se os dados com a ferramenta *spline*, suavizando a visualização no mapa.

No atual trabalho, esses valores de precipitação foram adquiridos pelo CHELSA, o que fez melhorar substancialmente a velocidade na modelagem de dados, não precisando verificar e corrigir as falhas em cada ponto de coleta, pois a resolução espacial dos dados pluviométricos também é de 1 km<sup>2</sup>, igual aos dados térmicos. Sendo assim, foi feita uma subtração dos valores mensais de precipitação pela ETP (adquirida através do método de Thornthwaite), definindo os *pixels* que representam meses secos como sendo aqueles em que o resultado da subtração

é negativo. Todas as etapas de cálculo apresentadas foram feitas através de um modelo automatizado no *software* Dinamica EGO, *pixel a pixel*, obtendo-se resultados especializados. Desse modo, a espacialização dos dados no mapa consegue abranger até as áreas sem dados climáticos.

Os tipos climáticos se tornaram as regiões climáticas (nomenclatura mais direta, pois os tipos nada mais eram do que a localização dos domínios e subdomínios no continente), que sofreram alterações substanciais em relação ao trabalho passado (Novais, 2019); tínhamos o tipo *setentrional* que foi extinto e agora incorporado à região *central*. O tipo *meridional* mudou sua nomenclatura para região climática *centro-sul*, na maior parte da área de estudo, sendo que o meridional passou a delimitar uma região mais próxima ao Trópico de Capricórnio, onde os sistemas frontais têm maior atuação.

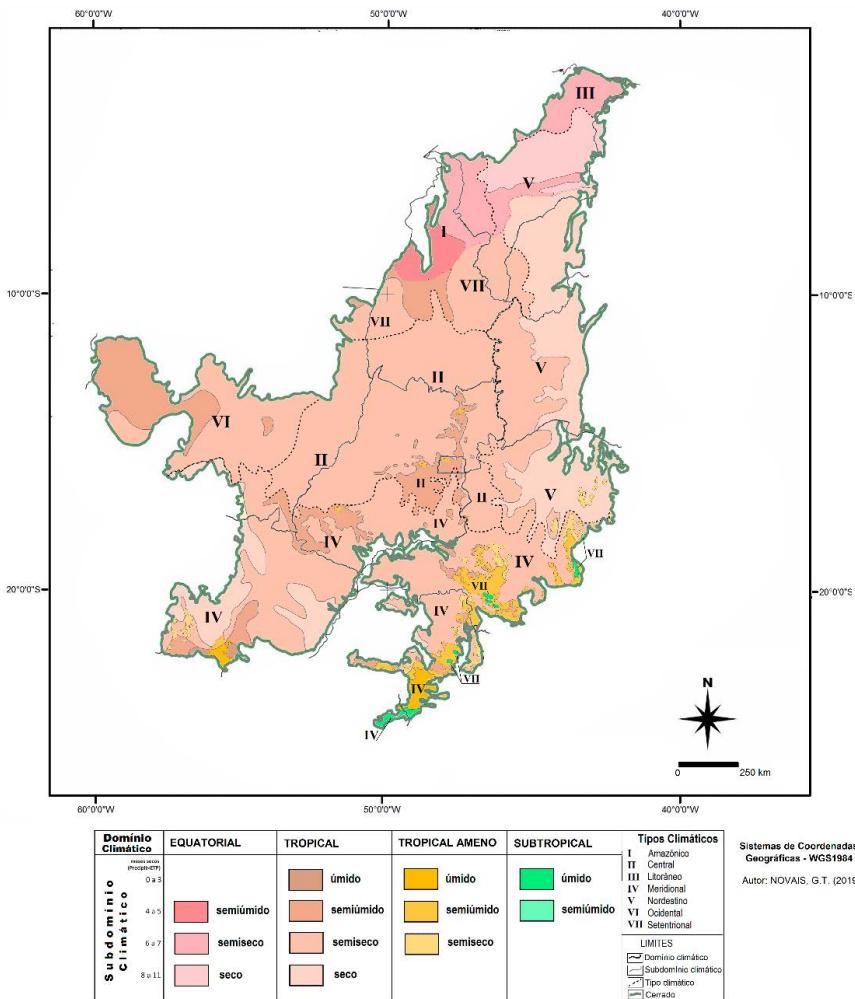
A maior variedade de unidades climáticas apresentadas pela classificação climática de Novais para o Cerrado ajuda na compreensão detalhada dos elementos e fatores climáticos que abrangem o bioma, em comparação com outros métodos de classificação climática mais generalistas utilizados anteriormente.

A variação da TMMMF, de acordo com a latitude, altitude e continentalidade, reflete a influência astronômica e geográfica no clima. Essa variável térmica é importante para avaliar os efeitos do aquecimento global, que tende a aumentar a temperatura média do ar do planeta e reduzir as diferenças térmicas dentro do Bioma Cerrado.

A quantidade de meses secos (subdomínio climático) é relevante para o monitoramento dos impactos das mudanças climáticas, que tendem a alterar os padrões de entrada (precipitação) e saída (ETP) de água no sistema superfície-atmosfera, provocando secas ou enchentes em diferentes áreas. Na agricultura, fornece subsídios à escolha de culturas mais adequadas para cada domínio, subdomínio e região climática, considerando as exigências térmicas e hídricas das plantas, a época de plantio e colheita e a ocorrência de pragas e doenças.

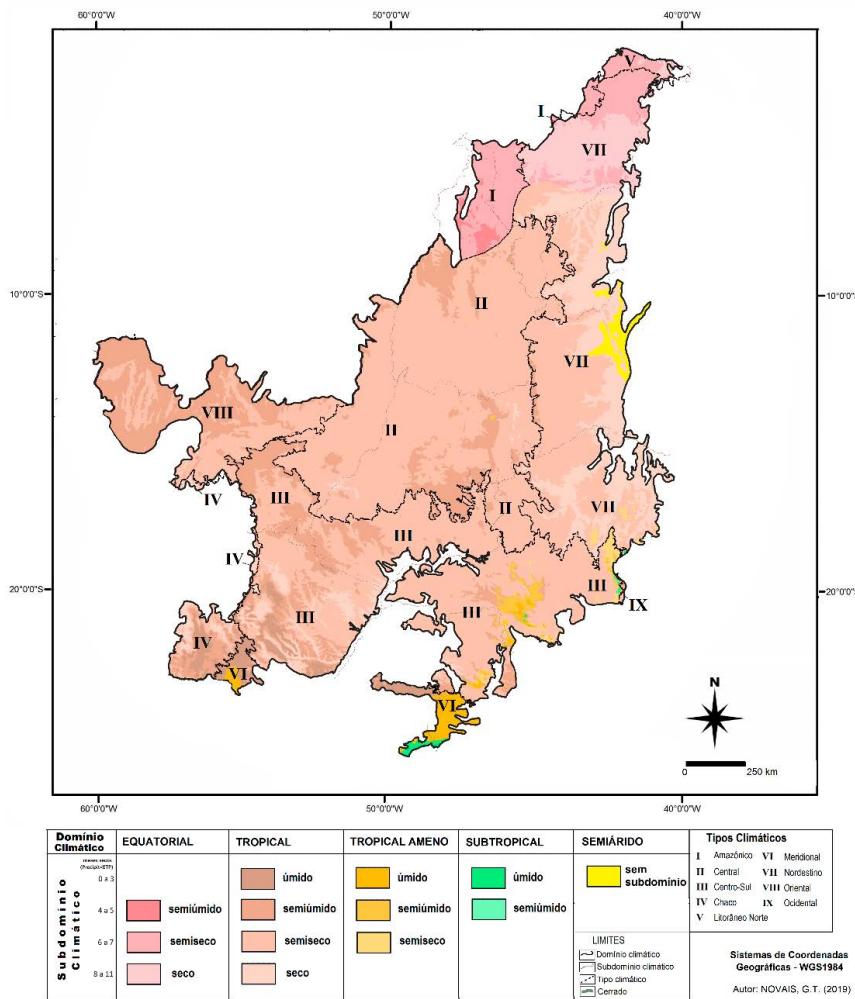
**Mapa 4 – Comparação dos dois métodos da classificação climática de Novais para o Cerrado:**

a) 2019



Fonte: Novaes (2019).

b) 2024



Fonte: Novaes (2019).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atualização de bases e conceitos da classificação climática de Novais no Cerrado torna o bioma alinhado com os trabalhos mais recentes sobre a metodologia (Novais; Machado, 2023; e Novais, 2023). Este trabalho visa contribuir no entendimento dos climas do Cerrado através de uma visão sistêmica e dinâmica, que considera as escalas zonal, regional e local e os elementos e fatores climáticos que os influenciam.

Esta metodologia auxilia o planejamento e a implementação de políticas públicas relacionadas ao clima, ao meio ambiente, à agricultura, à saúde, à energia e ao turismo. Permite observar o comportamento do balanço hídrico e energético sob áreas bem delimitadas.

## REFERÊNCIAS

- AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003, 332 p.
- CAVALCANTI, I. S. A.; FERREIRA, N. J.; DA SILVA, M. G. A. J.; DIAS, M. A. F. S. **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.
- FIALHO, E. S.; DOS SANTOS, L. G. F. Unidades mesoclimáticas de Viçosa, Zona da Mata Mineira. **Revista Brasileira de Climatologia**, Dourados (MS), v. 31, jul./dez. 2022.
- FIALHO, E.S.; FERREIRA, C.C.M.; DA SILVA, C.A.; NOVAIS, G.T. Classificações climáticas: perspectivas e possibilidades. In: NOVAIS, G. T. (org.). **Climas do Brasil: classificação climática e aplicações**. Porto Alegre: Totalbooks, 2023.
- KARGER, D. N.; CONRAD, O.; BÖHNER, J.; KAWOHL, T.; KREFT, H.; SORIA-AUZA, R. W.; ZIMMERMANN, N. E.; LINDER, H. P.; KESSLER, M. *Climatologies at High Resolution for the Earth's Land Surface Areas. Dryad Digital Repository*, 2008.
- KHAYDAROV, M.; GERLITZ, L. Climate variability and change over Uzbekistan-an analysis based on high resolution CHELSA data. **Central Asian Journal of Water Research**, v. 5, n. 2, p. 1-19, 2019.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. (ed.). **Handbuch der Klimatologie**. Berlim, 1961.
- MARIA, B.; UDO, S. Why input matters: Selection of climate data sets for modelling the potential distribution of a treeline species in the Himalayan region. **Ecological Modelling**, v. 359, p. 92-102, 2017.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia:** noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

NASCIMENTO, D. T. F.; LUIZ, G. C.; DE OLIVEIRA, I. J. Retrospectiva histórica das classificações climáticas no Brasil. In: NOVAIS, G. T. (org.). **Climas do Brasil:** classificação climática e aplicações. Porto Alegre: Totalbooks, 2023.

NASCIMENTO, D. T. F.; NOVAIS, G. T. Clima do Cerrado: dinâmica atmosférica e características, variabilidades e tipologias climáticas. **Revista Élisée (UEG)**, Goiás, v. 9, n. 2, e922021, jul./dez. 2020.

NIMER, E. Ensaio de um novo método de classificação climática: contribuição à climatologia intertropical e subtropical, especialmente do Brasil. **Boletim de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 31, n. 277, p. 141-153, mar./abr., 1972.

NÓBREGA, R. S. Um pensamento crítico sobre classificações climáticas: de Köppen até Strahler. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 3, p. 18-22, 2010.

NOVAIS, G. T. **Classificação climática aplicada ao Bioma Cerrado**. Tese (Doutorado em Geografia) Instituto de Geografia. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2019.

NOVAIS, G.T. **Climas do Brasil:** classificação climática e aplicações. 1. ed. Porto Alegre: Totalbooks, 2023.

NOVAIS, G. T. Distribuição média dos Climas Zonais no Globo: estudos preliminares de uma nova classificação climática. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 10, n. 5, p. 1614-1623, 2017a.

NOVAIS, G. T.; MACHADO, L. A. Os climas do Brasil: segundo a classificação climática de Novais. **Revista Brasileira de Climatologia**, Dourados, v. 32, p. 1-39, 2023.

NOVAIS, G. T. Os domínios subtropicais brasileiros: do Rio Grande do Sul ao Centro-Sul de Minas Gerais. **Anais do Enanpege**. Porto Alegre, 2017b.

NOVAIS, G. T.; GALVANI, E. Uma tipologia de classificação climática aplicada ao estado de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**, 42, 2022.

OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F.; CORREIA FILHO, W. L. F.; SANTIAGO, D. B.; GOIS, G.; COSTA, M. S.; SILVA JUNIOR, C. A.; TEODORO, P. E.; FREIRE, F. M. Rainfall in Brazilian Northeast via in situ data and CHELSA product: mapping, trends, and socio-environmental implications. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 193, n. 5, p. 1-19, 2021.

SANCHES, F.; OLIVEIRA, T. A.; FERREIRA, C. C. M.; VIANNA, Y. C. G. Avaliação da consistência dos dados de precipitação modelados pelo CHELSA. In: NOVAIS, G. T. (org.). **Climas do Brasil:** classificação climática e aplicações. Porto Alegre: Totalbooks, 2023.

SENTELHAS, P. C.; ROLIM, G. S.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL TM para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 133-137, 1998.

SILVA, F.A.M.; ASSAD, E.D; EVANGELISTA, B.A. Caracterização climática do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de; RIBEIRO, J. F. (org.). **Cerrado: Ecologia e Flora**. Embrapa Cerrados: Brasília, 2008.

STRAHLER, A. N. **Physical Geography**. 3. ed. Nova York: John Wiley, 1951.

TERASSI, P. M. B.; SILVEIRA, H. Aplicação de sistemas de classificação climática para a Bacia Hidrográfica do Rio Pirapó-PR. **Revista Formação**, v. 1, n. 20, p. 111-128, 2013.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology – Laboratory of Climatology, 1955, 104 p.

WALTER, H. **Vegetação e zonas climáticas**: tratado de ecologia global. São Paulo: Pedagógica e Universitária, 1986.

# Análise da severidade das queimadas na paisagem do Cerrado

WARLEY LEMES GONÇALVES  
PATRICK THOMAZ DE AQUINO MARTINS

**A**rte rupestre já imprimia em pedras as diferentes formas de perceber a paisagem pelas sociedades tradicionais (Sanches, 2003). Mais tarde esse conceito foi tomando conta de várias áreas distintas, levando em consideração a observação humana na estética, filosofia, política, religião, ciência e demais setores circundantes do ser humano (Maximiano, 2004).

A fim de entender de forma mais aprofundada as paisagens, surgiu a geografia física, que contribui com estudos dos geossistemas dentro de uma perspectiva da organização espacial. Dessa forma, os elementos da paisagem são distribuídos pelo ambiente, compondo assim um sistema (Nascimento; Sampaio, 2004). A ideia de paisagem foi sendo construída e concretizada por alguns autores, incluindo Humboldt, Ratzel e Carl Trol.

Aplicando a abordagem geossistêmica dentro da análise integrada da paisagem, é possível caracterizar que existem fluxos de energia e matéria dentro de componentes vegetacionais em condições naturais, podendo ser interativamente comprometidos pelo ser humano. Dessa forma, a ação antrópica passou a ser um fator predominante na determinação da saúde dos ambientes naturais (Nascimento; Sampaio, 2004).

Levando em consideração o levantamento da abordagem geossistêmica, e a sua integração no ambiente, fez com que este trabalho idealizasse o Bioma Cerrado e a interação do ser humano através do uso do fogo, para modificar esse ambiente. O Cerrado é constituído por três grandes formações que se distinguem entre si, podendo-se considerar que apenas uma delas, por evolução histórica, se adaptou ao fogo: a formação savântica (Ribeiro; Walter, 2008).

O termo *severidade de queimada* refere-se ao grau de intensidade do fogo em relação ao seu impacto no ecossistema. No Cerrado, por exemplo, essa severidade pode ter efeitos tanto negativos quanto positivos na diversidade fitofisionômica, podendo prejudicar ou favorecer a rebrota das espécies (Teobaldo; Baptista, 2016).

Além disso, a severidade das queimadas é definida como a relação entre a intensidade do fogo e seu impacto no ecossistema. Essa condição pode ser avaliada por meio de sensoriamento remoto, que permite a detecção das alterações no ambiente após uma queima, modificando uma série de respostas espectrais na superfície afetada (Rosan; Alcântara, 2015). Além disso, quantificar o tamanho da região atingida é crucial para medir a extensão dos impactos causados pelo fogo (Vedovato *et al.*, 2015).

Recentemente, estudos têm demonstrado a potencialidade do uso do índice espectral NBR (*Normalized Burn Ratio*, ou Índice de Queima Normalizada) para detectar e avaliar cicatrizes de queimadas (Rosan; Alcântara, 2015). Esse índice é particularmente sensível à clorofila e ao conteúdo de água no solo e na vegetação, permitindo uma análise precisa das áreas afetadas pelo fogo (Frank *et al.*, 2018).

O fogo é um agente que desencadeia impactos na natureza em modelo de “cascata”. Tratando-se dos compostos bióticos e abióticos da paisagem que nos circunda, surgiu a necessidade de estudar a Ecologia do Fogo, ciência esta que tem como propósito compreender e estudar a interação das queimadas na paisagem. O fogo no Cerrado pode ocorrer de forma natural ou induzida por ações humanas. A

antropogenicidade<sup>1</sup> é o fator que determina os prejuízos da paisagem natural, acarretando a modificação do espaço geográfico.<sup>2</sup>

Ainda é necessário compreender de fato como a paisagem do Cerrado se transforma com os resultados provocados pelo ser humano; em contrapartida, existem trabalhos que podem favorecer o conhecimento de como cada ambiente desse bioma se comporta frente às ações aplicadas nesse cenário. Levando isso em consideração, este trabalho tem como objetivo apresentar um estudo sobre as interações do fogo na paisagem do Cerrado, analisando a severidade das queimadas a partir de uma perspectiva da geografia física. Além disso, buscou-se também propor um método utilizando índices espectrais e análises georreferenciadas para quantificar os impactos do fogo nesse bioma.

## PAISAGEM E ANÁLISE INTEGRADA EM GEOGRAFIA

*A priori*, a paisagem é um elemento do espaço geográfico e não deve ser entendida como um todo deste. Sendo assim, o espaço geográfico é o objeto de estudo da geografia, enquanto a paisagem, uma medida multidimensional para compreensão de um lugar (Maximiano, 2004).

Os primeiros trabalhos que começaram a pensar na ideia das interações da natureza com a sociedade tiveram início no final do século XVIII e início do século XIX, sendo Humboldt 1769/1859 (Wulf, 2016) um de seus precursores (Rodriguez; Silva, 2002). No Ocidente, Humboldt descreve seus estudos de forma mais sistemática, mostrando como a paisagem pode ser compreendida de modo mais complexo, em relação à interação dos elementos com o ser humano (Maximiano, 2004).

Humboldt deu início a essa nova forma de pensar a paisagem, deixando um legado que passara para outros autores, posteriormente. A concepção de paisagem de modo integrativo tinha como ponto de

1 A antropogenicidade, aqui referida no texto, remete à intervenção humana no ambiente, que por sua vez acarreta em dinâmicas na paisagem geográfica com atributos de possibilidades negativas para a manutenção do ecossistema, além de retardar os estágios sucessionais naturais (Gonçalves, 2023).

2 Trata-se de “espaço geográfico”, uma unidade/escala de análise geográfica (Território e Ambiente) para melhor entendimento da paisagem para avaliação dos impactos do fogo por meio de graus de severidade.

partida os componentes naturais (rocha, relevo, clima, água, solo e vegetação) e um espaço físico concreto. O avanço desse pensamento foi um separador de águas para a nova Geografia Física, que até esse momento realizava as análises dos elementos da paisagem de forma separada. Além também de apresentar, em contradição à visão determinista física e ambiental, por sua vez encabeçada por Ratzel (Rodriguez; Silva, 2002).

No século XIX, Ratzel (1844/1904) (Seemann, 2012) induzia o conhecimento da paisagem como sendo observada a partir de uma escala/território. Após esse período, nascia o geógrafo Carl Troll (1899/1975) (Bocco, 2003), que levava em consideração as atribuições de Humboldt, mas optou por readaptar o termo *ecologia de paisagem*, integrando a dimensão espacial, horizontal, através da perspectiva geográfica, com o fluxo do ambiente, a estrutura vertical e a abordagem ecológica (Maximiano, 2004).

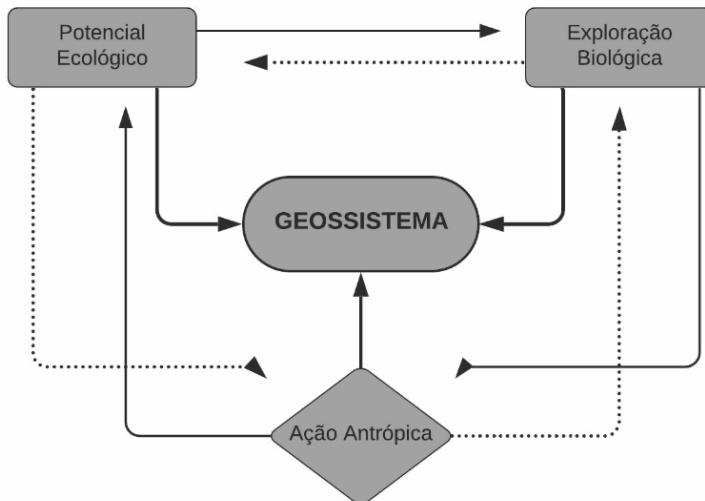
Conforme discutido até agora, o conceito de paisagem na geografia evoluiu significativamente ao longo do tempo, incorporando diferentes conhecimentos adquiridos. Com essa evolução, o conceito passou a ser entendido como resultado das dinâmicas no ambiente, tornando-se essencial interpretar e gerenciar essas transformações. Então, criou-se o conceito de geossistemas (Maximiano, 2004).

Criado em 1960 por Sotchava, o termo *geossistema* é também conhecido por sistema geográfico ou complexo natural territorial. A *priori*, é importante salientar que esse conceito se aplica em nível regional. Além disso, existem classificações que podem direcionar os componentes do sistema abordado, os quais não são significantes para detalhar neste trabalho. Vale aqui frisar que esta abordagem se embasa no estudo do ambiente em relação ao fluxo e à energia que movimentam o meio (Troppmair; Galina, 2006).

A Geografia Física tem como objetivo de estudo interpretativo os geossistemas, atentando para uma abordagem teórica, metodológica e conceitual dos sistemas ambientais. Que nesse âmbito de pensamento traz de forma construtiva uma abordagem de caráter metodológico para uma visão equitativa do espaço geográfico, levando em interesse a dinâmica natural com possíveis intervenções antrópicas, facilitando

assim as análises da paisagem (Nascimento; Sampaio, 2004). Na Figura 1, mostra a incorporação social dentro do meio biológico, levando em consideração o potencial ecológico e a exploração biológica.

**Figura 1 – Interação geossistêmica**



Fonte: Adaptado de Nascimento e Sampaio (2004).

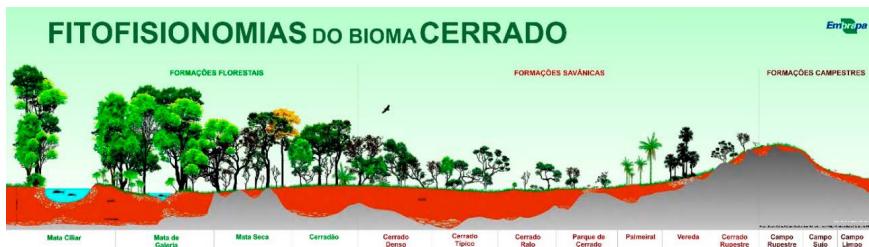
## ELEMENTOS E DINÂMICA DA PAISAGEM NO CERRADO

Para Schaefer *et al.* (2000), os elementos/componentes da paisagem podem divergir de acordo com sua estruturação, funções e variabilidade. Isso levando também em consideração os efeitos ou fluxos que ocorrem no ambiente. Além disso, os elementos da paisagem podem ser constituídos por meios naturais e humanos; físicos, biológicos e antrópicos; ou, ainda, como natural e social (Maximiano, 2004).

Neste trabalho, os elementos da paisagem serão considerados como físicos, biológicos e antrópicos, para assim compreender de forma explícita a dinâmica que ocorre no Bioma Cerrado. Esse território compõe-se de três grandes formações, que se distinguem por características distintas entre si, sendo elas: florestal, savânica e campestre (Ribeiro;

Walter, 2008). A representação dessas formações e suas características fitofisionômicas podem ser apreciadas na Figura 2.

**Figura 2 – As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado**



Fonte: Adaptado de Ribeiro e Walter (2008).

Ribeiro e Walter (2008) compreendem por formação florestal os ambientes mais densos quanto à composição florística com dominância arbórea. Tratando-se desse tipo de vegetação, temos a Mata Ciliar e a Mata de Galeria. Ambas as fitofisionomias estão associadas a cursos de água, sendo estruturadas por rios e pequenos trechos de água, respectivamente. Ainda englobam a Mata Seca, que possui terrenos bem drenados e sofre caducifolia na estação seca, e o Cerradão, caracterizado por ser uma fitofisionomia de zona de transição para a formação savânica; Suas árvores são menores e mais espaçadas, com espécies predominantes, como o pequi (*Caryocar brasiliense*).

A formação savânica, por outro lado, pode ser considerada como uma das formações mais diversas dentro da classificação do bioma, uma vez que está englobada no Cerrado Sentido Restrito, de sua exclusividade. E parte do Cerrado Sentido Amplo. Suas particularidades são identificadas com base na sua estrutura arbórea, sendo menos densas que o Cerradão, por exemplo. Seu solo é bastante empobrecido, podendo ocorrer espécies da flora apenas nesses ambientes. Além disso, é a única formação que possui altos índices positivos de regeneração após a supressão pelo fogo. O Sentido Amplo, que adentra na formação savânica, são características inundáveis, podendo compreender como exclusividade em todo o Bioma, ambientes de veredas e espécies palmeirais.

Em contrapartida, não é um ambiente adaptado à ação recorrente do fogo (Ribeiro; Walter, 2008).

A formação campestre se caracteriza por apresentar ambientes mais abertos e cobertos por estruturas de campos. Se classificam nessa formação três tipos vegetacionais: Campo Sujo, Campo Limpo e Campo Rupestre, além de suas subclassificações. Sua vegetação pode se caracterizar por gramíneas esparsas, formas arbustivas e subarbustos. Outra característica marcante é a floração rochosa e sua ocorrência é destacada nos picos mais elevados. Em consequência, é um dos ambientes menos explorados pelo ser humano, uma vez que seus recursos podem ser mais escassos (Ribeiro; Walter, 2008).

O ser humano altera o ambiente desde seu surgimento no planeta Terra, há 195 mil anos. Desde então, sua evolução biológica foi ganhando destaque por onde passava, deixando marcas por onde estivesse. Mas seus maiores destaques agravantes ao meio ambiente se iniciaram com a Revolução Industrial e sua necessidade de ocupar o espaço de forma gradativa, wut, como sabemos hoje, acarretou em problemáticas locais e até mesmo mundiais, como exemplo o aquecimento global (Albuquerque, 2007).

O homem desencadeou grande impacto no Bioma Cerrado, principalmente se considerando a ocupação e o uso do solo. Dentre eles, se destaca a exploração do ambiente natural pela pecuária de corte. De acordo com os dados do projeto MapBiomas (2022), o Cerrado sofreu perdas consideráveis de vegetação nativa nos últimos 35 anos, com destaque às formações florestal, savânica e campestre que ocupavam 67% do seu território. Atualmente, as áreas de vegetação nativa ocupam 54% da área do bioma. O Cerrado vem perdendo espaço para novas formas de uso do solo, com destaque para as múltiplas atividades do setor agrícola e pecuário.

## DINÂMICA DO FOGO NA PAISAGEM DO CERRADO

Relata-se que as savanas do norte da América do Sul são resquícios presentes hoje e são mantidas pela supressão do fogo, ainda do Pleistoceno (Collinson, 1988 *apud* Walter, Ribeiro, 2010). Dessa forma,

pode se afirmar que a estrutura savântica do Cerrado é adaptada às queimadas de origem não antrópicas. Coutinho (2016) afirma que o Bioma Cerrado pode ser caracterizado como um *pirobioma*, termo este usado como determinante aos biomas, que por incidência natural desencadeiam queimadas, sendo elas no início do período chuvoso, onde a serrapilheira ainda está seca, com a queda de raios.

É importante ressaltar que o Cerrado apresenta uma diversidade climática com sazonalidade bem definida, caracterizada por um período de seca e outro chuvoso. Essa sazonalidade influencia diretamente a composição do mosaico paisagístico e determina as unidades paisagísticas do bioma (Silva, 2008).

Além disso, a resposta fisiológica dos componentes vegetais pode sofrer variações distintas, que dependem de fatores como a extensão da queimada, o tipo de fogo, o regime do fogo a sua intensidade, a época do ano, a combustão do material combustível e as características de cada fitofisionomia. Quanto ao solo, pode haver incidências em relação ao pH, assim podendo ser mais acidificado. Com isso, ao realizar análises mais criteriosas, é possível identificar que pouco se vê prejuízos aos ambientes campestres do bioma, enquanto o pH do solo dessa formação pode sofrer neutralização devido às cinzas das queimadas (Costa; Rodrigues, 2015).

Em outros trabalhos, é possível atentar que com três anos já existe evidência de regeneração florística nos ambientes suprimidos. Espécies de características florestais mais densas podem sofrer danos e até extinção nesses ambientes. Indivíduos mais baixos e com diâmetros inferiores a quatro centímetros são mais suscetíveis ao fogo (Filder *et al.*, 2004).

Entende-se também que, dependendo da época da queima, outros prejuízos podem ser induzidos nessas áreas, analisando a fenologia reprodutiva da espécie Pau-terra (*Qualea parviflora*). É possível compreender que, quando afetados durante seu período de reprodução, é necessário ao menos um ano para que seu ciclo reprodutivo volte ao normal (Palermo; Miranda, 2012).

Existem registros de observações repetidas de que queimadas controladas podem favorecer a abertura de frutos e favorecer a

dispersão das sementes de algumas espécies, tais como *Anemopaegma arvenis*, *Gomphrena macrocephala*, *Jacaranda decurrens* e *Nautonia nummularia* (Coutinho, 1977).

Entende-se que a presença do fogo no ambiente pode intervir diretamente no microclima do local afetado. Um exemplo disso pode ser a florescência precoce, que devido à remoção da cobertura vegetal pode desencadear essa resposta (Frost, 1985 *apud* Miranda *et al.*, 2004). Em relação ao extrato herbáceo, é necessário que a sua produção primária tenha um período de ao menos um ano e meio sem queima, para que atinjam os mesmos padrões de ambientes não queimados (Batmanian; Haridasan, 1985).

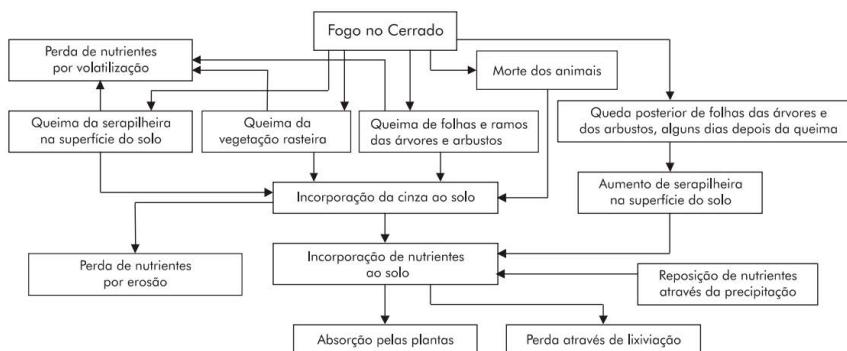
Quanto à frequência de queimadas, áreas que sofrem queimas a cada dois anos no final da estação seca apresentam danos mais severos e uma recuperação mais lenta; dessa forma, recomenda-se a aplicação de queima prescrita em momentos mais dispersos com períodos longos de uma queima para outra (Sato, 2003).

Silva (2011), considerando quatro situações diferentes, concluiu que em ambientes suprimidos por queimadas anuais a perda de espécies é mais frequente, promove a exposição do solo, permitindo assim que espécies invasoras se instalem com maior facilidade e perda da diversidade funcional. Quando o ambiente sofre exclusão total do fogo, promove o aumento do acúmulo de biomassa, podendo desencadear incêndios mais catastróficos em períodos de três anos; além disso, pode acarretar na predominância de algumas espécies, com exclusão de espécies menos competitivas.

Em se tratando de queimadas naturais, acontece a formação de mosaicos de áreas com diferentes frequências de fogo; dessa forma, na distribuição da queima, pode ser que queimadas de origem antrópica sejam evitadas. E quanto ao mosaico formados, é possível atentar para que existe uma promoção da manutenção de espécies exclusivas para cada regime de fogo e áreas com diferentes densidades de biomassa podem evitar que ele se espalhe, servindo de refúgio para a fauna (Silva, 2011).

A ciclagem de nutrientes é outro fator que deve ser analisado com cautela nos ambientes do Cerrado; por mais que se trate de um bioma com características exclusivas e extremamente pobres em macro-nutrientes, faz-se necessário entender como a dinâmica do fogo afeta os nutrientes do solo e o desenvolvimento das espécies naturais (Miranda *et al.*, 2004). Nesse caso, para analisar as possíveis consequências das queimadas sobre o fluxo do Cerrado, pode-se utilizar o esquema da Figura 3.

**Figura 3 – Efeitos das queimadas no Cerrado sobre a ciclagem de nutrientes**



Fonte: Adaptado de Miranda *et al.* (2004).

Em síntese, pode-se afirmar que o fogo influencia na distribuição, na riqueza e na composição biótica das savanas do Cerrado, afetando de forma perceptível a estrutura da vegetação acometida pelos incêndios. Mas é necessário atentar para que a alta frequência de queimadas pode reduzir a capacidade de rebrota mesmo de espécies adaptadas (Walter; Ribeiro, 2010).

Até aqui foi possível perceber que o fogo é um agente benéfico para o Cerrado, porém é necessário levar em consideração alguns fatores, como a época da queima e o tipo de vegetação que será suprimida por esse ato. Pensando dessa forma, existem hoje nesse ambiente técnicas de manejo com o fogo para impedir o alastramento de queimadas não naturais, ou seja, aquelas induzidas pelo homem.

## SEVERIDADE DE QUEIMADAS E MÉTODOS DE CARACTERIZAÇÃO

A severidade de queimadas é definida como a relação entre a intensidade do fogo e seu impacto no ecossistema. A condição da severidade das queimadas pode ser avaliada por meio de sensoriamento remoto, o que é possível devido às alterações acarretadas no ambiente após uma queima, podendo alterar uma série de respostas espectrais na superfície afetada (Rosan; Alcântara, 2015). Ainda, quantificar o tamanho da região afetada é importante para mensurar a proporção dos impactos causados pela queima (Vedovato, *et al.*, 2015).

O aumento do desmatamento e o uso do fogo desencadearam nos pesquisadores a preocupação quanto a esses tipos de problemáticas. Com isso, o uso de produtos e técnicas de sensoriamento remoto se tornou um forte auxiliador no processo de monitoramento e análise das paisagens (Ribeiro, 2016).

Recentemente, estudos vêm mostrando a potencialidade da utilização do índice espectral NBR (*Normalized Burn Ratio*, em português, Índice de Queima Normalizada) para detectar e avaliar cicatrizes de queimadas (Rosan; Alcântara, 2015). Esse índice espectral é sensível principalmente à clorofila, quanto ao conteúdo da água no solo e na vegetação (dossel) (Frank *et al.*, 2018). Avaliando trabalhos que correlacionam o uso do NBR em suas análises, foi possível observar que grande parte deles foi usada em consorciação a outros índices espectrais, para modelar a resposta da vegetação frente aos eventos perturbados com o fogo.

Com o objetivo de identificar e analisar a condição de objetos e fenômenos remotamente, foram desenvolvidos índices espectrais, que podem ser aplicados em diferentes contextos e obtidos a partir de uma série de sensores (Ribeiro, 2016). De acordo com Herrmann, Nascimento e De Freitas (2022), os índices espectrais mais utilizados nos estudos de sensoriamento remoto, para analisar o impacto do fogo, são: NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), EVI (*Enhanced Vegetation Index*), SAVI (*Soil-Adjusted Vegetation Index*), NDWI (*Normalized Difference Water Index*) e NBR (*Normalized Burn Ratio*).

O método de avaliação da severidade de queimadas através do índice espectral NBR e dNBR (índice NBR melhorado) foi caracterizado, categorizado e quantificado por Key e Benson (2006).

Toda as informações apresentadas no decorrer dos próximos parágrafos deste tópico foram extraídas dos autores Key e Benson (2006).

Os autores salientam que os resultados a serem adquiridos devem considerar as características biofísicas regionais, como a topografia, o clima, a vegetação, a hidrografia, o combustível e o solo. Dessa forma, é possível isolar o ambiente queimado do não queimado, medir a quantidade queimada em vários níveis diferentes e avaliar a heterogeneidade espacial da queima.

Para estudar a severidade de queimadas ao nível de paisagem, é necessário compreender os elementos que circundam essa organização, sendo eles: fogo, queima, severidade e intensidade, não esquecendo dos demais componentes que compõem a organização. O fogo é basicamente o fenômeno manifestado em luz, chama e calor. Compreendendo em período de chama ativa e latente, a queima é a lesão, dano ou efeito causado pelo aquecimento, podendo considerar o aspecto temporal de eventos passados; a severidade é a qualidade ou o estado de pressão exercida pela força, podendo-se considerar a magnitude da mudança ambiental causada pelo fogo ou o nível de custo resultante em termos socioeconômicos.

Com isso, os autores determinam dois termos, originalmente: *fire intensity* e *burn severity*, que podem ser entendidos como “intensidade do fogo” e “severidade de queimada”, respectivamente. Define-se como intensidade do fogo a magnitude de calor produzido pelo fogo, como sendo uma medida empírica que mede o estado do mesmo durante a combustão, sendo comumente referida à intensidade da linha de fogo, que é igual à produção de energia por comprimento da frente de fogo por unidade de tempo.

A intensidade da queima pode ser medida por leituras térmicas em séries temporais ou, quando aplicado em incêndios florestais, conforme o comprimento da chama observada e a taxa de propagação, *in loco*. Logo, a intensidade pode ser dividida em dois componentes de

calor: penetração descendente no solo e transferência ascendente para a vegetação, que dependem diretamente das características do combustível e do clima. Uma forma de definir a intensidade do fogo é usando a velocidade do vento e a taxa da precipitação para descrever a força da tempestade, em caso de queima natural.

Já a Severidade da Queimada pode ser compreendida como os impactos socioeconômicos e ambientais associados ao fogo que podem ser medidos diretamente em termos como risco de supressão, custo de reabilitação, perda de propriedade ou causalidade humana. Entretanto, para a aplicação do NBR (Taxa de Queima Normalizada), e suas variações, os autores concentraram no grau de alteração ambiental causado pelo fogo. Levando em consideração uma tempestade natural, denota-se como seu efeito pode intervir diretamente na modificação da paisagem; como exemplo, simples alterações físicas no solo, como danos que resultariam em regenerações a partir do “ponto zero” para possíveis regenerações.

Apresentados os dois termos, os autores afirmam que conceituar por intensidade do fogo não seria sensato e o conceito deve ser abandonado, sendo mais propício para os danos causados após um incêndio, avaliar a severidade da queimada.

Quanto à criação do índice NBR, foi considerada a integração de duas bandas *Landsat* que mais respondem de forma oposta à queima, as do comprimento de onda presentes nas bandas 4 (infravermelho próximo) e 7 (infravermelho médio) dos sensores TM/ETM+. Na criação desse índice foi levada em consideração a experiência dos autores quanto aos ecossistemas florestais do oeste dos Estados Unidos, sendo que a reflectância da banda 4 tende a diminuir, enquanto a da banda 7 tende a aumentar suas variações nas diferenças entre as cenas pré-fogo e pós-fogo, quando comparadas a outras bandas. Já o dNBR (Taxa de Queima Normalizada relativa) busca interagir com os resultados pré-fogo subtraídos ao pós-fogo, com intuito de segregar as áreas queimadas da não queimada e realizar também sua quantificação.

Além do dNBR distinguir as áreas afetadas e não afetadas pelo fogo, o mesmo índice apresenta dados que podem variar entre si, que dependem das características reais do incêndio em questão. Essa gama de variação parece resolver a amplitude dos efeitos do fogo,

promovendo a complexidade de heterogeneidade espacial da queima e, quando comparado com outros índices, parece fornecer uma faixa mais ampla do que em outros índices espectrais testados.

Considera-se as classes e intervalos de dNBR: rebrota aprimorada alta, rebrota aprimorada baixa, não queimado, baixa severidade, severidade moderada-baixa, severidade moderada-alta e alta severidade. Além disso, as faixas de valores dNBR são flexíveis, porém com valores mínimo e máximo definidos, dependentes do par de cenas; mudanças nos limiares +100 pontos são possíveis; dNBR menor que cerca de -550, ou maior que cerca de +1.350 também pode ocorrer, mas não são considerados como queimado. Em vez disso, provavelmente são anomalias causadas por registro incorreto, nuvens ou outros fatores não relacionados a diferenças reais de ocupação do solo.

Levando em consideração o trabalho apresentado e breves explicações, foi aplicado um estudo representativo em uma área acometida pelo fogo no Bioma Cerrado em uma Área de Proteção Ambiental. Detalhes podem ser observados no trabalho de Gonçalves (2023).

Para esta área foi considerada a seguinte escala de níveis de dNBR (Quadro 1).

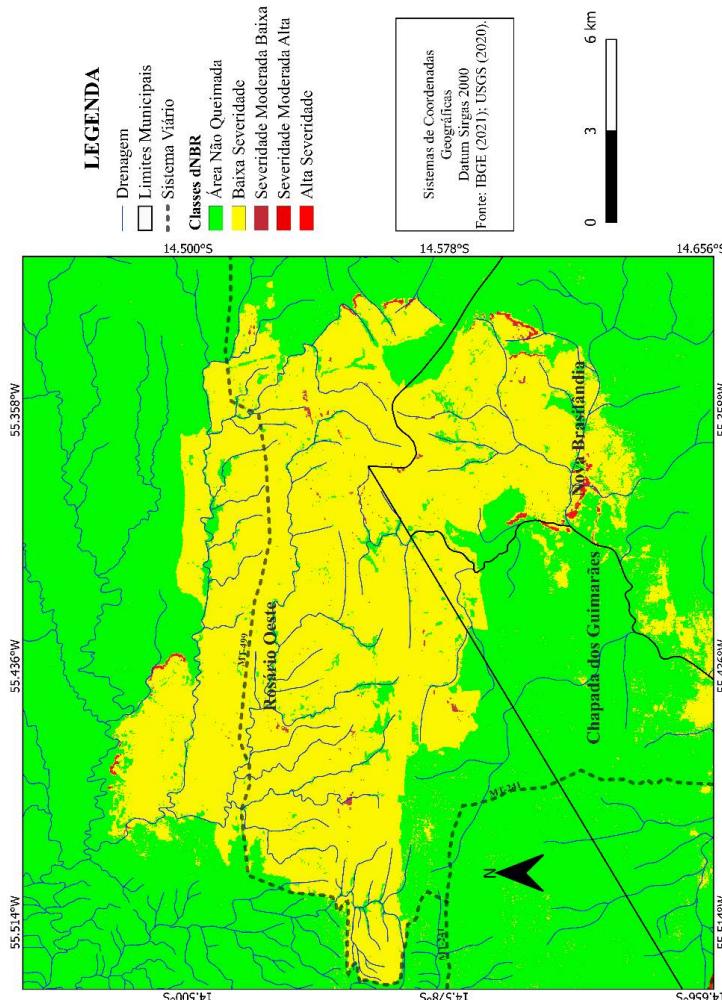
**Quadro 1 – Escala de níveis de severidade dNBR**

Nível de Severidade	Legenda e Código Hexadecimal	Extensão	Código da Classificação
Alta rebrota	#1F8F09	-500 a -250	1
Baixa rebrota	#10B418	-250 a -100	2
Não queimada	#08FF0C	-100 a 56	3
-	#FFFFFF	0	-
Baixa severidade (BS)	#FEFA03	56 a 270	4
Severidade moderada baixa (SMB)	#A72D39	270 a 440	5
Severidade moderada alta (SMA)	#C90003	440 a 660	6
Alta severidade (AS)	#FF0505	660 a 1300	7

Fonte: Adaptado de Key e Benson (2006).

Os *pixels* correspondentes aos valores – 100 a 56 não foram afetados pela queimada; por esse motivo, consideraram-se os dados citados, podendo variar de região para região, fatores ambientais associados ou ainda de outras condições georreferenciáveis. Os resultados da aplicação na área de estudo podem ser vistos no Mapa 1 e nas Tabelas 1, 2 e 3.

**Mapa 1 – Classificação da queima por dNBR**  
na Área de Estudo, setembro (2020)



Fonte: Gonçalves (2023).

**Tabela 1** – Classificação da severidade por dNBR na formação campestre (AFC) na APACRC para a queima ocorrida em setembro de 2020

Valor	Contagem de pixel	Área (ha)	(%)	Classificação
4	1492	134,28	99,60	Baixa severidade
5	3	0,27	0,20	Severidade moderada baixa
6	2	0,18	0,13	Severidade moderada alta
7	1	0,09	0,07	Alta severidade
<b>Total</b>	<b>1498</b>	<b>134,82</b>	<b>100,00</b>	

Fonte: Autor (2022).

**Tabela 2** – Classificação da severidade por dNBR na formação savântica (AFS) na APACRC para a queima ocorrida em setembro de 2020

Valor	Contagem de pixel	Área (ha)	(%)	Classificação
4	182009	16380,81	99,20	Baixa severidade
5	922	82,98	0,50	Severidade moderada baixa
6	326	29,34	0,18	Severidade moderada alta
7	229	20,61	0,12	Alta severidade
<b>Total</b>	<b>183486</b>	<b>16513,74</b>	<b>100,00</b>	

Fonte: Autor (2022).

**Tabela 3** – Classificação da severidade por dNBR na formação florestal (AFF) na APACRC para a queima ocorrida em setembro de 2020

Valor	Contagem de pixel	Área (ha)	(%)	Classificação
4	23985	2158,65	97,15	Baixa severidade
5	370	33,3	1,50	Severidade moderada baixa
6	183	16,47	0,74	Severidade moderada alta
7	151	13,59	0,61	Alta severidade
<b>Total</b>	<b>24689</b>	<b>2222,01</b>	<b>100,00</b>	

Fonte: Autor (2022).

Em todas as formações vegetais estudadas, o índice dNBR indicou que, apesar do avanço das queimadas, quase 100% das áreas apresentaram baixa severidade. Isso sugere que o impacto negativo na regeneração das áreas afetadas pode não ser muito significativo nesse episódio de queima. Ou seja, a aplicação desse índice pode ser eficaz para quantificar a severidade de queimadas nos ambientes de Cerrado.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Cerrado, dentro do ponto de vista geográfico, pode ser considerado como um conglomerado de geossistemas, uma vez que seu estudo se dá em nível regional e local, considerando as diferentes formações com fluxos e energias diferentes para cada uma delas. Levando em consideração a presença do fogo nesse Bioma, é necessário entender que os efeitos causados por esse evento ou fator ecológico devem variar pelo tipo de formação, presença de matéria seca sobre o solo, época de queima e tipo/origem do fogo.

Por mais que a temática aplicada aos estudos do fogo no Cerrado seja de relevante importância, ainda se faz necessário realizar muitas pesquisas a longo prazo sobre os efeitos que causam as queimadas nesse ambiente, principalmente se se considerar os componentes mais densos da formação florestal, como efeitos negativos, e na formação savânica, como o fogo sendo um agente benéfico para tal. Essa posição pode ser representativa devido à adaptação da formação savânica frente aos processos históricos e ambientais causados pelo efeito do fogo.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Bruno Pinto. **As relações entre o homem e a natureza e a crise socioambioental**. Rio de Janeiro, RJ. Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), 2007.

BATMANIAN, Garo J.; HARIDASAN, M. Primary production and accumulation of nutrients by the ground layer community of cerrado vegetation of central Brazil. **Plant and Soil**, v. 88, n. 3, p. 437-440, 1985.

BOCCO, Gerardo. Carl Troll y la ecología del paisaje. **Gaceta ecológica**, n. 68, p. 69-70, 2003.

COLLINSON, Alan S. **Introduction to world vegetation**. Unwin Hyman, 1988.

- COSTA, Yasmin Tadeu; RODRIGUES, Silvio Carlos. Efeito do fogo sobre vegetação e solo a partir de estudo experimental em ambiente de cerrado. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 30, p. 149-165, 2015.
- COUTINHO, Leopoldo Magno. Aspectos ecológicos do fogo no cerrado. II-as queimadas e a dispersão de sementes em algumas espécies anemocóricas do estrato herbáceo-subarbustivo/Ecological aspects of fire in the cerrado. II-fire and seed dispersion in some anemochoric species of the herbaceous layer. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, p. 57-63, 1977.
- COUTINHO, Leopoldo. **Biomass brasileiros**. Oficina de Textos, 2016.
- FIEDLER, Nilton Cesar et al. Efeito de incêndios florestais na estrutura e composição florística de uma área de cerrado *sensu stricto* na fazenda Água Limpa (DF). **Revista Árvore**, v. 28, n. 1, p. 129-138, 2004.
- FRANK, Jonas et al. Fuel load mapping in the Brazilian Cerrado in support of integrated fire management. **Remote Sensing of Environment**, v. 217, p. 221-232, 2018.
- GONÇALVES, Warley Lemes. **Severidade de queimadas**: tendências da literatura global e um estudo de caso na Área de Proteção Ambiental Cabeceiras do Rio Cuiabá/Mato Grosso (APACRC/MT). Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual de Goiás. Goiás, 2023.
- HERRMANN, Pâmela Boelter; NASCIMENTO, Victor Fernandez; DE FREITAS, Marcos Wellausen Dias. Sensoriamento Remoto Aplicado à Análise de Fogo em formações campestres: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 74, n. 2, 2022.
- IMAGEM DA CAPA. Disponível em: <https://pixabay.com/pt/photos/chapada-dos-veadeiros-brasil-goi%C3%A1s-3452026/>. Acesso em: 18 de fevereiro de 2023.
- KEY, C. H.; BENSON, N. C. Landscape Assessment: Sampling and Analysis Methods. In: LUTES, D.; KEANE, R.; CARATTI, J.; KEY, C. H.; BENSON, N. C.; SUTHERLAND, S.; GANGI, L. (ed.). FIREMON: **Fire Effects Monitoring and Inventory System**. Rocky Mountains Research Station, USDA Forest, USA, 2006.
- MAPBIOMAS – Coleção 6 da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil.
- MAXIMIANO, Liz Abad. Considerações sobre o conceito de paisagem. **Rae-ga-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 8, 2004.
- MIRANDA, Heloisa S. et al. Queimadas de Cerrado: caracterização e impactos. **Cerrado: ecologia e caracterização**, v. 69, 2004.

NASCIMENTO, Flávio Rodrigues; SAMPAIO, José Levi Furtado. Geografia física, geossistemas e estudos integrados da paisagem. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, v. 6, n. 1, p. 21, 2004.

PALERMO, Alexandre Cesar; MIRANDA, Heloisa Sinatora. Efeito do fogo na produção de frutos de Qualea parviflora Mart.(Vochysiaceae) em cerrado sensu stricto. **Revista Árvore**, v. 36, p. 685-693, 2012.

RIBEIRO, João Paulo Fernandes Márcio. Análise de severidade de queimada e ciclo do carbono por meio de dados hiperespectrais. 2016.

RIBEIRO, José Felipe; WALTER, Bruno Machado Teles. **As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado**. Cerrado: ecologia e flora. Embrapa Cerrados – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

RODRIGUEZ, José Manuel Mateo; SILVA, Edson Vicente. A classificação das paisagens a partir de uma visão geossistêmica. **Mercator**, v. 1, n. 1, 2002.

ROSAN, Thais Michele; ALCÂNTARA, Enner. **Detecção de áreas queimadas e severidade a partir do índice espectral ΔNBR**. 2015.

SANCHES, Maria de Jesus. **Escrever na paisagem**: sentido para as «artes rupes-tres. 2003.

SATO, Margarete Naomi. Efeito a longo prazo de queimadas prescritas na estrutura da comunidade de lenhosas da vegetação do Cerrado sensu stricto. **Universidade de Brasília, Brasília, Brazil**, 2003.

SCHAEFER, CER *et al.* Elementos da paisagem e a gestão da qualidade ambiental. **Inf. Agropec**, v. 21, p. 20-44, 2000.

SEEMANN, Jörn. Friedrich Ratzel entre Tradições e Traduções. Uma Breve Abordagem Contextual. **Terra Brasilis (Nova Série). Revista da Rede Brasileira de História da Geografia e Geografia Histórica**, n. 1, 2012.

SILVA, Danilo Muniz *et al.* Os efeitos dos regimes de fogo sobre a vegetação de Cerrado no Parque Nacional das Emas, GO: considerações para a conservação da diversidade. **Biodiversidade Brasileira-BioBrasil**, n. 2, p. 26-39, 2011.

SILVA, Fernando Antônio Macena *et al.* Clima do bioma Cerrado. **Agricultura tropical**: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas. ALBUQUERQUE, ACS, p. 93-148, 2008.

TEOBALDO, Débora; BAPTISTA, G. M. Quantificação da severidade das queimadas e da perda de sequestro florestal de carbono em unidades de conservação do Distrito Federal. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 1, p. 250-264, 2016.

TROPPMAIR, Helmut; GALINA, Marcia Helena. Geossistemas. **Mercator-Revisão de Geografia da UFC**, v. 5, n. 10, p. 79-89, 2006.

VEDOVATO, LAURA BARBOSA *et al.* **Detection of burned forests in Amazonia using the normalized burn ratio (NBR) and linear spectral mixture model from Landsat 8 images.** Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 2015.

WALTER, B. M. T.; RIBEIRO, J. F. Diversidade fitofisionômica e o papel do fogo no bioma Cerrado. **Efeitos do regime do fogo sobre a estrutura de comunidades de cerrado:** resultados do projeto fogo. Brasília, Ibama, p. 59-76, 2010.

WULF, Andrea. **A invenção da natureza:** a vida e as descobertas de Alexander von Humboldt. São Paulo: Editora Planeta, 2016.

# Os efeitos do planejamento inadequado das cidades em relação ao escoamento superficial e à infiltração das águas

ALLEF DIANINI M. MACHADO  
NATIELE LORRAINE DA SILVA

Este trabalho é resultado de reflexões sobre o fenômeno dos alagamentos, enchentes e inundações. Ao longo do texto, serão destacados os efeitos da impermeabilização, canalizações e inundações nas cidades. O objetivo deste estudo é promover uma discussão sobre urbanização, crescimento urbano, drenagem urbana, rios urbanos, escoamento pluvial, canalização, inundação e impermeabilização, enfocando os principais problemas enfrentados nas cidades do Brasil, mais especificamente.

Logo, essa pesquisa é uma análise empírico-analítica. A tendência desse tipo de pesquisa é reduzir a experiência ao experimento sensível, criando a expectativa de lograr a ciência objetiva, e com isso postular como critério para a científicidade a verificação. Esta se dará a partir da observação empírica dos fatos (Gamboa, 2008). Com isso, após essa verificação, suas hipóteses ganham a condição de tese, com a validez dos enunciados científicos que sustentam seu pilar na lógica (formal) e na base empírica (Ventura *et al.*, 2015).

Em relação à tipologia por objetivos, esta é uma pesquisa exploratória. Segundo Ventura *et al.* (2015), tais pesquisas “se apresentam por levantamento bibliográfico, entrevista (com indivíduos que tenham

experiência na realidade investigada) e análise de contexto, para nos levar à melhor compreensão do objeto investigado”. No caso desta pesquisa, não trabalharemos com entrevistas, mas exploraremos a literatura produzida fazendo, ao mesmo tempo, uma análise de contexto. Em relação à tipologia por delineamento, trata-se de uma pesquisa bibliográfica, que segundo Gaio (2008, *apud* Ventura *et al.*, 2015) é uma investigação e promove o contato do pesquisador com tudo o que já foi produzido na área de interesse.

A metodologia foi organizada em várias seções abordando a impermeabilização do solo e a canalização dos rios como problemas socioambientais nas cidades. Os principais autores utilizados foram Romcayolo (1990), Casseti (1991), Rodrigues (1998), Tucci e Bertoni (2003), Paz (2004), Tucci e Mendes (2006), Cruz, Souza e Tucci (2007), Waydzik (2015), Santos (2015), Sposito (2017), Carvalho e Scopel (2018).

No texto, discutiremos a urbanização no Brasil e seus efeitos. Abordaremos o crescimento acelerado das cidades, diferenciando enchentes, alagamentos e inundações, bem como o desenvolvimento insustentável das cidades, a impermeabilização do solo, a canalização dos rios, a falta de consideração em relação aos rios e, por fim, os resultados negativos desses eventos, como as inundações nas cidades e seus efeitos prejudiciais.

## A URBANIZAÇÃO DA PAISAGEM

No que se refere à temática das cidades e urbanização em relação aos alagamentos, enchentes e inundações, é necessário compreender alguns fatores que influenciam esses eventos durante os períodos chuvosos. Nessa perspectiva, um dos fatores é o crescimento acelerado das cidades, o qual resulta em mudanças na paisagem urbana e na impermeabilização de áreas, como destacado por Casseti (1991), ao abordar as alterações antropogênicas causadas pelo desmatamento, concentração de edificações e pavimentação ou impermeabilização da superfície.

É importante ressaltar a diferença entre cidade e urbanização, pois esses termos possuem significados distintos. A urbanização também pode ter diferentes representações nas visões de diferentes profissões.

### Como Sposito (2017) demonstra:

Para profissionais do campo da engenharia, urbanização significa implantação de infraestruturas em espaços urbanos, como sistemas viários, redes de fornecimento ou captação, áreas de lazer etc. muito frequentemente ou captação, profissionais, todas as ações que envolvem espaços urbanos são reconhecidas como urbanização (Sposito, 2017, p. 469).

Já na visão dos arquitetos e urbanistas, de acordo com Sposito (2017), há uma abordagem da urbanização associada ao urbanismo. Nessa perspectiva, prevalece a análise das configurações espaciais e dos conjuntos arquitetônicos que compõem os espaços urbanos, priorizando a abordagem das formas e das funções presentes em cada parte dos territórios urbanos.

Por outro lado, os geógrafos abordam a urbanização sob uma perspectiva demográfica, conforme exposto por Sposito (2017), ao considerarem a “dinâmica da urbanização” por meio dos dados relacionados ao aumento da população urbana em relação à população total.

No olhar da Geografia, o tema se torna mais amplo, pois considera o espaço edificado, os contextos sociais e políticos presentes na população da cidade. Para a compreensão desse tema, é necessário utilizar a articulação entre a abordagem do espaço e do tempo.

Conforme discutido por Sposito (2017), a urbanização é um processo de longa duração que se inicia com o surgimento das primeiras cidades e se manifesta de diferentes maneiras sob diversas formas de produção. Nessa perspectiva, a cidade pode ser definida, conforme mencionado por Romcayolo (1990), como um dispositivo topográfico e social que facilita o encontro e a troca entre as pessoas, uma vez que a proximidade e a aglomeração multiplicam as interações dentro de uma sociedade.

Portanto, como enfatizado por Sposito (2017), é importante reconhecer a cidade como uma realidade em constante transformação, em vez de uma paisagem estática. Dentro da cidade há inúmeros conflitos, como os existentes entre o centro e os bairros. É relevante destacar, como conflitos urbanos, a falta de saneamento e os riscos ambientais presentes tanto nos bairros centrais quanto nos bairros periféricos.

Assim, os problemas de alagamentos, enchentes e inundações na cidade são reflexo dessa constante transformação na paisagem urbana.

## ALAGAMENTOS, ENCHENTES E INUNDAÇÕES

O processo de crescimento acelerado das cidades ocorre desde o século passado. Um dos fatores que contribuíram para esse cenário, conforme destacado por Tucci e Mendes (2006), foi a expansão urbana irregular, que desconsiderou regulamentações, como a falta de um Plano Diretor e normas específicas para loteamentos. Isso agrava ainda mais o controle de inundações, enchentes e alargamentos.

Esse modelo de urbanização acelerada tem um impacto direto no sistema de drenagem urbana, pois o escoamento pluvial aumenta consideravelmente. Conforme os estudos de Cruz, Souza e Tucci (2007), isso pode causar colapsos no sistema de drenagem durante chuvas intensas. Nesse contexto, o estudo de Waydzik (2015) analisa que o crescimento urbano, juntamente com a introdução de construções que impermeabilizam o solo, leva a um aumento do escoamento das chuvas e à redução da infiltração, resultando em uma mudança no regime de escoamento.

Assim sendo, o crescimento urbano ocasiona o aumento das áreas alagadas, inundações e enchentes nas cidades. Além disso, na maioria ou em todas as cidades, a impermeabilização do solo urbano é um dos principais responsáveis por essas ocorrências. É importante destacar as definições dos conceitos de enxente, inundaçāo e alagamento para maior compreensão sobre a abordagem dessa pesquisa.

Para Chow *et al.* (1988), alagamento é “o preenchimento temporário e não restrito de terras com água, resultando em cobertura temporária por água de áreas que normalmente não estão sob a água”. Os alagamentos podem ocorrer em áreas urbanas ou rurais, frequentemente devido a chuvas intensas, obstrução do sistema de drenagem ou mau planejamento urbano.

De acordo com Bloom (2004), as enchentes ocorrem quando há um aumento do nível da água no canal de drenagem devido ao aumento da vazão do rio em períodos com intensidade elevada de precipitação,

chegando à cota máxima do canal, porém sem que isso gere o transbordamento.

Para Amaral e Ribeiro (2009), a inundação pode ser definida quando ocorre o transbordamento do canal, pois o sistema de drenagem não suportou o aumento da vazão. Ela atinge a área de várzea (leito maior) do rio, que deveria estar preservada, mas que, na maioria das vezes, está ocupada por moradias, avenidas, ruas, entre outros. Nesse caso, ocorrem vários problemas sociais e econômicos quando acontece a inundação.

## A IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO E CANALIZAÇÃO DOS RIOS

Nesse sentido, é em um cenário de desenvolvimento urbano insustentável, com a retirada e substituição da cobertura natural pelo concreto das construções e pavimentações, que se contextualizam os cenários de alagamentos, enchentes e inundações nas cidades. Para Tucci e Bertoni (2003), essas alterações afetam totalmente a dinâmica natural de escoamento, pois a água, que antes infiltrava, passa a escoar pelos condutos, aumentando o escoamento superficial.

Além disso, Paz (2004) também retrata a impermeabilização do solo como a principal causa do aumento do escoamento superficial, o que resulta nos alagamentos em diversos pontos das cidades, fato ratificado por Carvalho e Scopel (2018) ao abordarem que o escoamento superficial se intensifica em áreas impermeabilizadas. Assim, em grande parte das cidades brasileiras e do mundo, de forma geral, o processo de urbanização está associado aos problemas ambientais, sendo que as áreas urbanas estão se tornando um obstáculo no que diz respeito ao ciclo hidrológico, pois a impermeabilização do solo impede a infiltração da água no solo e o abastecimento dos aquíferos.

Essa urbanização desplanejada nas cidades brasileiras, por exemplo, tem provocado segundo Cruz, Souza e Tucci (2007),

o agravamento das enchentes naturais e a ampliação de sua frequência, além de criar novos pontos de alagamento. Estes impactos provêm da crescente impermeabilização do solo com aumento do volume pluvial escoado e

redução do amortecimento, causando aumento, nas vazões máximas, que podem representar seis vezes a vazão pré-urbanização (Cruz; Souza; Tucci, 2007, p. 2).

Diante disso, é visível que as cidades têm que começar a pensar possíveis soluções para o problema de impermeabilização do solo através de medidas capazes de minimizar a questão do escoamento superficial na área urbana. No contexto dos problemas relacionados à impermeabilização, Paz (2004) analisa que

após uma impermeabilização entre 30% e 50% da superfície, o escoamento superficial passa a corresponder a 55% do total precipitado, enquanto esse percentual era equivalente a apenas 10% da precipitação para situação da cobertura natural do solo (Paz, 2004, p. 11).

A impermeabilização tem influência direta no aumento do escoamento superficial. No entanto, o poder público muitas vezes ignora esse problema, indo até mesmo na contramão ao subsidiar a impermeabilização, como no caso de uma rotatória impermeabilizada, que poderia ser uma área propícia para a infiltração da água no solo, ou seja, uma área de recarga. A população também contribui para o aumento da impermeabilização do solo, uma vez que houve uma mudança cultural ao longo do tempo, como, por exemplo, a preferência por quintais totalmente cimentados em residências.

Reis *et al.* (2011), também retratam as impermeabilizações como problemas para a drenagem urbana que afetam quase todas as cidades brasileiras. As principais consequências, conforme já foram apresentadas por outros pesquisadores, estão relacionadas ao aumento do escoamento superficial e à frequência das inundações. As ideias dos pesquisadores sobre essa problemática estão em linha com as análises apresentadas até o momento, contextualizando o processo de impermeabilização do solo como o grande dilema das cidades, resultando nas mencionadas consequências.

A cidade, nesse cenário atual, é pensada apenas com foco na fluidez do trânsito, como citado por Rodrigues (1998). Novas avenidas são abertas para facilitar o fluxo de veículos, resultando na redução das

áreas de recarga hídrica dentro do perímetro urbano e levando a maior impermeabilização da cidade a cada dia.

Seguindo essa lógica de desenvolvimento urbano, a canalização de rios nas cidades se torna um dos principais projetos do poder público, como destacado por Paz (2004). Ele analisa como o homem tem alterado substancialmente os rios por meio de projetos de canalização, desvios e retificações, o que acaba modificando seu ciclo natural. A impermeabilização dos solos e a canalização dos rios urbanos, segundo Tucci (2005), aumentam a vazão em até sete vezes, intensificando as inundações no leito maior do rio.

No Brasil, a maioria das cidades tem uma ideia equivocada sobre os cursos de água urbanos, como destacam Cruz, Souza e Tucci (2007), pois, segundo os autores, os rios urbanos são vistos apenas como canais para conduzir a água o mais longe e o mais rápido possível. Essa ideia é ratificada, de acordo com os autores, pela realização de investimentos significativos em obras de engenharia para retificação dos rios urbanos.

Nesse sentido, a integração dos rios urbanos às paisagens urbanas, com a preservação das áreas adjacentes aos rios e investimentos em saneamento, é medida eficaz que proporciona não apenas conforto térmico, mas também embelezamento cênico nas cidades. Na década de 1970, já existiam estudos que demonstravam a insustentabilidade das canalizações de rios, conforme apontado por Tucci (2008), devido ao alto custo dessas obras. No entanto, como pode ser observado em inúmeras cidades brasileiras, continuam investindo milhões em processo de canalização dos rios que cortam as cidades.

Como destacam Cruz, Souza e Tucci (2007), os projetos urbanos relacionados aos rios que atravessam a cidade geralmente estão ligados exclusivamente ao conceito de canalização. Esse processo não resolve o problema, apenas desloca o local onde ocorrerá a inundaçāo. As cidades estão constantemente em processo de expansão, assim como as áreas impermeabilizadas, o que aumenta o escoamento pluvial que chega ao leito do rio canalizado, elevando também a vazão. É importante ressaltar que é durante períodos de maior intensidade de precipitação que ocorrem inundações, enchentes e alagamentos.

Conforme os estudos de Rosa (2017), a canalização também é considerada uma solução para o problema do mau cheiro proveniente do esgoto, uma vez que, na maioria das cidades, os rios urbanos recebem efluentes domésticos não tratados. A canalização também traz consigo o conceito de “embelezamento” da cidade, permitindo o alargamento das ruas e, consequentemente, melhorando o fluxo do tráfego viário.

Conforme estudos de Tucci e Mendes (2006), o escoamento pluvial pode produzir inundações e impactos nas áreas urbanas devido a dois processos que ocorrem isoladamente ou combinados:

- a) inundações de áreas ribeirinhas: são inundações naturais que ocorrem no leito maior dos rios, devido à variabilidade temporal e espacial da precipitação e do escoamento numa bacia hidrográfica;
- b) inundações causadas pela urbanização: são as inundações que ocorrem por uma drenagem urbana ineficiente frente à impermeabilização do solo, canalização ou obstruções no escoamento.

Dessa forma, o perigo ocorre quando as áreas do leito maior do rio estão ocupadas, uma vez que essas áreas, que possuem um grande potencial de inundação, serão diretamente afetadas, resultando em inúmeros problemas sociais, econômicos e, principalmente, perdas de vidas humanas. Exemplo recente dessa situação foi a tragédia das chuvas no Rio Grande do Sul em 2024, onde diversas regiões foram severamente afetadas por inundações. A ocupação irregular das margens dos rios e a falta de infraestrutura adequada agravam a vulnerabilidade dessas áreas, levando a consequências devastadoras para as comunidades locais, como a destruição de moradias, interrupção de serviços essenciais e, tragicamente, a perda de vidas.

Tucci e Bertoni (2003) destacam que os problemas relacionados à inundação dependem do grau de ocupação da área de várzea, bem como da impermeabilização e canalização da rede de drenagem. Esse problema está presente na realidade de várias cidades, pois o

crescimento urbano não foi planejado com base na preservação da natureza, mas sim no automóvel e na fluidez do trânsito.

Ainda de acordo com Tucci (2005), as inundações são mais antigas do que a existência do homem, pois este sempre procurou se estabelecer próximo aos rios. Assim, surgiram as primeiras cidades e, ao longo do tempo, o ser humano adquiriu conhecimentos sobre as ocorrências de inundações, evitando, portanto, a ocupação das áreas de várzea dos rios. No entanto, durante o processo de urbanização, as inundações foram negligenciadas pelos planejadores urbanos, resultando nas frequentes ocorrências desses eventos.

Para exemplificar o que foi exposto, as Fotos 1, 2 e 3 mostram como a impermeabilização do solo afeta a drenagem urbana durante períodos chuvosos, especialmente quando os vales são ocupados e os rios urbanos são canalizados para a construção de avenidas.

**Foto 1 – Avenida Rondon Pacheco, Uberlândia (MG)**



Fonte: Estado de Minas (2013).

**Foto 2 – Marginal Botafogo, Goiânia (GO)**

Fonte: g1.globo.com. (2015)

**Foto 3 – A tragédia em Porto Alegre (RS)**

Fonte:Noticias.uol.com.br (2024).

Essas três cidades representadas nas Fotos 1, 2 e 3 são de grande porte e têm importância no contexto nacional. A primeira está localizada no estado de Minas Gerais, com uma população estimada, segundo o IBGE (2022), de 713.232 habitantes.

A segunda é a capital do estado de Goiás, com uma população estimada, segundo o IBGE (2022), de 1.437.237 habitantes. E a terceira é Porto Alegre, capital do Rio Grande do Sul, com uma população estimada, segundo o IBGE (2022), de 1.332.845 pessoas.. Ambas possuem altas taxas de impermeabilização do solo urbano em comum. Quanto maior a cidade, maior é a tendência de ter áreas impermeáveis, resultado de um processo equivocado de urbanização.

Os rios urbanos, conforme destacado por Santos (2015), encontram-se em uma situação degradada, desvalorizada e negligenciada pela sociedade. Em muitas cidades brasileiras, esses espaços se tornaram invisíveis. Eles são frequentemente canalizados ou enterrados sob avenidas, e inúmeros rios simplesmente foram destruídos devido à urbanização.

Ao longo do processo de urbanização, as margens dos rios foram gradualmente reduzidas devido à ocupação das áreas adjacentes. Os rios que atravessam áreas urbanas, como mencionado por Santos (2015), não são valorizados pela sociedade e são lembrados apenas quando ocorrem alagamentos, enchentes e inundações. Sobre esse assunto, Santos (2015) destaca que

os grandes rios, os córregos e cursos de água da paisagem anterior à urbanização estão desaparecendo dos mapas modernos. Cobertos e esquecidos, antigos cursos de água correm através da cidade, enterrados sob o solo em grandes tubulações. Enfocados, de um modo geral, como um problema de drenagem urbana, como fundos de lote ou como local de despejos, os rios têm sido pouco considerados como elementos enriquecedores na construção da paisagem urbana (Santos, 2005, p. 34).

Urbanização mudou drasticamente a paisagem natural, e os rios simplesmente não foram incluídos nessa nova configuração urbana. Pequenos rios, como abordado por Santos (2015), estão desaparecendo cada vez mais dos mapas das cidades, pois foram esquecidos pelos planejadores urbanos do passado e do presente. Os efeitos do

desaparecimento dos pequenos rios nas cidades são variados e significativos. A exclusão dos rios do planejamento urbano pode resultar em problemas ambientais, como a perda de habitats naturais e a diminuição da biodiversidade. Além disso, a canalização ou o desaparecimento dos rios pode agravar inundações, uma vez que a drenagem natural da água é comprometida.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Podemos visualizar neste artigo um breve relato histórico sobre os efeitos negativos do planejamento inadequado das cidades do Brasil. Apresentamos também como ocorreu a urbanização, crescimento das cidades, drenagem urbana, rios urbanos, escoamento pluvial, canalização, inundações e impermeabilização, expondo os principais problemas enfrentados nas cidades do Brasil.

Conforme mencionado nos estudos de Cruz, Souza e Tucci (2007), a urbanização acelerada resulta em um aumento significativo no escoamento pluvial, o que pode levar a colapsos no sistema de drenagem urbana durante chuvas intensas.

Waydzik (2015) também aborda a questão do crescimento urbano, enfatizando que a introdução de construções impermeabilizantes no solo, como edifícios e pavimentos, contribui para o aumento do escoamento superficial das chuvas, enquanto reduz a capacidade de infiltração, alterando o padrão de escoamento.

Essas considerações destacam a importância de compreender e planejar adequadamente o desenvolvimento urbano, levando em conta os impactos no sistema de drenagem. Estratégias de gerenciamento de águas pluviais, como a criação de áreas verdes permeáveis, a implementação de sistemas de drenagem sustentável e a adoção de práticas de controle de enchentes, podem ajudar a minimizar os problemas causados pela urbanização acelerada e a reduzir os riscos de colapso do sistema de drenagem durante eventos de chuvas intensas.

Conforme apontado pelos diversos autores(a) no decorrer do texto, a impermeabilização do solo é um dos principais causadores do aumento do escoamento superficial.

A impermeabilização do solo é um resultado direto do desenvolvimento urbano acelerado, com a construção de edifícios, estradas e outros elementos que reduzem a capacidade do solo de absorver a água da chuva. Isso leva ao aumento do escoamento superficial, pois a água não consegue infiltrar no solo adequadamente.

Essa situação pode resultar em diversos problemas, como alagamentos, enchentes, inundações e sobrecarga do sistema de drenagem urbana. Portanto, é essencial considerar medidas de planejamento urbano e gestão de águas pluviais que promovam a redução da impermeabilização do solo e incentivem a infiltração da água da chuva de forma sustentável.

No apontamento de Rodrigues (1998), a abertura de novas avenidas facilita o escoamento de veículos, o que resulta na diminuição das áreas de recarga hídrica no perímetro urbano e na crescente impermeabilização da cidade.

Nesse contexto, é importante ressaltar a tragédia no Rio Grande do Sul, onde a combinação de vários fenômenos climáticos extremos resultou em graves inundações. Além dos fatores naturais, a impermeabilização do solo e a falta de planejamento urbano adequado nas cidades envolvidas contribuíram significativamente para a magnitude do desastre.

É importante reconhecer essa problemática e buscar soluções que promovam um desenvolvimento urbano mais sustentável. Isso pode incluir medidas como o planejamento urbano integrado, que considera a preservação de áreas verdes, a criação de espaços de retenção e infiltração de água, o uso de técnicas de drenagem sustentável e a adoção de políticas de transporte que priorizem o transporte público e a mobilidade sustentável.

Dessa forma, é possível mitigar os efeitos da impermeabilização do solo e promover a gestão adequada das águas pluviais, contribuindo para a sustentabilidade e resiliência das áreas urbanas.

Conforme foi exposto no decorrer do texto por Tucci e Bertoni (2003), quando uma área de várzea é ocupada por atividades urbanas, como construções e infraestruturas, há uma redução na capacidade

natural de absorção e retenção de água, o que aumenta o risco de inundações durante eventos de chuvas intensas.

A canalização da rede de drenagem, por sua vez, pode acelerar o escoamento e direcionar a água de forma mais rápida, porém, em alguns casos, pode aumentar a probabilidade de enchentes, pois o sistema não é capaz de lidar com grandes volumes de água em curtos períodos de tempo.

Portanto, para enfrentar os problemas relacionados a alagamentos, enchentes e inundações, é fundamental adotar abordagens integradas que considerem a gestão adequada do uso do solo, a preservação de áreas de várzea, a promoção de práticas de infiltração de água, a implementação de medidas de retenção de água e o planejamento adequado da rede de drenagem, levando em conta os padrões de precipitação e as características locais.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, V. **Relação cidade-curso de água:** a canalização do ribeirão pirapitinga na cidade de Catalão (GO). Universidade Federal de Goiás, regional Catalão, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2020.
- AMARAL, R.; RIBEIRO, R. R. Inundação e Enchentes. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J. ; AMARAL, R. **Desastres naturais:** conhecer para prevenir. São Paulo, Instituto Geológico, p. 39-52, 2009.
- ANTUNES, P. Áreas de preservação permanente urbanas: o Novo Código Florestal e o Judiciário. **Revista de Informação Legislativa**, nº 206, abr./jun. 2015.
- BRASIL, Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências.
- BLOOM, Arthur. **Geomorphology**. 3rd. Illinois:Waveland Press, Inc, 2004. 482 p.
- CARVALHO, F. e SCOPEL, I. Escoamento superficial e recarga d'água subterrânea em diferentes usos do solo na microbacia do córrego do Queixada. **Caminhos de Geografia**, v. 19, n. 66, Uberlândia, MG, p. 133-145, jun. 2018.
- CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo.** São Paulo: Contexto, 1991.
- CRUZ M. A. S; SOUZA C. F; TUCCI, C. Controle da drenagem urbana no Brasil: avanços e mecanismos para sua sustentabilidade. **XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. 2007.

CHOW, V. T.; MAIDMENT, D. R.; MAYS, L. W. **Applied hydrology**. McGraw-Hill Education, 1988.

GAMBOA, Silvio Sanchez. **Pesquisa em educação: métodos e epistemologias**. 3. ed. Chapecó: Argos, 2018.

GUIMARÃES, B.; BRAGA, R. **Áreas de preservação permanente urbanas e as inundações em São João da Boa Vista/SP**: observações sobre a aplicação do código florestal brasileiro no córrego São João. In: Os Desafios da Geografia física na fronteira do conhecimento. Instituto de Geociências – Unicamp. Campinas-SP, 2017.

LEHFLELD, L. **Código Florestal comentado e anotado artigo por artigo**. São Paulo-SP: Editora Método, 2013.

MACHA, P. **Direito Ambiental brasileiro**. 21. ed. São Paulo: Malheiros, 2013.

MACHADO, P. **Direito Ambiental brasileiro**. 24. ed. São Paulo: 2016.

MARÇAL, Prof. Dr. Mônica (UFRJ). **Que falta faz a geomorfologia fluvial na gestão dos rios brasileiros**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=E42uovr8fuU>. Acesso em: 13 jun. 2021.

MARCONI, M.; LAKATOS, E. **Fundamentos metodologia científica**. São Paulo: Altas, 2003.

MENDONÇA, F. Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana: uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 10, p. 139-148, jul./dez. 2004. Editora UFPR.

MIYAZAKI, L. **Dinâmicas de apropriação e ocupação em diferentes formas de relevo**: análise dos impactos e da vulnerabilidade nas cidades de Presidente Prudente/SP e Marília/SP. 2014. Tese, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente/SP, 2014.

NEIVA, B. A. **A produção do espaço urbano de catalão (GO) e suas transformações panorâmicas a partir da década de 70**. Monografia, Brasília, 2013.

PAZ, A. **Hidrologia aplicada**. Universidade Estadual do Rio do Sul, Caixas do Sul. 2004.

RAMOS, C. **Elaboração de relatório técnico e/ou científico, segundo a ABNT**. Universidade Federal do Rio Grande – FURG, 2016.

REIS, J. et al. Estimativa entre densidade habitacional e áreas impermeáveis na região urbana da sub-bacia hidrográfica do arroio Cadena em Santa Maria, RS. **Ciência e Natura**, UFSM, 33 (1): 145-160, 2011.

RODRIGUES, A. **Produção e consumo do e no espaço problemática ambiental urbana**. São Paulo: Hucitec, 1998.

- ROSA, D. **Resposta hidrológica de uma bacia hidrográfica urbana à implantação de técnicas compensatórias de drenagem urbana: bacia do córrego do leitão, Belo Horizonte, Minas Gerais.** Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Belo Horizonte, 2017.
- RONCAYOLO, Marcel. **La ville et ses territoires.** Paris: Gallimard, 1990.
- SANTOS, P. **A percepção ambiental em rios urbanos: o caso do rio capibaribe em São Lourenço da Mata-PE.** Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Departamento de Ciências Geográficas, Programa de Pós-Graduação em Geografia. Recife, 2015.
- SCHIAVETTI, A. e Camargo, A. **Conceitos de bacias hidrográficas, teorias e aplicações.** Editus – Editora Da Uesc, Universidade Estadual de Santa Cruz, 2002.
- SEPE, P.; PEREIRA, H.; BELLENZANI, M. **O novo Código Florestal e sua aplicação em áreas urbanas: uma tentativa de superação de conflitos?** In: III seminário Nacional sobre o tratamento de Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e Restrições Ambientais ao Parcelamento do solo. UFPA, Belém. 2014.
- SILVA, G e BRATISH, V. **Os rios e a vida urbana:** como a canalização do córrego do veado afeta a população e o meio ambiente na cidade de presidente prudente – SP. ETIC, Encontro de iniciação científica, 2018.
- SPOSITO, Eliseu Saveiro (org.). **Glossário de Geografia Humana e Econômica.** São Paulo: Editora Unesp Digital, 2017.
- TAGNIN, R. **A natureza e o espaço da água e sua presença na macrometrópole paulista.** FAU-USP, 2015.
- TUCCI, C e BERTONI, J. C. **Inundações Urbanas na América do Sul.** Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003.
- TUCCI, C. **Águas urbanas.** Estudos avançados. Porto Alegre, RS, 2008.
- TUCCI, C.; COLLISCHONN, W. **Drenagem urbana e controle de erosão.** VI Simpósio Nacional de Controle da Erosão. Presidente Prudente, São Paulo, 1998.
- TUCCI, C.; MENDES, C. **Avaliação Ambiental Integrada de Bacia Hidrográfica.** Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica / Ministério do Meio Ambiente / SQA. – Brasília: MMA, 2006.
- TUCCI, C. *et al.* **Gestão da Água no Brasil.** Editora Unesco, Brasília, 2001.
- TUCCI, C. *et al.* **Inundações urbanas na América do Sul.** Associação Brasileira de Recursos Hídricos. Porto Alegre, 2003.

TUCCI, C. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas.** Ministério das Cidades – Global Water Partnership – World Bank – Unesco 2005.

TUCCI, C. **Água no meio urbano.** Capítulo 14 do Livro Água Doce. Rio Grande do Sul. Dezembro de 1997.

TUCCI, C. Gerenciamento da drenagem urbana. **RBRH – Revista de Recursos Hídricos** v. 7 n. 1, jan./mar. 2002, p. 5-27.

VENTURA, P.R.V. et al. **Metodologia da investigação científica – um olhar a partir de pesquisadores da educação física.** 2015.

WAYADZIK, D. Desafios na gestão da drenagem urbana. **Revista Técnico-Científica do Crea-PR.** 3<sup>a</sup> edição, out. 2015.

# El Niño e oscilação decadal do Pacífico

## Análise sobre a distribuição das chuvas mensais em Goiás e no Distrito Federal

WASHINGTON SILVA ALVES  
JOÃO BATISTA PEREIRA CABRAL  
DIEGO TARLEY FERREIRA NASCIMENTO

O fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS) tem sido reconhecido pela comunidade científica como um dos principais impulsores das variações climáticas em escala global. A influência sobre a precipitação tem sido objeto de estudo há décadas devido ao seu impacto ao redor do mundo. No entanto, entender de maneira mais profunda como o ENOS afeta a distribuição espacial e temporal da chuva, bem como sua relação com eventos extremos de precipitação, continua sendo um desafio importante para os pesquisadores.

A ação do ENOS tem sido investigada em diversas partes do mundo. Pode ser citado, como exemplo, Philippon *et al.* (2012) na África do Sul; Cabrera *et al.* (2018) na cidade do México; Wei *et al.* (2017) na região de Beijing-Tianjin, na China; e Trejo *et al.* (2016) nos extremos de chuva na Venezuela.

No Brasil também há vários estudos que abordaram a relação do ENOS com a variabilidade da precipitação pluviométrica; por exemplo, Moraes e Nery (2014) analisaram a variabilidade das chuvas na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Paraíba do Sul; Marcuzzo e Goularte (2012) mensuraram o número de dias com chuva no estado do Tocantins; Nóbrega e Santiago (2014) investigaram as anomalias

de chuva no estado de Pernambuco; Costa e Silva (2017) estudaram as anomalias de chuvas no estado do Ceará e Nascimento; Lima e Cruz (2019) averiguaram a origem de episódios de eventos extremos de chuva em Goiânia (GO).

Com base nesses estudos, pode-se entender o ENOS como um fenômeno que tem sua participação no regime de chuvas, ora contribuindo para o excesso de chuva, ora para sua escassez. De fato, o ENOS altera o regime de chuvas e gera impactos significativos no âmbito econômico, relacionado à produção agrícola e à geração de energia. Também gera impactos devido à vulnerabilidade social, quando os extremos de chuva ou de seca corroboram para desastres ambientais, inundações em áreas urbanas ou para a falta de água para abastecimento humano.

Porém, é importante ressaltar que o ENOS não é o único fenômeno que contribui para alteração do regime de chuva, inclusive pode estar associado a outros fenômenos de origem oceânico-atmosfera.

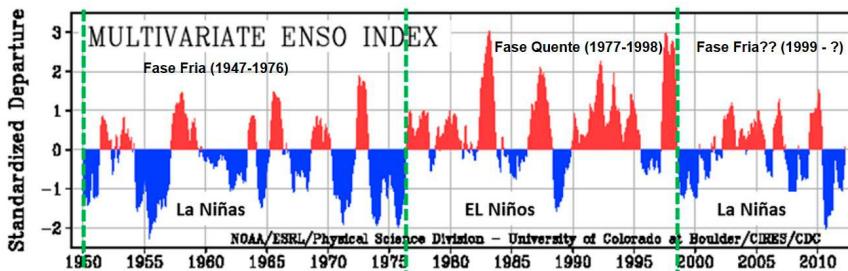
Para Kayano e Andreoli (2009), a intensidade e a frequência de El Niño e La Niña variam com o regime da Oscilação Decadal do Pacífico (ODP), pois durante a fase fria da ODP, os eventos possuem frequência equivalente. Por sua vez, na fase quente, os eventos de El Niño são mais frequentes e mais intensos. Os autores também sugeriram que a ODP cria um *background* que atua construtiva ou destrutivamente, quando o ENOS e a ODP estão na mesma fase ou em fase distinta.

Molian (2005) afirmou, baseado no índice multivariado do ENOS, que houve mais registros de eventos de La Niña durante a fase fria (1947-1976) da ODP e mais eventos de El Niño durante a fase quente (1977-1998) (Figura 1). Nota-se que de 1999 em diante há uma tendência de que a ODP esteja diante de uma nova fase fria, porém não há informações oficiais sobre essa condição, mas é perceptível nesse intervalo temporal a maior frequência e intensidade das La Niñas.

Pesquisas realizadas no Brasil têm evidenciado essa associação entre o ENOS/ODP e suas repercussões na distribuição, variabilidade e extremos de chuva. É o caso dos estudos realizados por Andreoli e Kayano (2005) em relação aos padrões de chuva, em escala mensal, na América do Sul; Prado (2010), que analisou o regime das chuvas no

estado de São Paulo; Da Silva, Galvíncio e Nóbrega (2011), sobre a variabilidade interanual das chuvas em sub-bacias do rio São Francisco; Nascimento Junior e Sant’Ana Neto (2015), que investigaram essa associação com o número de dias com chuva no estado do Paraná; e Spinelli e Mendonça (2015), que estudaram a variabilidade da precipitação sazonal na bacia do Rio do Peixe, localizada no estado de Santa Catarina.

**Figura 1 – Distribuição temporal do índice multivariado do ENOS e as fases da ODP**



Fonte: Noaa (2024).

Partindo das observações relatadas anteriormente, o objetivo desta pesquisa foi analisar a distribuição dos totais mensais de chuva nos meses correspondentes ao período chuvoso em Goiás e no Distrito Federal, em dois episódios de El Niño, sendo um associado à fase quente da ODP e o outro associado à fase fria.

É importante ressaltar que o recorte espacial, abordado neste estudo, é economicamente dependente do agronegócio, por isso resultados de pesquisas como esta se tornam fontes de informações para a gestão dos recursos hídricos e para o planejamento ambiental e territorial, evidenciando a relevância deste estudo no âmbito da dinâmica socioespacial e da perspectiva ambiental.

Como foi mencionado anteriormente, a alteração nos regimes de chuva, seja anual, mensal ou sazonal, contribui na origem de impactos que podem afetar diretamente esses setores mencionados. Por isso, há necessidade de compreender, de forma detalhada, como o ENOS exerce sua influência na distribuição das chuvas e nos seus extremos no estado de Goiás e no Distrito Federal. Cabe ressaltar que essa

pesquisa tem como propósito explorar somente amostras das condições de El Niño. Outros estudos terão a possibilidade de ampliar a investigação de fenômenos de origem oceânico-atmosférico, buscando se dedicar na compreensão das relações do ENOS e ODP nas condições de La Niña e de Neutralidade.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo se refere ao estado de Goiás e ao Distrito Federal, localizados na região Centro-Oeste do Brasil. O estado de Goiás e o Distrito Federal somam um território com extensão de 345.890 km<sup>2</sup>, que corresponde a quase 4% do território do Brasil. Desse total, 340.111km<sup>2</sup> referem-se a Goiás e 5.779km<sup>2</sup>, ao Distrito Federal.

As estimativas realizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), para o ano de 2023, apontam que Goiás possui uma população de 7.206.589 habitantes. O Distrito Federal possui uma população, nesse mesmo ano, de 3.094.325 habitantes.

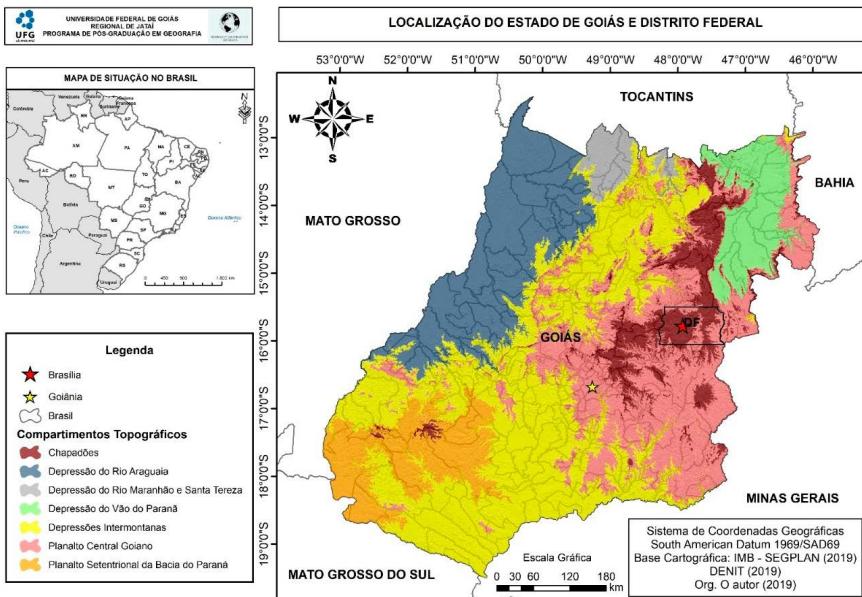
Segundo o Instituto Mauro Borges (2023), apesar de o estado de Goiás passar por um processo crescente de industrialização, a agricultura e a pecuária continuam sendo sua principal atividade econômica, pois a produção de grãos e a carne produzida em Goiás são atividades comerciais fortemente impulsionadas pela exportação. Todavia, os dois setores citados são bastante vulneráveis à variabilidade climática, desde a variação do regime de precipitação entre anos secos e chuvosos, assim como devido a eventos extremos de precipitação ou por estiagens prolongadas, que acarretam em perdas na produção agrícola e de insumos para criação de bovinos, de suínos e de aves.

O IBGE (2019) indica que o estado de Goiás ocupa a 4<sup>a</sup> posição no ranking de produção de grãos no país, com maior expressividade na produção de milho, soja, sorgo, cana-de-açúcar, tomate, feijão e algodão herbáceo. Com relação à produção de carnes, o mesmo instituto aponta que no ano de 2018 o estado de Goiás foi responsável por 6,5% da criação nacional de aves, 4,1% de suínos e 10,3% de bovinos.

No contexto dos aspectos geomorfológicos, o relevo da área de estudo é formado por depressões, planaltos e chapadões. Segundo

Nascimento (2016), é composta por sete compartimentos topográficos, que se distinguem em relação às características de altitude e formas do relevo (Mapa 1).

**Mapa 1 – Compartimentos topográficos de Goiás e do Distrito Federal**



Fonte: Nascimento (2016), Org. Os autores (2019).

As sete unidades geomorfológicas distribuídas regionalmente são:

- Chapadões de Goiás e Distrito Federal: ocorrem de forma concentrada em uma faixa que corresponde ao centro-nordeste goiano. Também se apresenta em algumas estruturas no sudoeste e leste de Goiás. Conforme Nascimento (1992), nesta unidade se encontram locais de maior altitude do relevo que variam entre 960 m e 1672 m.
- Depressão do Rio Araguaia: localizada no noroeste e oeste do estado de Goiás, as características sinalizaram influências do processo de pediplanação, conforme o IMB (2019). Essa área é

caracterizada por apresentar as menores cotas altimétricas que atingem até 183 m.

- c) Depressão do Alto Tocantins: localiza-se ao norte de Goiás, na região de Porangatu. Esse compartimento imprime na paisagem as menores cotas altimétricas, que variam entre 183 m e 420 m.
- d) Depressão do Vão do Paraná: localizada no nordeste de Goiás com altitudes que variam de 420 m a 700 m acima do nível do mar. Segundo Nascimento (1992), o termo *Vão* foi adotado para designar a depressão posicionada entre relevos mais elevados representados pelas escarpas do compartimento denominado anteriormente de Espigão Mestre. Atualmente se denomina de Platô Urucuia, de Chapadão Ocidental da Bahia, cujas bordas se localizam na divisa de Goiás com a Bahia.
- e) Relevos Residuais e Depressões Intermontanas: apresentam altitudes que variam de 420 m a 700 m e segundo Nascimento (1992) se caracterizam por formas amplas e tabulares localizadas em compartimentos de relevos residuais mais elevados do Planalto do Alto Tocantins/Paranaíba; confere-se para essa unidade uma estrutura intermontana.
- f) Planalto Central Goiano: possui altitudes que variam de 700 a 960 m acima do nível do mar e corresponde ao Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba; conforme a proposta de Nascimento, (1992) se configura como uma área constituída de relevos rebaixados por ação de processos erosivos.
- g) Planalto de Rio Verde: situado no sudoeste de Goiás, possui altitudes que variam entre 700 e 960 m acima do nível do mar. Corresponde à unidade Planalto Setentrional da Bacia do Paraná definida por Nascimento (1992) e se divide em dois compartimentos: o Planalto de Caiapônia, área de menor altitude (400 – 700 m), que se localiza entre as escarpas da *cuesta* do Caiapó, e a Depressão do Araguaia. O outro compartimento é o Planalto do Rio Verde, onde se constitui o reverso da *cuesta* do Caiapó e se divide em duas unidades geomorfológicas, uma mais elevada e outra mais rebaixada.

O uso da terra na área de estudo é marcado pelo predomínio de usos antrópico (64%) com relação à cobertura natural (36%), tendo como referência os dados dos mapeamentos anuais de cobertura e uso da terra disponibilizados pelo Projeto Mapbiomas referente ao ano de 2022. Dentre os usos antrópicos, o predomínio é de pastagens (38,3%) e agricultura (14,5%), ao passo que dentre as coberturas vegetais prevalece a formação savântica (18%), seguida pela florestal (11,9%) e campestre (4%). As manchas de vegetação nativa de cerrado se concentram principalmente no norte e no nordeste de Goiás, com fragmentos de vegetação presentes por toda a área em estudo.

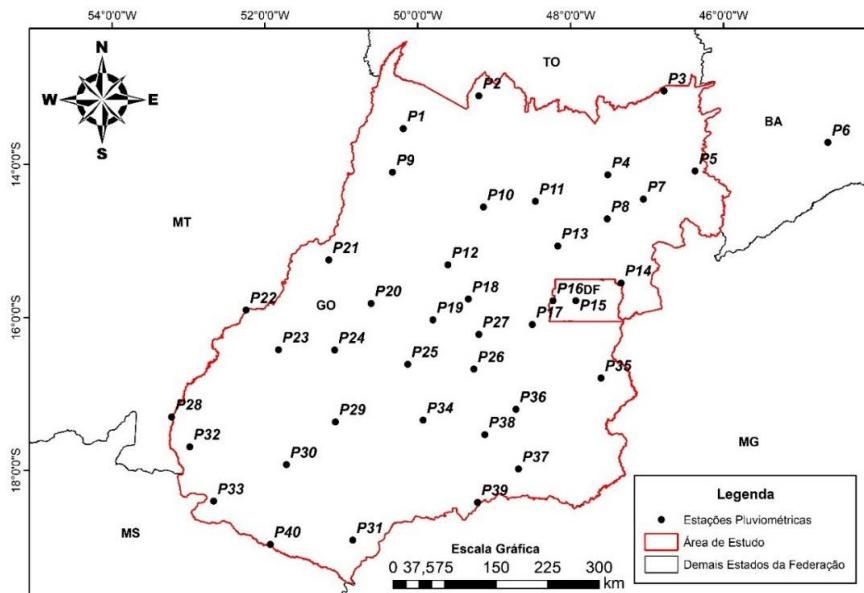
Em relação aos aspectos climáticos, o estudo de Nimer (1979) revela uma tipologia de clima tropical do Brasil Central, com predomínio do subtipo quente semiúmido, com 4 a 5 meses secos. Na região central e no Distrito Federal, onde ocorrem o Planalto Central Brasileiro e o Planalto Central Goiano, prevalece o subtipo subquente semiúmido, com 4 a 5 meses secos.

Nimer (1979), Quadros (1994) e Abreu (1998) apontaram que os principais sistemas atmosféricos responsáveis pela dinâmica climática do Centro-Oeste do Brasil são: a) o sistema de circulação perturbada de oeste promovido pela atuação da Massa Equatorial Continental (mEc); b) o sistema de circulação perturbada de norte representado pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT); c) o sistema de circulação perturbada de sul, representado pela Frente Polar Atlântica (FPa); d) a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

## **PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Inicialmente foi realizada a revisão bibliográfica relacionada à temática abordada para a construção do embasamento teórico-metodológico. Em seguida, realizou-se o levantamento dos dados pluviométricos de estações administradas pela Agência Nacional de Águas (ANA) e pelo Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet). Foram selecionadas 40 estações pluviométricas com série histórica homogênea de 41 anos (1975 a 2016) – conforme indicado pelo Mapa 2.

**Mapa 2 – Distribuição espacial das estações pluviométricas na área de estudo**



Fonte: Ana (2024), Org. Os autores (2024).

A rede de estações pluviométricas selecionadas para o trabalho contempla todos os compartimentos topográficos da área de estudo. Essa distribuição espacial bem representativa é importante, pois conforme os resultados demonstrados por Nascimento (2016), os compartimentos atuam como fatores determinantes nas condições climáticas, sobretudo na distribuição espacial das chuvas em Goiás e no Distrito Federal.

Entre as 40 estações, 10 apresentaram falhas de dados durante a série histórica selecionada para este estudo. Para o preenchimento das falhas foi utilizado o método da ponderação regional, proposto por Bertoni e Tucci (2000), que utiliza dados de três ou mais estações pluviométricas que estejam em um raio máximo de 150 km. A ponderação regional considera três fatores: 1) a qualidade dos dados da estação definida para o preenchimento das falhas; 2) a distância em relação à estação que está com dados faltantes; e 3) a altitude e a semelhança das características geográficas da área. Dessa forma, o procedimento descrito foi aplicado por meio da equação 1.

$$Y = \frac{\bar{P}_y}{3} \left( \frac{P_{x1}}{\bar{P}_{x1}} + \frac{P_{x2}}{\bar{P}_{x2}} + \frac{P_{x3}}{\bar{P}_{x3}} \right) \quad (1)$$

Onde  $Y$  é a estação com dados faltantes,  $\bar{P}_y$  é a precipitação média (mensal ou anual) da estação  $Y$ . Já  $P_{x1}$ ,  $P_{x2}$  e  $P_{x3}$  são as precipitações mensais ou anuais das estações vizinhas escolhidas para fornecer os dados para o preenchimento da estação  $Y$ , e os valores correspondentes ao  $\bar{P}_{x1}$ ,  $\bar{P}_{x2}$  e  $\bar{P}_{x3}$  são as médias mensais, ou anuais, dessas três estações vizinhas.

Esse procedimento é empregado em estudos nas áreas de climatologia e hidrologia, áreas em que se verifica aplicação em pesquisas desenvolvidas por Tucci e Silveira (2004), Mariano (2005), Zavattini e Boin (2013), Neves (2018), com estudos na área de climatologia e hidrologia.

## OBTENÇÃO E DEFINIÇÃO DAS FASES E INTENSIDADE DO ENOS E DAS FASES DA ODP

Os dados referentes ao ENOS e a ODP foram obtidos junto à *National Oceanic and Atmospheric Administration NOAA*, que disponibiliza informações referentes a esses fenômenos em sua página virtual no endereço eletrônico <https://www.ncdc.noaa.gov/teleconnections/>. Em relação ao ENOS, as fases quente e fria, chamadas de El Niño e La Niña, respectivamente, bem como sua intensidade (fraca, moderada, forte e muito forte), foram definidas por meio do Índice Oceânico Niño (ION), registrado pela NOAA desde o ano de 1950 e disponibilizado na *homepage* da organização.

## DEFINIÇÃO DAS REGIÕES PLUVIOMÉTRICAS

Em função do grande volume de dados pluviométricos obtidos pelas 40 estações, o resultado seria uma análise extremamente laboriosa e exaustiva sobre as influências do ENOS e da ODP na variabilidade das chuvas em cada estação. Além dessas questões operacionais, é coerente considerar que há semelhanças, quanto à distribuição espacial e temporal das chuvas na área de estudo, conforme foi identificado por

Nimer (1979) e por Nascimento (2016). Nesse sentido, haveria uma repetição exaustiva referente à dinâmica das chuvas em duas, três, quatro ou mais estações pluviométricas, sobretudo entre aquelas muito ou relativamente próximas.

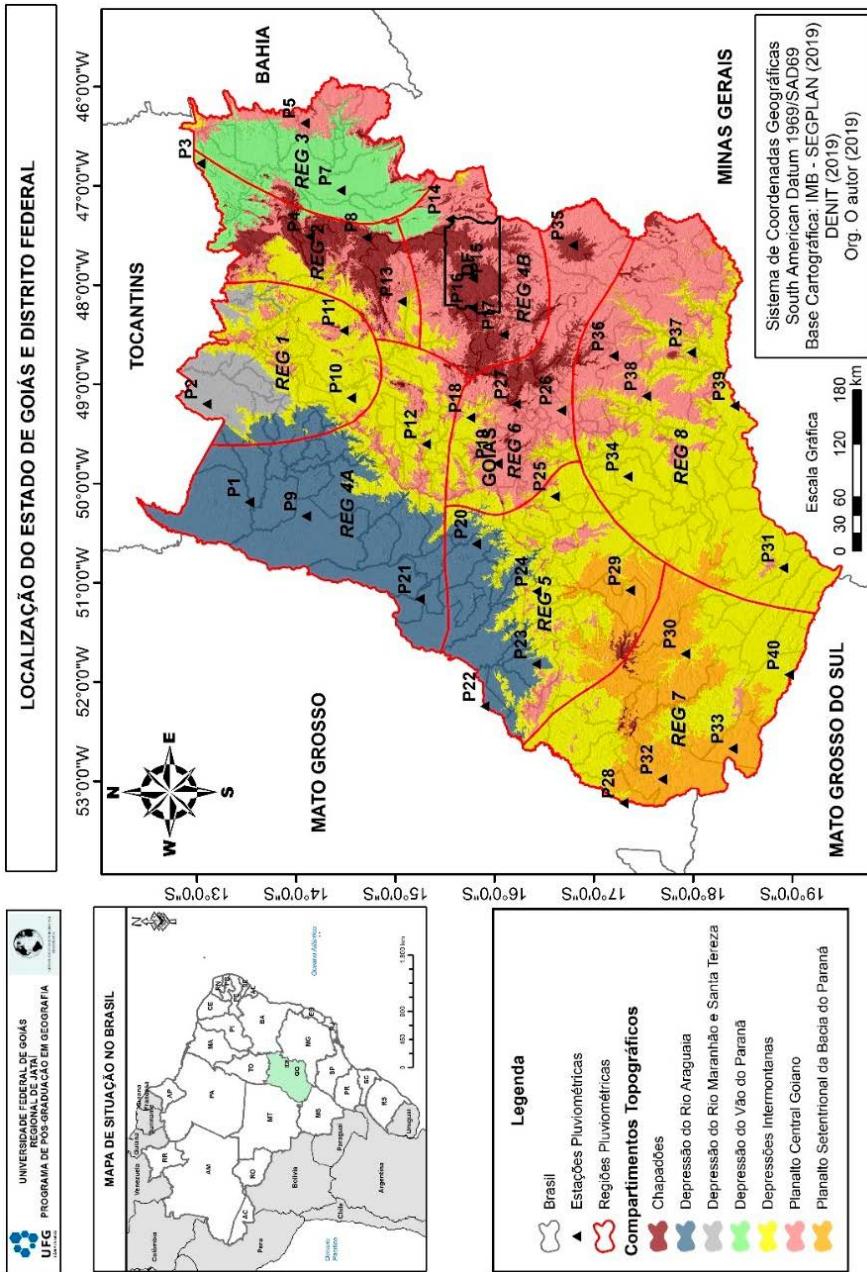
Desse modo, foi aplicada a técnica de análise de agrupamento de dados pluviométricos para definição das regiões com pluviosidade homogênea, conforme sugerido por Silvestre, Sant'Anna Neto e Flores (2013). Para tanto, foi organizada uma planilha eletrônica com os totais anuais de chuva, referentes a cada estação e para cada ano da série histórica foi elencada para análise.

Em seguida, a planilha com os dados pluviométricos foi inserida no *software R*, para aplicação da técnica de análise de agrupamento. Foi empregada a técnica de hierarquização, a partir do método de Ward, também utilizado por Baldo (2006) para agrupar dados de chuva no estudo realizado na bacia hidrográfica do rio Ivaí.

Conforme frisado por Silvestre, Sant'Anna Neto e Flores (2013, p. 31), “o usuário da análise deve decidir sobre o ponto de corte, que define o número de grupos desejados”. Essa escolha é arbitrária; no entanto, para se assegurar uma quantidade ideal de grupos/regiões pluviométricas, considerou-se a disposição dos compartimentos topográficos definidos por Nascimento (2016) e retratados pelo Mapa 1. Desse modo, foi estabelecido um ponto de corte que resultou em nove grupos gerados pela análise de agrupamento, cuja quantidade e extensão demonstraram relativa associação com a compartimentação topográfica da área em apreço, conforme demonstrado pelo Mapa 3.

Assim, como representante de cada região pluviométrica, foi elencada uma estação para a análise, sendo que tal escolha foi baseada em dois critérios: a) posição mais centralizada dentro da região pluviométrica; b) menor quantidade de falhas nos dados.

**Mapa 3 – Regiões pluviométricas do estado de Goiás e do Distrito Federal definidas a partir da análise de agrupamentos**



Fonte: Os autores (2024).

## PROCEDIMENTO METODOLÓGICO PARA ESCOLHA DOS EPISÓDIOS DE EL NIÑO/ODP QUENTE E EL NIÑO/ODP FRIA

Com base nos episódios de El Niño e ODP, obtidos a partir dos dados fornecidos pela Noaa, foram definidos os episódios mais extremos de El Niño, em ambas as fases da ODP.

Em seguida, considerando toda a série histórica, foi construído um banco de dados com os totais mensais de chuva para cada uma das regiões pluviométricas, para gerar os limites superiores e inferiores para cada mês, sendo que os limites definem a oscilação considerada estatisticamente normal dos totais mensais de chuva.

Há de se considerar que a média, conforme foi salientado por Zavattini e Boin (2013) e Vieira (2017), é uma medida de tendência central que resume a informação contida num conjunto de dados. Portanto, por meio dos limites, é possível identificar a variação, considerada normal, dos totais mensais de chuva.

Para estabelecer os limites, geraram-se a média e o desvio padrão dos totais de chuva em cada mês do ano durante toda a série histórica. Em seguida se definiu o número de amostras (que correspondeu a 41) e estabeleceu-se o nível de confiança estatística de 97%. Posteriormente, gerou-se o intervalo de confiança por meio da equação 2, conforme Vieira (2017).

$$\bar{X} \pm Z \frac{s}{\sqrt{n}} \quad 02)$$

onde  $\bar{X}$  é a média do conjunto de dados,  $Z$  é o valor correspondente ao nível de confiança descrito na tabela Z, que nesse caso foi de 2,17,  $s$  é o desvio padrão do conjunto de dados e  $n$  o número de amostras.

Após terem sido determinados os limites, foram gerados gráficos compostos pelos limites (superiores e inferiores) e os totais mensais de chuva de cada mês correspondente ao período, quando mais de 95% das chuvas ocorrem (setembro, outubro, novembro, dezembro, janeiro,

fevereiro, março, abril e maio), para cada região pluviométrica de Goiás e do Distrito Federal.

Também se utilizaram dados do SPI mensal, produzido e disponibilizado pelo Centro de Pesquisa de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC,) que revelaram a intensidade das anomalias dos totais mensais de chuva.

Os testes estatísticos  $F$  e  $t$  de Student foram aplicados para verificar a homogeneidade ou não das variâncias e também para verificar se houve uma variação significativa ou não entre os totais anuais de chuva dos episódios de El Niño/ODP Quente e El Niño/ODP Fria.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os episódios selecionados para análise foram divididos em dois grupos, um que esteve sob a ação da ODP positiva (1982/1983 – El Niño Muito Forte) e outro sob atuação da ODP negativa (2015/2016 – El Niño Muito Forte).

No episódio de El Niño 1982/1983 (ODP Quente), todas as regiões pluviométricas registraram totais de chuva superiores aos que foram registrados no episódio de El Niño de 2015/2016 (ODP Fria). A maior diferença foi registrada em Itumbiara (879,2 mm) e a menor em Flores de Goiás (259,3 mm) (Tabela 1).

O Teste  $F$  revelou que as variâncias entre os grupos foram homogêneas, pois o valor de  $p$  foi maior que 0,05 e o Teste  $t$  demonstrou que as diferenças entre os totais de chuva de Goiás e do Distrito Federal, obtidos nos dois episódios, foram estatisticamente significativas, pois o valor de  $p$  (0,0001) foi menor que 0,05.

As diferenças entre os totais de chuva dos episódios de El Niño foram divergentes e no episódio que esteve sob a influência da ODP Quente ocorreu maior volume de chuva.

**Tabela 1** – Diferença dos totais pluviométricos dos anos hidrológicos 1982/1983 (El Niño/ODP Quente) e 2015/2016 (El Niño/ODP Fria) e em Goiás e no Distrito Federal

Regiões Pluviométricas	1982/1983 (mm)	2015/2016 (mm)	Diferença (mm)
Porangatu	1.465,5	1.199,1	266,4
Alto Paraíso de Goiás	1.435,0	868,7	566,3
Flores de Goiás	1.195,4	936,1	259,3
Britânia	1.714,6	1.145,5	569,1
Brasília	1.650,5	1.044,9	605,6
Iporá	1.989,9	1.214,5	775,3
Goiânia	1.900,7	1.437,9	462,8
Jataí	1.955,0	1.406,2	548,8
Itumbiara	2.075,4	1.196,2	879,2

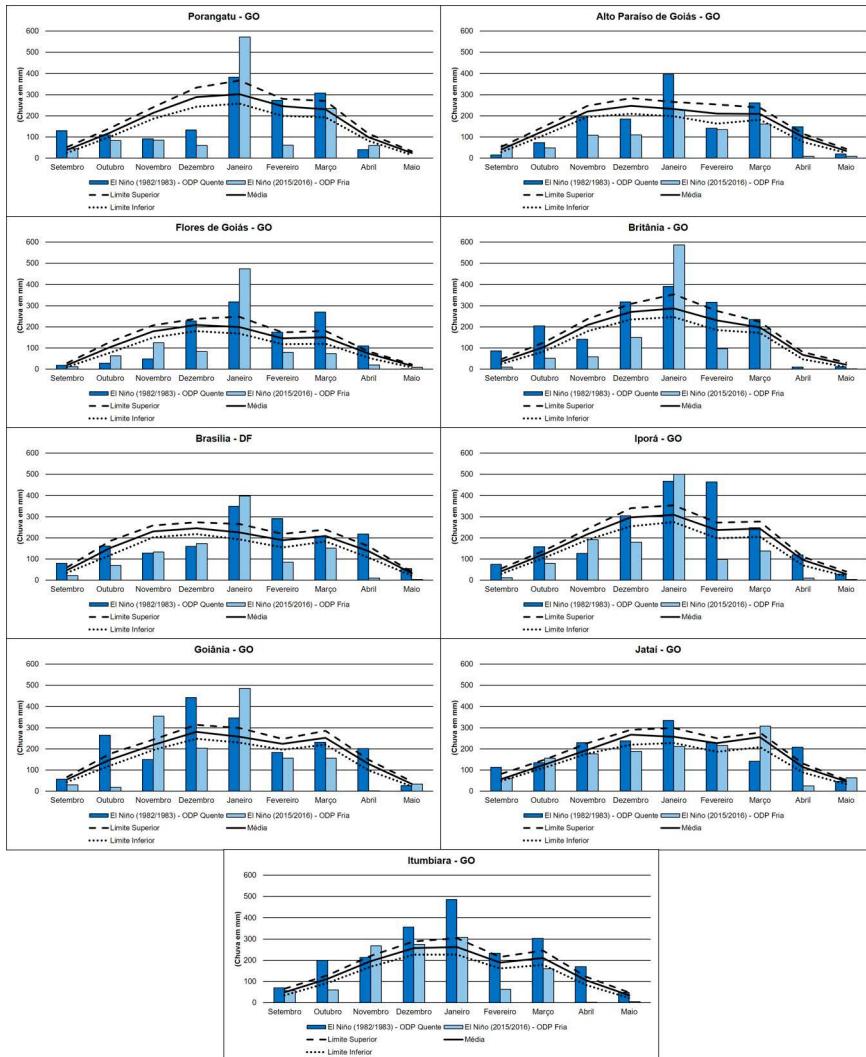
Fonte: Os autores (2021).

No episódio de 1982/1983, o acumulado de chuva no mês de janeiro/1983 foi acima do limite superior em todas as regiões pluviométricas. Os acumulados de fevereiro/1983 foram acima do limite superior em Britânia, Brasília e Iporá, e os totais mensais do mês de março ultrapassaram o limite superior em Porangatu, Alto Paraíso de Goiás, Flores de Goiás e Itumbiara (Gráfico 1).

Também é possível notar que os acumulados de chuva do mês de outubro/1982 estiveram dentro da normalidade prevista (entre o limite mínimo e o máximo) ou acima do limite máximo nas regiões pluviométricas localizadas no centro-sul (Britânia, Iporá, Goiânia, Brasília, Jataí e Itumbiara). Os meses de novembro/1982 e dezembro/1982 apareceram nas regiões pluviométricas, com acumulados de chuva dentro da normalidade (Alto Paraíso de Goiás, Jataí e Itumbiara) ou abaixo do limite mínimo previsto (demais regiões).

Nota-se que o total de chuva do mês de janeiro/1983 foi acima do limite máximo ou dentro da normalidade em todas as regiões pluviométricas. Em Porangatu, Flores de Goiás, Britânia, Brasília, Iporá e Goiânia o volume de chuva registrado em janeiro de 2016, foi superior

**Gráfico 1 – Distribuição dos totais mensais de chuva nas regiões pluviométricas de Goiás e do Distrito Federal entre os anos hidrológicos de El Niño 1982/1983 e de 2015/2016**



Fonte: Os autores (2024).

ao de janeiro de 1983. Em Britânia, o acumulado de chuva foi próximo a 600 mm, que correspondeu a quase 50% da média de chuva prevista para todo o ano hidrológico.

Esse fato indicou que nessas regiões houve maior concentração das chuvas no mês de janeiro/2016, enquanto nos demais meses foi observada uma redução dos acumulados de chuva, ao ponto de permanecerem abaixo do limite mínimo previsto como normal.

O mês de janeiro também apresentou disparidade entre as fases da ODP. A concentração dos volumes de chuva em janeiro de 2016 fez com que os acumulados de chuva fossem maiores que os acumulados registrados no mês de janeiro de 1983, na maioria das regiões pluviométricas, porém com um percentual menor.

Em Alto Paraíso de Goiás, Jataí e em Itumbiara os acumulados de janeiro de 1983 foram superiores aos de janeiro de 2016, com a maior diferença registrada em Alto Paraíso de Goiás (100,9%). Nas demais regiões pluviométricas os acumulados de chuva em janeiro de 1983 foram inferiores, pouco mais de – 33% nas regiões de Porangatu (-33,1%), Flores de Goiás (-33,0%) e em Britânia (-33,3%) (Tabela 2).

**Tabela 2** – Acumulados de chuva registrados  
em janeiro de 1983 e janeiro de 2016

Regiões Pluviométricas	Jan./83	Jan./16	Dif. (mm)	Dif. (%)
Porangatu	381,7	571,3	-189,6	-33,1
Alto Paraíso de Goiás	396,4	197,3	199,1	100,9
Flores de Goiás	316,9	473,1	-156,2	-33,0
Britânia	391,3	587	-195,7	-33,3
Brasília	348,3	393,1	-44,8	-11,3
Iporá	467,4	500,33	-32,93	-6,5
Goiânia	346,2	484,8	-138,6	-28,5
Jataí	333,4	211,1	122,3	57,9
Itumbiara	484,9	307,4	177,5	57,7

Fonte: Os autores (2024).

Entre os meses mais chuvosos os acumulados de chuva foram abaixo do limite mínimo estabelecido na maior parte das regiões pluviométricas, principalmente em novembro, dezembro, fevereiro e março. Entretanto em houve exceções como foi caso de Goiânia no mês de novembro/1982, em Jataí nos meses de fevereiro e março, e em Itumbiara nos meses de novembro/1982 e dezembro/1982.

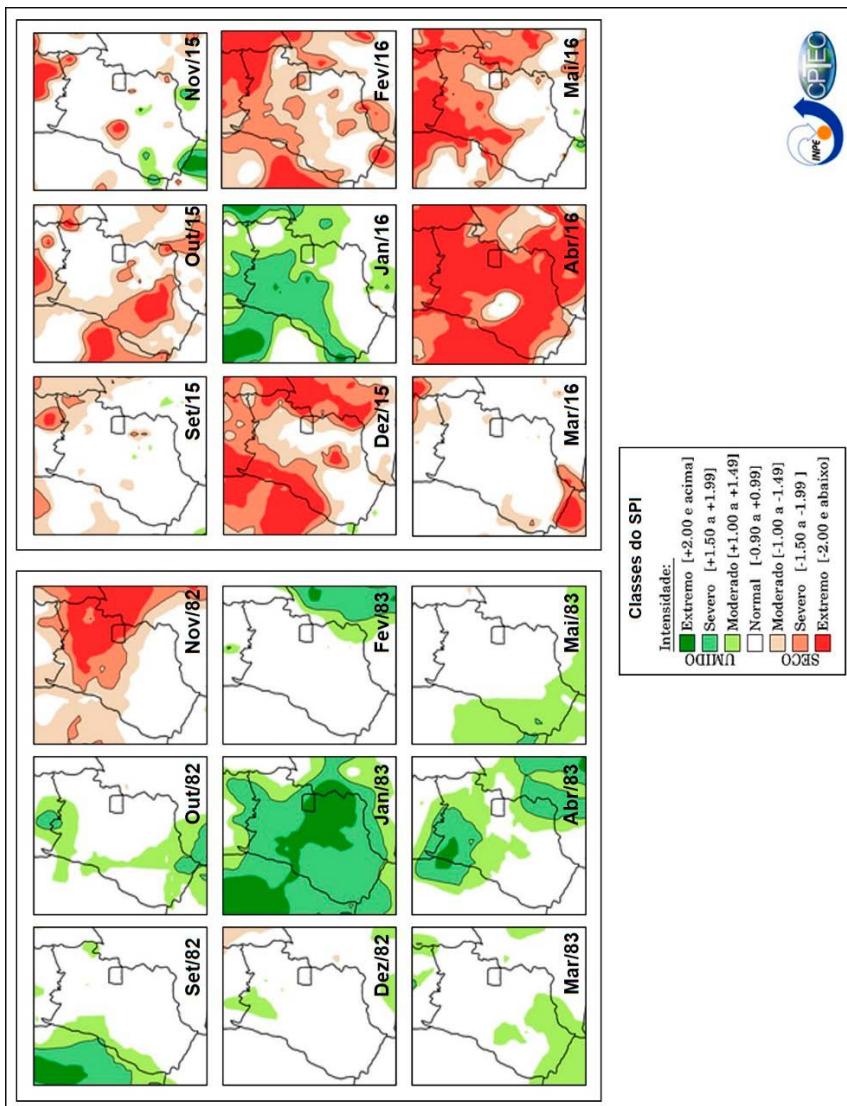
As informações do Índice de Precipitação Padronizado (SPI) revelaram que no episódio de 1982/1983 (ODP Quente) apenas o mês de novembro/1982 apresentou anomalias de chuva entre moderadas e extremamente secas no centro-norte da área de estudo.

Nos demais meses as anomalias foram classificadas entre normal e extremamente úmida, porém, no mês de janeiro/1983, prevaleceram anomalias classificadas como severas a extremamente úmidas em Goiás e no Distrito Federal. Somente no Vão do Paraná, onde está a região pluviométrica de Flores de Goiás, as anomalias foram moderadamente úmidas a normal (Mapa 4).

No episódio de 2015/2016 (ODP Fria), os meses de outubro/2015, dezembro/2015, fevereiro/2016, abril/2016 e maio/2016 registraram anomalias negativas de precipitação, que variaram de moderada a extremamente seca e indicaram que o volume de chuva foi abaixo da climatologia desses meses. Somente o mês de janeiro/16 apresentou anomalias positivas variando de moderada a severamente úmida no Centro-Norte e em parte do sudoeste de Goiás.

Em síntese, pode-se afirmar que: a) os acumulados anuais e a distribuição mensal das chuvas foram divergentes entre os dois episódios de El Niño; b) no episódio que esteve sob atuação da ODP Quente, os acumulados anuais foram maiores e os meses de outubro/82, novembro/82 e dezembro/82 se alteraram, entre as regiões pluviométricas, com acumulados de chuva abaixo do limite mínimo; c) no episódio de 2015/2016, os volumes mensais de chuva foram abaixo do que era esperado na maior parte dos meses; d) o volume de chuva registrado no mês de janeiro de ambos os episódios superou o limite máximo estabelecido em todas as regiões pluviométricas, ou seja, o volume de chuva foi acima do que era esperado.

**Mapa 4 – SPI dos totais mensais de chuva dos anos hidrológicos de El Niño 1982/1983 e 2015/2016 em Goiás e no Distrito Federal**



Fonte: CPTEC (2024). Org. Os autores (2024).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da análise apresentada, foi possível diagnosticar que a associação entre o El Niño e as fases da ODP interferiu na distribuição dos totais mensais de chuva em Goiás e no Distrito Federal.

A associação entre El Niño/ODP Quente proporcionou uma distribuição de chuva mais próxima da normalidade verificada em cada mês. Os dados do SPI demonstraram que houve chuvas acima da normalidade em janeiro/83 e apenas no mês de novembro/82 houve registros de anomalias negativas de chuva, que foram classificadas como severas e extremamente secas na porção norte/nordeste de Goiás.

No episódio de El Niño/ODP Fria nota-se uma concentração do volume de chuva, acima da normalidade, no mês de janeiro/16 e, baseado no SPI, houve maiores anomalias de condições moderadas a extremamente secas nos demais meses analisados, abrangendo a maior parte da área em estudo nos meses de outubro/15 (centro-sul), dezembro/15 (oeste-norte e nordeste), fevereiro/16 (centro-norte) e abril/16 (todo estado de Goiás e Distrito Federal).

Também ficou evidente que no mês de janeiro, independentemente da fase da ODP, a condição de El Niño corroborou para totais de chuva acima da normalidade. É importante que novas pesquisas continuem sendo desenvolvidas com o objetivo de averiguar as telecomunicações e seus impactos na variabilidade climática em Goiás, sendo que os extremos climáticos impactam diretamente a nossa vida, seja em termos econômicos ou mesmo de saúde.

A metodologia empregada tem limitações, como qualquer outra, pois ao estudar o clima, a dinâmica das chuvas, são apresentadas estimativas, portanto é necessário que continuem desenvolvendo novas abordagens metodológicas para conseguir produzir informações cada vez mais precisas sobre a realidade climática de Goiás, do Brasil, do Mundo.

## REFERÊNCIAS

ABREU, M. L. de. Climatologia da estação chuvosa de Minas Gerais: de Nimer (1977) à Zona de Convergência do Atlântico Sul. *Revista Genomos*, n. 6, v. 2, p.

17-22, 1998. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/revistageonomos/article/view/11466>. Acesso em: 23 jun. 2023.

ANDREOLI, R. V.; KAYANO, M. T. A influência do Atlântico tropical sul e Pacífico leste na variabilidade de precipitação do nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 22, p. 63-64, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbmet/v22n1/a07v22n1.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2023.

BALDO, M. C. Variabilidade pluviométrica e a dinâmica atmosférica na bacia hidrográfica do rio Ivaí-PR. 2006. p. 172. **Tese** (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia da Unesp de Presidente Prudente-SP. Unesp, 2006. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/10143>. Acesso em: 2 fev. 2024.

BERTONI, J. C.; TUCCI, C. E. M. Precipitação. In: TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: ABRH, 2000.

CABRERA, J. L. B.; ROMERO, E. A.; GONZALES, F. J. R.; LÓPEZ, O. R. Effects of ENSO, on precipitation in Mexico City. **Investigaciones Geográficas**, n. 97, p. 1-12, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.org.mx/pdf/igeo/n97/2448-7279-igeo-97-00002.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2024.

COSTA, J. A.; SILVA, D. F. da. Distribuição espaço-temporal do Índice de anomalia de chuva para o Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.10, n. 4, p. 1002-1013, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/234026>. Acesso em: 25 abr. 2024.

DA SILVA, D. F. Influência da variabilidade interdecadal do clima associada ao ENOS sobre o estado do Ceará. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 4, n. 2, p. 86-98, Aquibadabá-2013. Disponível em: <https://sustenere.co/index.php/rica/article/view/ESS2179-6858.2013.002.0005>. Acesso em: 18 set. 2023.

DA SILVA, D. F.; GALVINCIO, J. D.; NOBREGA, R. S. Influência da variabilidade climática e da associação de fenômenos climáticos sobre sub-bacias do rio São Francisco. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 19, p. 46-56, Rio de Janeiro-RJ. Disponível em: [https://www.rbciamb.com.br/Publicacoes\\_RBCIAMB/article/view/361/310](https://www.rbciamb.com.br/Publicacoes_RBCIAMB/article/view/361/310). Acesso em: 22 set. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2019. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmun=521020>. Acesso em: 28 jun. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2023. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmun=521020>. Acesso em: 28 jun. 2023.

IMB. Instituto Mauro Borges. **Perfil dos Municípios Goianos 2019**. Disponível em: <http://www.imb.go.gov.br/>. Acesso em: 28 jun. 2023.

KAYANO, M. T.; ANDREOLI, R. V. Variabilidade decenal e multidecadal. In: CAVALCANTI, I. F. de A.; FERREIRA, N. J.; DA SILVA, M. G. A. J.; DIAS, M. A. F. da S. **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

MARCUZZO, F.; GOULARTE, E. R. P. Índice de anomalia de chuva do estado do Tocantins. In: **Revista Geoambiente on-line**, n. 19, p. 55-71, 2012. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/geoambiente/article/view/26056>. Acesso em: 20 abr. 2024.

MARIANO, Z. de F. **A importância da variável climática na produtividade da soja no sudoeste de Goiás**. 2005. p. 168. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia da Unesp de Rio Claro-SP. Unesp, 2005. Disponível em: [http://www.acervodigital.unesp.br/handle/unesp/169267?locale=pt\\_BR](http://www.acervodigital.unesp.br/handle/unesp/169267?locale=pt_BR). Acesso em: 21 out. 2023.

MOLION, L. C. B. Aquecimento global, el niños, manchas solares, vulcões e oscilação decadal do Pacífico. **Revista Climanalise**, n. 1, 2005. Disponível em: [http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/revista/pdf/Artigo\\_Aquecimento\\_0805.pdf](http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/revista/pdf/Artigo_Aquecimento_0805.pdf). Acesso em: 18 jun. 2023.

MORAES, M. de P. C.; NERY, J. T. Análise da variabilidade pluvial na unidade de gerenciamento de recursos hídricos do Paraíba do Sul (UGHRI-2). **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 14, 264-274, 2014. Disponível em: <http://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/36536>. Acesso em: 20 abr. 2024.

NASCIMENTO JUNIOR, L.; SANT'ANA NETO, J. L. Contribuição aos estudos da precipitação no estado do Paraná: a oscilação decadal do Pacífico – ODP. **Revista Ra'e Ga: Espaço em Análise**, v. 35, p. 314-343. Curitiba-PR, 2015. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/42048>. Acesso em: 12 set. 2023.

NASCIMENTO, D. T. F. **O ritmo e a gênese das chuvas no estado de Goiás e no Distrito Federal a partir de estimativas de precipitação por satélite**. 2016. p. 203. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia do Iesa/UFG, UFG, 2016.

NASCIMENTO, D. T. F.; LIMA, L. V. V.; CRUZ, V. P. Episódios e gênese dos eventos climáticos extremos em Goiânia (GO). In: **Cadernos de Geografia**, PUC-Minas, v. 29, p. 583-608, 2019. Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/19598>. Acesso em: 22 nov. 2024.

NASCIMENTO, M. A. L. S. Geomorfologia do estado de Goiás. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 12, n. 1, 1992. Disponível em: [https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/215/o/NASCIMENTO\\_Maria\\_Amelia\\_Leite\\_Geomorfologia\\_Go.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/215/o/NASCIMENTO_Maria_Amelia_Leite_Geomorfologia_Go.pdf). Acesso em: 22 ago. 2023.

NEVES, G. Z. de F. **Distribuição geográfica das chuvas no estado de Goiás e Distrito Federal: dinâmica e aplicações nos estudos rítmicos**. 2018. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, USP, São Paulo-SP, 2018. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-22052018-174146/pt-br.php>. Acesso em: 12 jul. 2023.

NIMER, Edmon. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979, p. 391-404.

NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration. El Niño South Oscillation (ENSO), 2019. Disponível em: <https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/MJO/enso.shtml>. Acesso em: 20 jun. 2023.

NÓBREGA R. S.; SANTIAGO, G. A. C. F. Tendência de temperatura na superfície do mar nos oceanos Atlântico e Pacífico na variabilidade de precipitação em Pernambuco. **Revista Mercator**, Fortaleza-CE, v. 13, 2013, p. 107-118. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/mercator/v13n1/1676-8329-mercator-13-01-0107.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2024.

PHILIPPON, N.; ROUAULT, M.; RICHARD, Y.; FAVRE, A. The influence of ENSO on winter rainfall in South Africa. **International Journal of Climatology**, n. 32, 2012. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/joc.3403/pdf>. Acesso em: 18 abr. 2024.

QUADROS, M. F. L. **Estudo de episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre a América do Sul**. 1994. 94 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Inpe, São José dos Campos-SP, 1994. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/250986842\\_Estudo\\_de\\_episodios\\_de\\_zonas\\_de\\_convergencia\\_do\\_Atlantico\\_Sul\\_ZCAS\\_sobre\\_a\\_America\\_do\\_Sul](https://www.researchgate.net/publication/250986842_Estudo_de_episodios_de_zonas_de_convergencia_do_Atlantico_Sul_ZCAS_sobre_a_America_do_Sul). Acesso em: 23 jul. 2021.

SILVESTRE, M. R.; SANT'ANNA NETO, J. L.; FLORES, E. F. Critérios estatísticos para definir anos-padrão: uma contribuição à climatologia geográfica. **Revista Formação**, Unesp – Presidente Prudente-SP, v. 2, n. 20, p. 23-53, 2013. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/formacao/article/view/2360>. Acesso em: 22 abr. 2024.

SPINELLI, K.; MENDONÇA, M. Variabilidade sazonal da precipitação na bacia do Rio do Peixe (SC) e sua relação com ENOS e ODP. In: **Anais do XI Encontro Nacional da Anpege**, p. 7479-7491, 2015. Disponível em: <http://www.enanpege.ggf.br/2015/anais/>. Acesso em: 18 set. 2023.

TREJO, F. J. P.; BARBOSA, H. A.; RUIZ, I. Q.; PEÑALOZA-MURILLO, M. A. Patrones de circulación atmosféricos-oceánicos a meso-escala vinculados a las sequías extensas en Venezuela. **Revista Brasileira de Meteorología**, v. 31, n. 4, p. 468-489, 2016. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0102-77862016000800468&lng=pt&nrm=iso&tlang=es](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0102-77862016000800468&lng=pt&nrm=iso&tlang=es). Acesso em: 7 abr. 2024.

VIEIRA, S. **Estatística básica**. Cengage Learning. São Paulo-SP, 2017.

WEI, W.; SHI, Z.; YANG, X.; WEI, Z.; LIU, Y.; ZHANG, Z.; GE, G.; ZHANG, X.; GUO, H.; ZHANG, K.; WANG, B. Recent Trends of Extreme Precipitation and Their Teleconnection with Atmospheric Circulation in the Beijing-Tianjin Sand Source Region, China, 1960-2014. **Atmosphere**, v. 8, n. 83, p. 2-18, 2017. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4433/8/5/83>. Acesso em: 22 abr. 2024.

ZAVATTINI, J. A. A.; BOIN, M. N. **Climatologia Geográfica**: teoria e prática de pesquisa. Campinas, SP: Editora Alínea, 2013. 150 p.

# Unidades climáticas da alta bacia do Rio Vermelho, Goiás (GO)

ALLEF DIANINI MENDES MACHADO  
JOSÉ MARIA DOS SANTOS SOUZA  
JULIANE VIEIRA DE SOUZA SANTOS  
RAFAELA DE PAULA OLIVEIRA  
SUZANA MAGALHÃES DE ALMEIDA

**A**o contrário do que o senso comum imagina, que a simples divisão do planeta em zonas climáticas responderia por si só a toda a variação atmosférica existente, uma série de elementos complexos como relevo, solo, inclinação planetária, dinâmica dos oceanos, distribuição dos ecossistemas, dentre outros pontos lança constantemente o desafio inacabado de mapear e classificar plenamente a climatologia da biosfera.

Desde a Antiguidade, através de séculos de teorias e pesquisas de campo por profissionais de diversas áreas, a Academia continua a desconstruir conceitos e fórmulas quase tão rapidamente quanto as transformações atmosféricas ao longo das gerações.

Afinal, é comum em uma mesma latitude se perceber climas variáveis, haja vista a superfície da Terra não ser homogênea, não só na sua compleição física natural geodiversa como também nas adulterações da superfície do globo no incessante ato predatório sobre os recursos naturais e todo o refugo que isso pode gerar; não é à toa que já vivemos a Era do Antropoceno, nos permitindo presenciar fenômenos atmosféricos jamais vivenciados pelos nossos ancestrais.

O intuito das classificações climáticas baseia-se na descrição de diferentes parâmetros, na sistematização e simplificação da representação do grande volume de informações referentes às características do clima de um local, podendo ser dividido em hierarquias, escalas e parâmetros distintos (Nascimento *et al.*, 2023). A complexidade e as dificuldades que envolvem os procedimentos das classificações climáticas, variando em abordagens e técnicas diferenciadas, resultou em vários sistemas de classificação, sendo os seguintes critérios mais aplicados: precipitação, temperatura e a dinâmica das massas de ar.

De modo geral, destacam-se dois métodos de classificação climática: o estático, elaborado com base nas médias de longas séries de dados climáticos; e o dinâmico, baseado na investigação da gênese dos tipos de tempo e seu ritmo (Wanderley; Nóbrega, 2022). Como exemplo principal do método estático, temos Köppen-Geiger (1961), que organiza sua classificação em letras maiúsculas de acordo com a temperatura e localização dentro das zonas climáticas. Strahler (1951) adota o método dinâmico (genético) de classificação climática, baseado nos controles climáticos dos centros de ação, das massas de ar e dos processos frontológicos (Mendonça; Danni-Oliveira, 2007).

Para Fialho *et al.* (2023), neste momento, o domínio de informações geoespaciais, bem como os dados de reanálise, possibilitam uma nova perspectiva de emprego da informação climática. A proposição de classificações climáticas mais acuradas é essencial para o nosso planeta de superfície tão modificada e transformada. Vislumbra-se, assim, ampliar os horizontes dos estudos climáticos, e melhor explorar o fenômeno clima de maneira espacial, considerando a resolução espacial dos diferentes produtos de reanálise disponibilizados. Nos parece oportuno, assim, pensar em um hibridismo quando da proposição de classificações climáticas neste momento histórico-social, no hibridismo geográfico evidenciado por Souza (2016), no qual os métodos e objetos são aproximados, a fim de evidenciar e, mesmo, permitir a resolução de questões que permeiam a Geografia neste século XXI. No que tange a proposições de classificações climáticas com essa perspectiva híbrida, a proposta de Novais e Machado (2023), para o território brasileiro, traz consigo aspectos empíricos e genéticos e engloba critérios nas escalas superiores que abarcam fatores geográficos, como latitude, na

hierarquia do clima zonal e subtipos, mas também elementos hierarquizados dos domínios e subdomínios.

O Sistema de Classificação Climática de Novais (2019) engloba uma ordem de grandeza escalar voltada para estudos da Climatologia Geográfica. É possível observar, de maneira ampliada, não apenas os critérios de delimitação da classificação, mas também as ordens escalares e cartográficas. O método de Novais é considerado híbrido (dinâmico e estático), seguindo uma hierarquia que aborda desde os níveis superiores até os inferiores da escala climática (Fialho *et al.*, 2023).

Conforme Novais (2023), não há utilização de um parâmetro fixo, há uma combinação, de acordo com a escala taxonômica. Isso é consequência do novo modo de manuseio das informações climáticas de reanálise e dos bancos de dados geoespaciais, os quais permitem aprimorar o processo de delimitação das unidades espaciais do clima. Não de menor importância é a compreensão da necessidade da proposição de classificações climáticas cuja temporalidade incorpore as técnicas existentes sem desconsiderar o acúmulo epistêmico e metodológico conhecido.

De acordo com o Atlas do Estado de Goiás 2014, que relaciona os aspectos físicos de Goiás com o clima, o Estado é predominantemente tropical, com duas estações bem definidas, um período chuvoso e outro seco. O maior índice pluviométrico ocorre entre os meses de setembro e abril, com precipitação média anual entre 1.200 e 2.500 mm, com chuvas mais concentradas no verão.

Já Nimer (1989) diz que o comportamento da temperatura na região Centro-Oeste é decorrente de uma série de fatores geográficos e dinâmicos, que resultam em variações de temperaturas, e se deve à notável variação de latitude, à sua posição no interior do continente e às diferentes intensidades de participação do anticiclone polar. A continentalidade da região impede que as influências marítimas variem na grande amplitude térmica, sendo que a variação da latitude é a maior responsável pela temperatura de cerca de 26°C no extremo norte e de 22°C no extremo sul da região. No inverno, registram-se temperaturas mais baixas nos meses de junho e julho. Em Goiás, apenas algumas áreas do sul do Estado apresentam, nos meses de inverno,

temperaturas médias inferiores a 18°C e um total pluviométrico anual de 1.750 mm, com período de estiagem de quatro meses, referente aos meses de maio a agosto. A maior parte do território não possui sequer um mês de temperatura média inferior a 20°C (exceção do Planalto Central e Serra dos Caiapós) e, no norte de Goiás, chega a ser superior a 24°C (Novais, 2020).

Uma bacia hidrográfica é, segundo Teodoro *et al.* (2007), um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático. As águas superficiais escoam para as partes mais baixas do terreno, formando as drenagens que descem, juntam-se a outras drenagens, aumentando o volume até desembocarem no oceano.

Lima e Zakia (2000) acrescentam ao conceito geomorfológico da bacia hidrográfica uma abordagem sistêmica:

Sistemas abertos, que recebem energia através de agentes climáticos e perdem energia através do deflúvio, podendo ser descritos em termos de variáveis interdependentes, que oscilam em torno de um padrão, e, desta forma, mesmo quando perturbadas por ações antrópicas, encontram-se em equilíbrio dinâmico. Assim, qualquer modificação no recebimento ou na liberação de energia, ou modificação na forma do sistema, acarretará em uma mudança compensatória que tende a minimizar o efeito da modificação e restaurar o estado de equilíbrio dinâmico (Lima; Zakia, 2000, p. 226).

O presente objeto deste trabalho localiza-se na bacia hidrográfica do rio Tocantins-Araguaia, abrangendo a parte superior da bacia do rio Vermelho, um dos seus afluentes da margem direita, no município de Goiás (GO). A utilização da bacia hidrográfica para descrição do clima é muito importante, pois ela é caracterizada como unidade básica de análise ambiental por Tundisi (2005) e pelo método de Novais e Machado (2023), tem maior detalhamento das unidades climáticas em nível geomorfológico (subtipo climático), implicando num maior entendimento sobre a atuação do clima local.

## CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Município de Goiás fica localizado na mesorregião do noroeste goiano, na microrregião do Rio Vermelho, distante 136 km de Goiânia, capital do Estado de Goiás. Possui área total de 3.108 km<sup>2</sup> e população estimada de 24.070 habitantes (2023). A densidade demográfica é de 7,96 hab/km<sup>2</sup>. A sede do município tem as seguintes coordenadas geográficas: 15° 56' 02" de latitude sul e 50° 08' 24" de longitude a oeste de Greenwich (IBGE, 2024). Municípios limítrofes: Buriti de Goiás, Faina, Guaraíta, Heitoraí, Itaberaí, Itapirapuã, Itapuranga, Matrinchá, Mossâmedes e Novo Brasil.

A Cidade de Goiás, reconhecida pela Unesco como Patrimônio Mundial em 14 de dezembro de 2001, é o berço cultural do Cerrado brasileiro. A autenticidade de sua arquitetura colonial, erguida a partir do século XVIII, está em estrita consonância com suas serras, morros e rios, compondo um ambiente de singular originalidade, tombado pela Unesco e protegido por 4 Unidades de Conservação que envolvem o sítio histórico: o Parque Estadual Serra Dourada, a APA Súlivan Silvestre, a Reserva Biológica Professor José Ângelo Rizzo e o Parque Municipal da Estrada Imperial.

A bucólica paisagem urbana com suas estreitas ruas, sobrados, casas encostadas em telhados e paredes, tal qual descreveu a poetisa Cora Coralina, configura em seu complexo arranjo uma virtuosa combinação urbana-ambiental, mensageira de excepcional beleza. A identidade de seu povo é grifada por uma florescente e entusiasmada sensação de pertencimento, calcada em hábitos e costumes promotores de tradicionais festas e na religiosidade popular. A cultura vilaboense é traçada por uma síntese do aparente binômio Tradição-Modernidade.

A região da antiga capital dos goianos, a Cidade de Goiás, carinhosa ou polemicamente conhecida como Goiás Velho, teve o início de sua história oficial na primeira metade do século XVIII. Marcada pela colonização de exploração predatória, seus domínios naturais, totalmente inseridos na biota Cerrado, vivenciou impactos de depredação ainda nas primeiras décadas de povoamento europeu em atividades como o garimpo e seus desvios de cursos d'água, passando pela

extração de madeira e rochas de gnaisse, quartzito e esteatito (vulgo pedra-sabão) na construção civil e culminando em extensas áreas desmatadas para lavouras e rebanhos bovinos.

Já em 1782 havia Relatórios Reais denunciando a velocidade do desgaste das matas e da contaminação das águas pela mineração artesanal que envolvia assoreamento das calhas fluviais e o uso do perigoso mercúrio no processo de lavra. E são várias as análises, algumas até potencializadas, da “insalubridade” do clima do sítio urbano, em seu fundo de vale, ao longo do século XIX, que serviriam como argumento para o projeto de mudança da capital do Estado para Goiânia no século XX (Bertran, 1997).

Desde o período colonial buscava-se alternativas contornáveis ao sol abrasador dos trópicos nessas encostas do Vale do Rio Vermelho. A arquitetura vernacular, fazendo-se uso de materiais locais, encontrava estratégias como: paredes de taipa-de-pilão de até um metro ou mais de largura que isolassem o calor externo; porões em algumas residências mais abastadas que pudessem, ao mesmo tempo, barrar o calor ascendente do solo e a umidade das chuvas tropicais que insistiam em aflorar de um lençol freático muito superficial; propostas de ajardinamento das vias públicas e quintais com direito à criação de um Horto Botânico e até mesmo uma planta do projeto do que se pretendeu ser um “Palácio de Verão do Governo” na vizinha povoação de Mossâmedes com seus convidativos 250 metros a mais de altitude, aproximadamente um século antes do surgimento de Petrópolis, que fugia do “forno” da baixada fluminense. No século XIX a microrregião do Distrito do Ferreiro, pertencente ao município de Goiás, ficou conhecida como a “Suíça Goiana”, com seu relevo mais elevado e ameno, a menos de 10 km da sede da cidade, tamanha a declividade do território (Brasil, 1961) (Bertran, 1997).

Ainda é possível identificar trechos de matas ciliares nativas, como já era possível em meados do século XIX (Taunay, 1875), e ali encontrar espécies como: Mutamba, Bacuri do Campo, Cajuzinho, Jenipapo, Cajazinho, Pequizeiro, Goiabinha, Ipê Amarelo, Embaúba, Lixeira, Orelha de Negro, Piteira, Leucena, Escorrega Macaco, assim como espécimes de áreas mais elevadas típicas do cerrado rupestre, como canela de ema, arnica e o raro papiro ou árvore-do-papel.

Geralmente, a predominância do solo na região do Vale do Rio Vermelho é o cambissolo que varia do amarelado para o vermelho, dependendo da região, predominando rochas ígneas basáltica e quartzitos. Esses quartzitos estão relacionados com os xistos da Serra Dourada (Diniz, 2004, p. 48).

A bacia do Rio Vermelho estende-se em cotas altimétricas entre 420 e 935 m, obtendo o valor referente à amplitude altimétrica máxima da bacia em 515 m (Diniz, 2004), com a sede do município a uma altitude média (no Centro Histórico) da ordem de 400 m (Berquó, 2009, p. 33).

O clima de Goiás, segundo a classificação de Köppen-Geiger, é o Aw, com temperaturas elevadas o ano inteiro (temperatura média do mês mais frio acima de 18°C) e com chuvas de verão; segundo a classificação de Strahler, é o Tropical alternadamente seco e úmido. Portanto, o município possui somente um tipo climático tanto para Köppen-Geiger quanto para Strahler.

No que concerne a certas particularidades da relação clima-geomorfologia nessa região de estudo, seria interessante também incorrer sobre algo que para o universo leigo possa causar estranheza na formulação primitiva de paisagens atualmente tropicais: a ação das intempéries imemoriais das últimas glaciações do planeta nesse interior continental do Brasil.

Em meados do século XIX, com uma sequência de investigações de Louis Agassiz sobre os glaciares dos Alpes, ficou evidente a importância do clima nas variações morfológicas. Mas o que marcou de forma definitiva a cronologia clássica das glaciações foi a publicação, entre 1901 e 1909, da obra de Albrecht Penck e Eduard Brückner, nomeada “*Die Alpen im Eiszeitalter*” (os Alpes na Idade do Gelo).

Tricart e Cailleux (1965) criaram o mapa das zonas morfoclimáticas, onde fica clara a dependência da morfologia em relação aos grandes climas da Terra. Vários são atualmente os aplicativos usados pela agricultura para fazer o zoneamento climático de uma região antes de se iniciar um projeto para a plantação de qualquer cultura. Isso se dá devido às variações do clima em dados locais, influenciado por uma

série de fatores como o ambiente físico, os solos, a vegetação, a disponibilidade hídrica e o relevo.

“Em cada quadro climático regional, os processos erosivos tendem também a atuar ou a combinar-se de maneira específica, dando origem a distintos sistemas morfogenéticos. Estes, por sua vez, podem traduzir-se em formas de relevo originais ou que se associam de maneira original, constituindo paisagens geomorfológicas características” (Ferreira, 2002, p. 11).

Porém, os climas da Terra não são constantes e permanentes. Eles variam muito com o tempo, e ao analisar os mapas com o passar dos séculos, percebem-se as mudanças na natureza e a grandeza dos processos morfológicos. Goudie explanou o efeito mútuo entre as adulterações da paisagem impulsionadas entre as Eras do Gelo e as metamorfoses de toda a compleição da superfície terrestre:

No Máximo da Última Glaciação a superfície do gelo continental era três vezes maior que atualmente. Com as zonas temperadas sendo contraídas, resultou-se acentuada erosão periglaciar e glaciária.

(...) O alargamento da faixa de domínio dos desertos arenosos tropicais e subtropicais com certeza foi uma das mais notáveis consequências das glaciações (Goudie, 1992, p. 102).

Os paredões cársticos da Serra Dourada, cuja face vertical se precipita ao norte, perante a zona tórrida do globo, permitiu um degelo constante e paulatino que contribuiu com os sulcos formadores das encostas da banda esquerda do vale do Rio Vermelho.

Como que dando continuidade a um processo de reflexão solar descongelante de milênios ininterruptos no seu curso, embora variáveis em sua intensidade, esse compacto e escarpado vale fustigado pela intensa luminosidade do entardecer tropical apresenta elementos geodiversos em uma conexão do tipo “ferradura”. Com sua abertura voltada para o poente, direção esta na altura do tórrido paralelo 15, sabidamente funcionando como um catalisador de radiação solar que acaba por refletir para dentro do semicírculo convexo onde se aloja a Cidade de Goiás, pode-se culminar com um núcleo urbano fustigado de calor sufocante praticamente o ano todo.

Eis o resultado da moldura geodiversa deste sítio oculto entre os morros do Dom Francisco, a oeste, e do Canta Galo, ao norte, encerrados pelas escarpas de afloramento gnáissico da malha urbana, ao sul. Uma situação não muito favorável sob os domínios solares do cerrado.

Tal trincheira se acomoda nas fraldas dos domínios dos contrafortes da Serra Dourada, com seus mais de 900 metros de culminância em suas grimpas rochosas, a saber:

- a face norte, com ventos amazônicos do noroeste, também conhecidos como “rios voadores”, é consolidada como o portal de entrada da Bacia do Araguaia e sua sub-bacia do Rio Vermelho, apresentando, predominantemente, clima semisseco quente. Com altitude média entre 400 e 500 metros, esse microclima pode ser servido de chuvas abruptas e mais concentradas;
- por sua vez, a face sul, visitada por ventos de procedência até mesmo do Atlântico, oriundos da massa polar atlântica, é parte integrante da Bacia do Tocantins e sua sub-bacia do Rio Uru. Com seu clima semiúmido quente e altitude média de 700 a 800 metros, acaba por manifestar períodos chuvosos mais bem distribuídos.

Notável é constatar que tamanha inversão pluviométrica e termal se desenvolve dentro de um raio de extensão relativamente reduzido de 8 a 10 km, trespassando a crista da Serra Dourada de sul a norte, numa curva descendente de cerca de 250 a 300 metros de redução altimétrica rumo ao vale.

De fato, um sítio geodiverso notavelmente conformador de um mosaico de variação climática muito *sui generis*.

## METODOLOGIA

A classificação climática usada na formulação do mapa possui critérios estabelecidos de acordo com Novais (2019). Estas dividem-se em oito hierarquias:

- a) Zona Climática – de controle astronômico, é determinada pela incidência dos raios solares (ou ângulo zenital) durante o ano.

- b) Clima Zonal – regulado pela temperatura média do mês mais frio (TMMMF).
- c) Domínio Climático – subdivisão dos climas zonais em sua maior parte, também controlado pela (TMMMF), mas com atuação de sistemas atmosféricos, fundamentais para a diferenciação dessas unidades climáticas.
- d) Subdomínio Climático – determinado pela quantidade de meses secos (precipitação menor que a ETP).
- e) Região Climática (antigo tipo climático). mostra a localização dos domínios e subdomínios no continente.
- f) Sub-região Climática (antigo subtipo climático) – também é delimitada por sua localização, mas com um melhor refinamento em relação aos tipos, recebendo a nomenclatura da unidade geomorfológica do relevo em que está inserido.
- g) Mesoclimas – delimitados por feições geográficas ou antrópicas de destaque na paisagem, que interferem nos fluxos energéticos (serras, linhas de cumeada, topos, entre outros).
- h) Topoclimas – de atuação restrita no relevo, como em vertentes expostas à circulação local dos ventos e à precipitação orográfica.

Os programas utilizados para confecção do mapa foram o CHELSA e o QGIS. O CHELSA consiste em um algoritmo de dados de resolução melhorada a partir de produtos de reanálise climática (ERA-Interim), combinando resultados de modelagem e recuperação de informações sobre as superfícies e oceanos (Karger *et al.*, 2018).

Para a construção do mapa utilizamos o QGIS, um *software* livre com código-fonte aberto, multiplataforma de sistema de informação geográfica que permite a visualização, edição e análise de dados georreferenciados.

**1º passo:** colocamos os *shapefiles* no QGIS, dos municípios de Goiás (Sieg), OTTO (GO) (Sieg), Geometria área do IBGE; e a classificação climática de Novais e Machado (2023). Posteriormente, selecionamos feição e recortamos o município foco do estudo (Goiás (GO)).

**2º passo:** repetimos esse procedimento para a OTTO (GO), para gerar somente as bacias dentro do limite do município. Assim, selecionamos a bacia do alto rio Vermelho e realizamos o procedimento de recortá-la. Logo após, realizamos esse mesmo procedimento para classificação climática. E, por fim, corrigimos a geometria da área do município (com o comando ferramentas, corrigir geometria) e realizamos o recorte para bacia.

**3º passo:** usamos o banco de dados e informação ambientais (BDIA/IBGE) para adquirir o *shapefile* da classificação geomorfológica do município de Goiás. Posteriormente, usamos a ferramenta (dissolver). Assim, ficamos com classificação da geomorfologia correta. Após isso foi feita a classificação climática, concluindo o mapa das unidades climáticas do Alto Rio Vermelho.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

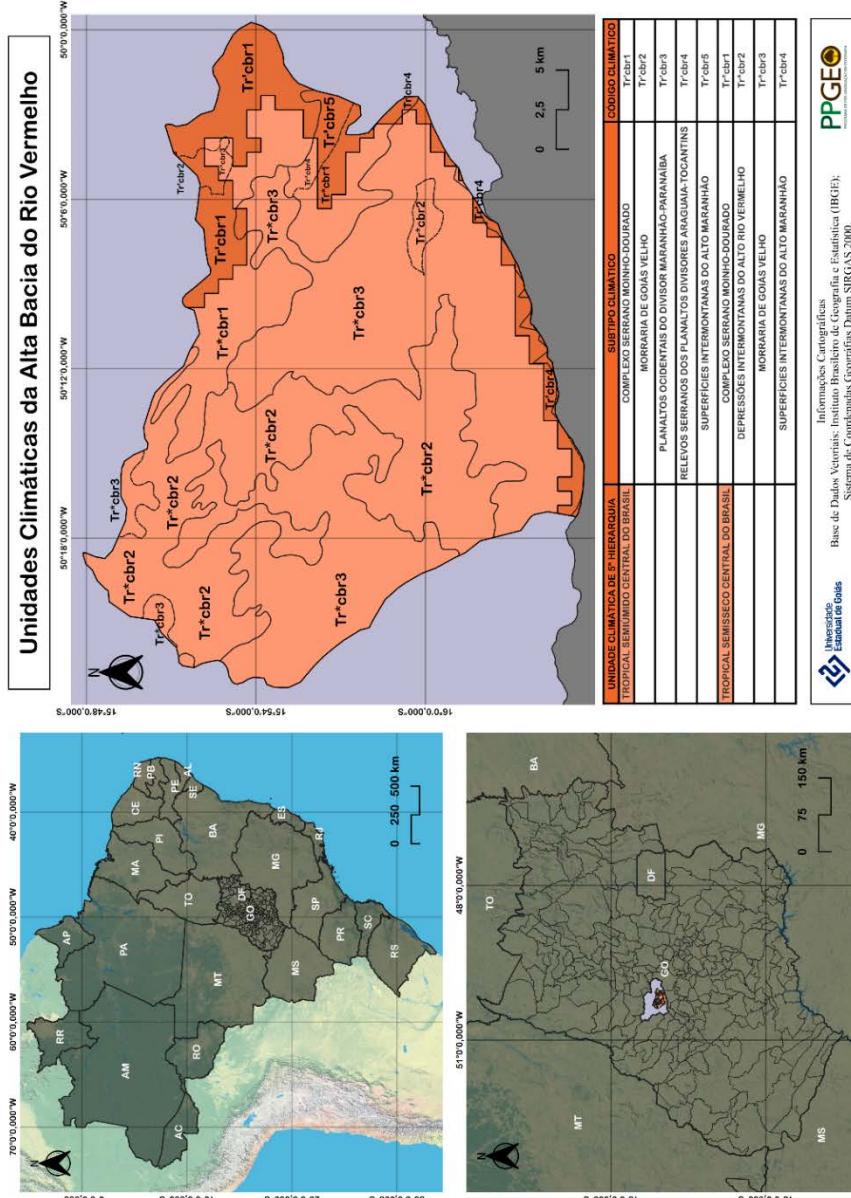
A partir do mapeamento realizado através da conversão dos dados exportados das plataformas de sensoriamento remoto, foi possível identificar algumas unidades climáticas que podem ser encontradas no alto da bacia do rio Vermelho. A partir desse fato, foi desenvolvido um mapa a fim de esclarecer e melhor visualizar a perspectiva da classificação de Novais no Alto Rio Vermelho (Mapa 1).

A partir da observação do mapa, podemos estabelecer as seguintes unidades climáticas na Bacia do Alto Rio Vermelho:

- 1<sup>a</sup> hierarquia: zona climática quente
- 2<sup>a</sup> hierarquia: climas zonais tórrido e quente
- 3<sup>a</sup> hierarquia: domínio climático Tropical
- 4<sup>a</sup> hierarquia: subdomínios climáticos semiúmido e semiseco
- 5<sup>a</sup> hierarquia: região (tipo) climática central do Brasil
- 6<sup>a</sup> hierarquia: sub-regiões (subtipos) climáticas, descritas a seguir.

No Mapa 1, as unidades climáticas de 5<sup>a</sup> hierarquia encontradas foram as do tropical semiúmido central do Brasil (*Tr'cbr*) e tropical semiseco central do Brasil (*Tr\*cbr*).

**Mapa 1 – Unidades climáticas do Alto da Bacia do Rio Vermelho, Goiás (GO)**



Fonte: Elaborado pelos autores.

O tropical semiúmido central do Brasil (*Tr'cbr*) é caracterizado por apresentar uma precipitação média anual que varia entre 1.193 e 2.487 milímetros. Isso indica uma quantidade considerável de chuvas ao longo do ano. No entanto, a área também possui um período de seca que dura cinco meses, durante os quais a quantidade de chuva é significativamente reduzida. Esse clima semiúmido é típico de áreas tropicais, onde as estações úmidas e secas são bem definidas.

Já o tropical semiseco central do Brasil (*Tr\*cbr*) apresenta uma precipitação média anual que varia entre 886 e 2.127 milímetros. Apesar de receber uma quantidade considerável de chuva ao longo do ano, a área também possui um período de seca mais prolongado, que dura de seis a sete meses. Durante esse período, a quantidade de chuva é significativamente reduzida, o que pode afetar a disponibilidade de água e influenciar os padrões de vegetação e uso da terra na região.

As sub-regiões climáticas fazem parte da 6<sup>a</sup> hierarquia de Novais e são delimitadas pelas unidades geomorfológicas presentes no município de Goiás. Foram divididas dentro da região climática central do Brasil.

O *Complexo Serrano Moinho Dourado* aparece tanto no subdomínio semiúmido (*Tr'cbr1*) quanto no semiseco (*Tr\*cbr1*), sendo caracterizado pela presença de serras e elevações, que podem influenciar os padrões de vento e precipitação. A topografia acidentada pode criar meso/topoclimas variados, com diferenças de temperatura e umidade em diferentes altitudes.

A *Morraria Goiás Velho* refere-se a áreas de morros e colinas, que geralmente apresentam uma paisagem ondulada. Também é presente nos subdomínios semiúmido (*Tr'cbr2*) e semiseco (*Tr\*cbr3*). A topografia irregular pode influenciar a distribuição da chuva e a intensidade dos ventos. Essas áreas podem ter meso/topoclimas distintos, com variações na temperatura e na umidade do ar.

Os *Planaltos Ocidentais do Divisor Maranhão-Paranaíba* consistem em planaltos e platôs, que são caracterizados por terrenos mais planos e elevados. Esse subtipo climático possui apenas o subdomínio semiúmido (*Tr'cbr3*), sendo que a altitude dessas áreas pode afetar as condições climáticas, com temperaturas mais baixas e maior incidência

de ventos. A vegetação predominante é influenciada pelo clima menos quente e seco.

O *Tr'cbr4 – Relevos Serranos dos Planaltos Divisores Araguaia-Tocantins* é definido pela presença de serras que criam um subdomínio semiúmido na área de estudo, devido às diferenças de altitude e exposição solar. As áreas mais elevadas são menos quentes e mais úmidas, enquanto as áreas mais baixas são mais quentes e secas.

As *Superfícies Intermontanas do Alto Maranhão* aparecem tanto no subdomínio semiúmido (*Tr'cbr5*) quanto no semisseco (*Tr\*cbr2*) e referem-se a áreas localizadas entre as serras, que podem apresentar uma topografia mais suave e plana. Essas áreas podem ser influenciadas pelo clima das regiões circundantes, com uma mistura de características climáticas de planícies e áreas montanhosas.

E, por fim, as *Depressões Intermontanas do Alto Rio Vermelho* (*Tr\*cbr2*) consistem em áreas de depressões entre serras e colinas, com altitude mais baixa e subdomínio semisseco, diferente das áreas circundantes. A topografia mais baixa resulta em temperaturas mais altas e menor umidade do ar.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo foi realizado durante a disciplina de Classificação Climática Aplicada ao Cerrado no semestre 2023/2023 do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Goiás. Tratou-se de uma análise detalhada das características climáticas da região da Sub-Bacia do Alto Rio Vermelho, no município de Goiás (GO), pertencente à Região da Bacia Hidrográfica Tocantins-Araguaia.

O resultado foi a elaboração conjunta de um mapa climático utilizando o *software QGIS*, que demonstrou que as unidades climáticas identificadas na região, a partir dos dados coletados e das análises feitas, tiveram diversas hierarquias climáticas a partir da classificação de Novais (2019), desde as zonas climáticas até os subtipos climáticos.

O estudo das unidades climáticas na região da Alta Bacia do Rio Vermelho, em Goiás, oferece *insights* valiosos sobre a complexidade

dos padrões climáticos locais. Ao considerar uma abordagem multi-disciplinar e integrada (híbrida), que combina métodos estáticos e dinâmicos de classificação climática, foi possível identificar e mapear com detalhes as diferentes hierarquias climáticas presentes na região.

Os resultados obtidos destacam a importância de considerar uma variedade de fatores, como relevo, solo, dinâmica dos oceanos e distribuição dos ecossistemas, para uma compreensão completa dos padrões climáticos em determinada região. Além disso, ressalta-se a relevância da disponibilidade de dados geoespaciais e de reanálise climática para uma análise precisa e atualizada das unidades climáticas.

Espera-se que este estudo forneça subsídios para futuras pesquisas e ações de planejamento ambiental na região, contribuindo para uma gestão sustentável dos recursos naturais e para a adaptação às mudanças climáticas. Ao integrar conhecimentos de diversas áreas, como Geografia, Climatologia e Geomorfologia, é possível avançar no entendimento dos fenômenos climáticos e em estratégias de mitigação e resiliência frente aos desafios ambientais globais.

## REFERÊNCIAS

- ARTIAGA, Zoroastro. **História de Goiás**. 1959.
- BARROS, J. R.; BALERO, J. C. S. **A influência do clima e do tempo do Centro-Oeste do Brasil nas condições de voo na região**. Élisée, Rev. Geo. UEG – Goiânia, v. 1, n. 2, p. 25-49, jul./dez. 2012.
- BERQUÓ, Rodrigo França. **O saneamento básico na Cidade de Goiás: da implantação aos dias atuais**. Monografia de conclusão do curso de Geografia da Universidade Estadual de Goiás – UEG. 2009.
- BERTRAN, Paulo. **Notícia Geral da Capitania de Goiás. Sociedade Goiana de Cultura, Instituto de Pesquisas e Estudos Históricos do Brasil Central**. Assembleia Legislativa do Estado de Goiás, v. 1-2. Ed. Universidade Católica de Goiás e Ed. Universidade Federal de Goiás. Solo Editores. Goiânia, Brasil, 1997.
- BRASIL, Americano do. **Súmula de História de Goiás**. 2. ed. Departamento Estadual de Cultura, 1961.
- CANÇADO, Carlos Eduardo Silva. **Escoamento Pluvial no Centro Histórico da Cidade de Goiás (GO)**. Monografia de conclusão do curso de Geografia da Universidade Estadual de Goiás – UEG, 2007.

DINIZ, Cleiton Aparecido. **Mapeamento hidrogeomorfológico de áreas agradacionais / degradacionais da Sub-Bacia do Rio Vermelho.** Capítulo 2. Monografia de conclusão do curso de Geografia da Universidade Estadual de Goiás, UEG, 2004.

FERREIRA, A. de Brum. Variabilidade climática e dinâmica geomorfológica. **Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos**, APGeom, Lisboa, v.1, p.7-15, 2002..

FIALHO, E. S.; FERREIRA. C. C. M; DA SILVA, C. A.; NOVAIS, G. T. Classificações climáticas, perspectivas e possibilidades. In: NOVAIS, G. T. (org.). **Climas do Brasil:** classificação climática e aplicações. Porto Alegre: Totalbooks, 2023.

GOUDIE, A. **Environmental Change.** 2.ed. Oxford: Clarendon Press, 1992.

KARGER, D. N.; CONRAD, O.; BÖHNER, J.; KAWOHL, T.; KREFT, H.; SORIA-AUZA, R. W.; ZIMMERMANN, N. E.; LINDER, P.; KESSLER, M. Climatologies at high resolution for the Earth land surface areas. **Scientific Data**, v. 4. 2018. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/sdata2017122>. Acesso em: 19 abr. 2024.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. (ed.). **Handbuch der Klimatologie.** Berlin, 1961.

LIMA, W. P.; ZAKIA M. J. B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES; R. R.; LEITÃO FILHO; H. F. (ed.). **Matas ciliares:** conservação e recuperação. 2. ed. São Paulo: Edusp, 2000. p. 33-43.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia:** noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

NASCIMENTO, D. T. F.; NOVAIS, G. T. **Aplicação do sistema de classificação climática de Novais para Goiânia (GO).** Geo UERJ, Rio de Janeiro, n. 42, e51824, 2023. DOI: 10.12957/geouerj.2023.736132.

NASCIMENTO, D. T. F.; LUIZ, G. C.; DE OLIVEIRA, I. J. Retrospectiva histórica das classificações climáticas no Brasil. In: NOVAIS, G. T. (org.). **Climas do Brasil:** classificação climática e aplicações. Porto Alegre: Totalbooks, 2023.

NOVAIS, G. T. **Classificação climática aplicada ao Bioma Cerrado.** 2019. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia.Uberlândia, 2019. <https://dx.doi.org/10.14393/ufu.te.2019.2199>.

NOVAIS, G. T. Classificação climática aplicada ao Estado de Goiás e ao Distrito Federal, Brasil. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia (GO), v. 40, n. 1, p. 1-29, 2020. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/bgg/article/view/62297>. Acesso em: 5 maio 2024.

NOVAIS, G. T.; MACHADO, L. A. Os climas do Brasil: segundo a classificação climática de Novais. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 32, n. 19, p. 1-39, 2023.

SOUZA, Marcelo Lopes de. Consiliência ou bipolarização epistemológica? Sobre o persistente fosso entre as ciências da natureza e as da sociedade e o papel dos geógrafos. In: SPOSITO, E. S.; SILVA, C. A.; SANT'ANNA NETO, J. L.; MELAZZO, E. S. (org.). **A diversidade da Geografia brasileira: escalas e dimensões da análise e da ação**. 1. ed. Rio de Janeiro: Consequência, 2016, v. 1, p. 13-56.

STRAHLER, A. N. **Physical Geography**. 3. ed. Nova York: John Wiley, 1951.

TAUNAY, Alfredo d'Escagnolle. **Goyaz**. Francisco Alves, 1875.

TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**, n. 20, 2007.

TRICART, J.; CAILLEUX, A. **Introduction à la géomorphologie climatique**. Paris: Sedes, 1972.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Paulo: Rima, 2005.

WANDERLEY, L. S. A.; NÓBREGA, R. S. Desenvolvimento de um novo sistema de classificação climática com base na metodologia dos tipos de tempo sinóticos para a Região Nordeste do Brasil. **Revista Geousp**, 2022.

# Pirenópolis e a Geodiversidade

Do círculo vicioso ao virtuoso

VINICIUS LEANDRO MODOLO MADAZIO  
DIVINA APARECIDA LEONEL LUNAS  
MILENA D'AYALA VALVA  
JEAN CARLOS VIEIRA SANTOS  
VANDERVILSON ALVES CARNEIRO

**E**ste capítulo surge como desdobramento de um trabalho de campo realizado em Pirenópolis (GO) entre os dias 11 e 12 de novembro de 2023, dentro da disciplina “Turismo e Estratégias Territoriais no Cerrado Goiano”, ministrada no âmbito do Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar Territórios e Expressões Culturais no Cerrado (TECCER), da Universidade Estadual de Goiás (UEG), Campus Central – Unidade Universitária (CSEH<sup>1</sup>), Nelson de Abreu Júnior (Anápolis (GO), no segundo semestre de 2023.

A referida disciplina contou com a participação de discentes de diferentes formações, como História, Arquitetura, Turismo, Geografia e Economia, dois deles oriundos de outro programa de mestrado da UEG, o Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO), *Campus Cora Coralina, Cidade de Goiás (GO).*

A diversidade da formação do grupo de alunos acima relatada e, sobretudo, a composição multidisciplinar dos docentes<sup>2</sup> que conduziram

---

1 Ciências Socioeconômicas e Humanas.

2 Professores que ministraram a disciplina, apresentavam distintas formações, a saber: Arquitetura e Urbanismo, Economia e Geografia.

a disciplina propiciaram uma riqueza ímpar de diferentes olhares, conceitos e categorias nas discussões estabelecidas durante o curso.

Considerado um dos mais renomados intelectuais do Brasil no século XX, o geógrafo e professor Milton Santos, em uma palestra proferida em 1995 na FAU – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (USP) –, ou seja, num encontro notoriamente entre “disciplinas”, trouxe a seguinte reflexão:

O ensino de uma disciplina só se comunica com o ensino de outra disciplina quando elas deixam de ser elas mesmas, isso ocorre no encontro de meta-disciplinas, isto é, quando eu amplio a circunferência do meu trabalho, quando eu me despeço dos limites estritos do meu interesse de estudo, e me encontro com outros pesquisadores que também deixaram os limites estritos de seus trabalhos [...] é nesse campo de intersecção que a interdisciplinaridade ocorre [...] ela só é possível a partir da meta-disciplina, e não a partir da disciplina (SANTOS, M. 1995, transcrição de trecho do vídeo do YouTube intervalo: 43'05" a 45', Canal Duvid Geografia, 23/01/2019, n.p.)

Assim, o estudo interdisciplinar mostra-se como um esforço necessário para a construção do avanço da Ciência e do Conhecimento. O diálogo entre as disciplinas, o despir-se de zonas de conforto, categorias consolidadas e conceitos de cada pesquisador, é pressuposto para o ingressar nessa “praia naturista”, aberta para a troca, favorável à permeabilidade das fronteiras entre os interesses e objetos de estudo.

Foi com esse espírito e intencionalidade percebidos durante a condução da disciplina que o grupo composto por docentes e discentes foi a campo em Pirenópolis (GO), entre os dias 11 e 12 de novembro de 2023, tendo como recortes de leitura as seguintes temáticas propostas pelos docentes: 1. Dados econômicos e informações turísticas (hotéis e gastronomia); 2. Patrimônio histórico, paisagem urbana, autenticidades e continuidades históricas; e 3. Planejamento urbano, crescimento urbano, preservação cultural ambiental e urbana.

Este trabalho foi desenvolvido alinhado à temática de estudos de número 3 acima descrita, “nutrido” pelas distintas visões de História, Arquitetura, Economia e Geografia, e tendo como tema transversal a Geodiversidade. Como breve alinhamento conceitual, segue abaixo a definição de Geodiversidade estabelecida por Nieto (2001, p. 7), que

para além dos aspectos abióticos, expande o conceito incluindo o universo das ações da sociedade:

É o número e a variedade de estruturas (sedimentares, tectônicas, geomorfológicas, hidrogeológicas e petrológicas) e de materiais geológicos (minerais, rochas, fósseis e solos) que constituem o substrato físico de uma região, sobre o qual se baseia a atividade biológica, incluindo a antrópica.

É sob a luz do olhar interdisciplinar, da análise do contato entre sociedade e natureza que se pretende apresentar, neste artigo, a originária, imbricada e histórica relação entre a Geodiversidade e o município de Pirenópolis. Pretende-se também apresentar uma breve discussão atual sobre os rumos que a cidade percorre e a relação que a cidade poderá estabelecer, de uma forma mais equilibrada e saudável, com a sua Geodiversidade.

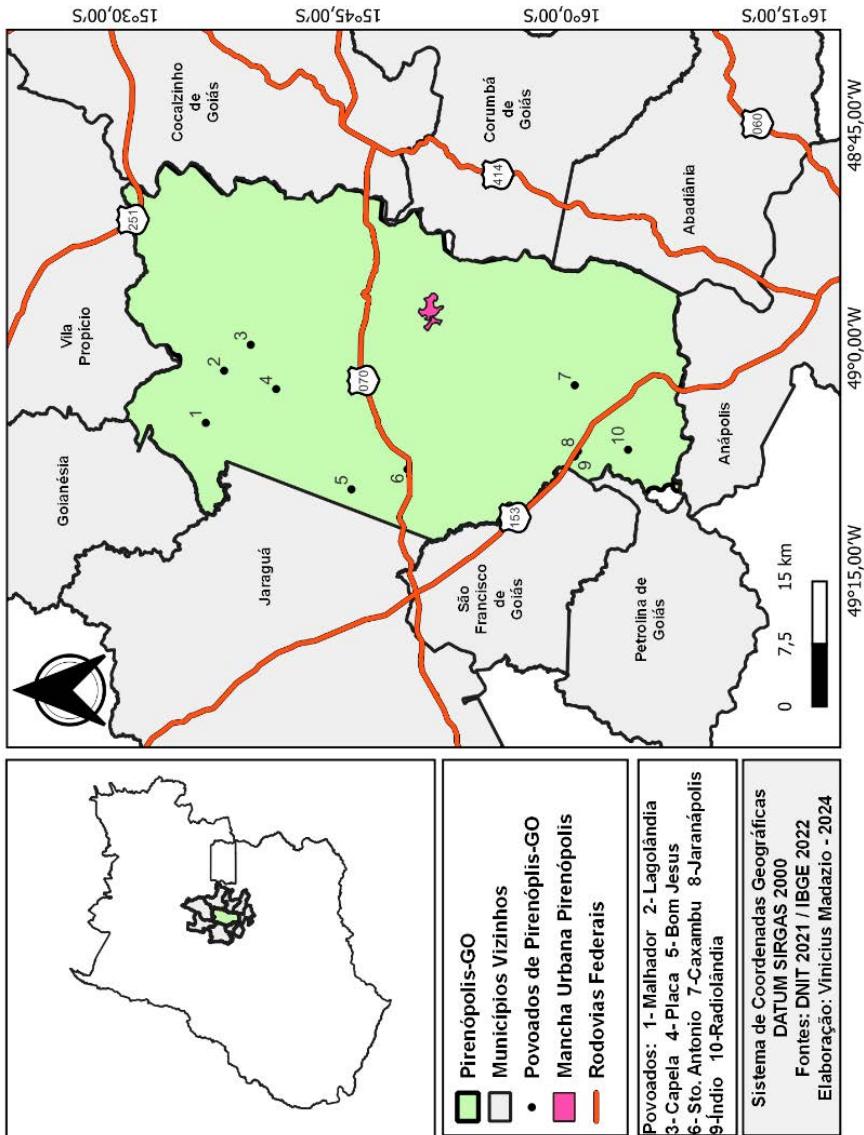
## PIRENÓPOLIS E SUA ESTREITA RELAÇÃO COM A GEODIVERSIDADE

O arraial de Nossa Senhora do Rosário de Meia Ponte, primeira designação da atual Pirenópolis (Mapa 1), passa a se constituir a partir de 1727 na porção central de Goiás, como desdobramento do avanço do Ciclo do Ouro<sup>3</sup> no Brasil, que já vinha se consolidando nas regiões de Minas Gerais e Mato Grosso.

D'Abadia, Valva e Curado (2021) e Reis (2000) constatam que o desenvolvimento da mineração em territórios interiores permitiu a formação de áreas de colonização com população totalmente urbana. A Rua Direita, principal rua do então Arraial, constituiu-se como o início de uma rota de mercadorias pelo interior, partindo da Igreja Matriz de Nossa Senhora do Rosário em direção oeste, sentido Vila Boa de Goiás (atual Cidade de Goiás), que futuramente viria a ser a capital do Estado.

<sup>3</sup> O ciclo do ouro ocorreu no período colonial, durante quase todo o século XVIII, nas regiões de Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso.

**Mapa 1 – Localização do município de Pirenópolis no Estado de Goiás**



Fonte: Vinicius Madazio (2024).

O núcleo urbano da atual Pirenópolis só nasce efetivamente em função da presença do ouro na região, que motiva o ser humano em sua busca por poder e riqueza. A efemeridade dessa primeira atividade

econômica oriunda da Geodiversidade regional logo migrou para a atividade agropecuária em diferentes escalas:

O arraial de Meia Ponte foi elevado à Vila em 1832 e à condição de cidade em 1853, e somente em 1890 passou a denominar-se Pirenópolis. Nesse período vivenciou de uma vez só o ápice da mineração, o esgotamento do ouro e a migração para a atividade agropecuária em diferentes escalas. Entre estas atividades, destacava-se a de subsistência, inserida próxima ao espaço urbano completava os vazios da Vila, a desenvolvida, por exemplo, na fazenda Babilônia, antigo Engenho São Joaquim, localizado na zona rural e distante a 24 km da cidade, e considerado um dos maiores engenhos de açúcar do Brasil, produzindo no século XIX diversos produtos em escala industrial (D'Abadia; Valva; Curado, 2021, p. 203).

A Geodiversidade também se apresenta como um elemento determinante e fundante relacionado ao batismo do nome da cidade. O nome Pirenópolis, ou “cidade dos Pireneus”, surge por uma memória afetiva que os espanhóis tiveram ao chegar no Vale do Rio das Almas e avistar os contrafortes da serra que delimitam sua bacia hidrográfica.

Devido a sua relação de conexão com a imponente cadeia montanhosa homônima situada na divisa entre a França e a Espanha, batizaram esse complexo de Serra dos Pireneus, demonstrando a conexão e o valor cultural que a Geodiversidade desempenha na vida das sociedades de uma forma geral.

Tecnicamente, em termos de estrutura geológica, os Pireneus são serras alinhadas no sentido leste-oeste, formadas quase que exclusivamente por quartzitos, se estendendo por pouco mais de 40 km, passando ao norte da cidade de Pirenópolis e ao sul da cidade de Cocalzinho de Goiás. Infere-se que tenham sido remanescentes de uma das superfícies de erosão mais antigas, que afetou o continente sul-americano durante o Cretáceo Superior, ou seja, há mais ou menos 65 milhões de anos.

Ao contrário de outras localidades no Brasil que assistiram a uma notória decadência do ouro, incluindo aí a própria Vila Boa, na Vila de Meia Ponte percebeu-se um fortalecimento da economia no século XIX em função do bom desenvolvimento da produção agropecuária e da sua atuação como um entreposto comercial.

Estevam (2004) afirma que a localização geográfica de Meia Ponte foi determinante, possibilitou o encontro das Estradas Reais e o local passou a ser conhecido como importante entreposto comercial. O viajante Pohl (1978, p. 116) contou que os moradores de Meia Ponte, ao abandonarem a extração do ouro, passaram a se dedicar à agricultura e, além disso, “fazem considerável comércio, favorecido pela situação da cidade no ponto de junção das estradas que conduzem a Goiás, Mato Grosso, Bahia, Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais”.

Já a partir dos anos de 1930, com o estímulo gerado pela construção de Goiânia (1933), outra atividade minerária surge, passando a se consolidar cada vez mais: a extração da hoje conhecida no Estado de Goiás como “Pedra Pirenópolis”, e, no Brasil, como “Pedra Goiás”.

Trata-se do quartzito micáceo, rocha metamórfica oriunda da transformação pretérita de antigos arenitos, sob condições de alta temperatura e pressão. Inicialmente extraída de forma mais artesanal, foi utilizada na materialização dos arruamentos, calçamentos, alicerces, muros e casarios da Vila de Meia Ponte.

De acordo com Faleiro e Lopes (2010), quanto aos impactos ambientais, comuns quando não gerenciados, de modo geral provocam mudanças no relevo local através da retirada da cobertura vegetal, desmonte de rocha e armazenamento de minérios e de rejeitos. Tais operações impactam diretamente a vegetação e a hidrografia local, ou mesmo regional, podendo causar modificações no equilíbrio ecológico, repercutindo no relevo, na biota, na qualidade do ar e das águas, ou seja, em todo o ambiente. A poluição da água e do ar são impactos extremamente importantes de serem diagnosticados e avaliados, uma vez que afetam diretamente a população local.

A poluição do ar ocorre principalmente nas etapas de lavra, através dos desmontes, transporte de materiais e beneficiamento. A remoção da cobertura vegetal, o desenvolvimento da mina a céu aberto e a disposição dos rejeitos causam grandes impactos na paisagem, como pode ser bem observado na Foto 1, que apresenta a cidade de Pirenópolis ao fundo e uma grande cicatriz em meio aos morros vegetados, representando uma área de lavra de quartzito.

**Foto 1a** – Cicatriz deixada na paisagem de uma pedreira de Pirenópolis



Foto: Vinicius Madazio – nov./2023.

**Foto 1b** – Pedras organizadas em *pallet* para a venda



Foto: Vinicius Madazio – nov./2023.

A Foto 2 exemplifica os típicos calçamentos de pedestres e também a edificação de muros construídos por rochas, nesse caso específico, ora extraídas dos morros, ora dos rios. Já na Foto 3, depara-se com o tradicional e irregular arruamento do centro histórico da cidade, cujo assentamento das rochas se dá caracteristicamente na posição vertical.

Novamente D'Abadia, Valva e Curado (2021, p. 207) arrazoam:

Se Pirenópolis conseguiu passar pelo século XIX sem modificações expressivas em sua estrutura, o mesmo não pode se afirmar sobre o século XX, que desencadeou transformações decisivas no caráter e na ambiência urbana do importante núcleo urbano histórico de Goiás. Um primeiro movimento nesse sentido foi causado pela construção de duas cidades novas, planejadas para serem capitais – Goiânia (1933) e Brasília (1960).

A oferta de materiais construtivos industrializados que chegavam com mais facilidade devido à implantação da *Estrada de Ferro Goiás* (EFG), em 1935, na cidade de Anápolis, contribuiu para a modificação de fachadas e para a inserção de diferentes modelos de arquitetura em substituição aos exemplares coloniais. Tendências do ecletismo, do Art Déco<sup>4</sup> e depois do modernismo, passaram a conviver e a contrastar com a cidade colonial.

---

4 O Art Déco foi um conjunto de manifestações artísticas que se originou no início do século XX na Europa e se expandiu para o mundo formalmente com a *Exposição Internacional de Artes Decorativas e Industriais* que aconteceu em Paris em 1925, fato que lhe deu o nome. Possui três linhas bem definidas: uma clássica, mais geometrizante, com uso de formas retas escalonadas ou em ziguezague; uma histórica, com referências do passado pré-colombiano, da Mesopotâmia, por exemplo; e uma terceira, sinuosa e aerodinâmica. Foi sem dúvida um fenômeno moderno, internacional e cosmopolita, que nasceu do desenvolvimento da indústria. Para saber mais, ver Coelho (2019).

**Foto 2 – Geodiversidade no calçamento de pedestres e muros**



Foto: Vinicius Madazio – nov./2023. Fonte: Trabalho de campo (2023).

**Foto 3 – Geodiversidade no arruamento**



Foto: Vinicius Madazio – nov./2023. Fonte: Trabalho de campo (2023)

A Foto 4 exemplifica um edifício eclético, já com linhas geometrizantes que anunciam uma aproximação com o Art Déco. Já na Foto 5, demonstra-se o encontro da arquitetura colonial (edifício à direita) com o ecletismo<sup>5</sup>, carregado de referências neocoloniais (edifício da esquerda), tendo como pano de fundo um exemplar da Geodiversidade de Pirenópolis, o famoso Morro do Frota, com suas antenas características.

**Foto 4 – Ecletismo com influências**



Foto: Vinicius Madazio – nov./2023. Fonte: Trabalho de campo (2023)

5 O estilo eclético na arquitetura é caracterizado pela combinação de diferentes elementos com referências às várias e abrangentes linguagens do passado. Surgiu na Europa no século XIX como uma forma de reinterpretação do antigo aliada a inovações tecnológicas. No Brasil, o ecletismo caracterizou-se por uma redução formal na tentativa de se expressar de maneira similar à Europa, como um meio de se distanciar dos antigos padrões lusitanos. Para saber mais, consultar Fabris *et al.* (1987).

**Foto 5 – Encontro de arquiteturas em Pirenópolis Art Déco**

Foto: Vinicius Madazio – nov./2023. Fonte: Trabalho de campo (2023)

D'Abadia, Valva e Curado (2021) complementam que além da modificação na estrutura física, passa a ocorrer também uma mudança na dinâmica do cotidiano da cidade. Com a melhoria da infraestrutura viária em função das novas cidades e pela facilidade de acesso, Pirenópolis passa a atrair um número expressivo de turistas envolvidos não somente pelo núcleo colonial preservado e seus atrativos históricos, mas também pelos atrativos naturais. A atividade turística começa então a emergir em Pirenópolis já no final dos anos 1950, e vai se intensificar a partir do final da década de 1980.

Guerra, Santos e Neves (2018) reiteram:

Elemento da economia que começava a obter destaque no Brasil, o turismo foi impulsionado nesse momento histórico de urbanização. Desse modo, as localidades que apresentavam algum tipo de atrativo natural ausente nas grandes cidades passaram a divulgar potencialidades, espaços de entretenimento, patrimônio e cultura com infraestrutura, além de atrair pessoas para descanso e lazer, a exemplo das cidades goianas de Caldas Novas, Rio Quente, Lagoa Santa, Goiás, Pirenópolis, Trindade e Alto Paraíso. (p. 123).

D'Abadia, Valva e Curado (2021) e Curado (1980) ressaltam ainda que a proximidade com Brasília foi o motor propulsor do turismo na cidade que se apresentou, porém, com duas faces. Uma que a colocou como potencial turístico econômico no Estado, outra que provocou um processo acelerado de modificações e descaracterizações nas edificações e na paisagem.

A preocupação com a preservação do patrimônio iniciou-se de forma pontual, com o tombamento de edifícios monumentais isolados, após a criação do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan) em 1937. Em 1941, a Igreja Matriz de Nossa Senhora do Rosário foi o primeiro edifício a ser tombado, dando início a esse “movimento concreto de salvaguarda do patrimônio arquitetônico e artístico da cidade de Pirenópolis em nível nacional” (Cavalcante, 2018, p. 41).

A preservação do conjunto do patrimônio histórico, cultural e urbano da cidade foi mais tardia, sendo reconhecido como patrimônio nacional pelo valor de seus casarões, ruas, igrejas e edifícios oficiais, que compõem de acordo com o Iphan o conjunto arquitetônico, urbanístico, paisagístico e histórico por meio da lei de tombamento<sup>6</sup>, somente em dezembro de 1989.

Desde a década de 1990 existe um movimento importante e desejável de que as edificações de interesse histórico sejam mantidas e conservadas em seu aspecto original de acordo com as regras do Iphan. Porém, na contramão existe também um movimento artificial de “maquiar” as fachadas para caracterizar uma paisagem colonial, colorindo demasiadamente as paredes; por exemplo, o que descaracteriza o aspecto histórico e cultural produzindo uma paisagem que lembra mais uma “cenografia”.

Esse tipo de conduta que leva à artificialização da paisagem atende a uma demanda turística que não está legitimamente interessada na cultura e na história, mas sim no consumo do espaço produzido. Como Craveiro constata (2006, p. 101 e 102), investigando a percepção dos moradores de Pirenópolis em relação ao turismo:

6 De acordo com Cavalcante (2018), o tombamento do conjunto arquitetônico, urbanístico, paisagístico e histórico de Pirenópolis está registrado no Livro do Tombo Histórico volume 2, sob a inscrição n. 530, processo 1181-T-41, de 10 de janeiro de 1990.

Essa reprodução estética das fachadas deixa de contemplar tanto as características pictóricas que nos remetem ao período colonial quanto aos padrões de vida tradicionais do século XIX. Percebemos que essa ideia de dar um novo semelhante para a cidade acontece em função do turismo, visto que essa alternância de cores é um dos motivos que encantam o turista pelo fato de se diferenciar dos grandes centros urbanos. Assim, o simulacro é característica marcante naquele lugar e se contrapõe ao interesse de reconstruir e valorizar aspectos histórico-culturais, quando nega o real e substitui a essência pela aparência.

Pirenópolis é uma cidade pequena<sup>7</sup>, de 27.000 habitantes (IBGE, 2022), representada por uma sociedade dividida entre várias famílias tradicionais que se relacionam e disputam o poder local há muito tempo. Além da comunidade pirenopolina tradicional, a partir das décadas de 1960 e 1970, para além do fluxo de turistas que a cidade passa a receber, ela também passa a atrair “forasteiros” que se deslocam para fixar residência, buscando tranquilidade e maior contato com a natureza.

Essas pessoas são genericamente definidas pelos pirenopolinos como *hippies*, mesmo que tenham chegado nas décadas seguintes, de 1980, 1990, 2000 até os dias de hoje, evidenciando um forte provincialismo existente no município. A separação entre os “locais” e os “forasteiros” é evidente e expressa na vivência de quem mora na cidade.

As gerações mais novas de pirenopolinos que saíram da cidade passaram um tempo fora e depois retornaram. Acabam desenvolvendo uma forma mais aberta para olhar as pessoas não nascidas no município. Na medida em que o tempo vai passando e os “forasteiros” ganham tempo e experiência como moradores da cidade, é natural que haja maior permeabilidade e aceitação por parte da comunidade local.

Muitos desses “novos moradores” de Pirenópolis, advindos majoritariamente de Brasília ou Goiânia, acabaram empreendendo no turismo atividade que por algum tempo foi tratada com resistência

<sup>7</sup> Classificação do IBGE (2000) define pequenas cidades como aquelas que possuem até 100.000 habitantes. Para além da classificação do IBGE, vale ressaltar que Pirenópolis é uma cidade pequena com funções estratégicas, com especializações na área do turismo e na extração de pedras. Apresenta, portanto, uma expressividade urbana, ambiental e econômica no território goiano. Para saber mais sobre o conceito de “cidades pequenas”, ver: Sposito e Silva (2013).

pelos pirenopolinos. Até que a prática e a consolidação desses empreendimentos turísticos comprovassem os benefícios em relação à geração de trabalho e renda, e a consequente movimentação da economia local.

Importante frisar que a atividade turística sempre chega como uma nova perspectiva, que necessariamente coloca as comunidades locais de frente a novas culturas com as quais passam a se relacionar, querendo ou não. Assim, como trazem Guerra, Santos e Neves (2018, p. 129),

a economia e o desenvolvimento econômico se inserem na cultura de um país/região, e falar em cultura é considerá-la uma característica de todos os povos humanos, que envolve não apenas os aspectos econômicos, mas também os políticos, sociais e religiosos, além dos costumes. Cumpre salientar que a cultura diz respeito a características, criatividade e diversidade de expressões de um povo, estabelecendo a integração dos elementos que compõem a sociedade.

Jayme (1971, p. 111) já profetizava a prosperidade de Pirenópolis através dos “forasteiros” e dos empreendimentos voltados para o turismo:

Pirenópolis hoje é uma sombra da célebre Meia Ponte de outrora. No entanto, vaticino-lhe ainda em tempo não remoto um novo futuro de grandeza e de prosperidade. O seu clima benigno e as riquezas naturais que a rodeiam são tantas que abertas mais fáceis vias de comunicação, hão de chamar no correr do tempo a atenção dos emigrantes e dos empreendedores. O tempo dirá.

Há também os malefícios que a atividade turística pode desdobrar. A pesquisa de Craveiro (2006) constata a preocupação de moradores de Pirenópolis, principalmente por conta da falta de planejamento e controle da atividade turística e também pela falta de infraestrutura no município para a recepção de um público muito maior do que o residente, levando a consequências como aumento da geração de lixo e esgoto durante os períodos de maior fluxo turístico.

Pereira (2003, p. 14) relata que alguns moradores de Pirenópolis, preocupados com a questão, em 2001, criaram uma associação sem fins lucrativos denominada “Pirenópolis: Ontem, Hoje e Sempre”, cuja finalidade está apontada em estatuto, em seu artigo 2º do Capítulo I:

A finalidade da associação é defender a família pirenopolina, a tradição, a identidade, a moral, os bons costumes, o bem-estar, o sossego, o

regionalismo, o folclore, o patrimônio humano, cultural, físico e artístico, proporcionando à centenária Pirenópolis condições de permanecer como sempre foi, ou seja, com as belezas físicas, humanas e culturais em suas raízes originárias, sem perder a virtude que tanto atrai moradores de longínquas regiões que aqui aportam para somar ao ambiente sem submetê-lo às suas vontades individuais.

Pirenópolis conta atualmente com inúmeros condomínios horizontais que se constituem em “segundas residências” ou casas de veraneio, precipuamente para a população de Brasília e Goiânia. De acordo com Abrahão e Tomazzoni (2018, p. 82),

compreende-se a segunda residência como uma tipologia não hoteleira de hospedagem turística, na qual existe um vínculo permanente, pelo retorno sucessivo ao mesmo destino, mas cuja permanência não excede ao período de um ano. Na cidade de Pirenópolis, conforme mencionado, alguns imóveis dentro e fora do centro histórico foram adquiridos pelos recém-chegados funcionários públicos federais com a finalidade de ali estabelecerem uma segunda residência.

Além disso, um robusto calendário turístico movimenta anualmente a cidade, incluindo festivais gastronômicos, festivais de cerveja (PiriBier), festivais de música (Canto da Primavera), festivais literários (Flipiri – Feira Literária de Pirenópolis, inspirada na Flip de Paraty), entre outros, como bem ilustra a Foto 6.

Nos últimos anos tem havido uma forte pressão de mercado para a instalação de grandes empreendimentos turísticos conhecidos como “multipropriedades” ou *time-sharing*. Nesta modalidade de empreendimento, cada uma das unidades habitacionais é dividida em cotas para vários proprietários, as escrituras são feitas em nome de todos eles, de forma que se tornam coproprietários do mesmo apartamento, e dividem o tempo de uso de cada unidade ao longo do ano.

Entre 2022 e 2023, o “Quintas de Santa Bárbara” foi o primeiro empreendimento desse tipo a se instalar em Pirenópolis, como ilustra a Foto 7. Com características de *resort*, o referido empreendimento de 192 apartamentos se instalou numa porção elevada da cidade, de aproximadamente 60.000 m<sup>2</sup>, vizinha da Igreja Nossa Senhor do Bonfim, e também nas proximidades do Córrego da Prata.

**Foto 6 – Foto do Canto da Primavera 2023, Arte da Flipiri (2023) e Arte do PiriBier (2024)**



Fonte: Secult Goiás. Fonte: Trabalho de campo (2023)

**Foto 7 – Recepção e pátio do Resort Quintas de Santa Bárbara**



Fotos: Vinicius Madazio, nov./2023.

A preocupação com os impactos ambientais gerados por um empreendimento tão grande junto às áreas da nascente do Córrego da Prata levou a sociedade civil do município a se articular formando um movimento chamado “Piri Sem Time Sharing”, promovendo abaixo-assinado e pressão, até que o STJ (Superior Tribunal de Justiça) embargasse o empreendimento entre os anos de 2017 e 2019. Entre embargos e liberações, a obra foi finalmente liberada e hoje está quase pronta, restando apenas 50 unidades ainda em construção.

O movimento da sociedade civil alega que, além da concorrência brutal contra os pequenos estabelecimentos turísticos da cidade e região, esse tipo de construção não tem regulamentação própria, abrindo “brechas” para os construtores aproveitarem-se das legislações de outras modalidades imobiliárias, que, por não serem específicas, não deixam claras as responsabilidades do empreendedor e dos compradores.

Boa parte dos compradores de imóveis compartilhados faz o investimento voltado a aluguéis por temporada. No caso de Pirenópolis, o interesse maior é o turismo, como ocorre com dezenas de prédios de Caldas Novas. As duas cidades goianas estão entre os destinos preferidos dos brasilienses nos fins de semana e feriados.

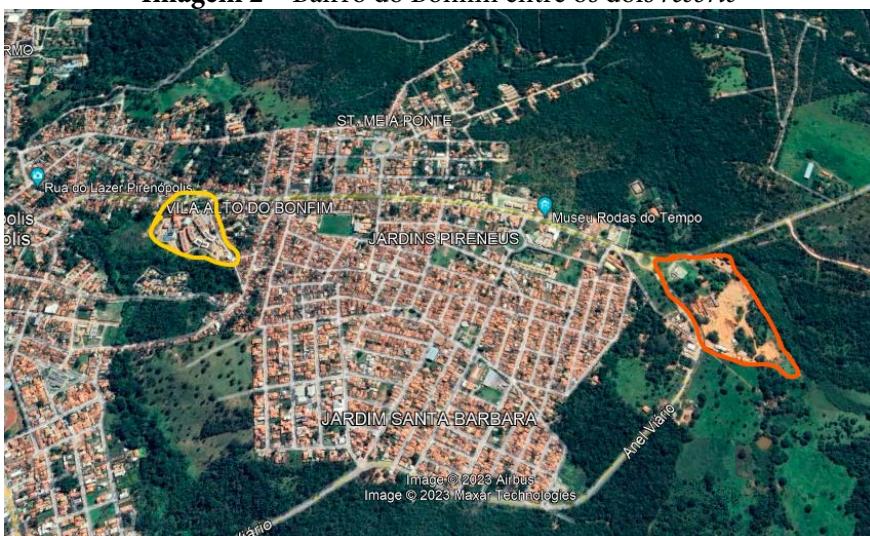
A Imagem 1 mostra um polígono amarelo contornando a área edificada do empreendimento Quintas de Santa Bárbara, com destaque para a área verde à esquerda do polígono, correspondendo à Área de Preservação Permanente (APP), área protegida por lei para preservar as nascentes do Córrego da Prata.

Já na Imagem 2, obtém-se uma visão mais ampla do extenso Bairro do Bonfim entre o polígono amarelo do Quintas de Santa Bárbara e o polígono laranja, que representa a área em obras do Pyrenéus Residence, outro grande empreendimento semelhante.

Se não houver uma política pública municipal de planejamento turístico que favoreça a formação e inclusão da comunidade do bairro do Bonfim, os empreendimentos não absorverão a mão de obra da comunidade, deixando de gerar trabalho e renda locais e o consequente desenvolvimento do bairro com a manutenção da população atualmente presente.

**Imagen 1 – Polígono delimitador do Resort**

Fonte: Google Earth – Adaptação Vinicius Madazio.

**Imagen 2 – Bairro do Bonfim entre os dois resorts**

Fonte: Google Earth – Adaptação Vinicius Madazio.

Dessa maneira, pode-se estabelecer um contexto potencialmente indutor do que se chama de gentrificação<sup>8</sup>, processo de segregação socioespacial vivenciado em áreas urbanas, caracterizado pela valorização acentuada de determinada área, que culmina na saída de moradores antigos em razão do aumento local do custo de vida.

Como bem pontuou Lopes (2001), em Pirenópolis, pessoas que residiam no centro-histórico venderam suas casas, inclusive por preço irrisório, e passaram a residir em bairros periféricos. Ou seja, da mesma forma como ocorreu no centro histórico de Pirenópolis, existe a tendência de o bairro do Bonfim se consolidar cada vez mais, transformando-se gradativamente num bairro de classe média, gerando especulação imobiliária e obrigando a população mais humilde a se deslocar para áreas mais periféricas, avançando sobre áreas que o plano diretor pode ou não estar apontando como áreas favoráveis para a expansão urbana.

Oliveira (2006) reforça que a promoção do turismo cria uma segregação funcional do espaço, mostrando que, por vezes, isso reflete na segregação social. Nesse sentido, Guerra, Santos e Neves (2018) destacam que alguns pontos da cidade, como bairros inteiros, certas ruas ou quarteirões, são designados pelo setor público como possíveis atrativos econômicos e turísticos, motivo pelo qual os investimentos supervalorizam esses locais, o que dificulta o acesso de grande parcela da população com renda mais baixa, expulsando-a para os bairros afastados, e provoca a degradação do patrimônio natural e cultural.

Existem mais três projetos de grandes empreendimentos multi-propriedades em pleno desenvolvimento na cidade. O grupo goiano GAV Resorts está comercializando cotas para o Pyrenéus Residence, que será construído numa área de 30.000 m<sup>2</sup> do lado externo do anel viário da cidade, na divisa com o Córrego José Leite. A Foto 8 ilustra a obra em franco desenvolvimento.

8 O termo *gentrificação* é a versão “aportuguesada” de *gentrification* (de *gentry*, “pequena nobreza”), conceito criado pela socióloga britânica Ruth Glass (1912-1990) em *London: aspects of change* (1964), para descrever e analisar transformações observadas em diversos bairros operários em Londres. Desde seu surgimento, a palavra tem sido amplamente utilizada em estudos e debates sobre desigualdade e segregação urbana, assim como nos estudos sobre patrimônio, nos mais diferentes domínios: sociologia, antropologia, geografia e arquitetura, além de planejamento e gestão urbana, economia e estudos urbanos em geral.

**Foto 8 – Pyrenéus Residence em obras**

Foto: Vinicius Madazio – nov./2023. Fonte: Trabalho de campo (2023)

**Foto 9 – Projeto Pyrenéus Residence**

Fonte: <https://info.gavresorts.com.br/pyreneus>.

Com um investimento de 90 milhões de reais, o empreendimento terá 150 apartamentos. A Foto 11 retrata o projeto do empreendimento Pyrenéus Residence como um todo.

O “Reserva de Pirenópolis” é um projeto da Toro Participações e da Trinus CO. Conta com investimento de R\$ 50 milhões, será formado por 17 torres com um total de 544 apartamentos e 13.500 frações imobiliárias. A Foto 10 traz ilustrações da entrada do projeto. Com estimativa de um valor geral de vendas de R\$ 520 milhões, contará com dois parques aquáticos, diversas áreas de lazer para as crianças, seis saunas, quatro *spas* integrados com *jacuzzi* e sala de massagem, duas academias, dois bares e um restaurante.

**Foto 10 – Ilustrações da entrada do empreendimento  
e da fachada de um edifício**



Fonte: <https://reservapirenopolis.com.br/>

Já o “Mandala dos Pireneus Eco Village” (Foto 11), em parceria com o Grupo Villa Hotéis, será construído próximo à matriz da cidade. O futuro hotel, que também já tem suas cotas comercializadas, contará com espaço *teen*, academia, piscinas adulto e infantil e *rooftop* de frente para a Serra dos Pireneus.

**Foto 11 – Ilustrações da entrada e da piscina  
do Mandala dos Pireneus Eco-Village**



Fonte: <https://wamgestao.com/empreendimento/mandala-dos-pireneus-eco-village/>

Como se pode perceber pela Foto 11, o Mandala dos Pireneus Eco-Village é mais um exemplo de estabelecimento do tipo *resort* que será implementado num curto ou médio prazo na cidade de Pirenópolis. Esses empreendimentos verticalizam e adensam significativamente o uso e a ocupação do solo urbano, gerando potenciais impactos no tráfego de veículos, na emissão de poluentes, no aumento da geração de lixo e esgoto.

Faz-se necessário, portanto, que haja planejamento, gerenciamento e cuidado por parte do poder público municipal em aumentar proporcionalmente a infraestrutura e melhorar os serviços para absorver um público cada vez maior, de forma a não comprometer a qualidade de vida dos moradores e mesmo dos próprios turistas.

Simultaneamente a todo esse “incremento” do número de leitos e de um turismo bastante focado na economia, representado pela instalação dos *resorts* em Pirenópolis, há também uma iniciativa que visa fortalecer um outro tipo de turismo na região.

## “GEOPARQUE” DOS PIRENEUS

Desde meados da década de 1990, o Serviço Geológico do Brasil (CPRM) vem atuando em projetos que contemplam a caracterização física de regiões de interesse geoturístico, tendo como objetivo precípua disseminar o conhecimento básico de geologia-geomorfologia, informações geoambientais e geohistóricas, visando incrementar o potencial turístico de sítios geológicos-geomorfológicos e a criação de novos roteiros de visitação.

Esses projetos visam preparar as áreas estudadas a estarem aptas e se credenciar à chancela da Unesco (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura), para se tornarem um Geoparque.

Segundo Carneiro (2024), em 2004, a Unesco *Global Geoparks* estabeleceu que os Geoparques se constituem em um território com áreas geográficas unificadas e com limites bem definidos, onde tanto sítios como paisagens de relevância geológica/geomorfológica internacional são administrados com base em um conceito holístico de proteção, educação e desenvolvimento sustentável.

Sua abordagem agrega e proporciona a compreensão das comunidades locais, permitindo o desenvolvimento de atividades econômicas no âmbito do turismo, acarretando incremento de renda, e lastreia a construção de conhecimentos de geodiversidade.

Esse conceito de “Geoparque” envolve a união de três pilares: Geoconservação, Educação e Desenvolvimento Sustentável, maximizando o Geoturismo em benefício da economia local e ajudando as pessoas a compreenderem a evolução da paisagem com a qual se relacionam.

No resgate da caminhada da Geodiversidade no Brasil, Carneiro (2024, p. 111) pontua ainda:

Outro momento histórico marcante nos estudos do patrimônio geológico no Brasil foi a criação, em 2006, pela CPRM, do Projeto Geoparques, com o objetivo de identificar, classificar, catalogar, georreferenciar e divulgar o patrimônio geológico do Brasil, bem como definir diretrizes para seu desenvolvimento sustentável. O Projeto Geoparques, nesse sentido, em 2012, fez surgir o livro Geoparques do Brasil – propostas, contendo o memorial descritivo de 17 propostas de geoparques. Para o Estado de Goiás, foram descritas as propostas do Geoparque dos Pireneus (Pirenópolis) e o Astroblema de Araguainha – Ponte Branca, na divisa entre Goiás e Mato Grosso.

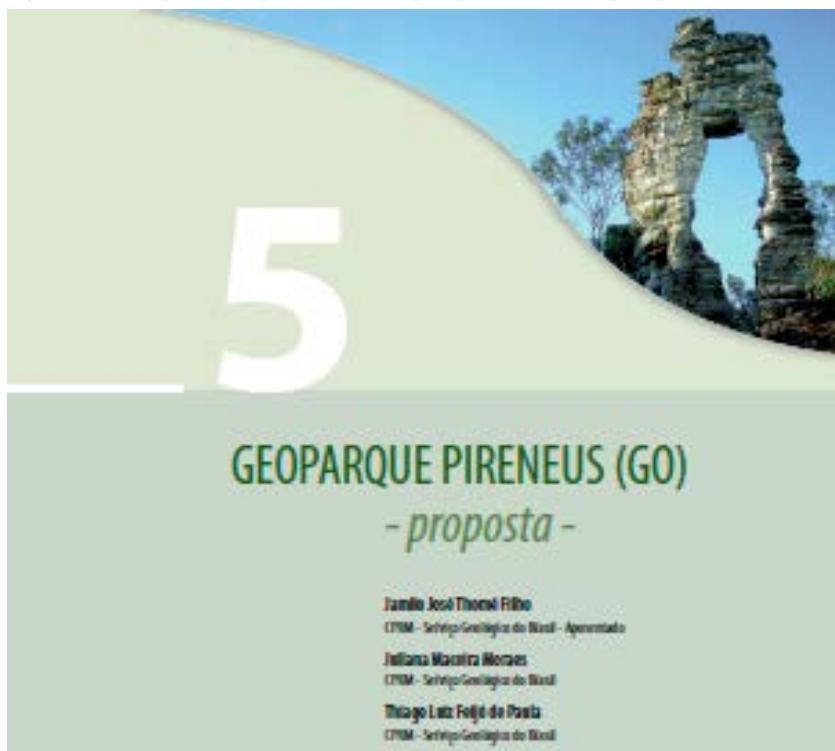
A Figura 1 ilustra a presença da proposta do “Geoparque” dos Pireneus no livro Geoparques do Brasil (CPRM), apresentando um “cartão de visitas” de um dos maiores geossítios integrantes da área: a Cidade de Pedra<sup>9</sup>.

A foto presente na capa do capítulo do Geoparque dos Pireneus retrata um exemplar da geodiversidade com feições de relevo “ruiforme”, resultante da longa erosão do quartzito pelas chuvas e pelos ventos. Esse termo é utilizado para referir-se a esse tipo de “esculturas” modeladas no relevo, justamente por parecerem ruínas. Daí o nome do geossítio ganhar o nome de Cidade de Pedra.

---

9 O interesse despertado pelo local a partir do final de 2004, levou a prefeitura de Pirenópolis a emitir o decreto nº 1.389/ 05, de 06 de junho de 2005, que dispõe sobre a criação do monumento natural Cidade de Pedra, na região conhecida como Serra de São Gonçalo, com a área de 1.379 hectares (CPRM, 2006).

**Figura 3 – Capa do capítulo com a proposta do Geoparque dos Pireneus**

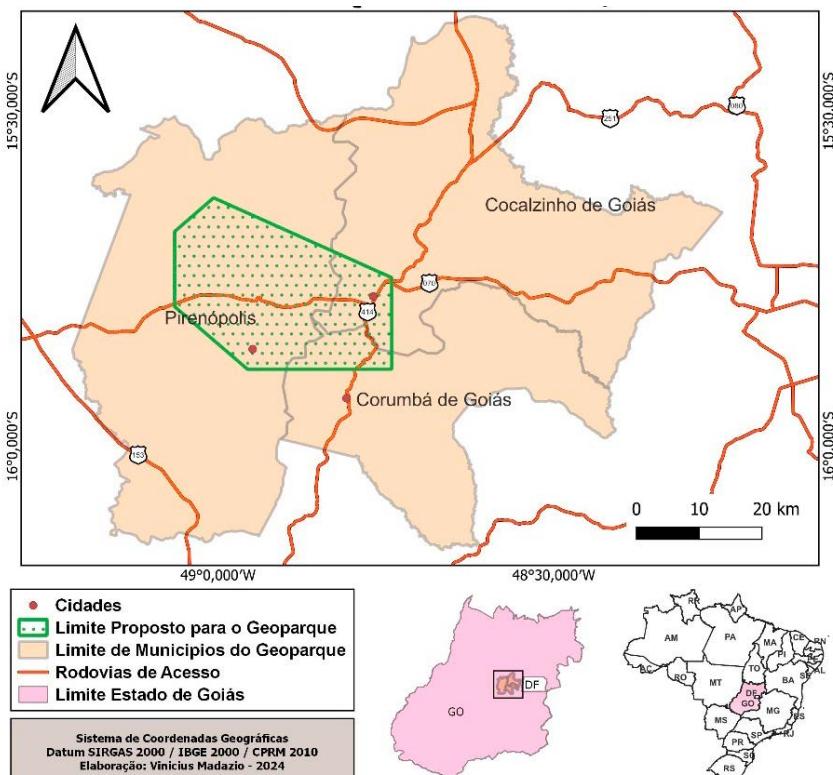


Fonte: CPRM, 2006.

Até o presente momento, o Brasil já conseguiu o credenciamento de 6 geoparques: o Araripe foi o primeiro a ser designado pela Unesco em 2006. Em 2022 foi a vez dos geoparques Seridó e Caminhos dos Cânions do Sul e em 2023, os parques de Caçapava e Quarta Colônia também entraram na lista como geoparques mundiais. Em março de 2024, o Geoparque Uberaba se tornou o mais novo integrante chancelado pela Unesco.

A área proposta para o “Geoparque” dos Pireneus está localizada no centro do Estado de Goiás, na Microrregião do Entorno do Distrito Federal. O polígono verde em destaque no mapa de localização do Mapa 1 representa a área da proposta, de aproximadamente 715 km<sup>2</sup>, situando-se entre os municípios de Pirenópolis, Cocalzinho de Goiás e Corumbá de Goiás.

**Mapa 1 – Mapa de localização da área do “Geoparque dos Pireneus”**



Elaboração: Vinícius Madazio, 2024. Fonte: Elaborado por Vinícius Madazio (2024).

A área da proposta do “Geoparque” dos Pireneus dista aproximadamente 100 km de Goiânia e de Brasília e 60 km de Anápolis, tendo um universo de público de visitação no seu entorno imediato de 4.7 milhões de pessoas (IBGE, 2022). Além disso, na soma dos municípios que integram o território da área do “Geoparque”, há uma população de quase 63 mil habitantes (IBGE, 2022), que poderão se beneficiar direta e indiretamente da iniciativa do “Geoparque”.

Os 20 geossítios<sup>10</sup> apontados pela proposta do “Geoparque” Pireneus incluem desde sítios históricos como lavras coloniais em

<sup>10</sup> O termo *geossítio* pode ser definido como a ocorrência de um ou mais elementos da biodiversidade, bem delimitado geograficamente e que apresenta valor singular do ponto

aluvião e um canal de desvio do Rio das Almas para a atividade mineira do ouro colonial até pontos geológicos de comprovada importância científica que incluem serras, a cidade de pedra, dique de diabásio, estruturas sedimentares representadas por estratificação cruzada e ritmito, grandes elevações de quartzitos dobrados, *mullions*, mirantes e duas pedreiras de quartzito, representando a atividade de mineração mais recente na cidade.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O território de Pirenópolis passou a existir por conta da mineração aurífera. Seu nome se deve à imponência da serra que circunda seu território. Seu segundo grande ciclo econômico, e menos efêmero que o ouro, constitui-se também de uma mineração, a do quartzito, que a faz ser conhecida e reconhecida estadual e nacionalmente.

O “quartzito” pavimentou as estradas de acesso à cidade, num primeiro momento com o intuito de escoar sua produção para as cidades de Goiânia e Brasília, que se tornaram mercados, e num segundo momento imediato, a partir da década de 1960, dando acesso aos habitantes das mesmas cidades, que, interessados pela natureza abundante do Cerrado pirenopolino, suas inúmeras cachoeiras, e seus aspectos histórico-culturais, tornaram-se turistas recorrentes e fiéis.

Fazendo uma analogia à condição de outras duas importantes cidades turísticas do sudeste do Brasil, Pirenópolis hoje caracteriza-se por ser o “Guarujá” do brasiliense, por também ser um destino sólido e perene de segundas-residências, ou a “Paraty” do Cerrado, por apresentar geoatrativos naturais e históricos, semelhantes à cidade carioca igualmente tombada pelo Iphan.

No momento, há a proposta do “Geoparque” dos Pireneus<sup>11</sup>, que promete ser uma “catapulta” para o cenário do desenvolvimento do turismo local e regional, com ênfase para o turismo de base local,

---

de vista científico, pedagógico, cultural, turístico ou outros que podem ser inventariados e caracterizados em determinada área, lugar ou região (Carneiro, 2024).

11 “Em passos lentos” e que carece de oxigenação, mais diálogos e estudos.

resgatando e fortalecendo a identidade das cidades e dos municípios para com a Geodiversidade regional.

O processo da construção de um Geoparque da Unesco necessita de tempo, de uma articulação regional com objetivos comuns a médio/longo prazos e da participação de todos os atores envolvidos, a saber: poderes públicos municipais, associações da sociedade civil organizada, instituições de ensino, associações de estabelecimentos comerciais, de atrativos turísticos naturais e culturais.

O Geoparque poderá surgir na região como um contraponto ao turismo meramente mercadológico, ao turismo “pasteurizado” ou mesmo ao “turismo fechado” dos *resorts*, que estimula seus clientes a pouco saírem de suas instalações.

Com a perspectiva da Geoconservação em foco, estimulada por maior sensibilização e conscientização, a implementação de um Geoparque na região poderá estimular um planejamento integrado entre as três municipalidades envolvidas, com perspectivas de crescimento das atividades turísticas voltadas para a sustentabilidade, tendo o simultâneo incremento das infraestruturas necessárias para mitigar os impactos ambientais.

Pirenópolis, através do estabelecimento de um Geoparque, poderá amadurecer um novo capítulo na sua relação com a Geodiversidade, gerando envolvência com as comunidades presentes em seu território, fortalecendo a identidade regional, alicerçando um Geoturismo que vise à sustentabilidade, com o intuito de iniciar um ciclo virtuoso nos laços com a Geodiversidade.

## REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, C. S.; TOMAZZONI, E. L. Turismo de segundas residências no litoral sul do Brasil: uma discussão sobre seu dimensionamento e relevância para a atividade turística contemporânea. *Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo*, v. 12, n. jan./abr. 2018, 2018. Trad. Disponível em: <https://www.rbtur.org.br/rbtur/article/viewFile/1328/797>. Acesso em: 31 mar. 2022.

CARNEIRO, V. A. Os cenários e as caminhadas da geodiversidade. *Revista do Instituto Histórico e Geográfico de Goiás* / Instituto Histórico e Geográfico de Goiás, n. 34 (2023) – Goiânia: Kelps, 2024. 194 p.

CARDOSO, A. L. Visões da natureza no processo de constituição do urbanismo moderno. *Cadernos IPPUR/UFRJ*, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 119-150, jan./jul. 2000.

CAVALCANTE, S. **Barro, Madeira e Pedra:** patrimônios de Pirenópolis. Brasília: Iphan, 2018.

COELHO, G. **A estética do poder e da modernidade:** Arquitetura art déco em Goiânia. Goiânia: Editora Trilhas Urbanas, 2019.

CRAVEIRO, F. A. **A percepção dos moradores da histórica cidade de Pirenópolis acerca do turismo numa perspectiva etnográfica.** 152 f., Dissertação (Mestrado) – Universidade Católica de Goiás, Instituto Goiano de Pré-História e Antropologia, 2006.

CURADO, G. G. **Pirenópolis:** uma cidade para o turismo. Goiânia: Oriente, 1980

D'ABADIA, M. I. V.; VALVA, M. D.; CURADO, J. G. T. Pirenópolis (GO): de antigas minas de Nossa Senhora do Rosário a circuito de turismo nacional.

**Dimensões – Revista de História da UFES**, Vitória, n. 46, p. 196-216, 2021.

ESTEVAM, L. **O tempo da transformação:** estrutura e dinâmica da formação econômica de Goiás. 2. ed. Goiânia: Editora UCG, 2004.

FABRIS, A. (org.). **Ecletismo na arquitetura brasileira.** São Paulo: Nobel/Edusp, 1987.

FALEIRO, F. F.; LOPES, L. M. Aspectos da mineração e impactos da exploração de quartzito em Pirenópolis (GO). *Ateliê Geográfico*, Goiânia, v. 4, n. 3, p. 148-162, ago. 2010.

GUERRA, I. C. V.; SANTOS, J. C. V.; NEVES, A. R. Caldas Novas, Goiás: um cenário de lazer e turismo, moradores e visitantes. *Revista Sapiência: Sociedade, Saberes e Práticas Educacionais*, UEG, v. 7, n. 4, p. 121-135, dez. 2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>

JAYME, J. **Esboço histórico de Pirenópolis.** Goiânia: Imprensa da Universidade Federal de Goiás, 1971 (v. 1 e 2).

NIETO, L. M. **Geodiversidad:** propuesta de una definición integradora. *Boletín Geológico y Minero*, v. 112, n. 2, p. 3-12, 2001.

OLIVEIRA, A. M. V. **Uma ponte para o mundo goiano do século XIX:** um estudo da casa meia-pontense. Goiânia: Agepel, 2001.

OLIVEIRA, F. M. **Espaço, lugar, identidade e urbanização:** conceitos geográficos na abordagem do turismo. 2006. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

PEREIRA, R. S. de M. **O impacto do turismo na identidade local:** um estudo de caso – Pirenópolis (GO). 43 f. Monografia (especialização) – Universidade de Brasília – Centro de Excelência em Turismo, Brasília, 2003.

POHL, J. E. **Viagem no interior do Brasil.** Trad. Milton Amado e Eugênio Amado. Belo Horizonte/São Paulo: Itatiaia/USP, 1978.

REIS, N. G. **Evolução urbana do Brasil 1500/1720.** São Paulo: Pini, 2000.

SANTOS, M. **Da paisagem ao espaço:** gravação de palestra proferida no dia 04/10/1995, no auditório da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU-USP), no âmbito do Encontro Nacional de Ensino de Paisagismo – 47min 46s. Publicado pelo CANAL DUVID GEOGRAFIA, em 23/01/2019. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=juUkCzFTO5U>. Acesso em: 21 nov. 2023.

SOUZA, F. E.; LIMA, C. V. **Análise dos condicionantes físicos em bacias hidrográficas do município de Pirenópolis (GO) e suas relações com o turismo.** Goiânia: SBPC / UFG – Pibic, 2011. 14 p.

SPOSITO, E. S.; SILVA, P. F. J. **Cidades pequenas:** perspectivas teóricas e transformações socioespaciais. Jundiaí: Paço Editorial, 2013.

THOMÉ FILHO, J. J.; MORAES, J. M.; DE PAULA, T. L. F. **Geoparque Pirineus (GO): proposta.** Goiânia: CPRM, 2010. Disponível em: <https://opopular.com.br/economia/pirenopolis-recebera-3-novos-grandes-resorts-1.2382788>. Acesso em 10 mar. 2024.

# O Largo da Carioca e o Mirante da GO-070 na Cidade de Goiás (GO)

Um relato de experiência

ROMUALDO POVROZNIK JUNIOR  
VANDERVILSON ALVES CARNEIRO  
JEAN CARLOS VIEIRA SANTOS  
DIOGO ISAO SANTOS SAKAI

Aula de campo foi realizada no dia 13 de maio de 2022, e como diz Almir Sater na letra de música chamada *Mês de maio*, em seu álbum “Terra de Sonhos”, de 1994:

Azul do céu brilhou  
Mês de maio enfim chegou  
Olhos vão se abrir pra tanta cor  
É mês de maio, a vida tem seu esplendor

A luz do sol entrou  
Pela janela e convidou  
Pra tarde tão bela e sem calor  
É mês de maio, saio e vou ver o sol se pôr

Horizonte de aquarela  
Que ninguém jamais pintou  
E o enxame de estrelas  
Diz que o dia terminou

Noite nem se firmou  
E a lua cheia já clareou  
Sombras podem ir, façam favor  
É mês de maio, é tempo de ser sonhador

Quem não se enamorou  
No mês de maio bem que tentou  
E quem não tiver ainda amor  
Dos solitários o mês de maio é o protetor  
  
Boa terra, velha esfera  
Que nos leva aonde for  
Pro futuro, quem nos dera  
Que te dessem mais valor  
  
[...]

E foi exatamente o que aconteceu: a aula iniciou em plena tarde de maio pelo Largo da Carioca e finalizou com o lindo pôr do sol no Mirante da GO-070 (Goiás (GO)) observando a Serra Dourada.

Como trabalho final da disciplina Geografia e Ordenamento do Espaço Turístico, foi proposto um relato de experiência envolvendo as aulas teóricas e as aulas de campo, ministradas nos meses de maio e de junho de 2022, junto ao Mestrado em Geografia da Universidade Estadual de Goiás (UEG), do *campus* Cora Coralina (Goiás (GO)).

O aporte metodológico se fundamentou no relato de experiência por meio da descrição da experiência vivida com apoio da crítica reflexiva teórico-metodológica (Mussi; Flores; Almeida, 2021). Apresenta uma descrição e crítica reflexiva da experiência a partir do roteiro de visitas de campo do cronograma da disciplina bem como do suporte teórico de autores/as do Turismo e do Geoturismo, da Literatura Regional e da Arquitetura e Urbanismo, e de documentos oficiais com o objetivo de trazer considerações acerca dos espaços públicos, como o Largo da Carioca e o Mirante da Rodovia GO-070.

Cabe destacar que o dia 13 de maio de 2022, período vespertino, foi o período de aulas selecionado para a elaboração dessa atividade textual. Mês de maio alude à música de Almir Sater (1994), onde os dois docentes da referida disciplina nos convidaram a embarcar na “nau” do conhecimento singrando pela Carioca, pelo Mirante e pelos textos em territórios e paisagens tão bem cerzidos por Cora Coralina.

Os textos e as aulas de campo deram o lastro ao debate rico conectando temas como Turismo e Geoturismo (Geodiversidade), à Ciência Geográfica e à Arquitetura e Urbanismo.

O estudo é embasado na perspectiva qualitativa. De acordo com Ramires e Pessôa (2013, p. 25), esse caminhar metodológico tem como objetivo reconhecer “uma interdependência viva entre sujeito e objeto e de uma postura interpretativa”. Assim, faz-se relevante sublinhar que este trabalho é “uma possibilidade de criação de narrativa científica, especialmente no campo das pesquisas capazes de englobar processos e produções subjetivas” (Souza; Carneiro; Santos, 2023, p. 2).

Outros momentos relevantes para a construção deste capítulo foram as observações, os registros fotográficos, o debate e as anotações em caderneta de campo tanto no Largo da Carioca como no mirante da rodovia GO-070 na Cidade de Goiás, onde compreendeu-se a partir dos textos analisados e materiais coletados que o trabalho de campo é uma modalidade que permite refletir sobre o lugar, discutir a articulação entre teoria e prática e alicerçar o ensino-aprendizagem (Carneiro, 2009). Segundo Sales, Freitas e Santos (2017, p. 57), as observações empíricas “podem ser consideradas, literalmente, uma experiência científica marcante, uma viagem ao lugar de investigação que trouxe sentido, conteúdos, significados e existência ao texto”.

Dessa maneira, o objetivo deste trabalho foi compreender e apresentar as observações da atividade de campo realizada tanto no Largo da Carioca como no mirante da rodovia GO-070 na Cidade de Goiás (Figura 1).

O relato foi organizado em dois tempos. Primeiro, o *pit stop* no Largo da Carioca – um geossítio – nas margens do Rio Vermelho com afloramento de metaconglomerados, local com algumas edificações históricas (o chafariz e o acesso à Estrada Imperial / Real) e atuais (restaurante/lanchonete e quiosque – tipo museu a céu aberto relatando a história de Goiás) com infraestrutura balneária (Poço do Bispo), passadiço, um parquinho para crianças, quadras de areia, um ambiente de convívio social. A segunda paragem foi no Mirante da rodovia GO-070, que liga a Cidade de Goiás a Goiânia, com estacionamento e quiosque para lanches, além de uma edificação com rampa e guarda-corpo para apreciação e registros fotográficos da Serra Dourada, do traçado da rodovia estadual no sentido da Cidade de Goiás, do Cerrado e do Povoado de Areias.

**Figura 1 – Localização do Parque da Carioca (1) e Mirante da Rodovia GO-070 (2) em Goiás (GO)**



Fonte: Trabalho de campo em 13 de maio de 2022.

## O LARGO DA CARIOMA

As praças sempre estiveram presentes na história das cidades. Guardam em seus seios histórias e acontecimentos da vida pública e privada, mundana e profana; fatos que caracterizam esses logradouros como espaços livres e públicos de fundamental importância para a sociabilidade das pessoas que habitaram os centros urbanos mais antigos e as que habitam as cidades atuais, embora em proporções diferenciadas (Gomes, 2007).

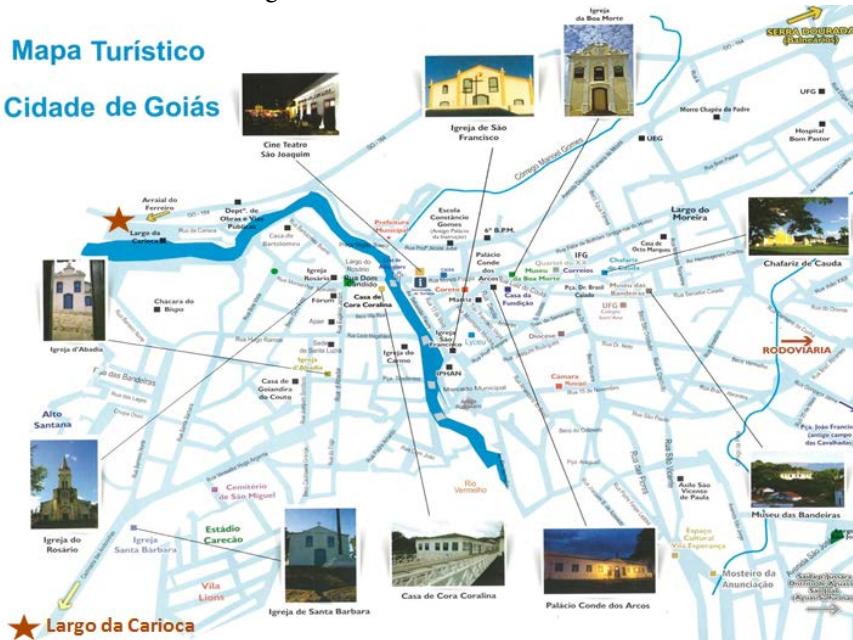
Este espaço geográfico recheado de cultura chamado de Largo da Carioca tem um significado especial para os moradores da cidade. Conforme Gomes (2007), atribuir à praça a denominação de um espaço público é reconhecê-la como uma categoria entre os diversos espaços livres urbanos como parques, áreas verdes e áreas de lazer e, ao mesmo tempo, reafirmá-la como espaço ancestral onde mesclam-se usos e grupos sociais diferenciados (Figura 2).

O Largo da Carioca foi abordado em suas peculiaridades durante a aula de campo. Continuando com Gomes (2007), temos a praça, na atualidade, que assume muito mais função de área verde e estética no espaço urbano brasileiro do que como local de convívio da população. Notadamente, esse fato pode ser observado com maior clareza, nos grandes centros urbanos, especialmente nos bairros habitados pelos grupos de mais alta renda, ao contrário dos bairros populares.

**Figura 2** – Croqui com a localização do Largo da Carioca na Cidade de Goiás

## Mapa Turístico

## Cidade de Gojás



Fonte: Fólder turístico da Cidade de Goiás distribuído aos visitantes em 2017.

O assunto discutido durante a aula de campo evidenciou as intenções como a colocada por Gomes (2007) no parágrafo anterior, mas com olhar para o Largo da Carioca, que despertou interesses de terceiros para que o ambiente tenha investimentos particulares. Gomes (2007) fez colocações importantes para refletir. Por exemplo, o estudo das praças públicas, que se pretende analisar através deste artigo, justifica-se pela presença marcante destas na composição dos espaços

urbanos, levando-se em consideração a sua diversidade, seu uso por parcelas significativas da população mais carente e muitas vezes o descaso do poder público com elas, tornando-as locais marginalizados, devido à presença de usuários de drogas, mendigos, assaltantes e até mesmo pela falta de segurança, principalmente nos horários noturnos.

Nesse caso, as colocações de Gomes (2007) não condizem com a realidade encontrada. A população usa o Largo da Carioca, mas com muita disciplina e cuidado com esse lugar, que acaba sendo uma extensão de suas casas. O poder público zela e cuida do espaço.

Sobre os interesses particulares no espaço do Largo da Carioca, tem-se a Lei Municipal n. 96, de 8 de julho de 2015, publicada com o seguinte conteúdo:

Autoriza o Poder Executivo a promover a concessão onerosa do espaço público denominado Parque Turístico da Carioca e dá outras providências.

Artigo primeiro: Fica o poder executivo autorizado a promover a concessão do onerosado espaço público denominado Parque Turístico da Carioca.

Artigo segundo: A concessão do espaço público a que se refere o artigo primeiro, desta Lei, terá como finalidade a exploração de atividade econômica associada ao lazer, ao esporte, à cultura e ao turismo, conforme dispuser o edital de licitação e o respectivo contrato.

Inciso primeiro: A finalidade de concessão, o concessionário utilizará os espaços edificados e poderá montar estruturas e instalações provisórias, desde que previamente aprovadas pela Administração Municipal e pelos demais órgãos de proteção ambiental e do patrimônio histórico.

Inciso segundo: A Administração Municipal fiscalizará o fiel cumprimento do contrato de concessão.

Inciso terceiro: Ficam proibidos o desvio de finalidade e alteração das atividades dos concessionários, bem como a utilização diversa do espaço público, inclusive a cessão, arrendamento total ou parcial ou a transferência a terceiros, por qualquer que seja o meio.

Artigo Terceiro: A Concessão será efetivada mediante a celebração de contrato específico, no qual serão estabelecidas condições da avença e as obrigações da concedente e do concessionário.

Artigo Quarto: A concessão de que trata esta Lei terá prazo de duração de 05 (cinco) anos, contado a partir da assinatura do instrumento contratual

específico, prorrogável por igual período, mediante termo aditivo, desde que cumpridas todas as obrigações contratuais e observado o interesse público.

Inciso Primeiro: Caberá ao Poder Concedente fixar, no correspondente edital de licitação, as condições para a concessão, podendo fixar remuneração fixa e participação na receita bruta obtida com exploração econômica do espaço, bem como estabelecer outras condições, em especial, para assegurar a proteção e a conservação do bem público concedido.

Inciso Segundo: A concessão prevista nesta Lei é de natureza intransferível.

Artigo quinto: O concessionário responderá pelos encargos civis, administrativos e tributários que incidam sobre o objeto da concessão a que se refere esta Lei.

Artigo Sexto: A concessão será revogada e rescindido o contrato, retomando o bem à posse do Município de Goiás, sem direito de retenção ou indenização de qualquer benfeitoria eventualmente existente, em caso de comprovado descumprimento de qualquer dispositivo desta Lei, bem como se a exploração econômica estiver em desacordo com a forma estabelecida no edital e no contrato, sendo realizada por terceiros ou, ainda, de modo nocivo à população, ao sossego público ou ao meio ambiente.

Artigo Sétimo: A publicação do edital de licitação da concessão será precedida de audiência pública convocada pela Administração Pública Municipal.

Esta Lei foi a maneira encontrada pelo município de Goiás de intervir no espaço do Largo da Carioca, pois coaduna com as colocações de Gomes (2007) ao compreender as origens e as transformações dos espaços públicos urbanos no Brasil através dos largos, das praças e dos parques. Faz bem refleti-los na aurora deste novo século, que é o intuito maior deste relato. Dessa forma, espera-se apontar aspectos importantes para uma discussão relevante no que concerne às possibilidades de se criar e gerir tais espaços, especialmente as praças.

É claro que para os habitantes de Goiás este espaço foi e é debatido por universidades, estudantes e população em geral. Assim, foi possível entender a importância do local no passado reforçado pelas colocações de Segawa (1996, p. 33):

A vida na praça pública era permeada pelo universo do riso, do escárnio, da festa, numa dinâmica distinta da cultura religiosa ou aristocrática. Os gêneros artísticos e burgueses da praça pública estão frequentemente tão

estreitamente misturados, que é por vezes difícil traçar um limite preciso entre eles.

Para atender com melhor qualidade o turista e até os moradores da cidade que visitam o Largo da Carioca, o Poder Público lançou um edital terceirizando os serviços de restaurante e bar, como podemos ver no Edital n. 01/2016, que diz o seguinte:

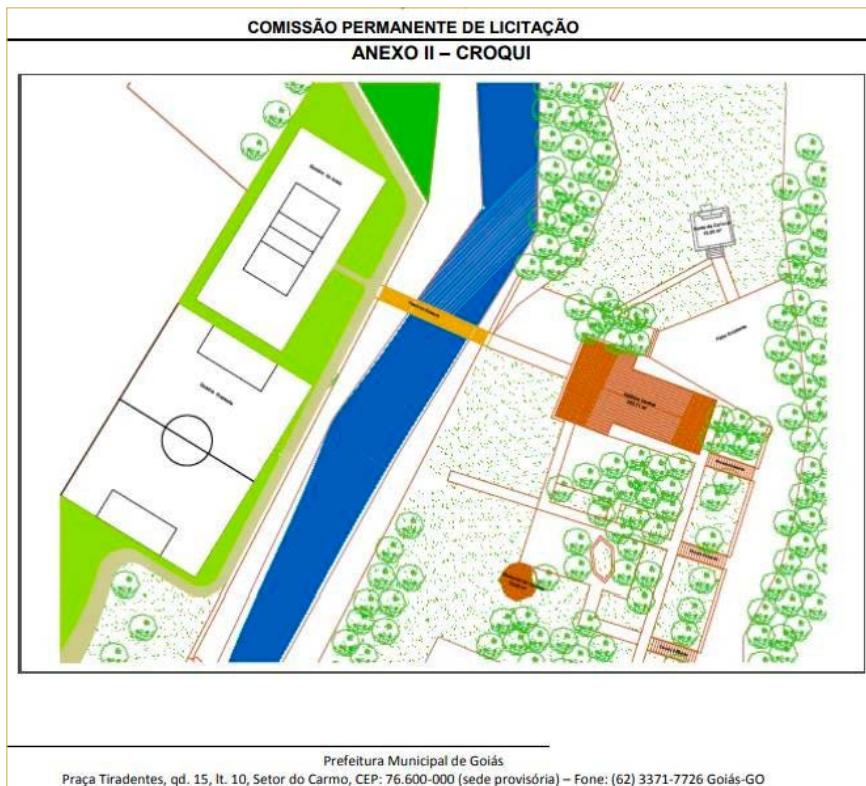
Objetivando a concessão de uso de bem público do Município de Goiás, que consiste no edifício central do Largo da Carioca, destinado à atividade comercial (restaurante e bar), conforme croqui em anexo, localizado no Largo da Carioca, Goiás (GO), CEP: 76.600 – 000, com área construída conforme quadro abaixo, para fim de exploração comercial (restaurante e bar), conforme Lei Municipal n. 96, de 8 de julho de 2015, autorizando o Poder Público a conceder onerosamente o uso do imóvel.

O relato do lugar a ser terceirizado conforme o Edital n. 01/2016 compreende: Edifício Central: configura-se em uma estrutura de apoio ao Parque Turístico da Carioca, onde agrega: um salão aberto, acessível através de rampas laterais e degraus, cobertura em telhas cerâmicas sobre madeiramento aparente apoiado em pilares de alvenaria; cozinha em dois ambientes separados revestidos até o teto de azulejo branco, bancadas em granito para higienização e preparo para manipulação de gêneros alimentícios; possui acesso direto ao salão e saída funcional pela área administrativa, através de uma circulação que também dá acesso ao exterior do edifício, igualmente, para mais dois ambientes: almoxarifado e um cômodo reservado à administração; integram, ainda, o edifício central dois sanitários públicos (masculino e feminino) adaptados para PNE – *Portadores de Necessidades Especiais*.

O Capítulo X do Edital n. 01/2016 é o mais importante, pois demonstra o respeito do poder público pelos moradores locais, pois deverá ser isento de qualquer taxa o ingresso ao Parque da Carioca, de modo que não poderá ser cobrado qualquer preço para o acesso de moradores e visitantes, sejam estes de quaisquer procedências.

No anexo II do Edital 01/2016 podemos ver o croqui (Mapa 1) de localização do restaurante e do bar na cor marrom, no Largo da Carioca.

### Mapa 1 – Croqui do restaurante e bar



Fonte: Edital n. 001/2016.

O Largo da Carioca representa, para os moradores de Goiás um lugar com momentos de lazer em suas dependências. Figueiredo *et al.* (2018) relatam que o espaço necessita de cuidados e manutenção para que seja preservado como um espaço turístico adequado e interessante. Assim, por ser um ambiente rico em belezas naturais, com córregos e árvores, entende-se que as atividades do ecoturismo podem contribuir para reestruturar e atrair mais turistas para o local.

Atualmente existe um funcionário, contratado pela prefeitura, responsável pela limpeza e manutenção do local, que trabalha seis dias da semana. Outro exemplo de mudança partiu dos alunos do Curso de Gestão em Turismo, da Universidade Estadual de Goiás, *campus Cora Coralina*. Esse grupo confeccionou várias placas de

conscientização a respeito do lixo e cuidado com o local, fixando-as no Largo da Carioca. Além disso, eles também fizeram um mutirão de plantio de mudas e de limpeza do rio e do lugar. Os referidos alunos relataram via relatórios que eles não são os únicos a fazerem isso, já que, de vez em quando, alguns moradores também saem limpando o local. É possível ainda notar que a consciência da comunidade e dos gestores tem se modificado. Mas muito ainda pode ser feito para que ocorra um melhor cuidado com o Parque da Carioca. Algumas das placas fixadas pelos referidos alunos já foram perdidas e a manutenção do local fica a cargo de um funcionário sobre carregado.

O Parque da Carioca, durante o tempo em que permanecemos nas dependências do seu ambiente e viajamos na história a imaginá-lo em outros tempos no século passado, principalmente compreendendo as palavras de Figueiredo *et al.* (2018), carrega consigo o peso de muita história e de muitas lendas, sendo um local peculiar e de forte potencial, por sua beleza exuberante e centralizada. Enfim, por tudo isso, o ecoturismo seria uma alternativa bastante considerável para a solução dos problemas identificados no local. Pensando em sua reabilitação, reestruturação e reestabelecimento como um ponto turístico de renome importante, os resultados da implementação do ecoturismo atrairiam turistas e ampliariam as fontes econômicas, como as oportunidades de emprego do município. E, acima de tudo, prezariam aspectos tão importantes como a conservação ambiental e a valorização cultural.

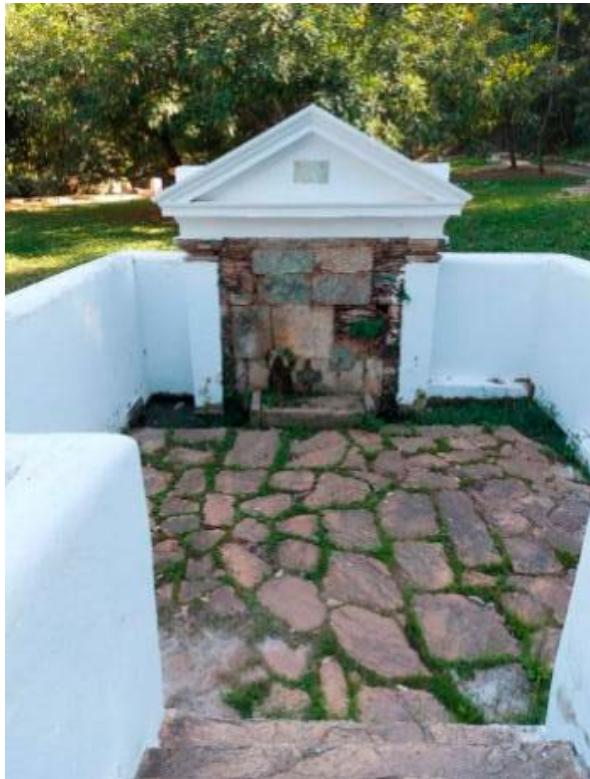
Como se pode observar, o espaço público do Largo da Carioca guarda características específicas importantes que contribuem para a manutenção de sua representação social. O Largo da Carioca está dentro do perímetro de tombamento do conjunto arquitetônico, paisagístico e urbanístico do Centro Histórico de Goiás, conforme o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan) em 1978, e pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) em 2001.

Nesse sentido, a preservação de elementos urbanos como o chafariz (Foto 1) e o acesso à Estrada Imperial / Real (Foto 2) guarda reminiscências das heranças de elementos que constituíam a cidade de idades medievais (Robaa, Macedo, 2010), que ainda estão presentes na

estrutura espacial do Largo, trazida pela colonização portuguesa no século XVIII.

A Geodiversidade do Largo da Carioca, ou seja, o geossítio, apresenta um potencial geoturístico junto aos afloramentos litológicos e *canyon* do Rio Vermelho (Fotos 3a, b e c). Figueiredo *et al.* (2018) relatam que realmente aconteceu o desvio das águas do Rio Vermelho para outras atividades, tanto urbanas como rurais. Outra questão para a qual deve haver conscientização é o Edital de Concorrência Pública para o uso do Largo da Carioca, que está aberto, mas até hoje ninguém foi selecionado para explorar comercialmente o restaurante do Largo da Carioca conforme regras do Edital de Licitação. Cabe enfatizar que a fisiografia local apresenta condições para a prática do ecoturismo.

**Foto 1** – Registro do chafariz do Largo da Carioca



Fonte: Diogo Isao Santos Sakai, 2021.

Foto 2 – Totem de início da Estrada Imperial / Real no Parque da Carioca



Fonte: Trabalho de Campo realizado em 13 de maio de 2022.

Foto 3 – Aula de campo no Largo da Carioca (Goiás (GO))  
em 13 de maio de 2022



(a) Aula de campo no Parque da Carioca junto ao Rio Vermelho; (b) Aforamenros litológicos no Rio Vermelho; (c) Canyon do Rio Vermelho.

Fonte: (a) Getúlio Gracelli Júnior, 2022; (b, c) Trabalho de campo em 13/05/2022.

Segundo Baptista e Cardoso (2013), a história das relações do homem – e suas cidades – com os rios segue uma trajetória complexa, marcada por variadas formas de interação ao longo do tempo e do espaço, fundada na dinâmica e sazonalidade naturais dos corpos d’água, mas sobretudo nas significativamente variáveis necessidades e expectativas humanas, no decorrer de distintos períodos, épocas e lugares. Trata-se, portanto, de uma relação com proximidades e antagonismos sucessivos, materializados de forma distinta ao longo do tempo, nas diversas culturas e nos diversos sítios.

Os autores continuam dizendo que, após os momentos iniciais da história, quando os rios viabilizaram as cidades – e, portanto, a civilização –, estes passaram a sofrer, inexoravelmente, e frequentemente de forma dramática, os impactos hidrológicos e ambientais do crescimento urbano, ao mesmo tempo que perdeu, gradativamente, seu papel como elemento da paisagem (Baptista; Cardoso, 2013).

A evolução tecnológica que possibilita a implantação de cidades cada vez maiores e distantes das margens dos mananciais também implicou no distanciamento afetivo dos cidadãos da água e dos seus espaços naturais. Essa realidade produz cidades na qual os mananciais que as cortam não sejam representados na sua paisagem como o Rio Meia Ponte em seus 30 km de percurso dentro da capital Goiânia (Sakai, 2015).

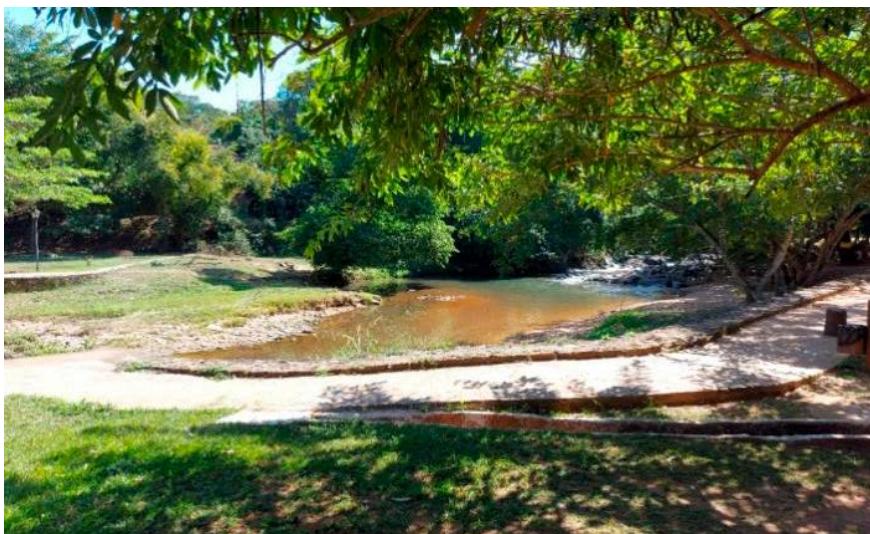
As respostas dos sistemas fluviais urbanos – naturais ou construídos – não tardaram a vir em um cenário pontuado pela concentração da população em cidades e pela densificação populacional em grandes metrópoles; com a frequente ocupação de áreas de risco por habitações subnormais, os prejuízos ambientais e danos socioeconômicos severos decorrentes de inundações colocam em questão os modelos de urbanização e sanitários vigentes.

Atualmente, constata-se o início de uma nova fase nesse relacionamento das cidades e seus rios. A tomada de consciência das grandes questões ambientais, cada vez mais presente, e a contabilização dos danos socioeconômicos fazem com que a questão da restauração fluvial passe a integrar as pautas de reivindicações da sociedade, as agendas do meio científico e as plataformas e planos governamentais. Mesmo que os

conhecimentos científicos e tecnológicos formais sejam ainda incipientes, alguns esforços concretos de restauração, atualmente em prática, já constituem tentativas válidas de resgate do enorme passivo existente.

A incorporação das margens do Rio Vermelho na área do Largo da Carioca (Foto 4), bem como na continuidade da cidade, representa uma das condições para implantação das cidades coloniais. A proximidade com a água é importante para manter funções de infraestrutura nas cidades coloniais, sobretudo nas cidades mineradoras como o Rio das Almas em Pirenópolis, também no Estado de Goiás. Ao incorporar espaços com água na estrutura da cidade, estimulou-se também a incorporação dos corpos d'água na memória afetiva de seus cidadãos, como é o caso do Rio Vermelho para os vilaboenses (Benedet, 2019).

**Foto 4** – Registro da margem do Rio Vermelho no Largo da Carioca



Fonte: Diogo Isao Santos Sakai, 2021.

As colocações de Baptista e Cardoso (2013) reforçam a compreensão do aprendizado durante a aula de campo, cujo acontecimento de cheia do Rio Vermelho foi discutido pelos moradores como também exposto pela mídia goiana, traduzindo-se em um fato lamentável e calamitoso.

O impacto da revalorização de espaços com água nas cidades já se tornou consenso para planejamento e gestão socioambiental nos territórios das cidades, especialmente quando considera a experiência local durante o processo. O Largo da Cariola está oficialmente presente na representação social desta cidade, incorporado às decisões oficiais do planejamento local, que refletem no contexto turístico e histórico.

## O MIRANTE DA RODOVIA GO-070 EM GOIÁS (GO)

Prosseguindo pela tarde de aprendizado no Mirante da rodovia GO-070 a poucos quilômetros do centro histórico de Goiás (GO) (Figuras 3a e b). Os mirantes, belvederes, miradouros, pontos de vista, entre outras denominações, designam uma situação do olhar sobre um espaço (Gomes, 2015). De alguma maneira, eles estabilizam as imagens que oferecem. Nesse sentido, mirantes são criadores, ou, pelo menos, reveladores de paisagens. A materialização das imagens espaciais é obtida a partir das condições de visibilidade dadas por essa posição, ou seja, enquadramentos, ângulos, distâncias e posições, são consubstanciados pela própria situação do mirante (Gomes, 2015).

**Figura 3 – Aula de campo no Mirante da Rodovia GO-070 (Goiás (GO));  
(a) Mirante na Rodovia GO-070; (b) croqui rodoviário  
com o Mirante na rodovia GO-070**



Fonte: (a) Getúlio Gracelli Júnior, 2022; (b) Jornal *O Popular* em 8/11/2017, ajustado pelo Trabalho de Campo em 13/05/2022.

Aqui é representada uma nova tipologia de projeto da paisagem em que o Mirante representa a importância da percepção e contemplação da paisagem a ser modificada dentro das políticas públicas do projeto rodoviário proposto para o trecho da rodovia GO-070 na Cidade de Goiás, além do papel ativo do seu espaço como suporte e ponto ativo na interpretação e reprodução dessa paisagem e, principalmente, das políticas e narrativas envolvidas.

Exatamente como Gomes (2015) descreveu a importância dos mirantes do Rio de Janeiro, nota-se aqui que o Mirante da rodovia estadual GO-070, exatamente no Povoado de Areias, na Cidade Goiás (GO), entrelaça-se com a percepção de Andrade (2008, p. 14):

Em busca de um ambiente agradável, o homem contemporâneo vem valorizando a importância da paisagem, preocupando-se não só com a paisagem vista dos mirantes, do campo ou da mata, mas também com a paisagem da cidade, no ambiente edificado, valorizando a memória do lugar, através do seu patrimônio histórico, natural e cultural; conjunto de elementos que formam a identidade do ambiente vivido, imaginado, materializado numa foto ou percebido sob as diversas dimensões.

O Mirante nos traz uma dimensão da vista do Povoado de Areias, da Cidade de Goiás e da Serra Dourada com suas paisagens históricas, geográficas e socioambientais, além da exuberância do Cerrado. Andrade e Garocini (2015, p. 50) arrazoam:

Os mirantes são locais de grande importância na composição do cenário urbano. É bastante eficiente para o uso do lugar por meio da contemplação, que permite a observação da metamorfose da paisagem através dos tempos e também pode sinalizar a paisagem a partir dos elementos do projeto aglutinador, tornando o próprio desenho do mirante uma referência visual do lugar e gerando outros significados para os aspectos visuais e os sentidos e sensações das relações culturais.

Sobre os mirantes, Gomes (2015) relata que alguns são estabelecidos de maneira mais natural devido ao posicionamento do terreno e outros são mais adaptados para servirem a este privilégio. Há os caracterizados para a visitação já a longo tempo, tradicionais na cidade, e outros potencialmente expressivos, que ainda não são explorados para a visitação por falta de acesso e planejamento. Há também mirantes

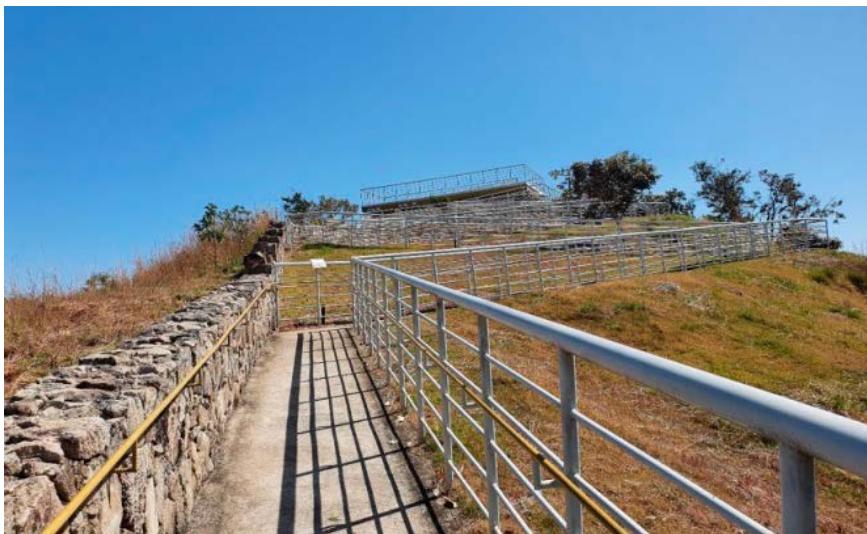
nas passagens das vias, praticamente inexplorados e que fazem parte dos melhores visuais da cidade. Esse campo de atuação urbana está ainda para ser explorado.

No caso do mirante visitado, trata-se de uma obra do projeto de duplicação da GO-070, e também é uma edificação contemporânea pensada para o viajante / turista (Foto 5).

O local escolhido para a construção do Mirante, pela visão panorâmica, refere-se a mais um ponto turístico e cartão postal da cidade de Goiás, pois a edificação obedeceu às regras de preservação ambiental e arqueológica, garante a Agetop<sup>1</sup>, responsável pelas obras de duplicação da rodovia (GO-070, 2018).

Nas dependências do Mirante tem um quiosque para lanches e bebidas, mas encontra-se desativado. Do estacionamento até chegar ao topo do Mirante existe uma longa rampa com guarda-corpo e adaptada para PNE (Portadores de Necessidades Especiais).

**Foto 5 – O Mirante da rodovia GO-070**



Fonte Diogo Isao Santos Sakai, 2022.

<sup>1</sup> Antiga Agência Goiana de Transportes e Obras atualmente denomina-se Goinfra – Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes.

Para Araújo e Santos (2018), os mirantes são espaços de construções arquitetônicas localizadas acima dos telhados de casarões抗igos que remontam ao Período Colonial. Outrora, eles tinham várias funções: serviam de observatório da chegada dos navios carregados de especiarias; quartos de hóspedes; locais reservados para segregar os doentes e os loucos ou para guardar móveis velhos. Os mirantes eram também lugares de isolamento, apropriados para refletir e escrever: o poeta maranhense Graça Aranha escreveu a peça *Malazarte* recolhido em um mirante.

Por outro lado, neste caso a proposta do Mirante da GO-070 (Foto 6) representa um movimento de manutenção e evocação do ambiente natural por meio da valorização das características fisionômicas da paisagem natural como estratégia de preservação da identidade local (Pazini, 2013). Nesse caso, o Cerrado nativo ainda presente na Unidade de Conservação da Serra Dourada representa uma proposta de enfrentamento ao processo de dissolução dessas paisagens frente ao processo de urbanização e aos avaços da agroindústria na região.

A renaturalização dos cursos d'água e a ressignificação dos espaços (Largo da Carioca e o Mirante) caminham em direção da urgência do desenvolvimento de estudos com novos usos e ocupações voltados à valorização da paisagem que incluem os aspectos socioculturais e econômicos da cidade de Goiás, tanto pela sua herança histórica, fisiográfica quanto pela biodiversidade local.

**Foto 6** – Registro da vista da paisagem natural do Cerrado na Serra Dourada do Mirante da rodovia GO-070



Fonte: Diogo Isao Santos Sakai, 2022.

Foram por poucos minutos que tivemos o privilégio de ver o pôr do sol na Cidade de Goiás a partir do Mirante, sentir o cair da tarde observando a Serra Dourada e o Povoado de Areias. Assim, definimos o dia de aula de campo, em 13 de maio de 2022, conforme as palavras de Araújo e Santos (2018), pois o mirante, então, é tido como um lugar em que a lembrança tem repouso absoluto. Enquanto construção arquitetônica está sujeito à ação do tempo objetivo, mas enquanto espaço do dizer poético é uma zona de devaneio, de rememoração. Nesse sentido, quebra “a louça do tempo”, desmaterializa a construção arquitetônica e funda-se na subjetividade, em que se encontra o “tempo em si, que vive por si próprio”. Também nos alinhamos a Almir Sater (1994), finalizando assim:

[...]

Horizonte de aquarela  
Que ninguém jamais pintou  
E um enxame de estrelas  
Diz que o dia terminou

[...]

Araújo e Santos (2018) repassam a sensibilidade poética ao abordarem os mirantes, pois as marcas temporais reluzem nos azulejos, nas paredes de pedra e cal, nos telhados, fundindo-se com outros espaços da cidade, comunicando o passado, ao tempo em que o atualizam, construindo sentidos do ontem-agora que são percebidos pelo sujeito poético, o qual ressignifica movências no “tempoema”.

Assim, Chagas (2002, p. 87) entabula:

Pois se aqui  
O tempo tem pó  
Tem poente  
Tem poluição  
Também é certo  
Que aqui o tempo  
Tem poder  
Tem posição  
Tem poesia  
Mais que tempo  
Ele aqui é tempoema

Desse modo, o sujeito poético constrói sua percepção sobre a cidade, movendo-se no tempo que comunica por meio de fissuras, cal e pedra. Assim, a *urbe* antiga dialoga com a moderna, num processo de hibridização espaço-temporal. Antigo e moderno, o velho e o novo convivem numa relação de interdependência e continuidade. Nesse movimento, o espaço urbano se reconstrói como símbolo do ontem e do hoje, produzindo sentidos e sensações em um processo dialético ininterrupto (Araújo; Santos, 2018). Estar em um mirante é uma magia, refletir em um mirante é um privilégio.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entende-se que experiências como esta nos fazem absorver de fato o conteúdo educacional, a atividade extraclasse, que *in loco* reafirma o objetivo da aula da disciplina Geografia e Ordenamento do Espaço Turístico, que potencializa em cada mestrandos a dialógica em ambientes com possibilidades turísticas e geoturísticas.

Os cenários, o Largo da Carioca e o Mirante, propiciaram aos mestrandos (as) interpretações, sanar dúvidas no próprio local e enxergarem o que existe nas entrelinhas de cada texto disponibilizado no plano de trabalho da referida disciplina, como também no grupo de *WhatsApp*.

O *feedback* das visitas em 13 de maio de 2022 foi positivo, pois a troca de saberes entre os (as) mestrandos (as) e os professores permitiu inferir alguns apontamentos sobre os dois.

Sendo assim, a experiência permitiu também o cruzamento de conhecimentos entre áreas distintas, possibilitando um olhar complementar que possibilita uma perspectiva mais abrangente e complexa sobre a paisagem de dois espaços públicos presentes no cotidiano dos vilaboenses e de turistas.

O Largo da Carioca, como espaço recreativo e como um balneário natural, sem dúvida, entre os dois lugares visitados, é o mais usado pelos moradores da cidade, da região e por visitantes para se refrescarem do calor do Cerrado.

O Mirante da GO-070 é um lugar já pensado e construído como um ponto “atrativo” para apreciação e observação das paisagens do Cerrado pelos moradores locais e os passantes da rodovia.

A infraestrutura existente e possíveis melhorias dos lugares visitados ampliam as opções aos turistas, atendem aos anseios da comunidade e criam a possibilidade do aumento da economia do município.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, E. J. O. **Os mirantes da ilha de Santa Catarina, patrimônio paisagístico de Florianópolis.** 2008. 92 f. Dissertação (Mestrado em Urbanismo, História e Arquitetura da Cidade) – Programa de Pós-Graduação em Urbanismo, História e Arquitetura da Cidade, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

ANDRADE, E.; GARROCINI, C. A paisagem como cenário: mirante, memória e intervenção. **Revista Farol**, v. 9, n. 9, p. 49-56, 2015.

ARAÚJO, E. J. P.; SANTOS, S. M. P. Mirante da cidade e o tempo que reluz: rememorações na obra Os Canhões do Silêncio, de José Chagas. **Revista SCRIPTA**, Belo Horizonte, v. 22, n. 46, p. 103-113, 2018.

BAPTISTA, M.; CARDOSO, A. Rios e cidades: uma longa e sinuosa história. **Revista UFMG**, Belo Horizonte, v. 20, n. 2, p. 124-153, jul./dez. 2013.

BENEDET, M. S. **Urbanidade em frentes de água**: o encontro da água, da cidade e das pessoas. 2019. 460 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

CARNEIRO, V. A. **Concepções de trabalho de campo e ensino de Geografia nas licenciaturas do Sudeste Goiano**. 272 f. 2009. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

CHAGAS, J. **Os canhões do silêncio**. São Paulo: Siciliano, 2002.

FIGUEIREDO, L. B.; SOUZA, V. A.; BORGES, A. A. Parque da Carioca na Cidade de Goiás (GO): exploração do ecoturismo. **Revista Territorial**, Cidade de Goiás, v. 7, n. 2, p. 50-70, 2018.

A REDAÇÃO. GO-070 contará com mirante no perímetro urbano da cidade de Goiás. 2018. Disponível em: <https://www.aredacao.com.br/noticias/108086/go-070-contara-com-mirante-no-perimetro-urbano-da-cidade-de-goias>. Acesso em: 22 ago. 2022

GOMES, M. A. S. De largo a jardim: praças públicas no Brasil – algumas aproximações. **Estudos Geográficos – Revista Eletrônica de Geografia**, Rio Claro, v. 5, n. 1, p. 101-120, 2007.

GOMES, P. C. C. Rio de Janeiro, a cidade dos múltiplos mirantes. **Revista Espaço Aberto**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 2, p. 9-26, 2015.

MUSSI, R. F. F.; FLORES, F. F.; ALMEIDA, C. B. Pressupostos para a elaboração de relato de experiência como conhecimento científico. **Práxis Educacional**, Vitória da Conquista, v. 17, n. 48, p. 60-77, 2021.

O POPULAR. **Rodovia GO-070 terá duas interrupções de tráfego nesta semana**. 8 nov. 2017. Disponível em: <https://opopular.com.br/cidades/rodovia-go-070-tera-duas-interrupc-es-de-trafego-nesta-semana-1.1388799>. Acesso em: 13 maio 2022.

PAZINI, F. **Projetar a natureza**: arquitetura da paisagem e dos jardins desde as origens até a época contemporânea. São Paulo: Senac, 2013.

PREFEITURA MUNICIPAL, Goiás, GO, Edital de Licitação número 001/2016.

PREFEITURA MUNICIPAL, Goiás, GO, Lei Ordinária numero 96, de 8 de julho de2015.

RAMIRES, J. C. L.; PESSÔA, V. L. S. Pesquisas qualitativas: referências para a pesquisa em geografia. In: Marafon, G. J.; Ramires, J. C. L.; Ribeiro, M. A.; Pessôa, V. L. S. (org.). **Pesquisa qualitativa em Geografia: reflexões teórico-conceituais e aplicadas.** Rio de Janeiro: EdUERJ, 2013. p. 23-35.

ROBAA, F.; MACEDO, S. S. **Praças brasileiras.** São Paulo: EdUSP, 2010.

SAKAI, D. I. S. **As margens do rio no desenvolvimento de Goiânia:** Meia Ponte, paisagens em transformação. 2015. 196 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Artes Visuais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

SALES, T. K. P.; FREITAS, D. P.; SANTOS, J. C. V. Inovação e desenvolvimento econômico-sustentável: uma análise sobre as micro e pequenas empresas do setor de alimentação na cidade turística de Caldas Novas (GO). **Turismo:** Estudos & Práticas (RTEP/UERN), Mossoró, v. 6, n. 1, p. 50-68, 2017.

SATER, A. Mês de maio. In: SATER, A.; SIMÕES, P. **Terra de Sonhos.** São Paulo: Velas, 1994. Faixa 6. Compact Disc.

SEGAWA, H. **Ao amor do público:** jardins no Brasil. São Paulo: Studio Nobel; Fapesp, 1996.

SOUZA, J. M. S.; CARNEIRO, V. A.; SANTOS, J. C. V. Caminho de Cora Coralina no Cerrado goiano e suas paisagens geo-históricas, bióticas / abióticas, literárias e turísticas. **Revista Mirante**, Anápolis, v. 16, n. 1, p. 1-17, 2023.

# Parques urbanos em Goiânia

Panorama analítico sobre a localização,  
a estrutura e a função

DOUGLAS ALVES CORREA  
NICALI BLEYER FERREIRA DOS SANTOS  
DIEGO TARLEY FERREIRA NASCIMENTO

**P**ara as cidades, a criação e a manutenção de parques urbanos são fundamentais para a promoção de qualidade de vida da população. Ter um espaço voltado para o desenvolvimento socioambiental que auxilia de forma conjunta no bem-estar, preservando as espécies nativas, traz benefícios não apenas para quem frequenta, mas de forma indireta, para todos os habitantes. A questão social é um fator importante, ressaltando que é nesses parques que a população interage, mantém relações com a comunidade e desenvolve suas atividades recreativas.

Para Loboda e De Angelis (2005), os espaços integrantes do sistema de áreas verdes de uma cidade exercem inúmeros benefícios ao seu entorno, proporcionando a melhoria da qualidade de vida pelo fato de garantirem áreas destinadas ao lazer e à preservação ambiental.

A importância da arborização em uma cidade pode ser avaliada sob diversos aspectos: despertar o interesse dos habitantes para a beleza das árvores e sua floração; contribuir para a diminuição dos efeitos estressantes do concreto, asfalto e outros equipamentos urbanos; favorecer o sombreamento amenizando a temperatura e diminuindo ruídos

e poeiras (PDAU – Plano Diretor de Arborização Urbana – Prefeitura de Goiânia, 2006).

Na literatura são muitas as definições sobre parques urbanos que, apesar de terem pequenos elementos que as diferenciam, convergem na questão relacionada à presença de vegetação e infraestruturas para socialização e lazer. Para Carneiro e Mesquita (2000, p. 28):

Parques são espaços livres públicos com função predominante de recreação, ocupando na malha urbana uma área em grau de equivalência superior à da quadra típica urbana, em geral apresentando componentes da paisagem natural – vegetação, topografia, elemento aquático – como também edificações destinadas a atividades recreativas, culturais e/ou administrativas (Carneiro; Mesquita, 2000. p. 28).

Ainda sobre o seu conceito, Kliass (1993, p.19) complementa que os “parques urbanos são espaços com dimensões significativas e predominância de elementos naturais, principalmente cobertura vegetal, destinados à recreação”.

Com base no exposto, parques urbanos podem ser considerados como o conjunto de áreas intraurbanas que apresentam cobertura vegetal, arbórea (nativa e introduzida), arbustiva ou rasteira (gramíneas) e que contribuem de modo significativo para a qualidade de vida e o equilíbrio ambiental nas cidades (MMA – Ministério do Meio Ambiente, 2013). Nesse contexto, vale diferenciar os conceitos de parque urbano e de áreas verdes. Lima *et al.* (1994) definem área verde como sendo os espaços associados ao predomínio de vegetação arbórea. Nessa concepção seriam incluídas as praças, os jardins públicos e também os parques urbanos, desde que cumpram funções estéticas e ecológicas a partir da predominância de vegetação de grande porte. Cabe ressaltar a finalidade ecológica das áreas verdes, pois necessariamente devem respeitar ao menos 70% da área total preservada, sendo a vegetação o elemento fundamental de composição paisagística correspondendo, geralmente, a parques e jardins.

Nessa concepção, Mazzei *et al.* (2007) relatam que as áreas verdes nem sempre têm o objetivo de recreação e lazer, como um parque. Elas podem exercer somente a função de preservação e se diferenciam

das praças e jardins públicos por apresentarem uma extensão territorial maior.

Os parques urbanos desempenham função estética, social, recreativa, ecológica, educativa, psicológica ou simples contemplação da natureza. São de extrema importância para a qualidade da vida da população que reside em área urbana, uma vez que agem simultaneamente sobre o lado físico, mental e social do homem. Isso porque essas áreas, além de contribuir com melhorias ao meio ambiente e ao equilíbrio ambiental, também contribuem para o desenvolvimento social na medida em que proporcionam condições de aproximação do homem com o meio natural e podem dispor de estruturas que favoreçam a prática de atividades de recreação e de lazer (Szeremeta; Zannin, 2013).

Desse modo, quando dotadas de infraestrutura adequada, de segurança e de equipamentos, essas áreas podem se tornar atrativas à população, que passará a frequentá-las para a realização de atividades como caminhada, corrida, práticas esportivas, passeios, descanso e relaxamento, importantes na restauração da saúde física e mental dos indivíduos. Essas áreas podem contribuir, ainda, para a qualidade do ar e a formação e aprimoramento estético (Loboda, 2005).

Apesar de tantos benefícios relacionados à melhoria da qualidade de vida nas cidades, a simples existência de parques urbanos não garante a função social dessas unidades. Para que de fato sejam garantidos o uso e a apropriação social desses locais, é preciso que se tenha equidade social – ou seja: que essas unidades estejam bem distribuídas ao longo do espaço da cidade, garantindo acesso a toda a comunidade, bem como sejam providas de infraestrutura e segurança.

Gomes (2014) ressalta que muitos parques urbanos são delimitados, implantados e muitas vezes apropriados privadamente, voltando-se a classes específicas, porque estão localizados estratégicamente em bairros, em geral, ocupados pelas elites. Além disso, com o atual crescimento de bairros e condomínios horizontais fechados, expande-se a criação de espaços verdes particulares. Na visão do autor, regiões mais centralizadas são as mais favorecidas no que se refere à existência e às estruturas dos parques, ao contrário de regiões mais afastadas (periferia), as quais sofrem com o descaso desses espaços. Há ainda

casos em que os parques são criados no papel, mas, na prática, não cumprem sua função, sendo muitas vezes locais de depósitos inadequados de lixo.

A cidade de Goiânia, considerada uma das mais arborizadas no país, não foge a essa questão. Apesar de possuir uma grande extensão territorial de áreas verdes, a capital goiana apresenta disparidades no que se refere aos seus parques urbanos. Mesmo com uma quantidade considerável desses espaços, uma primeira leitura permite inferir que essas localidades não se distribuem de forma paritária ao longo do espaço da cidade. Nem mesmo possuem infraestruturas semelhantes, confirmando o que diz Gomes (2014).

Diante dessa problemática, a pesquisa procurou realizar um panorama analítico sobre a localização, a estrutura e a função dos parques urbanos em Goiânia, a partir de um levantamento de dados secundários e visitas *in loco*, de modo a subsidiar a compreensão a respeito da função que esses locais desempenham para a sociedade.

Como objetivos específicos, o trabalho procurou:

- a) Realizar um levantamento dos parques urbanos existentes em Goiânia, reconhecidos pela prefeitura municipal, por região, de modo a melhor compreender a espacialização dessa questão.
- b) Analisar os parques urbanos de Goiânia (GO) no tocante a estrutura e infraestrutura existente, a partir de visitações.
- c) Refletir sobre a importância dos parques urbanos no contexto ambiental e no convívio social da população.

## PERCURSO METODOLÓGICO

O presente trabalho desenvolveu-se em dois momentos distintos, porém complementares. O primeiro momento da pesquisa foi destinado à reflexão acerca do que se entende por parques urbanos, quais as suas funções na cidade e as possibilidades de apropriação desses lugares, que variam em função de suas formas e estruturas. Isso porque as funções variam em decorrência das estruturas desempenhadas por cada parque, que apesar de poderem desenvolver papéis diversos, como

função ecológica, estética e de lazer, acabam por ter como foco uma ou outra função, normalmente relacionadas à sua criação.

O segundo momento da pesquisa foi destinado à pesquisa de dados secundários sobre os parques urbanos, seguida de visitação para levantamento de dados primários sobre as condições físicas dos parques urbanos da capital goiana (não houve entrevista com o público, apenas observação de estruturas). As visitas foram realizadas em dias da semana e também nos fins de semana, na tentativa de melhor compreender as formas de apropriação social desses espaços. Foram visitados os parques urbanos em Goiânia indicados pela página oficial da AMMA Goiânia, com exceção dos parques localizados dentro de condomínios fechados e, em alguns casos, dos parques cujos endereços apresentados não foram localizados.

A metodologia desenvolvida coadunou com o que já foi desenvolvido também em outros trabalhos de pesquisa, cujo objeto de pesquisa são parques urbanos da cidade de Goiânia (Araújo, 2021; Barcellos, 2013; Silva, 2018). Nessas pesquisas, assim como neste trabalho, o entendimento da base teórica sobre parques urbanos, sua função social e ambiental, bem como os tipos de uso e sua influência na, e sobre a estrutura existente nesses locais, são importantes para a discussão, seguindo-se a observação *in loco* que, a partir da fundamentação teórica, permite ampliar o diálogo sobre a questão.

## OS PARQUES URBANOS DE GOIÂNIA

De acordo com o *site* da Prefeitura de Goiânia, a capital goiana possui 32 parques e bosques. Esse quantitativo diverge do que é apresentado pela Agência Municipal de Meio Ambiente (AMMA), que em seu *site* oficial registra 165 parques urbanos espalhados por todas as regiões. Apesar de todos serem documentos oficiais da Prefeitura, os dados sobre parques urbanos são divergentes.

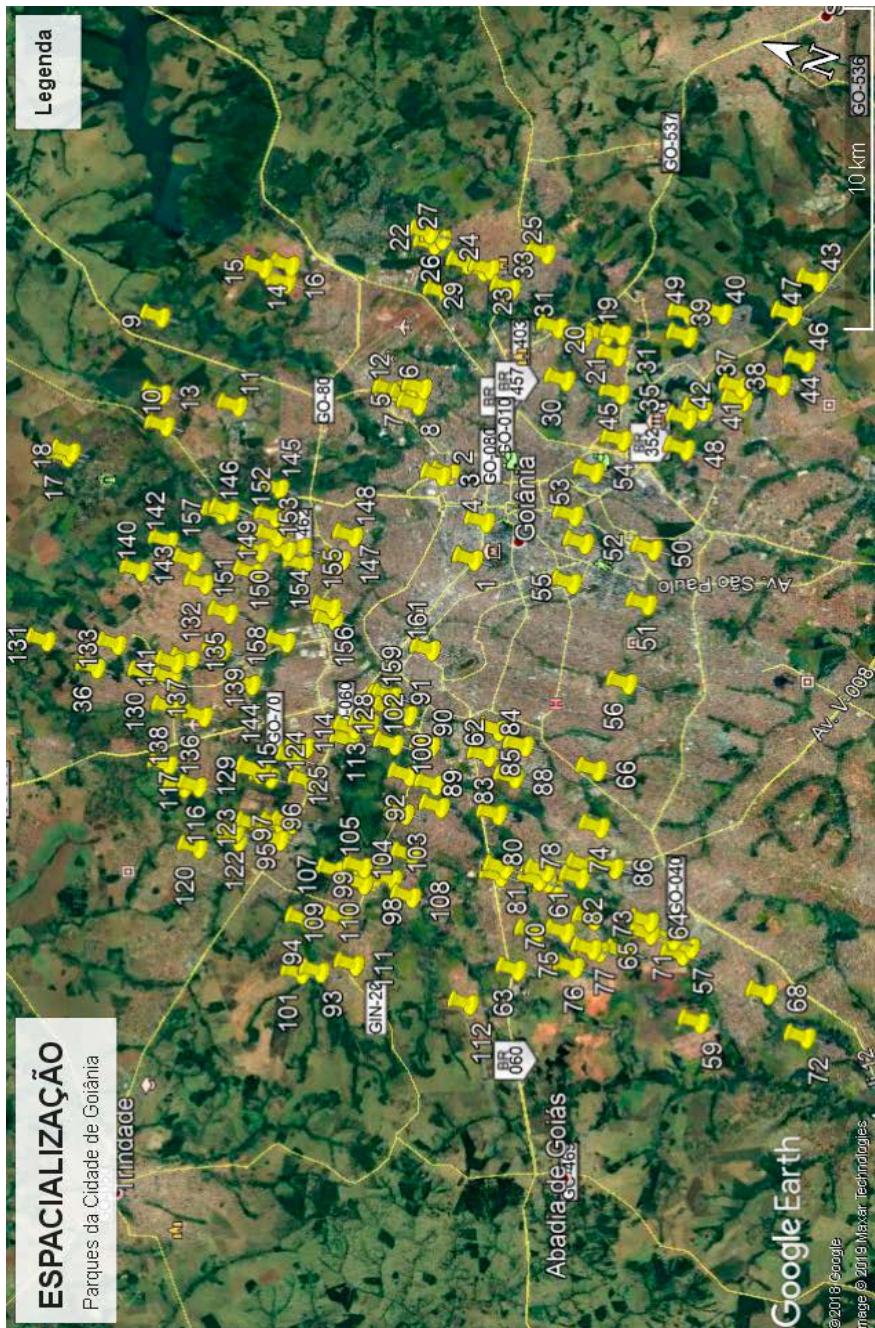
Os dados da Agência Municipal do Meio Ambiente mostram que a região menos favorecida com a existência de parques é a Região Macambira/Cascavel (1 unidade), seguida da Região de Campinas (3), Região Central (4) e Região Sul (6). A região com maior quantidade de

parques de acordo com o site oficial da AMMA é a região sudoeste (33), seguida da região oeste (24), região do Mendanha (18), região leste (16), região sudeste (16), região noroeste (15), região Vale do Meia Ponte (15) e região norte (14) (Figura 1). Há uma discrepância espacial no que se refere à apropriação dos espaços da cidade por parques urbanos, o que, por conseguinte, se aplicaria à forma de ação do poder público municipal, já que ele é o agente responsável pela criação e manutenção dessas unidades. Existem regiões com muitas unidades, o que, não necessariamente, está relacionado à qualidade, como veremos nas análises mais adiante.

Como é sabido que a apropriação espacial é fruto das demandas de determinada sociedade em determinado tempo, nos remetemos ao que diz Santos (1978, p. 122) sobre o conceito e a característica do espaço: “O espaço é um verdadeiro campo de forças cuja formação é desigual. Eis a razão pela qual a evolução espacial não se apresenta de igual forma em todos os lugares”. Cabe ressaltar que a cidade de Goiânia foi pensada a partir de modelos urbanos que valorizam o espaço verde, incorporando a problemática ambiental e a sustentabilidade na urbanização. Entretanto, o projeto original da cidade, de Atílio Corrêa Lima, foi gradativamente sendo modificado, assim como as configurações espaciais foram modificadas pela especulação imobiliária (Barcellos, 2013). Esse fato justifica em parte a desapropriação de áreas verdes para construção e/ou as poucas e precárias (em termos de infraestruturas) áreas verdes de regiões periféricas da cidade, fato que coloca em risco os recursos ambientais da capital goiana.

De acordo com o trabalho de campo realizado, observou-se que os parques da região central se destacam pela presença de importantes áreas verdes, dispondo de equipamentos de recreação. Algumas dessas áreas, como o Bosque dos Buritis, que desempenham atualmente um importante papel de lazer e apropriação sociocultural e turística em Goiânia, configuram um espaço menor do que originalmente se foi pensado, e a qualificação de suas estruturas, como conhecemos atualmente, demora um tempo para se concretizarem, bem como dependem de um processo político para se efetivarem (Silva, 2018).

Figura 1 – Espacialização dos parques na cidade de Goiânia

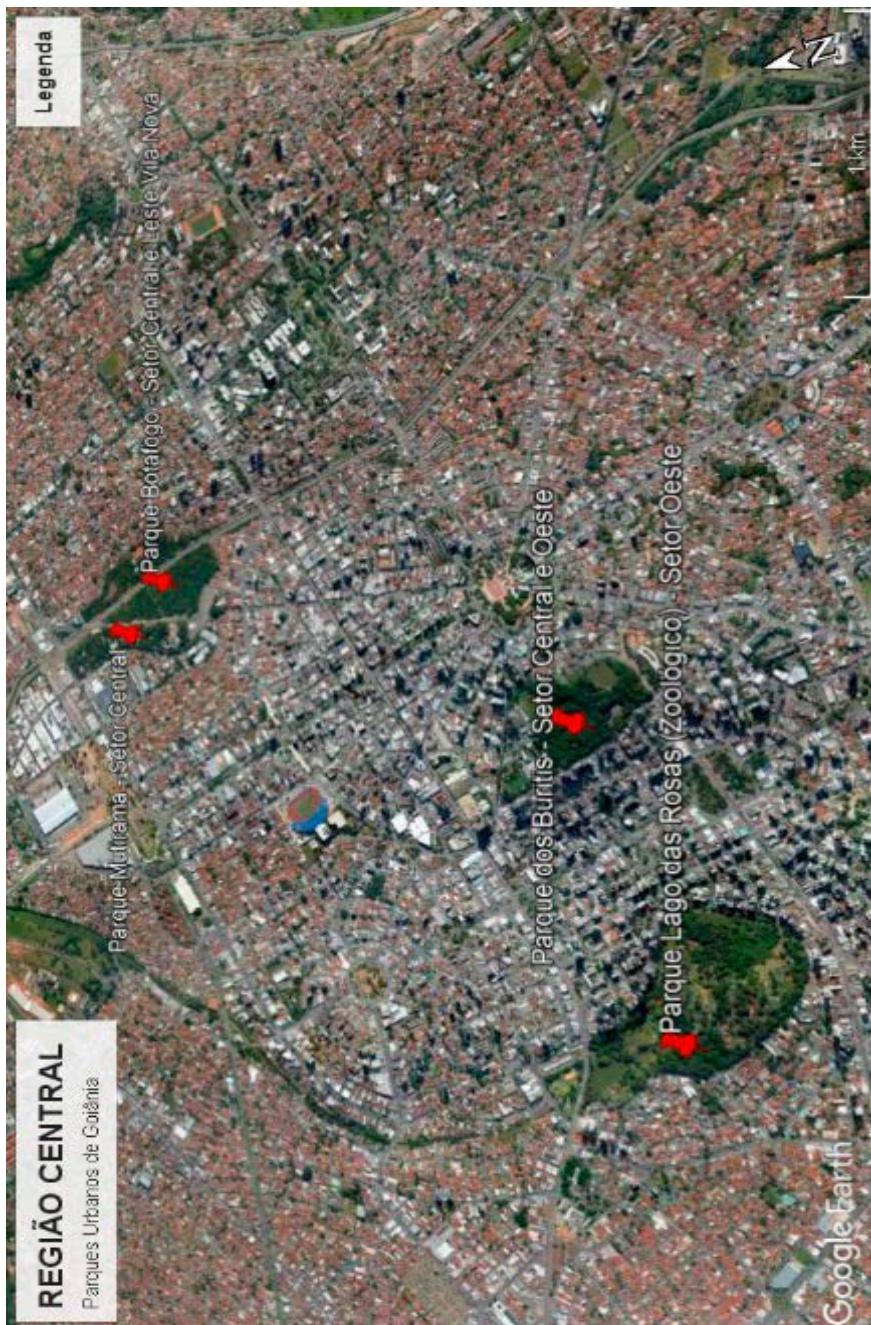


Fonte: Elaborada pelos autores, maio de 2024.

São locais abertos ao público e dotados, em sua maioria, de infraestruturas e com preços simbólicos para acesso a serviços, como o Zoológico e o Parque Mutirama. Possuem fácil acesso e, pelo fluxo de pessoas observado nesses locais, considera-se que tais parques desempenham função social, à medida que possuem fragmentos de vegetação nativa do Cerrado e também proporcionam momentos de lazer e convivência social. Compõem os parques dessa região: Parque dos Buritis, Parque Botafogo, Parque Mutirama e Parque Lago das Rosas (Zoológico) (Figura 2). Cabe ressaltar que as atividades sociais desenvolvidas nesses locais coadunam com as pesquisadas no trabalho de Silva (2028): contemplação e descanso, atividade física, brincadeiras, piqueniques e comemorações, encontros organizados. Observa-se nesta pesquisa, assim como no trabalho citado, que quanto mais e melhor infraestruturas disponíveis, maior e mais diversa é a apropriação social.

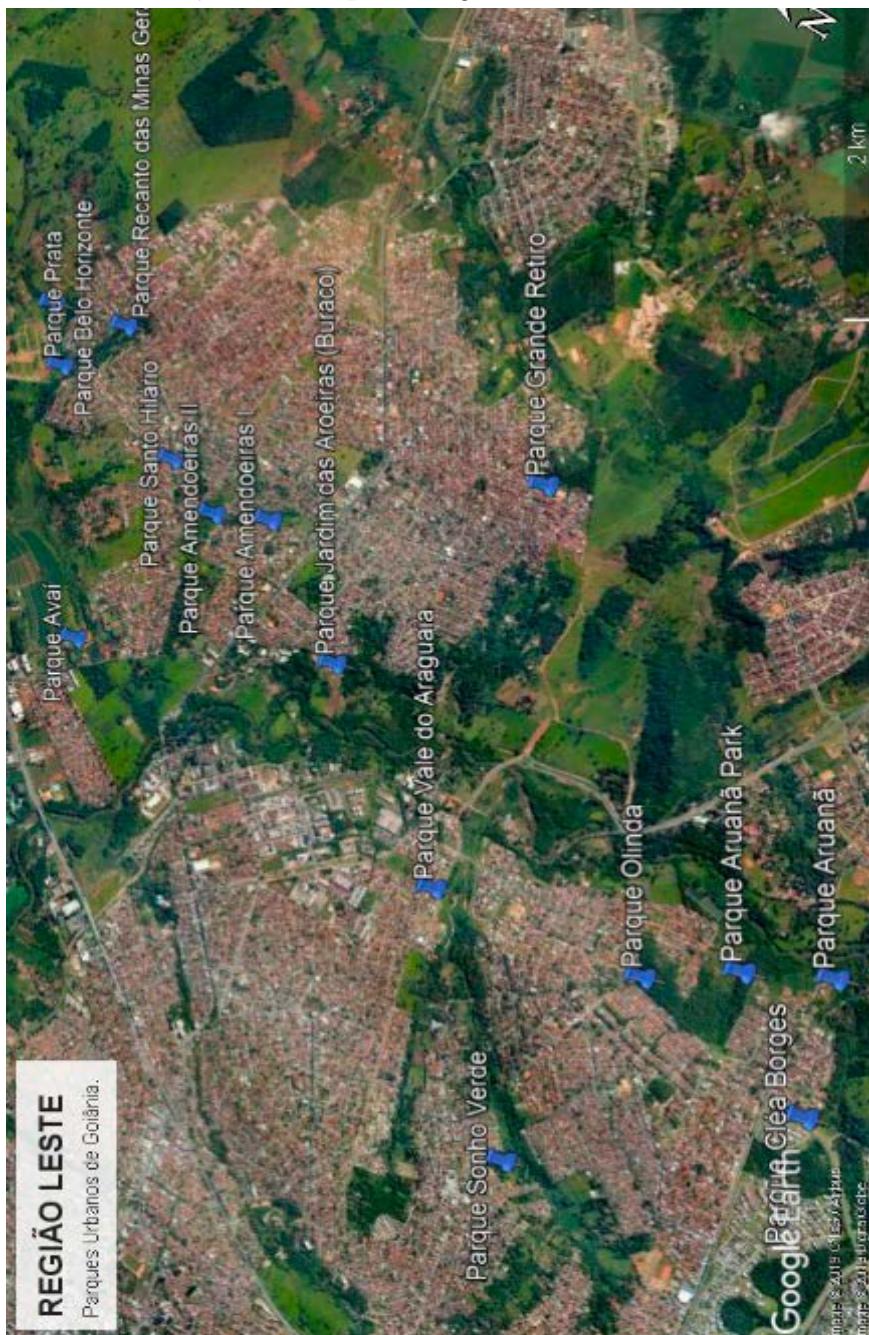
A região norte (Figura 3) possui 14 parques, praticamente todos com significativa área verde. Alguns desses espaços são localizados em bairros nobres e outros em áreas consideradas menos favorecidas economicamente, o que altera a condição de estrutura e qualidade desses espaços, ofertadas à comunidade. Infelizmente, percebeu-se uma disparidade no que se refere à função social que poderia ser oferecida, em virtude da segmentação social. Alguns parques como o Parque Antônio Barbosa, localizado no Residencial Antônio Barbosa, não apresentam infraestrutura compatível com a possibilidade de convívio e para o desenvolvimento de práticas sociais. O Vale dos Sonhos II, localizado no bairro Vale dos Sonhos, também não apresenta boas condições para o uso social, ou seja, restringe o uso e a apropriação do espaço pela comunidade. Já os parques Liberdade e Beija Flor, no setor Jaó, e os parques Itatiaia e Nossa Morada, localizados nos bairros Itatiaia e Nossa Morada, respectivamente, apresentam-se arborizados e com infraestrutura e equipamentos capazes de atrair a comunidade que utiliza o espaço para a troca de interação e atividades físicas. Aqui novamente vemos a estrutura apresentada pelos parques, condicionando o uso e a diversidade das atividades sociais praticadas.

Figura 2 – Parques na região central de Goiânia



Fonte: Elaborada pelos autores, maio de 2024.

Figura 3 – Parques da região norte de Goiânia



Fonte: Elaborada pelos autores, maio de 2024.

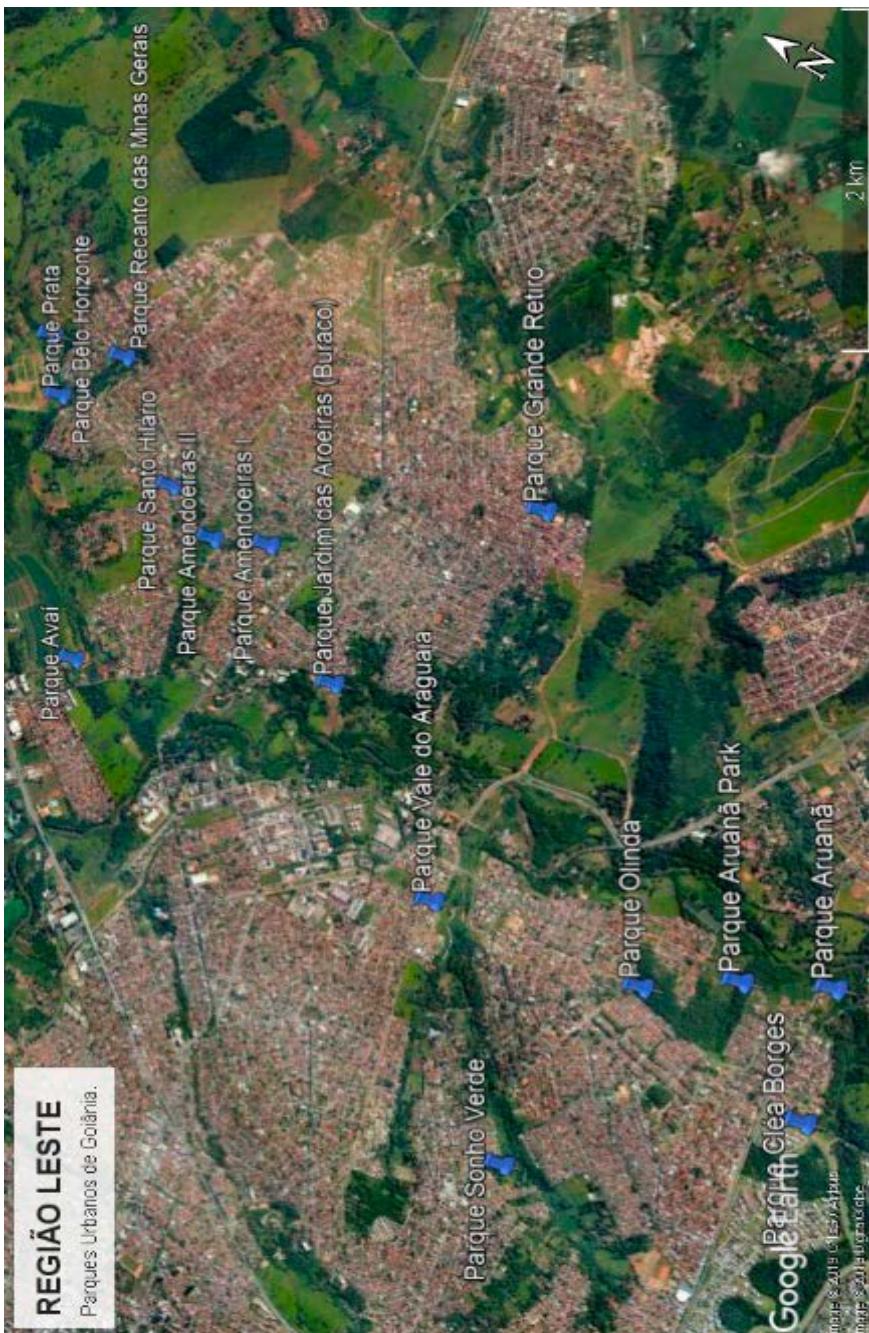
O local denominado Parque dos Cisnes fica dentro de condomínio fechado, o que impossibilitou a visita técnica. Cabe ressaltar que a região norte possui a maior parte dos mananciais de água da capital e que a preservação de áreas verdes nessa área auxilia na manutenção e qualidade hídrica, sendo importantíssima a preservação de tais áreas. Fazem parte dessa região os parques: Parque Maracanã, Matinha, Vale da Serra, Vale dos Sonhos, Represa Jaó, Sítios de Recreio Caraíbas e Sítios de Recreio Mansões *Campus I*.

A região leste de Goiânia contempla 16 parques (Figura 4). As unidades encontradas foram visitadas e estão em péssimas condições, pois a maioria são espaços sem delimitação que estão sem manutenção. As unidades são carentes de infraestrutura que possibilite atividades sociais diversas e essa questão leva à descaracterização do que se refere à função social desse espaço, uma vez que é impossível a apropriação desses lugares pela população. São espaços em que o lixo e o entulho se acumulam. Nessa região não foi possível localizar o parque Jardim Novo Mundo (Extensão), pois o endereço que consta no *site* da AMMA não existe.

A região sudeste de Goiânia é contemplada por 16 parques (Figura 5). Seria uma região bastante rica no que se refere à existência de parques urbanos. Entretanto, 10 dessas unidades localizam-se em áreas privadas, em condomínios fechados, não são partilhadas com a população externa. Vale ressaltar que entre os parques de livre acesso, apenas o Carmo Bernardes e o Sabiá possuem infraestrutura qualificada para atender as necessidades e interesses da população do entorno, promovendo a possibilidade de atividades sociais diversas.

O que chama a atenção é a quantidade de parques em uma área com grande incidência de condomínios residenciais, articulando a existência dessas áreas a áreas de expansão residencial na capital – de alto padrão. Ou seja, áreas verdes entendidas como importantes espaços para a qualidade de vida e valorização imobiliária, mas apenas para uma parcela da população, fortalecendo e evidenciando a segregação socioespacial.

Figura 4 – Parques da região leste de Goiânia



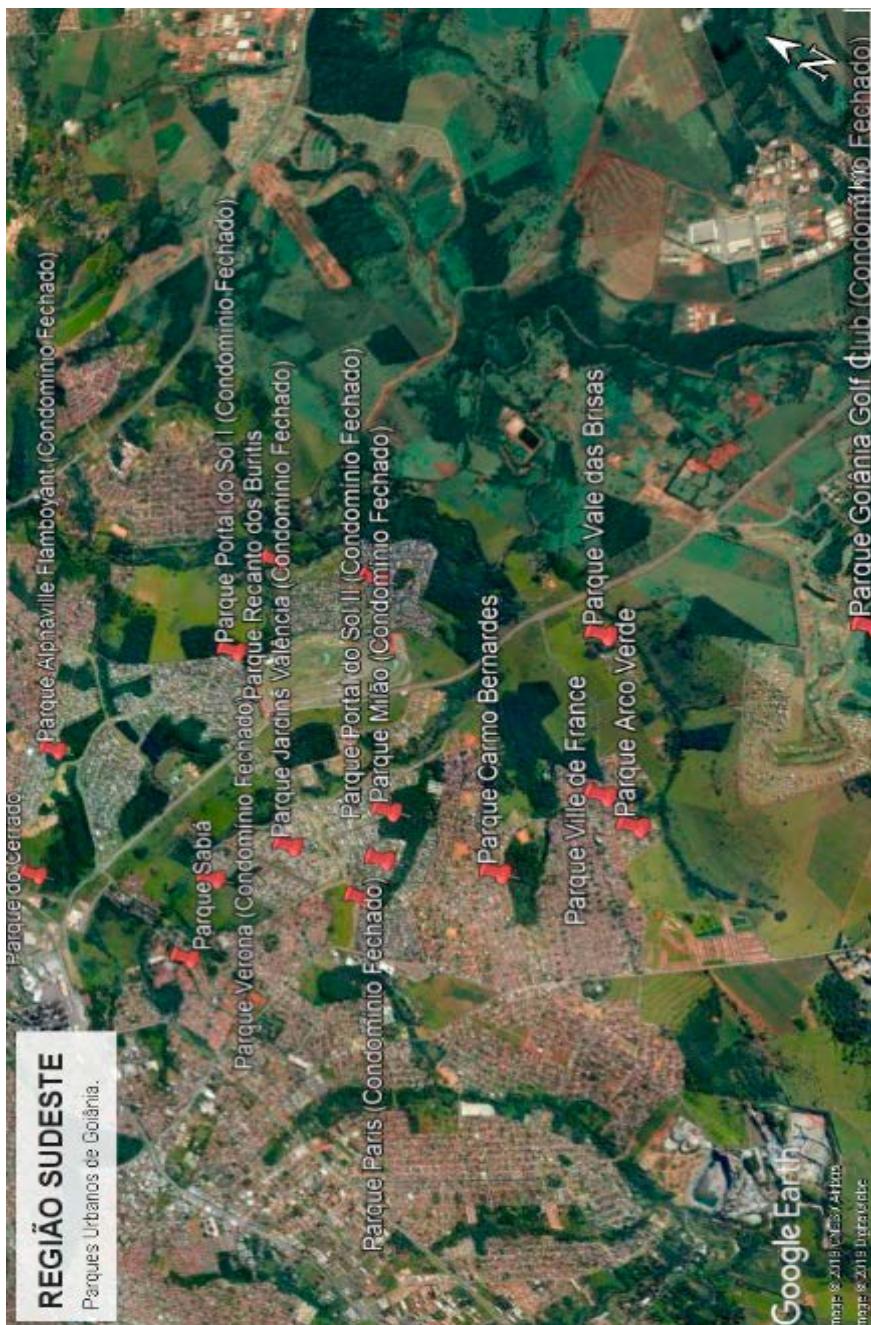
Fonte: Elaborada pelos autores, maio de 2024.

Os demais parques apresentam excelente infraestrutura, proporcionando para seus visitantes espaço aconchegante, com excelente área verde – que favorece o clima da região, pista de caminhada em volta de todo o parque, equipamentos para ginástica, lagos, lixeiras, *playground* e no momento da visitação várias máquinas e funcionários da prefeitura fazendo a manutenção preventiva do espaço. Vale lembrar que o parque Jardim Botânico conta com um borboletário e abriga árvores nativas do Cerrado e animais silvestres, e é considerado a maior unidade de preservação de Goiânia. Assim como na região sudeste, os parques da região sul, também em sua maioria, associam-se a áreas de expansão imobiliária, vinculados a prédios de alto padrão residencial.

A região sul de Goiânia possui seis parques, sendo eles: Parque Jardim Botânico, Parque Amazônia, Parque Areião, Parque Areião II, Parque Flamboyant e Parque Vaca Brava (Figura 6). O Parque Areião II e o Parque Amazônia não possuem nenhuma infraestrutura que promova lazer e interações sociais e estão localizados em vias urbanas de grande fluxo de veículos e de pessoas, em locais com a presença de curso d'água, ou seja, de grande relevância ecológica, porém sem cuidado e manutenção.

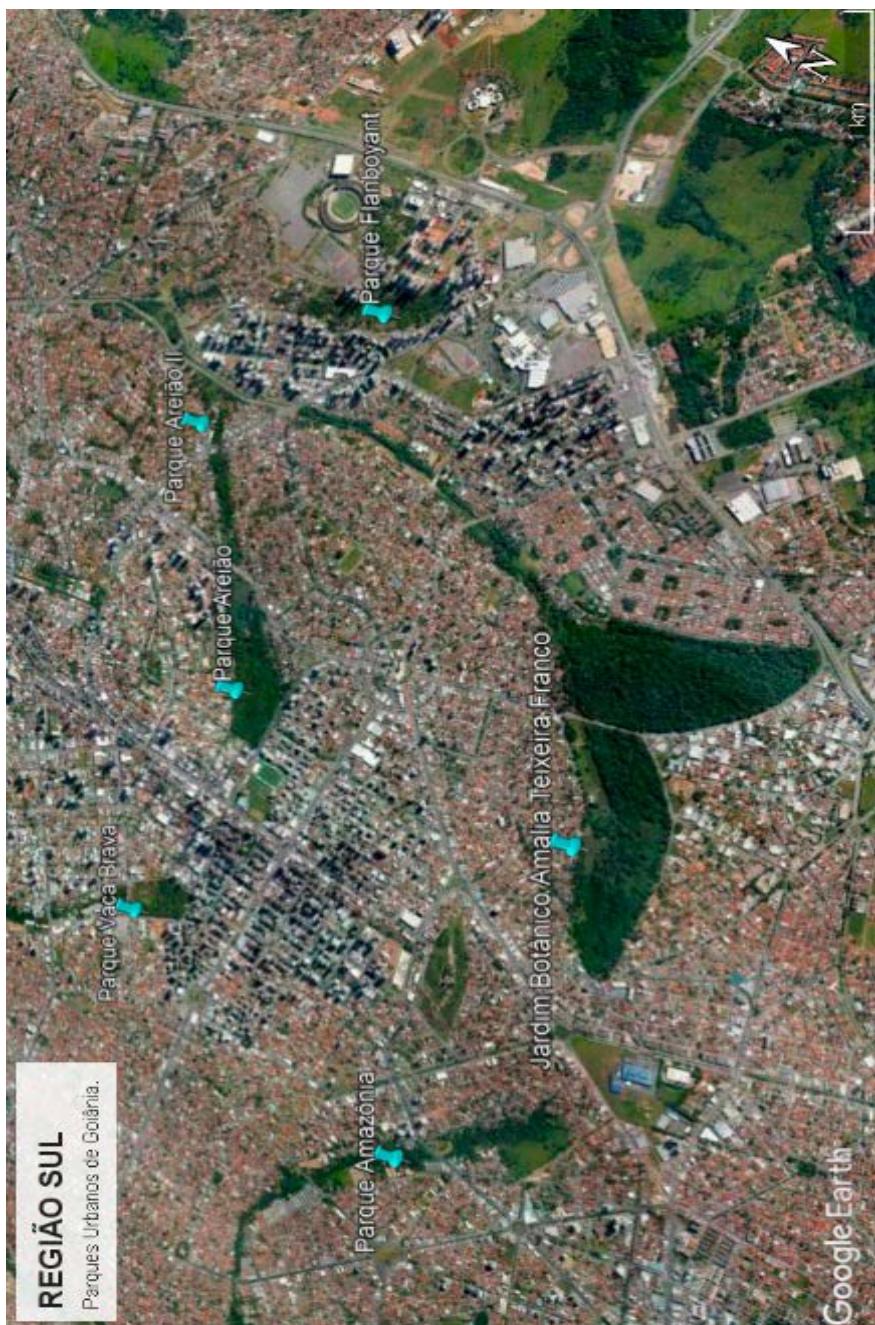
A região Macambira/Cascavel (Figura 7) contempla o Parque Cascavel, que, nos últimos anos, vem sendo especulado pelo mercado imobiliário e atualmente é considerado um dos cartões postais da cidade. Construções de edifícios residenciais nas proximidades do parque fizeram com que a expansão urbana crescesse rapidamente, tornando-se um dos locais mais caros da cidade. O parque conta com excelente estrutura física, dispõe de banheiros, quiosque de lanche, área administrativa da companhia metropolitana da Guarda Civil Metropolitana (GCM), *playground*, parque infantil, pista de caminhada, iluminação interna e externa, área de convivência e um lago.

Figura 5 – parques da região sudeste de Goiânia



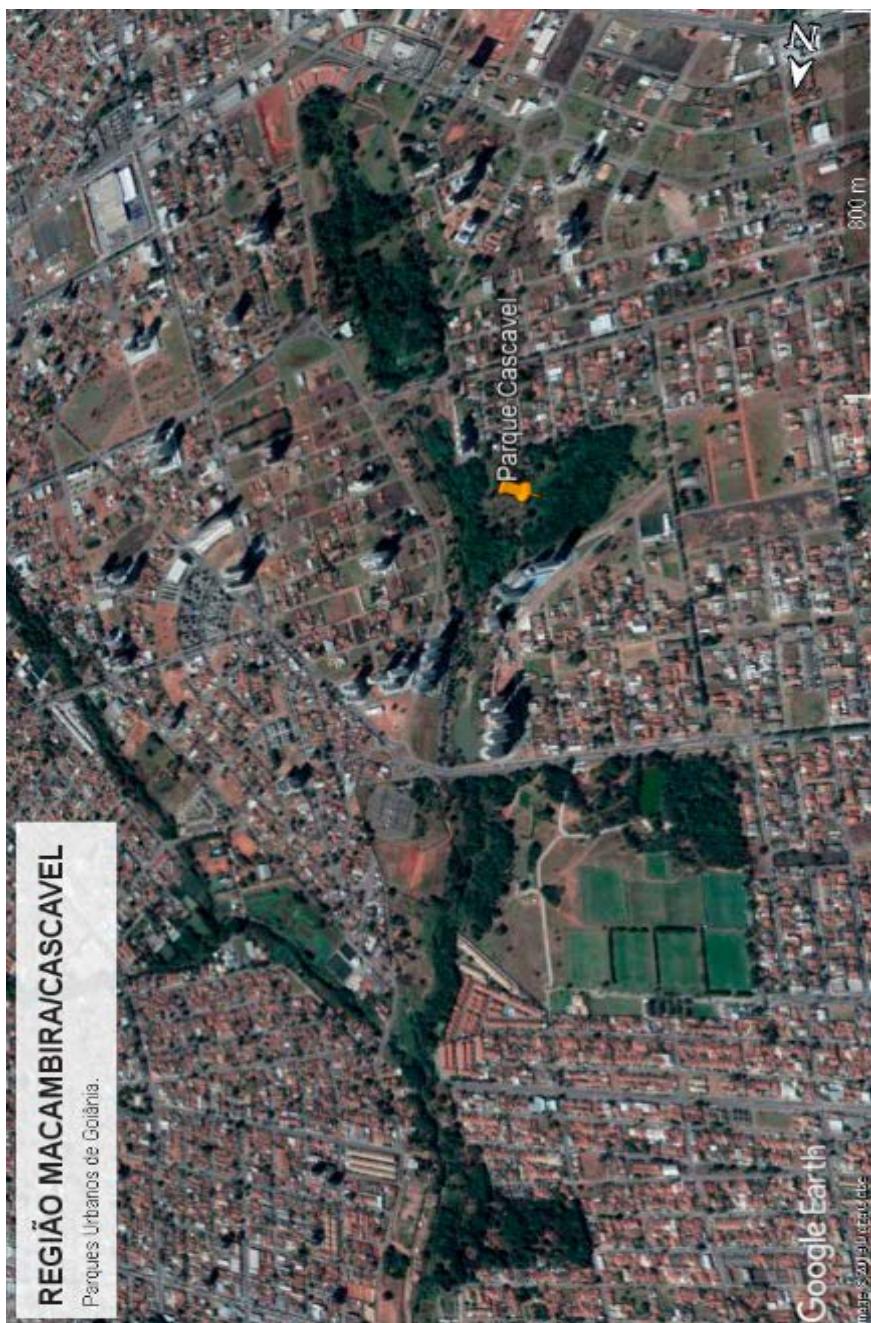
Fonte: Elaborada pelos autores, maio de 2024.

Figura 6 – Parques da região sul de Goiânia



Fonte: Elaborada pelos autores, maio de 2024.

**Figura 7 – parques da região Macambira Cascavel**



Fonte: Elaborada pelos autores, maio de 2024.

Em 2018, o parque passou um período abandonado por conta dos constantes processos de assoreamento no lago, o que ocasionou o esvaziamento total. Técnicos trabalharam para a recuperação, revitalização e preservação do parque com a finalidade de trazer de volta um dos principais cartões postais da cidade e manter viva a nascente do córrego. Novamente a existência e manutenção de um parque urbano na capital goiana associa-se à especulação imobiliária. Vale ressaltar que essa região, objeto de estudo de Barcellos (2013), já sofreu modificações de seu projeto original e passou por várias fases de atuação e descaso do poder público, tendo o processo de urbanização da capital, avançando sobre a área de preservação, colocado em risco a integridade dos sistemas ambientais desse local. Ou seja, a mesma ação que valoriza o parque também o compromete, sem os devidos monitoramentos.

A região sudoeste de Goiânia contempla trinta e três parques urbanos (Figura 8), o maior quantitativo observado na capital goiana. Mais da metade dos parques dessa região não possui estrutura adequada para atender a população, no que se refere às atividades sociais diversas como: contemplação, atividades físicas, piqueniques etc., configurando-se em território relegado e esquecido, com crescimento constante de mato, que compromete a vegetação original. Esses espaços abandonados, que não atraem a população para sua apropriação pela inexiste-  
nância de possibilidades de convívio e por conta da insegurança, acabam por serem territorializados de forma marginal, fazendo com que outros usos inviabilizem o uso recreativo e de convívio social. Ou seja, há um grande quantitativo de espaços que poderiam ser utilizados para a promoção da qualidade social e ambiental e que não são apropriados socialmente para esse fim.

A região oeste de Goiânia possui vinte e cinco parques, todos carentes de estrutura e completamente abandonados (Figura 9). Podemos citar o Parque Ana Morais, como exemplo de descaso do poder público por possuir apenas uma única árvore em toda a sua extensão, e o Parque Taquaral, que está completamente deteriorado. O Parque João Carlos Fernandes de Oliveira (Parque da Lagoa) apresenta o oposto dessa situação, pois possui excelente infraestrutura e, no momento da visitação, estava em obras para melhorar a capacidade de circulação dos visitantes. O Parque Bosque do Lago, Parque

**Figura 8 – Região sudoeste de Goiânia**

Fonte: Elaboradas pelos autores, maio de 2024.

Condomínio do Lago e o Parque Desembargador Everaldo de Souza estão dentro de condomínios fechados, o que impossibilitou a visita técnica aos locais. O Parque Village Maringá não foi localizado. Novamente vemos os parques e as áreas verdes sendo relacionadas à valorização imobiliária de classes sociais específicas.

A região do Mendanha possui dezoito parques (Figura 10). O Parque Mendanha fica dentro de um condomínio fechado. Por esse motivo a visita técnica não foi realizada e, mais uma vez, parques foram relacionados à valorização da qualidade de vida e ambiental, para um segmento da população de Goiânia. Já o Parque Barra da Tijuca, “localizado” na Rua JB-1 e BR-060, não existe. De acordo com o Google Earth, no bairro existe a Rua JB-2 e GO-060, contradizendo o endereço que consta no site da AMMA. A partir da visita técnica foi constatado também que todos os parques da região do Mendanha são carentes de infraestrutura para convívio social. Os espaços estão abandonados e sem perspectiva de desenvolvimento. O Parque Clarissa, o Parque Cidade Verde II e o Parque Novo Petrópolis têm o tamanho de uma praça e não possuem vegetação.

A região noroeste contempla quinze parques (Figura 11). De todos os parques visitados, apenas os Parques Curitiba, Curitiba IV e Boa Esperança têm estrutura adequada para possibilitar a apropriação social pela comunidade. Esses espaços possuem extensas áreas verdes, pista de caminhada e estação de ginástica. Os demais parques apresentam-se como locais abandonados, predominando o matagal e, em alguns casos, como o do Parque Helou, a grande quantidade de lixo e entulho provenientes de construção civil ocupa o acostamento da rua, que além de tudo não possui pavimentação. Novamente evidencia-se que o abandono por parte do poder público relaciona-se diretamente à não apropriação desses espaços que deveriam ser de convivência social pela comunidade.

Figura 9 – Parques da região oeste de Goiânia



Fonte: Elaborado pelos autores, maio de 2024.

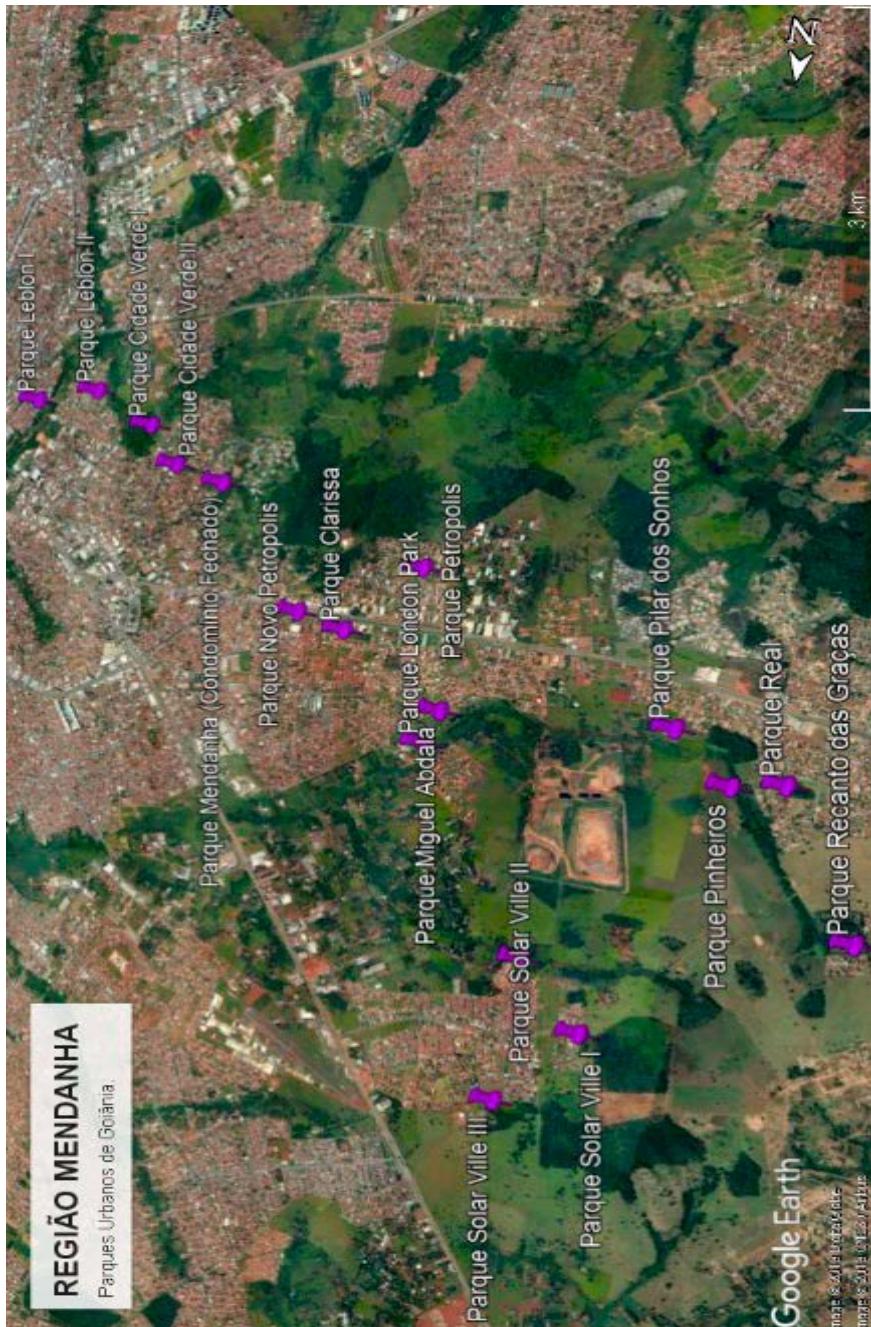
**Figura 10 – Região do Mendanha**

Figura 11 – Parques região noroeste de Goiânia



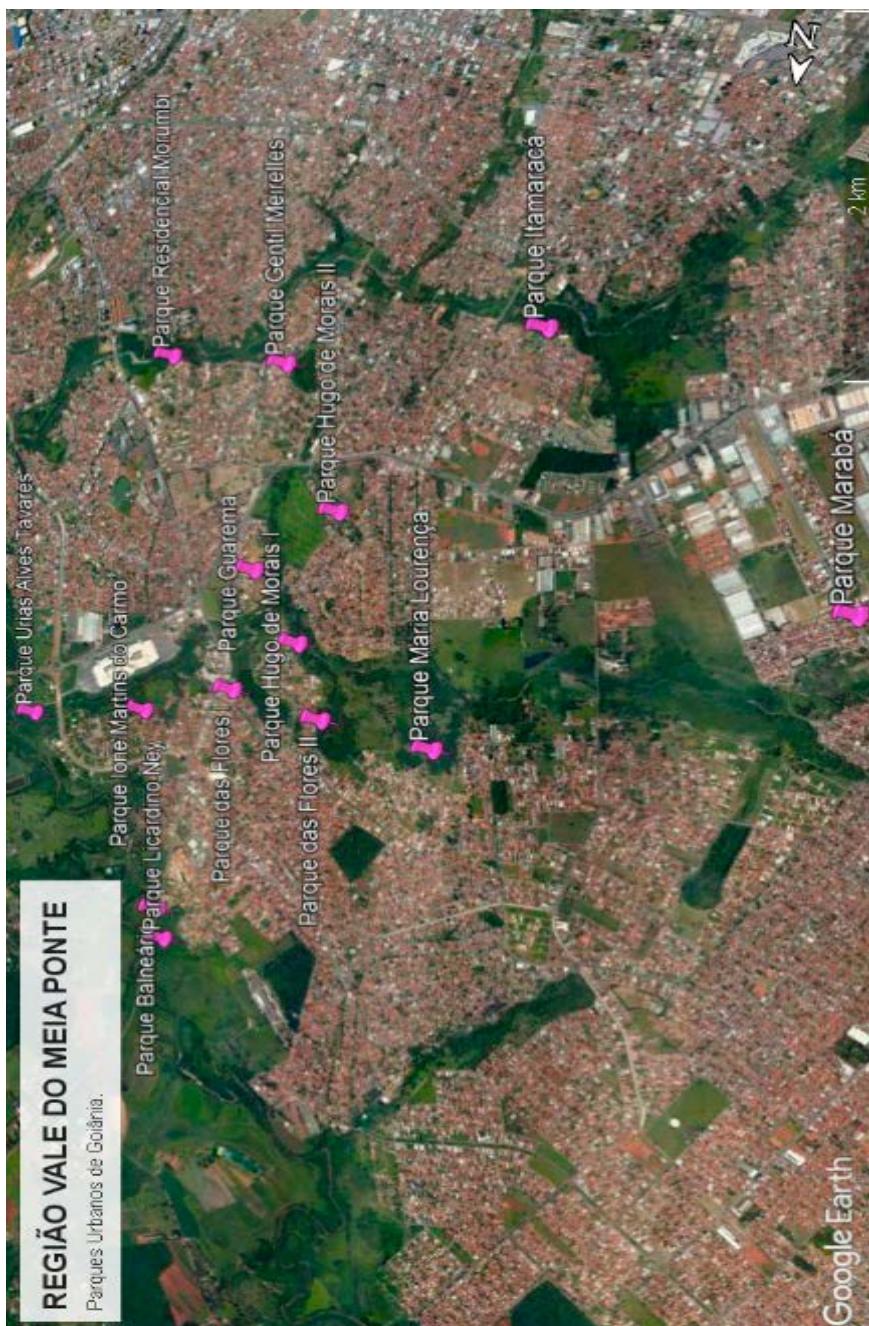
Fonte: Elaborada pelos autores, maio de 2024.

A região Vale do Meia Ponte, por sua vez, possui quinze parques (Figura 12). Dentre os parques visitados podemos destacar o Parque Gentil Meirelles, o Parque Itamaracá e o Parque Hugo de Moraes I, uma vez que esses locais possuem infraestrutura e acolhem a população para diversas práticas de recreação e lazer, com pista de caminhada, estação de ginástica, *playground*. Exclusivamente no Parque Itamaracá, a população mais jovem desfruta das quadras poliesportivas. Os demais parques estão em situação precária e são visíveis a falta de infraestrutura, a falta de desenvolvimento e o abandono em que esses espaços se encontram. Esses locais, sem o cuidado e manutenção adequados, estão servindo como depósito de entulho e lixo doméstico, além de causar insegurança para os moradores que vivem em frente, pois em virtude da falta de infraestrutura propicia maiores possibilidades de servir como esconderijo para práticas ilícitas.

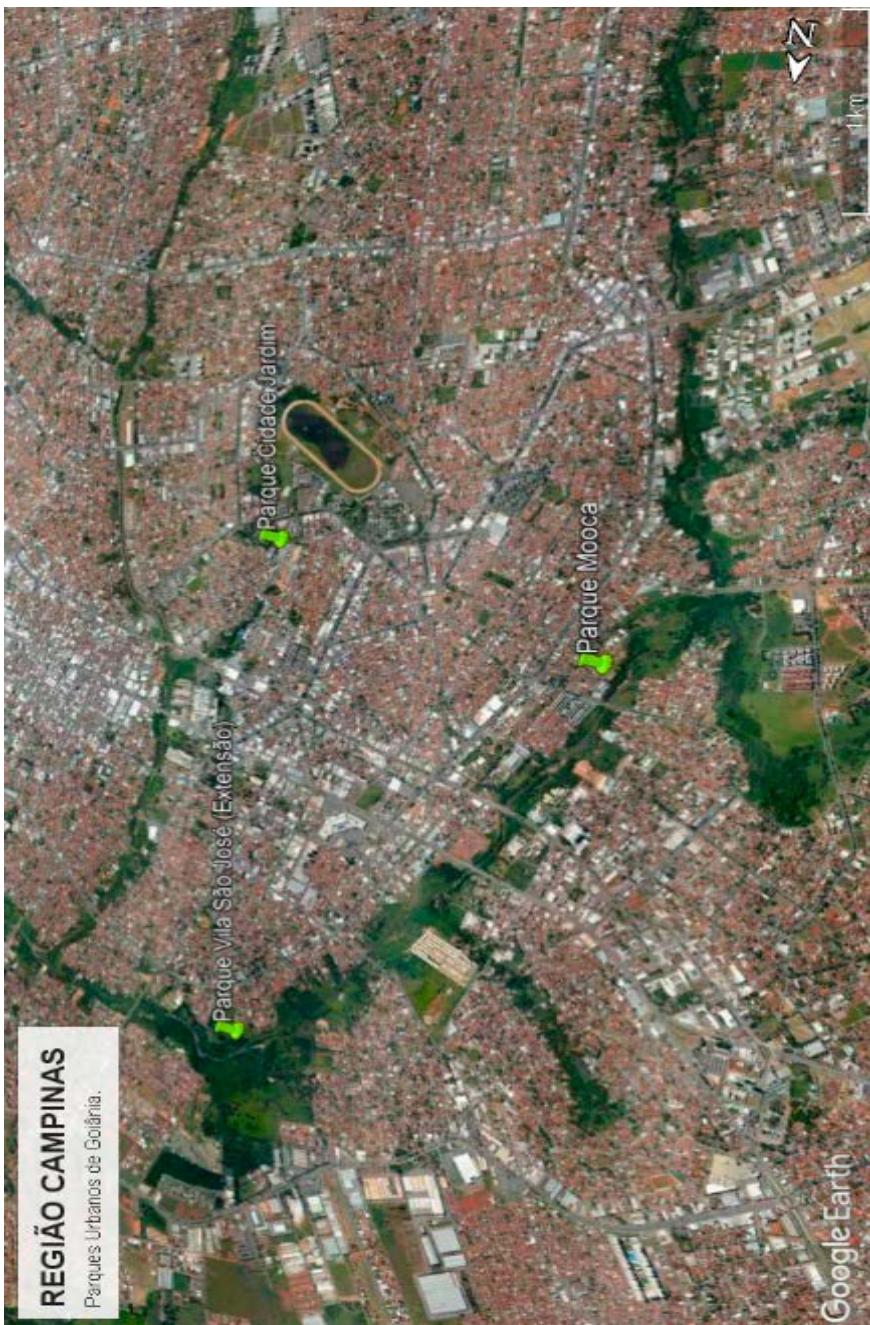
Os parques da região de Campinas são compostos pelo Parque Mooca, Parque Vila São José (Extensão) e o Parque Cidade Jardim (Figura 13). A semelhança que esses espaços têm é visível no que se refere à falta de infraestrutura, ao abandono e à falta de limpeza, fatores que trazem inúmeros problemas para a vizinhança que vive em constante desconforto em saber que o espaço poderia ser utilizado para as práticas de atividades e de recreação, mas que no momento dão espaço para um ambiente abandonado e sem nenhuma perspectiva de melhoria. Cabe destacar o abandono do Parque Cidade Jardim – o espaço não tem as mínimas condições de ser chamado de “parque”, pois está edificado com galpões empresariais, contrariando qualquer premissa conceitual para ser denominado como parque.

O abando e o descaso de vários parques que deveriam servir ao papel ecológico e/ou social da comunidade nos remete a pensar o que de fato o poder público local pretende com a instalação de tantas unidades que não atendem ao seu propósito. Sem estrutura adequada não há apropriação social que, por sua vez, não permite que o espaço cumpra com seu papel social. Muitos espaços são criados, mas poucos realmente possibilitam a apropriação pela comunidade, promovendo qualidade de vida.

**Figura 12 – Parques da região do Vale do Meia Ponte**



Fonte: Elaborada pelos autores, maio de 2024.

**Figura 13 – Parques da região de Campinas**

Fonte: Elaborada pelos autores, maio de 2024.

Não há uma política de valorização dos parques da capital goiana que atue de forma igualitária, em todas as regiões da cidade, atendendo às diferentes classes sociais. Reforça-se aqui o que foi apontado em Araújo (2021), que são necessários uma política e um planejamento integrado para os parques da cidade, no que se refere às unidades existentes em Goiânia, bem como atividades contínuas relacionadas à criação e à gestão, que tenham respaldo científico e que tenham a participação da população. O usuário é capaz de trazer inúmeras informações importantes que garantam o uso dos espaços da melhor forma. Os parques urbanos devem ser pensados para a comunidade, garantindo de fato sua função social.

Cabe ressaltar que fica evidente que a criação dos parques urbanos na cidade de Goiânia não segue um processo aleatório, ele é fruto das dinâmicas socioespaciais atuantes, de determinado tempo histórico, exercido por determinados agentes sociais, como o Estado. Essa relação é desigual e complexa e, portanto, não se manifesta de forma igualitária no espaço geográfico. Uma queda de braço entre agentes sociais implica benefícios específicos para uns em detrimento de outros. E algo que poderia melhorar a qualidade de vida da população, equilibrando desigualdades sociais visíveis na cidade, acaba evidenciando e fortalecendo essas desigualdades. Quando lembramos que a cidade em questão é uma das mais desiguais da América Latina, o que também se reflete na distribuição e nos cuidados das áreas verdes da cidade, essa questão fica mais complexa.

Ao observarmos um enorme quantitativo de parques urbanos em áreas privadas, somado a um representativo número dessas unidades sem infraestrutura, que impossibilita o desenvolvimento da função socioambiental, reforça-se a tese de áreas verdes como espaço de segregação socioespacial e não o contrário.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Praticamente todo o tempo destinado à realização da pesquisa foi utilizado para levantamento primário das informações, com visitação a todos os parques cadastrados no *site* da AMMA. Os locais que não foram visitados referem-se a parques localizados dentro de

condomínios fechados, que não permitiram a visita, ou parques que não foram encontrados utilizando o endereço disponível no *site*. Não obtivemos retorno da AMMA sobre se de fato esses parques não encontrados realmente existem.

A visitação aos parques da capital permitiu identificar uma série de locais completamente abandonados pela administração pública, isentos de infraestrutura que possibilite à população usufruir dessa área para socialização, lazer e bem-estar.

Em função de seu abandono, na verdade cumprem função contrária à promoção da qualidade de vida, já que as áreas passam a ser apropriadas para o desenvolvimento de práticas ilícitas, gerando medo na população do entorno. Também não asseguram a função de resguardar aspectos naturais, e já grande parte apresenta apenas mato e não fragmentos de vegetação nativa.

Fica evidente o descaso do poder público no que se refere ao zelo e à manutenção dos parques localizados em áreas periféricas da cidade. Todavia, salientam-se o cuidado e a manutenção dos parques associados a áreas residenciais em regiões nobres, reforçando a questão da valorização imobiliária ligada aos parques da cidade. Essa questão é muito importante e merece ser mais bem investigada, uma vez que descharacteriza a função essencial dos parques urbanos, e estaria atrelada à qualidade de vida da população, associando a criação e manutenção dos parques ao viés capitalista e de segregação socioespacial.

A desigualdade está relacionada a todas as esferas, inclusive na elaboração, na criação e na manutenção dos parques urbanos em Goiânia. Como já foi abordado, a diferença de realidade nos centros em relação com a periferia é notória, quanto mais longe um parque estiver do centro da cidade, maior a possibilidade de esse espaço ser carente de infraestrutura.

Ao concluir o levantamento primário dos parques mediante as visitas de campo para a conclusão desta pesquisa, foi constatado que houve alterações no *site* da AMMA: o até então Parque Eldorado Oeste localizado na região oeste, situado nas ruas ELO – 10, ELO – 11, ELO – 43 e ELO – 9, Setor Eldorado Oeste, foi alterado para Bosque Eldorado

Oeste. Fica evidente que o poder público regulador e fiscalizador dos parques em Goiânia não está tendo critério confiável para caracterizar um parque e muito menos para mantê-lo.

Foi constatado também que foram inaugurados três parques em Goiânia nos últimos anos, sendo que estes não foram incluídos na relação de parques no *site* da Prefeitura de Goiânia e na AMMA, órgão de autarquia municipal. Os parques implantados foram: Parque das Flores – localizado na região norte da capital, tem um mirante com vista inédita de Goiânia, lago, trilhas internas, parque infantil acessível, academia ao ar livre e pista de caminhada; Parque Linear Barreiro – localizado na região sudeste da cidade, foi entregue com piso tátil, pista de caminhada, ciclofaixa, estação de ginástica, estares de contemplação da mata e parquinho acessível; e, por último, Parque Buritis Sebastião Júlio de Aguiar – o parque Oeste Industrial, localizado na região sudoeste, conta com quase 112 mil m<sup>2</sup>, integra o projeto Macambira-Anicuns e oferece estações de convivência com *playground*, academia ao ar livre e gazebos, totalizando seis espaços.

Fica evidente a falta de sintonia entre os documentos oficiais da prefeitura (Prefeitura de Goiânia, AMMA). Os dados existentes nos *sites* oficiais atribuem sérias divergências no que se refere aos parques da cidade, influenciando diretamente na confiabilidade desses órgãos no que diz respeito ao quantitativo de parques.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, E. V. P. **Parques urbanos e lagos municipais na região metropolitana de Goiânia:** uso, conservação e apropriação dos espaços públicos. 2021. 420 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2021.

BARCELLOS, Bianca Magacho. **Urban Parks: the Case of Macambira Anicuns Park in Goiânia (GO).** 2013. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Exatas e da Terra) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2013.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente. Parques e Áreas Verdes.** Disponível em <https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/areas-verdes-urbanas/item/8051.html>. Acesso em: 18 dez. 2019.

CARNEIRO, A. R. S.; MESQUITA, L. B. **Espaços livres do Recife.** Recife: Prefeitura da Cidade do Recife/Universidade Federal de Pernambuco, 2000.

GOIÂNIA. Prefeitura Municipal. Secretaria Municipal de Planejamento. **Plano Diretor de Goiânia**. Goiânia, 2006.

GOMES, M. A. S. **Parques urbanos, políticas públicas e sustentabilidade**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2014.

KLIASS, Rosa Grena. **Os parques urbanos de São Paulo**. São Paulo: Pini, 1993.

LIMA, A. M. L. P.; et. al. Problemas de Utilização na Conceituação de termos como Espaços Livres, Áreas Verdes e Correlatos. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2., 1994, São Luis, MA: **Anais...** 1994. p. 539-553.

LLARDENT, L. R. A. **Zonas verdes y espacios livres en la ciudad**. Madrid: Clotas; Orcoyen, 1982.

LOBODA, C. R.; DE ANGELIS, B. L. D. Áreas verdes públicas urbanas: conceitos, usos e funções. **Ambiência – Revista do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 1, n. 1, p. 125-139, jan./jun. 2005.

MAZZEI, K.; COLSESANTI, M. T. M.; SANTOS, D. G. Áreas verdes urbanas, espaços livres para o lazer. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia, MG, v. 19, n. 1, p. 33-43, jun. 2007.

SANTOS, M. **Por uma Geografia nova**. São Paulo: Hucitec; Edusp, 1978.

SILVA, M. L. **Design e paisagem urbana**: estratégias de design para parques de Goiânia. 2018. 127 f. Dissertação (Mestrado em Projeto e Cidade) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.

SZEREMETA, Beni; ZANNIN, Paulo Henrique Trombeta. A importância dos parques urbanos e áreas verdes na promoção da qualidade de vida em cidades. Raega: **O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, v. 29, p. 177 – 193, 2013.

# O Parque Estadual Serra Dourada (GO) e suas potencialidades para a prática de Trabalho de Campo

MARCOS CÉSAR LOPES

**D**entre as atividades acadêmicas que compõem o conteúdo programático da disciplina Trabalhos de Campo na Ciência Geográfica, do Curso de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, em Geografia, da Universidade Estadual de Goiás (UEG), o trabalho de campo se destaca por ser uma atividade de grande relevância no processo de aprendizagem, que articula a teoria com a prática e viabiliza a percepção e a compreensão de elementos e fenômenos *in situ*.

O trabalho de campo propicia a compreensão dos fenômenos que se materializaram após a exposição e explicação em sala de aula, sob a mediação do docente. Desse modo, elementos e fenômenos espaciais podem ser mais bem compreendidos a partir do contato direto e da observação realizada *in situ*, fato que ressalta a importância dessa atividade tanto para o levantamento de dados empíricos como para a consolidação de conteúdos ministrados em sala de aula (Souza, 2012). Ademais, o trabalho de campo se define como “uma atividade didático-pedagógica investigativa e exploratória que ocorre fora do ambiente escolar ou acadêmico” (Souza; Souza, 2005, p. 238).

Na referida disciplina, a atividade de campo teve relevância significativa como uma das etapas imprescindíveis à execução de um trabalho.

Conforme Ross e Fierz (2005), é preciso contar com esse suporte de observações *in loco*, o qual se refere a três etapas fundamentais: o trabalho de gabinete, o de campo e o de elaboração de relatório.

O trabalho de campo foi realizado no Parque Estadual da Serra Dourada (PESD), que representa uma Unidade de Conservação de grande relevância paisagística e potencial educacional. A Serra Dourada possui uma formação geomorfológica peculiar, e em seu ambiente são encontradas diferentes fitofisionomias de vegetação.

Assim, o presente texto visa relatar a atividade de campo realizada no Parque Estadual da Serra Dourada em três de dezembro do ano de 2022, descrevendo os elementos paisagísticos e evidenciando o seu potencial educativo. Salienta-se que, no contexto de devastação em que o bioma Cerrado se encontra, são extremamente pertinentes atividades de cunho informativo e educativo, de modo a promover a percepção de sua biodiversidade e assegurar sua conservação para as gerações futuras.

A atividade, trabalho ou aula de campo, dentre outros termos presentes na literatura, assumiu uma perspectiva de complementação teórico-prática dos temas e conteúdos abordados em sala de aula. Nesse sentido, no contexto da referida disciplina, puderam ser percebidas ao longo do trajeto percorrido, por meio da observação e registros e explanação dos professores, as formas de relevo, a variabilidade topográfica, as formas de relevo, as fitofisionomias de vegetação, os corpos d'água, entre outros aspectos que compõem a paisagem.

Nesse sentido, o presente trabalho parte da seguinte estrutura metodológica: levantamento fotográfico e bibliográfico e observações empíricas. Já o desenvolvimento metodológico vem ao encontro do método e das técnicas das pesquisas qualitativas, que destacam a participação dos pesquisadores no contexto estudado (Santos; Carneiro; Silva; Druciaki, 2018).

## O POTENCIAL INTERPRETATIVO DO PARQUE ESTADUAL DE SERRA DOURADA

O Parque Estadual da Serra Dourada (Pesd) corresponde a uma importante reserva de flora e fauna endêmicas do Cerrado e de grande potencial em relação à geodiversidade. Ele abriga em seu território a Reserva Biológica Professor Ângelo Rizzo e o reverso do *hogback*<sup>1</sup> e setores escarpados, na porção leste da Serra (Figura 1).

No percurso realizado, foram observados afloramentos rochosos, que denotam a geodiversidade. É um conceito que reúne e qualifica a variedade e a diversidade de elementos e de processos relacionados aos elementos abióticos da natureza, ou seja, “a geodiversidade consiste na variedade de ambientes geológicos, fenômenos e processos ativos que dão origem a paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que dão suporte para a vida na Terra” (Brilha, 2005, p. 17).

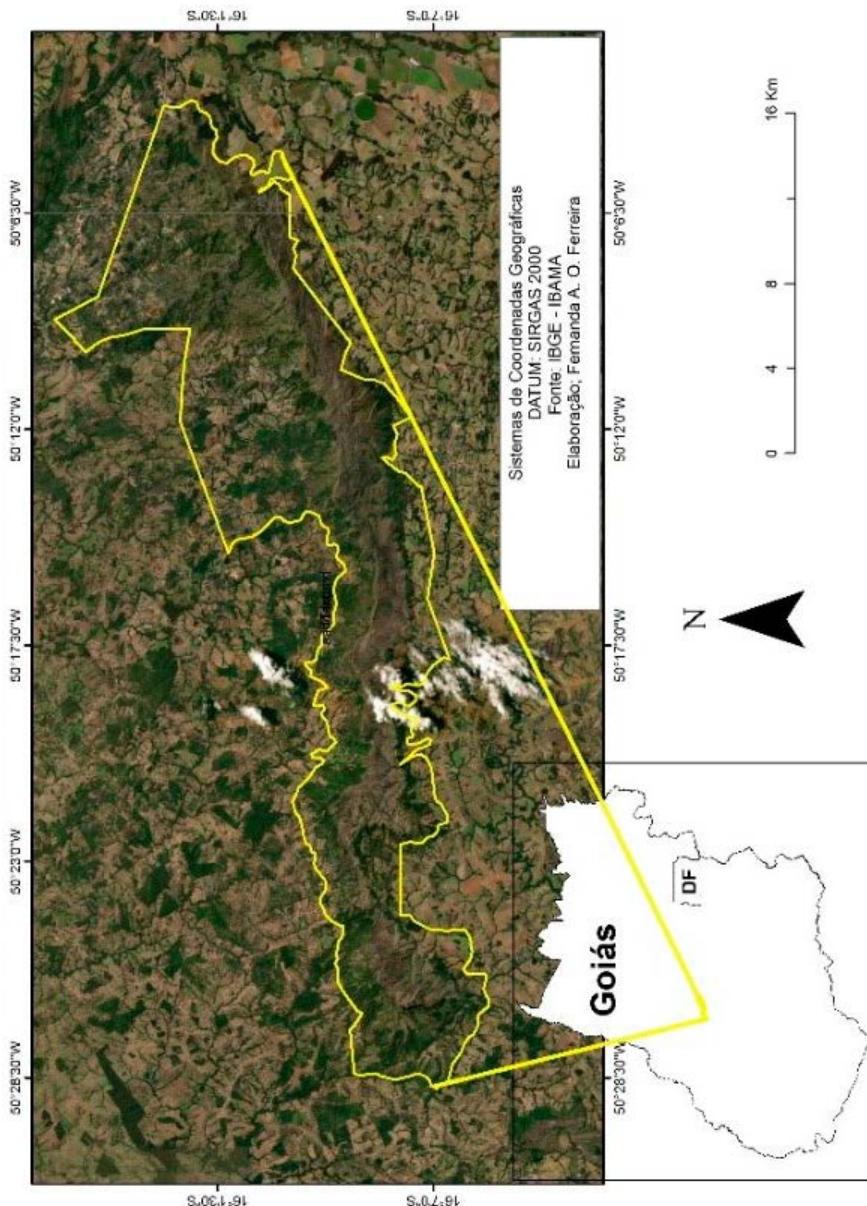
Eles conferem a Serra Dourada grande potencial para a aula de campo, com especial destaque para a Ciência Geográfica, sendo um laboratório a céu aberto.

O trabalho de campo no Pesd foi realizado no dia 3 de dezembro de 2022, tendo como participantes os/as alunos/as do Curso de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Geografia da Universidade Estadual de Goiás (UEG). A atividade foi componente do plano de ensino da disciplina Trabalhos de Campo na Ciência Geográfica. O percurso até o sopé da Serra Dourada foi realizado via micro-ônibus, que seguiu pela estrada de acesso até um ponto determinado com caminhonete traçada. A partir desse ponto o percurso foi realizado a pé, pela trilha. Após percorrer certa distância, uns 200 m, foi feita a primeira parada na Gruta da Coruja para observação, anotações em caderneta e registro fotográfico desse elemento da paisagem (Foto 1).

---

1 De acordo com Cassetti (2001), os *hogbacks* apresentam formas que se assemelham às cuestas; no entanto, na sua inclinação monocinal os mergulhos das camadas são superiores a 30°. Esses mergulhos por serem tão elevados estão associados a fenômenos tectônicos, como dobramentos e falhamentos em dominância da Serra Dourada.

Figura 1 – Localização do Parque Estadual da Serra Dourada – Pesd



Elaboração: Fernanda Alves de Oliveira Ferreira, 2019.

**Foto 1 – Parada da Gruta da Coruja no reverso da Serra Dourada**

Fonte: Marcos César Lopes, 2022.

Cabe inserir aqui que o Decreto n. 5.768, de 5 de junho de 2003, cria o Parque Estadual da Serra Dourada e o Decreto n. 7.992, de 13 de setembro de 2013, declara de interesse social, para fins de desapropriação, a área de terras para a implantação do Parque com 30.000 hectares, localizado nos municípios de Goiás, Mossâmedes e Buriti de Goiás (Oliveira, 2018).

Nesta parada foi possível observar fitofisionomias e espécies típicas do Cerrado, com destaque para a compartimentação topográfica do tipo *hogback*, descrita por Cassetti (2001). Conforme se ascendia à Serra, foram notados afloramentos rochosos que confirmam aspectos relacionados à sua estrutura geológica (Figura 2).

Cassetti (2001) relata que a Serra Dourada é classificada como um relevo do “tipo *hogback*”, conferido em uma feição elaborada sobre estruturas monoclinais com mergulho superior a 30°. Dessa forma, sua “morfogênese é ligada a processos deformacionais de caráter tectônico e, subsequentemente a processos denudacionais”, que harmoniza na “sua atual configuração como um maciço elevado” (Cassetti, 2001, p. 22). A Serra possui uma forma “aproximadamente linear, de orientação ENE (60-80° NE), com um *front* voltado para o norte, exibindo

proeminente cornija estrutural sustentada por quartzitos muscovíticos” (Casseti, 2001, p. 23).

**Figura 2 – Croqui do relevo do tipo hogback**



Fonte: Casseti, 2001.

Os referidos aspectos geográficos foram destacados na exposição oral durante as mudanças nas paisagens no percurso das menores para as maiores altitudes. No trajeto, foi possível comprovar junto aos professores e colegas a variação das fitofisionomias da vegetação de Cerrado (Figura 4) e do tipo de solo, bem como discutir a sua inter-relação.

**Figura 3 – Principais fitofisionomias encontradas no Cerrado**



Fonte: Bitencourt *et al.* (1996).

Oliveira (2018) ressalta que as várias formações do domínio do Cerrado não se apresentam ordenadas ou em sequência, conforme ilustrado na Figura 3. Em fato, a vegetação do Cerrado se comporta como um mosaico de vegetação, em que se alternam e se mesclam as

fitofisionomias de campo, as savânicas e as florestais, como reflexo da distribuição das manchas de solo, da incidência irregular das queimadas e de outras formas de ação antrópica.

No trajeto, foi visitada a Gruta da Coruja, uma formação rochosa de quartzito intemperizado causado por fatores físicos, químicos e biológicos. Como se observa pela Foto 1, o local possui uma beleza cênica a partir da própria formação rochosa e uma amenidade térmica do ambiente (microclima), correspondendo a um abrigo natural. Durante a permanência na Gruta da Coruja, foi demonstrada a raridade desse tipo de formação.

Em relação à evolução geológica da Serra Dourada, foram comentados os possíveis eventos tectônicos que resultaram na deformação dos estratos metassedimentares, “tais como a intrusão dos corpos batólíticos do Complexo Goiano, e os falhamentos”, conforme detalhados por Hasui *et al.* (2012, p. 54). Nesse sentido, outras características encontradas neste local foram os tipos de solos ocorrentes nas vertentes com forte gradiente clinográfico (Neossolos Litólicos).

Além disso, as fitofisionomias do bioma Cerrado, citadas anteriormente, em que estão associadas às condições morfológicas e de solos encontradas nesta região de relevo. Assim, no trajeto foram observadas as enormes mudanças da paisagem à medida que íamos progredindo em altitude. A variação na vegetação e no tipo de solo era claramente perceptiva. No início do trajeto no Cafundó, onde a fitofisionomia é florestal (mata de galeria), logo depois de alguns metros observa a presença do Cerradão e em seguida as formações passam a ser de Cerrado Típico e Cerrado Rupestre. Conforme íamos subindo a Serra, a fitofisionomia mudou para a Formações Campestre, com ocorrências de Campos Rupestres, Campos Sujos e Campos Limpos.

Assim que se avançava no percurso até o topo da Serra Dourada, puderam ser observadas rochas quartzíticas em blocos ruiniformes (Foto 2). A explicação para esse complexo mosaico parte do pressuposto de que durante as fases secas ocorre a exumação de blocos que compunham o regolito formado após longo período úmido. Assim, esses blocos, à medida que perpassam por intemperismo químico, foram sofrendo forte ataque químico nas fases úmidas.

**Foto 2 – Feição ruiniforme**

Fonte: Marcos César Lopes, 2022.

No topo da Serra foram percorridas áreas pertencentes à Reserva Biológica, permitindo conhecer as fitofisionomias do bioma Cerrado. Nessa localidade, foi visitado o Areal, um campo de areias com tonalidade esbranquiçada com formação oriunda da erosão das rochas quartzíticas (Foto 3).

Esse local está concentrado num bolsão que possui uma paisagem encontrada no conjunto dos elementos da Geodiversidade da Serra Dourada. Conforme Brilha (2005, p. 17), “a Geodiversidade consiste na variedade de ambientes geológicos, fenômenos e processos ativos que dão origem a paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que são o suporte para a vida na Terra”. Antes do retorno, foi visitado o Mirante, que é conhecido por populares como Mirante da Asa Delta ou simplesmente como Mirante da Reserva Biológica, um rebordo ao norte do qual se tem uma vista panorâmica das “porções da escarpa de *hogback* como a depressão ortoclinal, ou setor intermontano (...) que corresponde ao anfiteatro granito-gnáisico do Complexo Goiano” (Casseti, 2001, p. 25). Para Andrade (2008, p. 36), “os mirantes são importantes locais que configuram referência

na composição da paisagem como tempo, porque possibilitam a percepção de elementos que marcam a evolução da paisagem”.

**Foto 3** – O areal no topo da Serra Dourada



Fonte: Marcos César Lopes, 2022.

No Mirante (Foto 4), foi possível visualizar a porção da escarpa tanto a leste como a oeste, assim como a existência de um plano de cimeira, os quais relatou-se serem um paleosuperfície com morfogênese designada como sendo do período Terciário (Bigarella, 1994).

Foi visitada também a Cidade de Pedra, formada por relevo rui-niforme, onde existia a Pedra Goiana, uma verdadeira obra de arte construída pela natureza, tratando-se de um gigantesco bloco de pedra de mais ou menos 50 toneladas, equilibrado sobre duas pedras pequenas. A Pedra Goiana foi derrubada em 1965 por vândalos da Cidade de Goiás (Barbosa, 2008). Hoje ainda existem outras pedras similares, mas a Pedra Goiana foi um importante símbolo do equilíbrio das rochas e da manifestação artística da natureza.

Na visita à reserva, foi possível constatar a correlação altimétrica marcante nas colinas interplanálticas, que confirma o modelo cíclico deplainamentos acontecido durante os períodos Terciário e

Quaternário, conforme referido pelos professores. Nascimento (1991, p. 3) sugere que a alternância climática paralela com episódios epirogênicos realça o detalhamento dos talvegues durante as fases úmidas”, favorecendo “a evolução das vertentes, ficando restos de paleoplanos, testificando aplanaamentos terciários”.

**Foto 4 – O Mirante no topo da Serra Dourada**



Fonte: Marcos César Lopes, 2022.

O conjunto de observações que podem ser realizadas no alto da Serra permite uma reconstrução hipotética da evolução do modelado, à medida que são inferidas as paleosuperfícies e o padrão imposto pelos processos quaternários. Tais fatos corroboram as afirmações contidas na bibliografia, o que no processo de aprendizagem vem a ser uma materialização dos conceitos tratados em sala. Segundo Cassetti (2001), está localizada na porção central do estado de Goiás e incide em uma morfoescultura na qual se destaca um conjunto dos relevos planálticos do Brasil central.

A Serra Dourada dispõe uma configuração linear na qual atua enquanto divisor de águas regional das bacias Araguaia, Tocantins e Paraná. Dessa forma, a feição na qual Cassetti (2001, p. 32) apresenta a paisagem, destaca-se o controle exercido por sua estrutura e a resistência

dos materiais que a compõem, de modo que resultam em cornijas salientes no *front* de escarpas de *hogback*, após longo episódio erosivo”.

Segundo Lima (2003), a Serra Dourada torna-se parque por constituir patrimônio natural o qual conserva intacto das ações diretas da sociedade. Desse modo, constitui a perpetuação da natureza. Além disso, torna-se uma fonte de pesquisa científica, desenvolvimento do ecoturismo e educação ambiental, sendo uns dos mais importantes do sistema biogeográfico do Cerrado brasileiro. Assim, o Parque possui vários “pontos de beleza como cachoeiras, se constituindo em um verdadeiro patrimônio ecológico para o Estado de Goiás, considerado um santuário rico e único” (Lima, 2003, p. 43).

Todavia, sua importância não está somente nos aspectos citados, e sim mais além, com destaque para a fauna e a flora extremamente ricas que apresenta a Serra Dourada. Por exemplo, a flora é composta por matas ciliares, campos sujos, floresta de galeria. Esse mosaico fortalece os corredores ecológicos e demonstra uma alternativa para o equilíbrio ecológico regional. Há as plantas endêmicas, como a arnica e o *papiro* e frutas como caju, pequi, goiaba, entre outras (Barbosa, 2008). Em relação a sua fauna, é riquíssima. É constituída de inúmeros animais: “onça-pintada, tamanduá, veado, tatu, tucano, ema, lobo guará, urubu-rei” (Lima, 2004, p. 32). Todos os animais são reconhecidos e importantes para o equilíbrio da biodiversidade no estado de Goiás, sendo que alguns deles se encontram em extinção, aumentando o cuidado para a manutenção e preservação do Parque Serra Dourada.

Diante desse contexto vivido e observado, pode-se afirmar que a aula de campo proporcionou um conhecimento riquíssimo, tanto como método de estudo e da pesquisa da geodiversidade, biodiversidade e da geomorfologia, quanto como um valioso instrumento para a assimilação dos vários conceitos apresentados *in loco*, como aqueles ensinados em sala de aula na disciplina de Trabalhos de Campo na Ciência Geográfica do PPGEO da UEG.

Dessa forma, a aula de campo permitiu verificar e confirmar questões teóricas e metodológicas tratadas em sala de aula pelos professores, bem como fornecer perspectivas para aquilo que se pesquisa, não ficando somente no campo teórico, mas incluindo o empírico e prático. Por meio

das observações *in situ*, foi possível relacionar o que se estudou na teoria. Dessa forma, o conhecimento teórico, que pode parecer tão subjetivo, se tornou concreto, o que facilitou a sua compreensão. Por meio dessa experiência foi possível perceber a importância da atividade de campo para melhor assimilação do conhecimento científico.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho de campo teve significativa importância tanto para conhecimento da Geodiversidade existente no Parque Estadual Serra Dourada como na atividade para conhecimento dos procedimentos da pesquisa e coleta de dados empíricos. Com essa aula tivemos a oportunidade de enriquecer e construir conhecimento para a pesquisa dos discentes da pós-graduação. Desse modo, pudemos experienciar *in loco* os tópicos sobre Geodiversidade, Geomorfologia, Trabalhos de Campo na Ciência Geográfica, além das extraordinárias contribuições dos professores. Com essa aula foi possível ressaltar o valor do Patrimônio Geológico que os goianos possuem.

A Serra Dourada é um laboratório a céu aberto, onde podemos conhecer sobre Geodiversidade, Biodiversidade e Geomorfologia presente, como solos, relevos, vegetações, clima e deslocamentos de massas hídricas, cuja experiência vivida tivemos no parque. É um dos atrativos naturais que circundam a Cidade de Goiás, encantando seus habitantes, pesquisadores, estudantes e turistas. Segundo Barbosa (2008), muitas áreas estão despercebidas, o local onde ocorreu o trabalho de campo é próximo ao topo da serra, que possui a trilha e facilita o acesso, sendo o local mais visitado. Assim, tivemos a oportunidade de aprimorar as habilidades de compreensão dos conceitos técnicos que antes eram vagos e associar os conceitos teóricos aos práticos. Desse modo, o trabalho de campo foi uma das principais ocasiões em que compreendemos os meios no qual as habilidades geográficas são postas em ação.

O trabalho de campo possibilitou conferir na prática a importância da compreensão de conceitos da Geodiversidade, da Geomorfologia/Geologia e da Biodiversidade. Nós, estudantes do Curso de Mestrado em Ciências Geográficas, tivemos a oportunidade de associar os conceitos teóricos e práticos e de aprimorar as habilidades de compreensão dos

conceitos técnicos que antes eram somente teóricos. Com isso, o trabalho de campo é um dos principais métodos para aprender a observar, analisar e refletir sobre o constante movimento de transformação da natureza.

## REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 18, 1969.
- BARBOSA, M. A. **O Ecoturismo e a sustentabilidade: Parque Estadual da Serra Dourada (GO) (Pesd)**. Goiânia: Universidade Católica de Goiás. 2008. Disponível em: <http://tede2.pucgoias.edu.br:8080/bitstream/tede/2587/1/MARCIANA%20ALVES%20 BARBOSA.pdf>. Acesso em: 4 jan. 2023.
- BIGARELLA, J. J. et al. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: UFSC, 1994.
- BITENCOURT, M. D.; MESQUITA J. R., H. N.; MANTOVANI, W.; BATALHA, M. A.; PIVELLO, V. R. Identificação de fisionomias de Cerrado com imagem índice de vegetação. In: Contribuição ao conhecimento ecológico do Cerrado, 1, 1997, Brasília. **Anais...** Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Ecologia, 1997, p. 316-320.
- BRILHA, J. B. R. **Patrimônio geológico e geoconservação**: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Braga: Palimage, 2005.
- CASETTI, Valter. **Elementos de Geomorfologia**. Goiânia: Editora UFG, 2001.
- HASUI, Y. et al. **Geologia do Brasil**. 1. ed. São Paulo: Editora Beca, 2012.
- JUSTINO. J. A. A.; CARNEIRO. V. A. (Re) Conhecendo a Geodiversidade na Serra Dourada: Relato de Experiência da Visita à Reserva Biológica Prof. José Ângelo Rizzo em Goiás (GO). **Revista Mirante, Anápolis (GO)**, v. 13, n. 1, jun. 2020. ISSN 1981-4089.
- LIMA, L. M. G. **Impactos ambientais e índices de qualidade ambiental**: um novo paradigma de um desenvolvimento sustentável. Anápolis: UEG, 2003.
- LIMA, F. R. **Parque Estadual da Serra Dourada**: uma opção para o ecoturismo, seu cenário atual e perspectivas futuras. 2004. 168 f. Monografia (Trabalho Final de Especialização em Ecoturismo) – Centro de Excelência em Turismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2004
- MARTINELLI, M. Um atlas geográfico escolar para o ensino-aprendizagem da realidade natural e social. **Portal da Cartografia**, Londrina, v. 1, n. 1, p. 21-34, 2018.
- NASCIMENTO, M. A. S. do. Geomorfologia do estado de Goiás. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 12, n. 1, p. 1-22, 1991.

OLIVEIRA, Alcides Wesley Nunes de. et. al. **Estudo de redelimitação do Parque Estadual Serra Dourada (GO) utilizando dados espaciais.** Anais 7º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Jardim, MS, 20 a 24 de outubro. Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p. 371-380, 2018.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos de Geomorfologia.** Rio de Janeiro: FIBGE, 1983.

SANTOS, J. C. V.; CARNEIRO, V. A.; SILVA, L. G.; DRUCIAKI, V. P. Paisagens e empirismo, elementos constitutivos das experiências em geografia: um estudo sobre as veredas do Chapadão de Catalão (Goiás). **Revista Cerrados, Montes Claros**, v. 16, n. 2, p. 213-239, ago./dez., 2018. Parque Estadual Da Serra Dourada (estado De Goiás): um laboratório a céu aberto para estudos de Geodiversidade DOI 10.5216/teri.v11i1.68588

ROSS, J. L. S.; FIERZ, M. de S. M. Algumas técnicas de pesquisa em geomorfologia. In: VENTURI, L. A. B. **Praticando geografia:** técnicas de campo e laboratório. São Paulo: Oficina de Textos, p. 65-84, 2005.

SOUZA, F. R. **Parque Estadual da Serra Dourada:** uma opção para o ecoturismo, seu cenário atual e perspectivas futuras. 2004. 168 f. Monografia (Trabalho Final de Especialização em Ecoturismo) – Centro de Excelência em Turismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

SOUZA, J. C.; SOUZA, L. F. Trabalho de campo integrado em Geografia: uma experiência no Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, Goiás-DOI 10.5216/ag.v6i4. 21981. **Ateliê Geográfico**, v. 6, n. 4, p. 237-256. 2005.

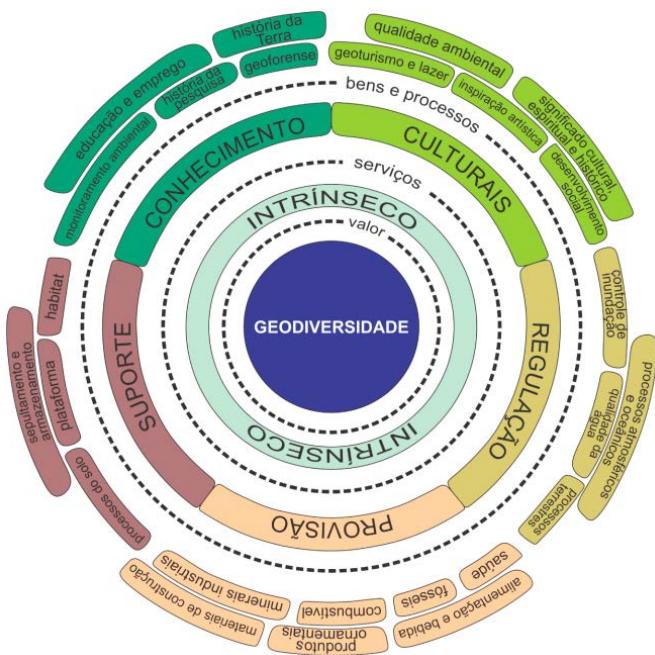
# Geodiversidade e suas intersecções

Análise do geossítio “gruta dos pezinhos”  
no município de Barra do Garças (MT)

ANTÔNIO HENRIQUE BERTOQUE SILVA  
VANDERVILSON ALVES CARNEIRO  
JEAN CARLOS VIEIRA SANTOS  
JOSÉ CARLOS DE SOUZA

A concepção de geodiversidade é uma proposta de análise do ambiente físico, considerando as diferentes feições produzidas na paisagem. O termo se refere ao estudo do número e da variação/diversidade de ambientes, estruturas, formas e processos geológicos, ou seja, a diversidade das características e dos sistemas terrestres, também denominados elementos abióticos, que fazem parte ou que não resultam dos seres vivos, ou seja, que fazem parte do patrimônio geológico, geomorfológico, paleontológico, pedológico e hidrológico e que constituem o substrato de uma região, dando origem às distintas paisagens e seus componentes, como rochas, minerais, águas, fósseis, solos e clima, possibilitando o desenvolvimento da vida na Terra (Sharples, 1993; CPRM, 2006; RSNC, 2009; Manosso; Ondicol, 2012; Carneiro *et al.*, 2020). Na Figura 1 pode-se verificar as dimensões que compreendem a Geodiversidade a partir dos estudos de Gray (2004 *apud* Silva, 2016).

**Figura 1 – Diagrama simplificado do sistema de valores da Geodiversidade, segundo Murray Gray (2004)**



Fonte: Silva (2016, p. 343).

Os elementos arqueológicos e pré-históricos também fazem parte do arcabouço da geodiversidade, pois são registros das sociedades humanas do passado, nas estruturas geológico-geomorfológicas das paisagens. No Brasil, é a Lei Federal n. 3.924, de 26 de julho de 1961, que dispõe sobre os monumentos arqueológicos e pré-históricos no país. No artigo 2º, preconiza:

Art 2º Consideram-se monumentos arqueológicos ou pré-históricos:

- as jazidas de qualquer natureza, origem ou finalidade, que representem testemunhos de cultura dos paleoameríndios do Brasil, tais como sambaquis, montes artificiais ou tesos, poços sepulcrais, jazigos, aterrados, estearias e quaisquer outras não especificadas aqui, mas de significado idêntico a juízo da autoridade competente.
- os sítios nos quais se encontram vestígios positivos de ocupação pelos paleoameríndios tais como grutas, lapas e abrigos sob rocha;

- c) os sítios identificados como cemitérios, sepulturas ou locais de pouso prolongado ou de aldeamento, “estações” e “cerâmios”, nos quais se encontram vestígios humanos de interesse arqueológico ou paleoetnográfico;
- d) as inscrições rupestres ou locais como sulcos de polimentos de utensílios e outros vestígios de atividade de paleoameríndios (Brasil, 2007, n. p.).

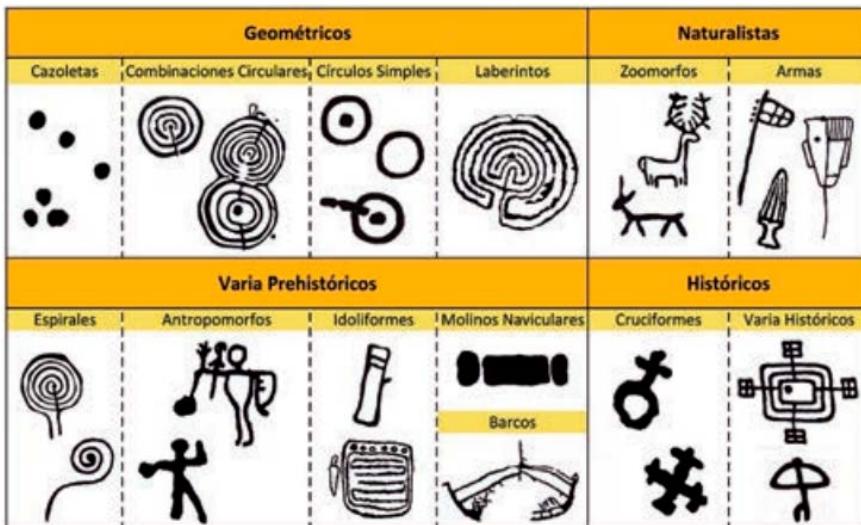
Somando-se à proposição na Lei supracitada, é importante compreender o significado do termo *geossítio* (do inglês *geosite*) para compreender os estudos e as ações referentes à Geodiversidade: “geossítio” indica a “ocorrência ou afloramento (natural ou artificial) de um ou mais elementos da geodiversidade, bem delimitado geograficamente, que apresenta valor singular do ponto de vista científico, pedagógico, cultural, turístico ou outro” (Brilha, 2005 *apud* Borba, 2011, p. 6).

Quanto à “arte rupestre”, um dos focos deste trabalho parte da concepção apresentada por Prous (1991):

Por “arte rupestre” entendem-se todas as inscrições (pinturas ou gravuras) deixadas pelo homem em suportes fixos de pedra (paredes de abrigos, grutas, matacões etc.). A palavra *rupestre*, com efeito, vem do latim *rups-is* (rochedo); trata-se, portanto, de obras imobiliares, no sentido de que não podem ser transportadas (à diferença das obras mobiliares, como estatuetas, ornamentação de instrumentos, pinturas sobre peles, etc). Alguns autores denominam as figuras pintadas “pictografias” e as gravuras “petróglifos”; no entanto, utilizaremos exclusivamente as expressões “pinturas” ou “gravações” (ou “gravuras”). A palavra tupi *itacoatiara* (= pedra pintada) é frequentemente usada para denominar os rochedos decorados (*sic.*) (Prous, 1991, p. 510).

Viana *et al.* (2016, p. 1) explicam que a produção da arte ou registro rupestre pode ser efetuada por meio de dois métodos: o gravado, que são técnicas de remoção e perfuração da rocha; e o pintado, que eram práticas de adição de pigmentos de cores nas estruturas rochosas, usando pincéis, dedos ou outros instrumentos (Viana *et al.*, 2016). Rellán *et al.* (2018, p. 111) propõem uma classificação dos registros rupestres, denominados de gravuras e que podem ser observados na Figura 2. Eles são agrupados em elementos geométricos, naturalistas, históricos e pré-históricos.

**Figura 2 – Tipos de motivos das gravuras pré-históricas**



Fonte: Rellán *et al.* (2018, p. 111)

García (2019), considerando o trabalho de Rellán *et al.* (2018), explica que os motivos geométricos se baseiam em figuras que não fazem alusão a um motivo realista, ou seja, são de natureza abstrata, como labirintos, espirais, tigelas e combinações circulares; os motivos naturalistas representam animais, armas ou corpos humanos. Outro destaque que trazemos é que nos estudos sobre arte rupestre no Brasil, Gaspar (2006) elaborou um mapa com as gravuras predominantes no Brasil, como se pode observar no Mapa 1.

Diante desses pressupostos, o objetivo deste trabalho é apresentar uma análise dos aspectos gerais sobre o geossítio “Gruta dos Pezinhos”, no município de Barra do Garças, considerando-se os pressupostos da Geodiversidade. Para tal, propõe-se apresentar os aspectos gerais relacionados à História e à Antropologia da região e entorno, bem como uma caracterização dos aspectos físicos do ambiente e das formas de antropização do geossítio.

**Mapa 1 – Mapa com as tradições de arte rupestre no Brasil**



Fonte: Gaspar (2006, p. 57).

A Gruta dos Pezinhos é um dos geossítios do Parque Estadual da Serra Azul (Pesa), situado no município de Barra do Garças, a cerca de 511 km de Cuiabá, na porção Leste do estado de Mato Grosso (Figura 4). O Pesa constitui-se em uma unidade de conservação de proteção integral, instituída pela Lei Estadual 6.439, de maio de 1994,

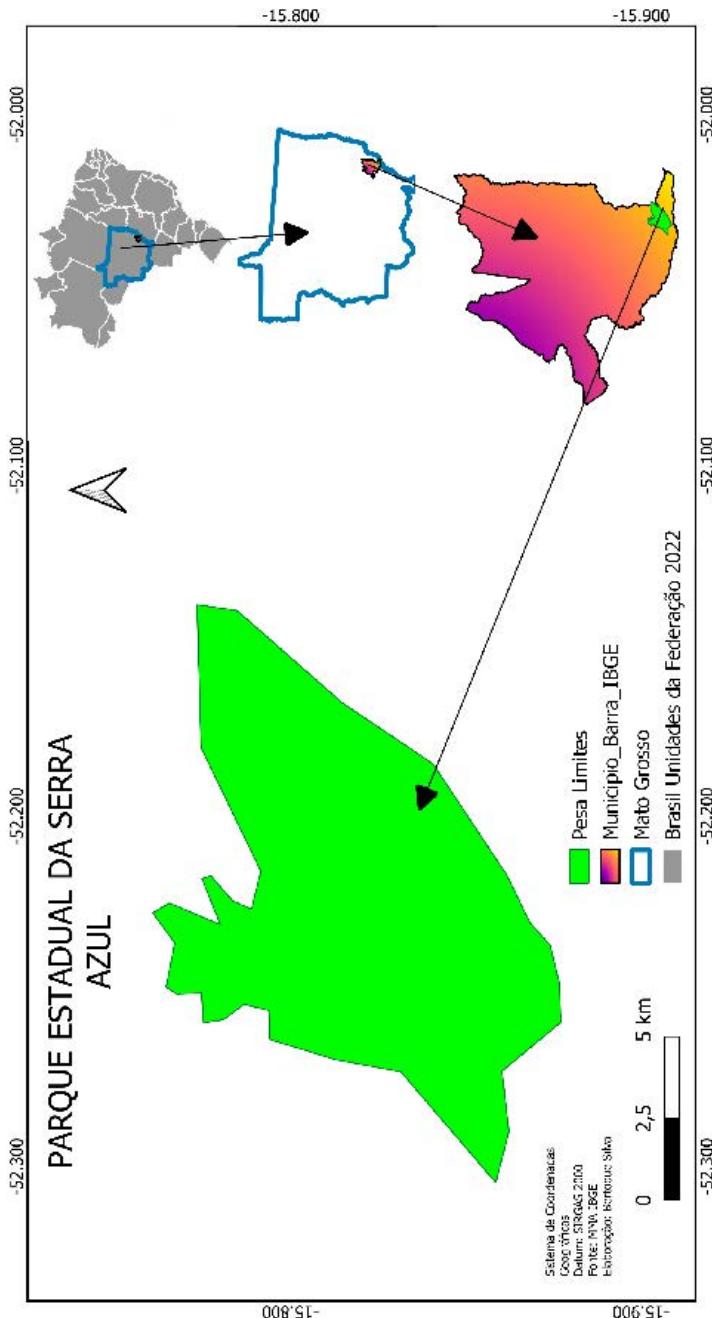
e possui uma área de 11 mil hectares. O Pesa é administrado pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Mato Grosso e faz parte do roteiro turístico de Barra do Garças. O geossítio se localiza na Serra Azul, próximo à base do Destacamento de Controle do Espaço Aéreo do Primeiro Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo da Aeronáutica do Brasil. No entanto, especificamente o geossítio Gruta dos Pezinhos não está liberado para acesso público, a não ser com visita guiada, devido à falta de infraestrutura e de manejo adequado para a visitação, conforme é discutido na última subseção deste capítulo.

As atividades de campo foram realizadas no Pesa – Parque Estadual da Serra Azul (Barra do Garças / MT) nos meses de maio e junho de 2023 com o apoio de registros fotográficos e de vídeos, anotações em cADERneta de campo, além da realização das medições das gravuras com régulas/ trenas, como observações e análise integrada da paisagem local embasadas conforme referências acadêmicas e relatórios técnicos de órgãos governamentais para compor o presente trabalho.

## **ASPECTOS HISTÓRICOS, ANTROPOLOGICOS E ARQUEOLÓGICOS DA REGIÃO**

Barra do Garças compõe a Microrregião do Médio Araguaia e sua área urbana está em conurbação com as cidades de Pontal do Araguaia (MT) e Aragarças (GO), por vezes sendo usado o nome “A Grande Barra”. A região também é conhecida como “Vale do Araguaia”, compreendendo outros municípios mato-grossenses como Torixoréu, Pontal do Araguaia, Araguaiana, Cocalinho, Luciara, São Félix do Araguaia.

Os primeiros moradores da região eram os indígenas das etnias Caiapós e Bororo-Boe. Com a entrada dos bandeirantes na região Centro-Oeste, a partir de 1672 iniciou-se o processo de ocupação da região por não indígenas, mas somente em 1780 o governador de Mato Grosso daquele período instalou “na região Serra do Roncador do Araguaia o Registro de Ínsua, firmando ali a presença da província mato-grossense” (Varjão, 2021[2000], p. 55-56). A Serra do Roncador é uma sequência de paredões rochosos que se estende de Barra do Garças à Serra do Cachimbo, no estado do Pará.

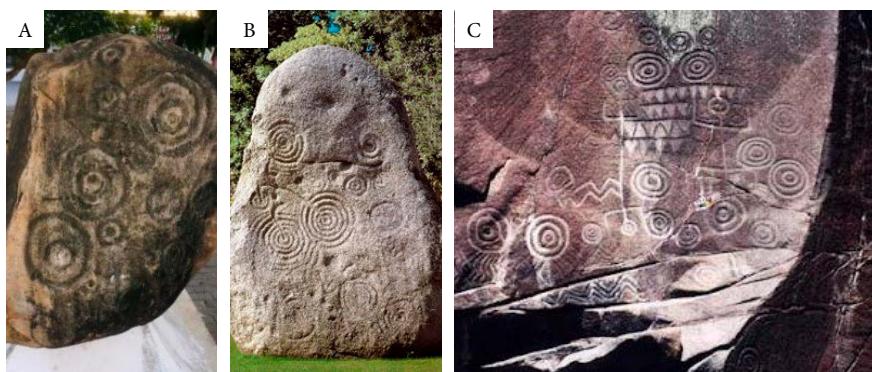
**Mapa 2 – Localização do Pesa e geossítio Gruta dos Pezinhos**

Fonte: Elaboração própria.

Na primeira fase de garimpo, buscou-se ouro na região; na segunda fase, a partir de 1895, buscou-se diamantes – encontrados especialmente no Rio das Garças, promoveu a chegada de pessoas dos estados de Goiás, Minas Gerais, Bahia e Maranhão. Depois do ano de 1820, chegam à região os indígenas xavantes, vindos da Província de Goiás (Varjão, 2021[2000]).

Na foz do Rio das Garças foi encontrada uma rocha com a marcação “S.S. Arraya”, indicando a presença de um explorador de diamantes, chamado Simião da Silva Arraya, que esteve na região em 1871. Essa rocha chamada de “Pedra S.S. Arraya” (Foto 1a) passou a integrar mais uma das lendas e mitos da região (Varjão, 2021). Acredita-se que foi escondida, debaixo dessa pedra, uma garrafa com muitos diamantes. Outro fator que chama a atenção é que a pedra se configura como um petróglifo com gravuras geometrizadas em círculos concêntricos, que se assemelham a gravuras encontradas em outros sítios arqueológicos tanto no Brasil, quanto fora do país (Dolzan, 2006).

**Foto 1 –** (a): Pedra S. Simião Arraya exposta em praça pública em Barra do Garças (MT); (b): Pedra Boeli ou Sa Perda Pintà, da Sardenha, Itália, com gravuras concêntricas semelhantes à “Pedra S. S. Arraya”; e (c): grafismo da tradição litorânea catarinense na Ilha dos Corais (SC)



Fonte: Foto 1a; Foto 1b; Foto 1c Imagem (a) Bertoque-Silva (21/06/2023); Imagem (b) R. Ballore (2021 n. p.); (c) Hidalgo (2008, n. p.).

A “Pedra S.S. Arraya” serviu para atrair pessoas para a região, em busca de diamantes e, hoje, ainda atrai por causa da lenda que se criou. Em 2021, uma nova informação sobre as gravuras na “Pedra S.S. Arraya” repercutiu na região: durante um Congresso, a jornalista italiana Margherita Detomas (*A Gazeta do Vale*, 2022, n. p.), que vem à região desde 1996 e conhece a “Pedra S. S. Arraya”, encontrou imagens de uma pedra na Sardenha, região da Sicília, Itália, com gravuras semelhantes (Foto 1b). A jornalista indagou sobre o porquê de existirem “rochas gêmeas” em lugares do mundo tão distantes entre si e enfatizou a importância de mais estudos para compreender as possíveis relações entre essas pedras.

Além disso, conforme mapa de tradições apresentado por Gaspar (2006, p. 47), esse tipo de arte, no Brasil, encontra-se na região litorânea. Um exemplo que o autor apresenta são os grafismos da tradição litorânea catarinense na Ilha dos Corais, em Palhoça, estado de Santa Catarina (Foto 1c).

Em junho de 1924, Barra do Garças foi elevada a distrito, tendo o município de Araguaiana como sede. Um ano depois, chegou à região o coronel Percy Harrison Fawcett, arqueólogo e explorador britânico que desapareceu numa expedição, na qual investigava a fauna e a arqueologia local e buscava por uma civilização perdida na Serra do Roncador, que ele denominou “Cidade Z”<sup>1</sup>. Segundo Oliveira (2010), Fawcett se inspirou no livro *Explorations of the Highlands of Brazil*, do escritor Richard Francis Burton, publicado em 1869, para fazer suas expedições. Além disso, Fawcett teria ganhado de seu amigo, o escritor Henry Rider Haggard, autor de “As Minas do Rei Salomão” (1885), uma estatueta de basalto de 25 centímetros com inscrições desconhecidas que teriam vindo da região – o filho de Haggard havia morado em Mato Grosso (Oliveira, 2010; Vessoni, 2021). Na Foto 2, há o registro do coronel e moradores da região.

1 Fawcett formulou sua teoria sobre a “Cidade Z” em 1912 e foi estimulado mais ainda com a descoberta da cidade inca de Machu Picchu, em 1911.

**Foto 2 – Coronel Percy Harrison Fawcett (segundo da esquerda para a direita), em fotografia tirada no MT, em 1925**



Fonte: Royal Geographical Society via Getty Images.

O coronel Fawcett veio da Inglaterra com seu filho mais velho, Jack Fawcett, e com o amigo de seu filho, Raleigh Rimmell. O último registro sobre eles foi dado em 29 de maio de 1925, quando chegaram numa aldeia indígena. Fawcett dispensou os homens que havia contratado para acompanhá-los e ajudar com as cargas, deixou uma carta para ser entregue à sua esposa e partiram somente os três. Não foram mais vistos. Conforme explica a jornalista Margherita Detomas (*A Gazeta do Vale*, 2022, n. p.), que estuda sobre a vida de Fawcett desde 1996, foram realizadas mais de 100 expedições de resgate, financiadas pelo governo inglês, outras pelo governo brasileiro e outras pelo jornal *The Time*, de Londres, que chegou a oferecer, por muito tempo, 10 mil libras para quem os encontrasse vivos ou mortos, mas nada foi encontrado. Em uma das expedições de resgate do ano de 1928, seu filho Brian Fawcett participou, conforme mostra a Imagem 3(a). Na Imagem 3(b), há a estátua do coronel na Praça da Matriz, em Barra do Garças (MT), inaugurada pela Prefeitura Municipal, em 30 de maio de 2014.

Conforme explica a jornalista Margherita Detomas (*A Gazeta do Vale*, 2022, n. p.), o coronel Fawcett era uma pessoa importante e influente, pois era correspondente de jornais na Europa e nos Estados Unidos, era topógrafo da Royal Geographical Society, uma organização britânica que patrocina expedições científicas. Ramos Jr. (2015, p. 100-101) complementa

informando que as expedições de Fawcett tiveram o “patrocínio de instituições e empresários norte-americanos, da agência de notícia *North American Newspaper Alliance*, da Sociedade Geográfica Americana, do Museu do Índio Americano e de Nelson Rockefeller Jr”.

**Foto 3 –** (a): Brian Fawcett, com indígena Kalapalo, na expedição no Brasil em busca do pai (1928); e Imgem (b): estátua do Coronel Fawcett na Praça da Matriz, no município de Barra do Garças (MT), Brasil



Fonte: Foto 3a, Bettmann Archive/Getty Images; e Foto 3b, Bertoque-Silva (21/06/2023).

Dez anos depois do desaparecimento do coronel Fawcett<sup>2</sup>, com toda a movimentação das expedições em busca deles e, somando-se à movimentação com o garimpo, o número de pessoas prosseguiu aumentando na região.

Em janeiro de 1938, o Governo Getúlio Vargas lançou o plano de ocupação do território brasileiro, denominado “Marcha para o Oeste”, com o objetivo de desenvolver e integrar as regiões

2 A história de Fawcett inspirou a História em Quadrinho (HQ) “O Ídolo Roubado” da coleção “As aventuras de Tintim” (1935), do cartunista belga Georges Prosper Remi (conhecido como Hergé); os filmes da saga de “Indiana Jones” (1981, 1984, 1989, 2008 e 2023), de George Lucas e de Steven Spielberg; o livro “O Enigma do coronel Fawcett: o verdadeiro Indiana Jones” (1996), do escritor brasileiro Hermes Leal; o artigo *The Lost City of Z – A Cidade Perdida de Z* – (2005), do jornalista estadunidense David Grann, publicado no *The New Yorker*, sobre as expedições e descobertas de Fawcett; o livro *The Lost City of Z* (2009), que foi a ampliação do artigo feito pelo próprio Grann; e a adaptação do livro pelo roteirista-diretor James Gray para um filme de mesmo nome (2016).

Centro-Oeste e Norte do Brasil; e em 4 de outubro de 1943, por meio do Decreto-lei n. 5.878, instituiu-se a Fundação Brasil Central (1943 a 1964), que foi a principal frente da Marcha para o Oeste, tendo como objetivo colonizar as zonas compreendidas entre os altos rios Araguaia – Serra do Roncador (Mato Grosso) – e Xingu, do Brasil Central e Ocidental. Os irmãos Villas-Bôas (Orlando, Cláudio e Leonardo) participaram da expedição e tiveram papel fundamental, junto a Darcy Ribeiro, buscando meios para que os indígenas da região do Xingu tivessem uma área para viverem e seus costumes e tradições fossem preservados. Barra do Garças foi ponto de passagem da Fundação.

Barra do Garças tornou-se polo de desenvolvimento com a chegada da Fundação Brasil Central, no início dos anos quarenta. A base era Aragarças, mas Barra servia necessariamente de ponto de passagem para os membros da Fundação. A partir de então Barra recebeu o afluxo de progresso e melhoramento de tal forma que costumes importados, tidos como mais aprimorados, passaram a condicionar a ação e reação das pessoas, inspirados nos grandes centros: novos gestos, novas vestes, nova vida socioeconômica (*sic.*) (Câmara, 2023).

Em 15 de setembro de 1948, por meio da Lei Ordinária n. 121, Barra do Garças foi emancipada e Araguaiana passou a ser um dos seus distritos. Segundo Varjão (2021[2000]), em 1945, Barra do Garças chegou a ter 212 mil km<sup>2</sup>, sendo considerado o maior município do mundo em extensão territorial. Ainda segundo o autor, a partir de 1973 a área de Barra do Garças ainda era bem extensa, com 176 mil km<sup>2</sup>, mas foi sendo dividida em vários outros municípios. Conforme o levantamento do IBGE em 2022, a área atual é de 8.363,149 km<sup>2</sup> e a população é de 69.210 pessoas (IBGE, 2023).

Nas estratégias de ocupação do Centro-Oeste do país, Barra do Garças teve um papel significativo, o que atraiu pessoas que também se separaram com uma região de paisagem com vegetação fechada, serras, rios, cachoeiras etc. e com suas lendas e mitos, conferindo à região um polo turístico por suas belezas naturais e curiosidades, como o Discoponto, que foi aprovado pela Câmara do Município em setembro de 1995 e inaugurado em abril de 1997, atraindo a imprensa nacional e estrangeira para o município.

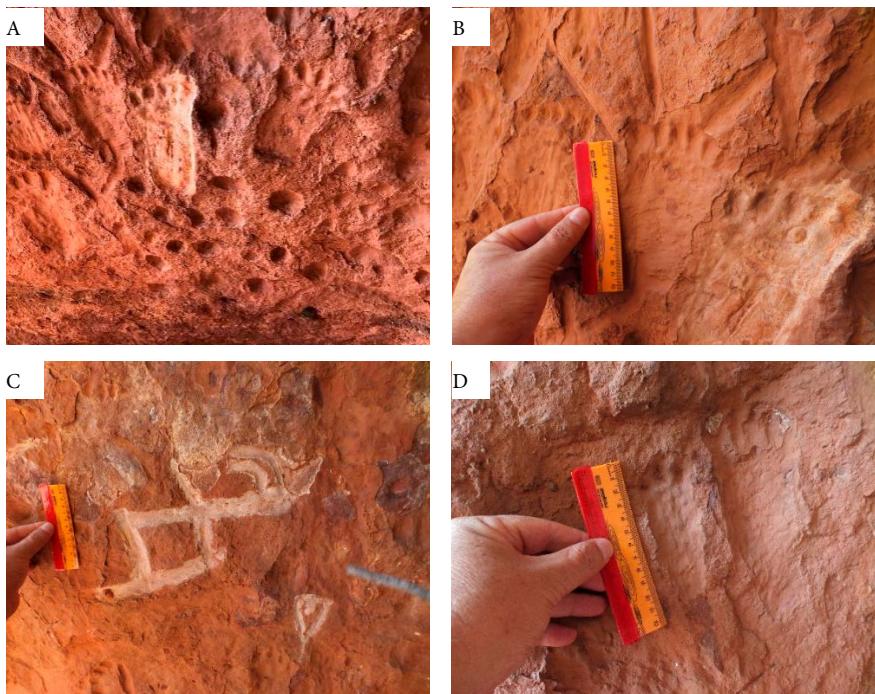
O município também possui um parque de águas termais, Parque de Águas Quentes, gerido pela Prefeitura Municipal, com entrada a custo acessível à população em geral e aos turistas; possui praias formadas às margens dos rios Araguaia e Garças, tanto do lado mato-grossense quanto do lado goiano; e é reconhecido como “Portal da Amazônia Legal”<sup>3</sup>, o que também atrai turistas para a região.

No Pesa, além do Discoporto, do Complexo de cacheiras do córrego Avoadeira, das trilhas e da base do DTCEA do Cindacta I da Aeronáutica, há o mirante Cristo Redentor (uma estátua de Jesus Cristo colocada no topo da serra, com uma plataforma estruturada como mirante, para visualização das três cidades (Barra do Garças (MT), Pontal do Araguaia (MT) e Aragarças (GO)); há o marco zero, que indica um dos centros geodésicos do Brasil; e há grutas, das quais destacamos o Geossítio “Gruta dos Pezinhos”, que apresenta

gravuras rupestres em baixo relevo, mostrando vários tamanhos e modelos de pés humanos [...], alguns com seis dedos; diferentes pegadas de muitos animais; e um ‘calendário’ primitivo, dando impressões de estações de caça, de frutos e chuva. Os vestígios encontrados são os que puderam ainda se conservar, após erosão na rocha sedimentar, que fez aparecer a entrada para o abrigo [...] (Dolzan, 2006, p. 85).

No sítio arqueológico Gruta dos Pezinhos, podem-se encontrar gravuras rupestres em baixo relevo feitas pelos antigos habitantes da região, conforme se mostra na Foto 4. O predomínio de gravuras em formato de pés pequenos é o que levou a população local a chamá-la de Gruta dos Pezinhos. No lado norte do abrigo, há um paredão de arenito com cerca de 6 m de altura e 5 m de comprimento e, em toda a sua extensão, há formas variadas de pés humanos com três (Foto 4d), quatro, cinco (Foto 4a) e seis dedos (Foto 4b), como também gravuras de pés de animais e desenhos enigmáticos (Foto 4c).

3 “A Amazônia Legal toma uma área de aproximadamente 5 milhões de quilômetros quadrados, o que corresponde a 59% do território brasileiro. Atualmente, segundo o IBGE, a região administrativa engloba nove estados e 772 municípios distribuídos da seguinte forma: Acre (22 municípios), Amapá (16), Amazonas (62), Mato Grosso (141), Pará (144), Rondônia (52), Roraima (15), Tocantins (139) e parte do Maranhão (181)” (National, 2023, n. p.).

**Foto 4 – Gravuras dos pés nas paredes da gruta**

Fonte: Fotos (a) e (b) Bertoque-Silva (15/06/2023).

Conforme os dois métodos apresentados por Viana *et al.* (2016) já mencionado anteriormente, as gravuras na “Gruta dos Pezinhos” indicam o uso de técnicas diversas de remoção ou abertura da superfície rochosa e também pinturas, representado por técnicas de adição de pigmentos de cores distintas. Segundo Lemos (2019, n. p.), mesmo havendo outros sítios arqueológicos com pegadas humanas em vários lugares do mundo, as gravuras na “Gruta dos Pezinhos” “são consideradas únicas por causa dos diferentes números de dedos”.

Ainda não há uma explicação científica sobre quando e quem ou qual grupo de pessoas fez as gravuras na gruta, mas considerando-se os aspectos históricos e antropológicos, apresentados neste artigo, as especulações tendem a considerar desde a relação com o povoamento inicial, especialmente os povos originários (etnias indígenas). As imagens geométricas e as demais gravuras de pés da Gruta são complexas

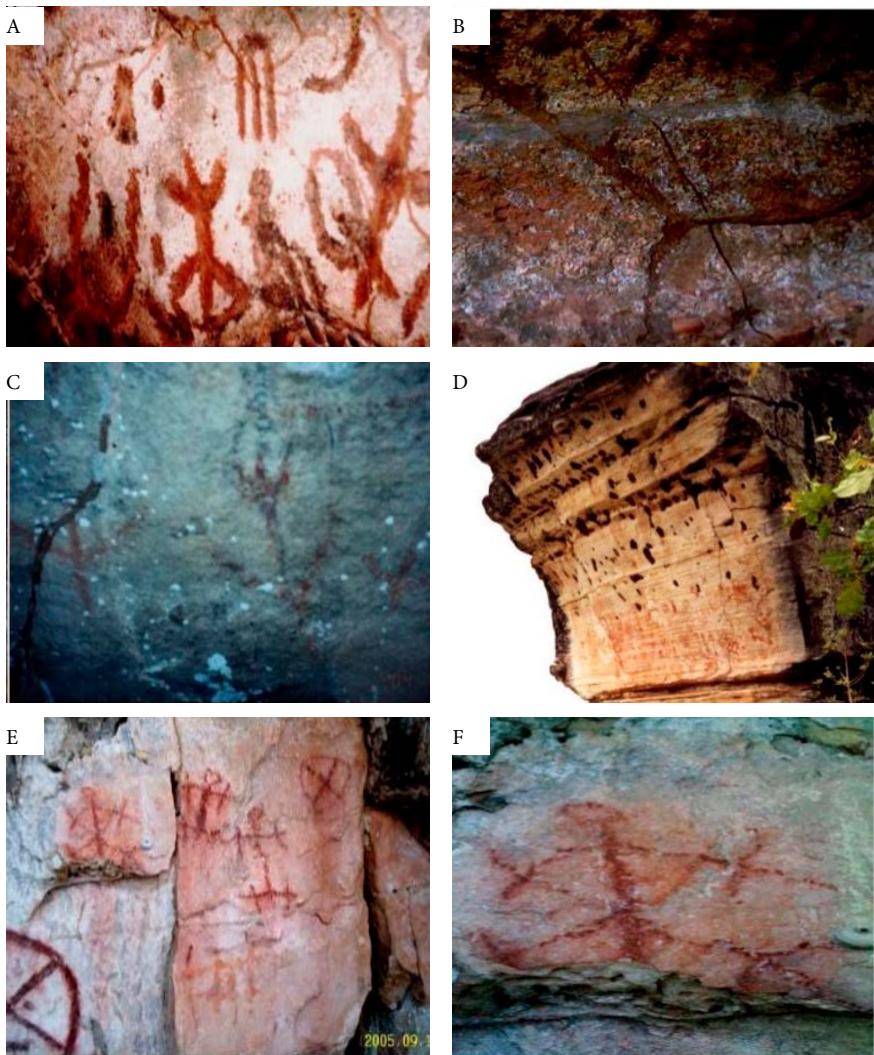
e a explicação não é tão fácil de elaborar, pois carece de aprofundamentos técnicos e profissionais. Gaspar (2006), ao discutir sobre as análises de Annette Laming-Emperaire (1974) e corroborando com André Prous (1991), ressaltou a existência de várias correntes teóricas e modismos usados no processo de interpretação que podem se transformar em armadilhas quando se analisam grafismos:

Para alguns pesquisadores os grafismos podem ser explicados através do que se chama de arqueoastronomia, que pressupõe que grafismos representam fenômenos celestes como parte do céu: estrelas, cometas e eventos astronômicos. Para outros, as figuras são expressão de viagens xamanísticas decorrentes da ingestão de drogas – supostamente responsáveis por imagens causadas pelos fosfenos correlacionadas às figuras geométricas. Isso não significa que os fenômenos celestes não tenham sido observados e representados [...]. Tampouco quero negar o uso de alucinógenos por populações nativas, pois esta foi e ainda é uma prática recorrente entre muitos grupos. Porém, trilhar esse caminho interpretativo ao se deparar apenas com círculos ou borrões pode ser uma armadilha que restringe outras possibilidades analíticas (Gaspar, 2006, p. 26-27).

Apesar de a Gruta dos Pezinhos ser conhecida há muitos anos na região, somente em 2015 foi realizado o seu registro como Sítio Arqueológico no Cadastro Nacional, sob o número MT01513.

No município de Barra do Garças, além da Gruta dos Pezinhos, Dolzan (2006) afirma que há outros geossítios na região; são eles: abrigo Moreti (Foto 5a); abrigo da Estrela Azul (Foto 5b); abrigo da APV (Painel 1) (Foto 5c); paredões de Ribeirão Cascalheira (Foto 5d); abrigo União da Ilha (Fotos 5e e 5f).

Martínez (1992, p. 40) explica que as pinturas ou gravuras rupestres, os petróglifos, os grafitos são encontrados em várias partes do mundo e que a maioria, especialmente “aqueles em que não houve continuidade etnográfica”, se configura como itens com significados e funcionalidades difíceis de serem compreendidos, ou seja, não podemos saber exatamente para que serviram.

**Foto 5 – Pinturas rupestres em geossítios  
do município de Barra do Garças**

Fonte: Fotos (a): Dolzan (2006, p. 135); Imagem (b): Dolzan (2006, p. 141); Imagem (c): Dolzan (2006, p. 142); Imagem (d): Dolzan (2006, p. 145); Imagem (e): Dolzan (2006, p. 151); Imagem (f): Dolzan (2006, p. 154).

## ASPECTOS DO MEIO FÍSICO DA REGIÃO

### Aspectos geológicos

Na área de estudo, foram reconhecidas rochas areníticas paleo-  
zoicas do Grupo Paraná de Formação Furnas e Formação Ponta Grossa.  
O município de Barra do Garças está na margem da unidade litoestra-  
tigráfica da Bacia do Paraná, Formação Furnas (Lacerda Filho, J. V. *et  
al.*, 2004; Brasil, 2022).

Em Barra do Garças, predomina a Formação Furnas, que com 195 m de espessura aflorante é formada por arenitos grossos a muito grossos com estratificação cruzada planar e também acanalada e arenitos finos a médios com estratificação cruzada (Assine, 1996 *apud* Lacerda Filho *et al.*, 2004; Bertoque-Silva, 2022). Bertoque-Silva (2022) identificou que nas adjacências do geossítio Gruta dos Pezinhos, o maciço rochoso é constituído por rocha sedimentar estratificada, apresentando camadas horizontalizadas a levemente inclinadas, com espessuras que variam de poucos centímetros a até mais de um metro.

Os arenitos são constituídos predominantemente por grãos de quartzo, com um pouco de feldspato, agregados por cimento predominantemente silicoso. Bertoque-Silva (2022) explica que:

Ao longo do maciço rochoso, os arenitos apresentaram variação em cor, em textura (granulometria), em coerência (grau de cimentação) e em graus de alteração. As variações foram observadas entre as camadas (na direção vertical) como também horizontalmente, dentro das camadas. Em relação à cor sã dos arenitos, foram registrados tons de cores que variaram de levemente amarelada a avermelhada. As porções com tonalidades avermelhadas foram as que demonstraram maior coerência, ao passo que as porções com as demais tonalidades variaram em coerência de pouco coerente (C3) a muito coerente (C1) (Bertoque-Silva, 2022, p. 59-60).

Essa caracterização pode ser visualizada na Foto 6.

**Foto 6** – Tipo de friabilidade rochosa dos entornos do geossítio “Gruta dos Pezinhos”: Foto (a): rocha arenítica paleozoica e friável de fraca cimentação; e Foto (b): rocha arenítica não friável de cimentação mais forte



Fonte: Bertoque-Silva (11/05/2022).

## ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

A Geomorfologia da Serra Azul é planáltica com altitudes entre 300 e 550 metros. A Serra Azul é formada por paredões escarpados, com vertentes inclinadas, formando depósitos de tálus em suas bases areníticas e, por consequência, há canais fluviais de córregos, dentre eles o Córrego Avoadeira, conforme pode se observar na Foto 7.

Bertoque-Silva explica:

De acordo com o mapeamento geomorfológico do Estado de Mato Grosso (IBGE, 2009), a área de estudo se situa no domínio morfoestrutural das Coberturas Sedimentares Fanerozoicas, na unidade geomorfológica denominada Chapada dos Guimarães, na sua borda leste, em níveis dissecados do relevo, em região de transição com a unidade Depressão do Araguaia. Localmente, essa porção da Chapada é chamada de Serra Azul e possui formas tabulares de relevo condicionadas pelo acamamento da rocha sedimentar. As feições do relevo na área de estudo incluem as escarpas formadas pelos paredões rochosos de arenitos, as vertentes inclinadas dos depósitos de tálus e o canal fluvial do Córrego Avoadeira (Bertoque-Silva, 2022, p. 67).

**Foto 7** – Fotos (a) e (b): paredões escarpados com descontinuidades horizontais e verticais; Foto (c): as vertentes inclinadas com depósitos de tálus; e Foto (d): canal fluvial do Córrego Voadeira



Fonte: Bertoque-Silva (11/05/2022).

## ASPECTOS FÍSICOS, MÉTRICOS E ANTROPIZAÇÃO DO GEOSSÍTIO GRUTA DOS PEZINHOS

O aspecto geológico da gruta se constitui de litologia arenítica, avermelhada, de friabilidade resistente. No período chuvoso, a gruta sofre percolação e a parede dos pezinhos fica extremamente úmida. No aspecto geomorfológico, o geossítio adentra num paredão escarpado, na borda mais a oeste da Serra Azul, em uma altitude de 556 metros. A gruta apresenta as seguintes dimensões: 7,8 m de comprimento, a partir da entrada, e vai se afunilando em direção ao fundo da gruta (Foto 8a); 4 m de largura na parte da entrada (Foto 8b); 3,86 m de largura da parede onde localiza-se a arte rupestre em baixo relevo (Foto 8c) e (Foto 8d) aproximadamente 9 m de altura, parte de superior da gruta.

**Foto 8 –Dimensões da Gruta dos Pezinhos**



Fonte: Fotos (a) e (b) – Bertoque-Silva (07/06/2023); e Foto (c) e (d) – Bertoque-Silva (15/06/2023).

Alguns visitantes têm feito registros nos paredões rochosos, até mesmo sobre as gravuras rupestres, como pode ser observado na Foto 9. Essas práticas preocupam, pois podem colocar em risco a preservação dos registros rupestres. Quanto aos processos intempéricos, é possível identificar o intemperismo físico, que compreende a fragmentação e/ou a dilatação/contração dos materiais rochosos por causa das oscilações da temperatura; e o químico, resultante da ação da água e gases atmosféricos que provocam a dissolução do material rochoso (Bertoque-Silva, 2022).

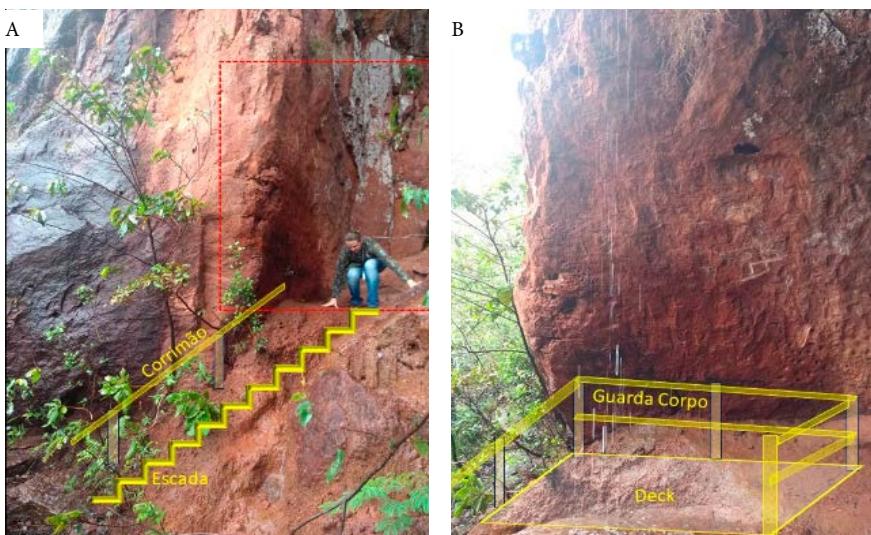
O Geossítio ainda não possui infraestrutura adequada para visitação, conforme normas do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan). Na Foto 10, apresenta-se o plano de manejo indicado pelo Iphan, onde será necessária a construção de uma escada com corrimão (Foto 10a) e um guarda-corpo (Foto 10b), para tornar possível o acesso com segurança para os visitantes, preservando as características do Geossítio.

**Foto 9 – Antropização na Gruta dos Pezinhos – Antropização recente: inscrição no baixo relevo sobre a gravura de um pezinho**



Fonte: Bertoque-Silva (15/06/2023).

**Foto 10 – Plano de manejo do Iphan: Foto (a): indicação de escada com corrimão; Foto (b): indicação de guarda-corpo**



Fonte: Iphan (2019).

Além disso, conforme já foi explicado, o acesso à gruta não é fácil e necessitaria de uma abertura maior na mata, com implantação de corrimãos e outros ajustes de segurança. Outro fator, também mencionado, é que no percurso para a gruta, há o estande de tiro para treinamento militar da Aeronáutica. Isso implica não apenas um manejo em relação à segurança por meio dos aspectos estruturais, mas também em todo o percurso de acesso, havendo a necessidade de se considerar: (i) a implantação de um plano de manejo com estudo minucioso; (ii) o levantamento de riscos por se tratar de área militar; (iii) os riscos decorrentes dos movimentos de pessoas acompanhadas de crianças nas trilhas; e (iv) estudo da capacidade de suporte em relação ao número diário de visitantes.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A Geodiversidade proporciona amplas opções de pesquisa e de estudos nos campos de conhecimento da geografia e geociências, com impacto direto para o desenvolvimento da sociedade, de modo sustentável e com foco na preservação da história, da cultura e dos elementos físico-naturais que compõem a paisagem.

O Geossítio Gruta dos Pezinhos tem importância para os estudos e pesquisas para as diversas áreas do conhecimento, ratificando o potencial para estudos e explorações geológicos, geomorfológicos, históricos, culturais, arqueológicos, turísticos, educacionais, dentre outros. Porém, é urgente a necessidade de implementação de um plano de manejo que viabilize a visitação, de forma segura, para atividades de turismo, estudos e pesquisas, sem comprometer o potencial histórico, arqueológico e ambiental daquele lugar, com segurança para os visitantes e pesquisadores.

O Geossítio apresenta notada fragilidade e sem um estudo aprofundado e as adaptações necessárias. Tende a prosseguir inacessível. Vale destacar que as gravuras dos pezinhos, vistas em fotos de artigos e reportagens de anos anteriores, parecem ser mais profundas que as que observamos nas fotos atuais, o que indica notada perda do registro rupestre pelo intemperismo. O Geossítio faz parte de um conjunto histórico que constitui o potencial geoturístico de Barra do Garças e não deveria ficar sem os cuidados adequados.

O município tem apresentado relevante perda cultural e econômica por não investir no Geoturismo, por isso, a partir do levantamento histórico, antropológico, arqueológico, geológico, geomorfológico, entre outros, apresentados neste trabalho, considera-se urgente um planejamento efetivo para preservar a história do município.

## REFERÊNCIAS

A GAZETA do Vale. **Entrevista:** a pesquisadora italiana Margherita Detomas encontrou uma rocha gêmea S.S. Arraya na Itália. 27 maio 2022. Disponível em: <https://agazetadovale.com.br/2022/05/27/entrevista-a-pesquisadora-italiana-margherita-detomas-encontrou-uma-rocha-gemea-s-s-arraya-na-italia/>. Acesso em: 20 jun. 2023.

BALLORE, R. La pietra di Boeli detta Sa Perda Pintà. **Portal Mamoiada.** 13 jun. 2021. Disponível em: <https://www.mamoiada.org/>. Acesso em: 18 ago. 2023.

BERTOQUE-SILVA, Antonio Henrique. **Movimentos Gravitacionais de Massa:** análise de susceptibilidade da área da cachoeira “Pé da Serra”, em Barra do Garças (MT). 84 p. Monografia de Graduação em Geografia (Licenciatura) – Curso de Geografia do Instituto de Ciências Humanas e Sociais da Universidade Federal de Mato Gross, 2022.

BORBA, André Weissheimer. **Geodiversidade e geopatrimônio como bases para estratégias de geoconservação:** conceitos, abordagens, métodos de avaliação e aplicabilidade no contexto do Estado do Rio Grande do Sul. Pesquisas em Geociências, vol. 38, n. 1, p. 3-13, 2011.

BRASIL, Ministério das Cidades. **Capacitação em mapeamento e gerenciamento de risco.** Parceria com Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres da Universidade Federal de Santa Catarina (Ceped/UFSC) e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). Brasília (DF): Gráfica Copiart, 2007.

BRASIL. **Cartografia Regional** – Mapa de Mato Grosso. Serviço Geológico do Brasil – CPRM. Disponível em: [http://www.cprm.gov.br/publique/media/geologia\\_basica/cartografiaRegional/mapa\\_mato\\_grosso.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/geologia_basica/cartografiaRegional/mapa_mato_grosso.pdf). Acesso em: 23 jul. 2022b.

COSTEIRA, Catarina; MATALOTO, Rui. Ídolos e idoliformes cerâmicos dos povoados do 4º/3º milénio a.n.e. de São Pedro (Redondo) – Contributo para o estudo de uma ritualidade fugidia. **Actas do VIII Encontro de Arqueologia do Sudoeste Peninsular** (24 a 26 out. 2014). Serpa, jan. 2018. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/372409641\\_Idolos\\_e\\_idoliformes\\_ceramicos\\_dos\\_povoados\\_do\\_43\\_milenio\\_anterior\\_de\\_Sao\\_Pedro\\_Redondo\\_-contributo\\_para\\_o\\_estudo\\_de uma\\_ritualidade\\_fugidia](https://www.researchgate.net/publication/372409641_Idolos_e_idoliformes_ceramicos_dos_povoados_do_43_milenio_anterior_de_Sao_Pedro_Redondo_-contributo_para_o_estudo_de uma_ritualidade_fugidia). Acesso em: 24 ago. 2023.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Mapa geodiversidade do Brasil.** Brasília: CPRM, 2006.

DOLZAN, N. T. O. **Tecnología e arte: prerrogativas da evolução humana.**

2006. 163 f. Dissertação (Mestrado em Gestão do Patrimônio Cultural) – – Instituto Goiano de Pré-História e Antropologia, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2006.

GARCÍA, Estrella C. García. **Estrategias para la puesta en valor del patrimonio arqueológico:** el ejemplo de los petroglifos gallegos. 82 p. Dissertação de Mestrado – Máster Universitario en Patrimonio Histórico y Territorial. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Cantabria, 2019.

GASPAR, Madu. **A arte rupestre no Brasil.** 2. ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2006.

GROTZINGER, John; JORDAN, Thomas H. **Understanding Earth.** 7. ed. New York: W. H. Freeman and Company; A Macmillan Higher Education Company, 2014.

HIDALGO, José Manuel Jesús. Arte rupestre en el litoral sur de Brasil (II). **Viajes arqueológicos.** Publicado em 7 abr. 2008. Disponível em: [http://viajesarqueologicos.blogspot.com/2008/04/arte-rupestre-en-el-litoral-sur-de\\_07.html](http://viajesarqueologicos.blogspot.com/2008/04/arte-rupestre-en-el-litoral-sur-de_07.html). Acesso em: 31 ago. 2023.

IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. **Nota Técnica n. 105/2019/DIVTEC IPHAN (MT)/IPHAN (MT).** Vistoria ao Sítio Arqueológico Gruta dos Pezinhos (Parque Estadual da Serra Azul). Referência: Proc. 01425.000435/2018-63. Cuiabá, 24 jul. 2019. A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <http://sei.iphan.gov.br/autenticidade>, informando o código verificador 1343598 e o código CRC B1A63A5A.

LACERDA FILHO, J.V. et al. (org.). **Geologia e recursos minerais do estado de Mato Grosso.** Cuiabá, CPRM/SICME (MT). 2004.

LEMOS, Vinícius. Pegadas de seres míticos ou gravuras? O mistério de marcas na parede de gruta brasileira. **BBC News.** Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/meio-ambiente/ultimas-noticias/bbc/2019/08/27/pegadas-de-seres-miticos-o-misterio-de-marcas-na-parede-de-gruta-brasileira.htm>. Acesso em: 18 ago. 2023.

MANOSSO, Fernando César; ONDICOL, Ramón Pellitero. **Geodiversidade: considerações sobre quantificação e avaliação da distribuição espacial.** Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, ISSN 0101-9759 e-ISSN 1982-3908 – v. 35-1 / 2012 p. 90-10. Disponível em: <https://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/anigeo/article/view/5929>. Acesso em: 4 fev. 2023.

MARTÍNEZ, Víctor M. Fernández. **Teoría y método de la Arqueología.** Madrid: Editorial Síntesis, 1992.

MONTGOMERY, Carla W. **Environmental geology**. New York, NY: McGraw-Hill Education, 2020.

NATIONAL Geographic Brasil. **O que é a Amazônia Legal?** 30 mar. 2023.

Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2023/03/o-que-e-a-amazonia-legal>. Acesso em: 15 ago. 2023.

OLIVEIRA, Donizete. No rastro de Percy Fawcett em Barra do Garças. **Tribuna do Paraná**. Curitiba: Editora O Estado do Paraná S.A. 3 jan. 2010. Disponível em: <https://www.tribunapr.com.br/arquivo/viagem-turismo/no-rastro-de-percy-fawcett-em-barra-do-garcas/>. Acesso em: 18 ago. 2023.

RAMOS JÚNIOR, Dernival Venâncio. Cartografias do passado, arqueologias do presente: as ideias de Percy Harrison Fawcett sobre a Amazônia. **Revista de História da UEG – Anápolis**, v. 4, n. 2, p. 97-113, ago./dez. 2015. Disponível em: <https://www.revistadehistoria.ueg.br/index.php/revistahistoria/article/view/4503>. Acesso em: 24 ago. 2023.

PROUS, André. **Arqueologia brasileira**. Brasília (DF): Editora UnB, 1991.

RELLÁN, Carlos Rodríguez; MARTÍNEZ, Alia Vázquez; VALCARCE, Ramón Fábregas. Cifras e imágenes: una aproximación cuantitativa a los petroglifos gallegos. **Trabajos de Prehistoria**, v. 75, n. 1, p. 109-127, enero-junio 2018.

RSNC – Royal Society for Nature Conservation. Online. Disponível em: <https://royalsocietypublishing.org/>.

SHARPLES, Chris. **A Methodology for the Identification of Significant Land-forms and Geological Sites for Geoconservation Purpose**. Tasmania: Forestry Commission. 1993. 31 p.

SILVA, M. L. N. da.; NASCIMENTO, M. A. L. do. Os valores da Geodiversidade de acordo com os Serviços Ecossistêmicos Sensu Murray Gray aplicados a estudos *in situ* na cidade de Natal (RN). **Caderno de Geografia**. ISSN 2318-2962. v. 26. Número Especial 2. 2016. Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/p.2318-2962.2016v26nesp2p338>. Acesso em: 1 ago 2023.

SILVEIRA, Evanildo da. Descoberta arqueológica em Minas Gerais revela práticas funerárias pré-históricas no Brasil. **BBC News**. Publicado em 22 jun. 2018. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-44570548>. Acesso em: 24 ago. 2023.

VARELA, José Manuel Vázquez. Los petroglifos gallegos. **ZEPHYRVS**, XXXVI, 1983. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/43603109\\_Los\\_petroglifos\\_gallegos](https://www.researchgate.net/publication/43603109_Los_petroglifos_gallegos). Acesso em: 25 ago. 2023.

VARJÃO, Valdon. **Janela do Tempo: homenagem ao Passado – histórias e estórias vivenciadas**. Barra do Garças (MT): Kuya Comunicação, 2021[2000].

VESSONI, Eduardo. O mistério do Coronel Fawcett, que inspirou Indiana Jones e sumiu no Brasil. **Nossa UOL**. 28 maio 2021. Disponível em: <https://www.uol.com.br/nossa/noticias/redacao/2021/05/28/o-misterio-do-coronel-fawcett-que-inspirou-indiana-jones-e-sumiu-no-brasil.htm>. Acesso em: 20 maio 2023.

VIANA, Verônica; BUCO, Cristiane; SANTOS, Thalison dos; SOUSA, Luci Danielli. Arte rupestre. In: GRIECO, Bettina; TEIXEIRA, Luciano; THOMPSON, Analucia (org.). **Dicionário IPHAN de Patrimônio Cultural**. 2. ed. rev. ampl. Rio de Janeiro, Brasília: IPHAN/DAF/Copdoc, 2016. (verbete). ISBN 978-85-7334-299-4. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/VERBETE%20ARTE%20RUPESTRE%20-%20pronto%20pdf.pdf>. Acesso em: 20 maio 2023.

# Evaluation of the state of eutrophication of water supply reservoirs using remote sensing

## Case study for the João Leite Reservoir (GO)

IZAIAS DE SOUZA SILVA  
DIEGO TARLEY FERREIRA NASCIMENTO

The construction of reservoirs is central to the storage and distribution of water to multiple uses by population, especially in large cities, given that as cities grow in population, the total water needed for adequate municipal supply grows as well (Falkenmark and Widstrand, 1992; Bradley *et al.*, 2002). By storing still or slow-flowing water, in addition to their multiple uses (i.e., power generation, irrigation, animal watering), reservoirs also provide essential ecosystem services, such as: cycling pollutants and nutrients, making them one of the key components of biogeochemical processes; and regulating the climate through the carbon cycle (Williamson *et al.*, 2009).

Being, in essence, complex functioning ecosystems, the reservoirs are subject to rapid changes in their biotic and abiotic variables. This is due to the natural variability of the environment, but which can be accelerated or altered due to the dynamics of land use and land cover dynamic and water resource demands to multiple use (Tundisi, 1999). This intervention in the environment, resulting from the transformation of lotic environments into lentic ones, becomes a vector for a series of impacts on ecosystems, such as changes in the natural cycle, composition and water quality in drainages upstream and downstream of the dam

(Oliveira, 2009; Picapedra *et al.*, 2020). These changes may also reflect the dynamics of land use and land cover intrinsic to the implementation and operation of a hydroelectric project (Silva *et al.*, 2023).

Diffuse and localized pollution, coming mainly from agricultural lands, grazing activities with waste influx from livestock production, as well discharge of domestic and industrial sewage, contributes a great input of micro and macronutrients, leading to alteration of the water body's trophic state. In view of this, over time, high nutrient input harms water quality, leading to an expressive increase in primary production, frequency of cyanobacteria blooms, and fish mortality. In the context of global climate change (IPCC, 2022) and Sustainable Development Goal (SDG) number 6 (UNO-SDG, 2021), this means that eutrophication can cause a rapid decrease in phytoplankton biodiversity and then lead to the reservoir, gradually, losing its multiple uses and becoming a severe threat to public health (Bradley and Bos, 2010; Rigosi *et al.*, 2014).

Several factors trigger changes in the physical, chemical and biological characteristics of aquatic ecosystems. Firstly, due to the intensive use of the soil by agricultural activities around the reservoir, with the use of fertilizers and pesticides (Tejwani, 1993; Fao, 1996; Drechsel *et al.*, 2023). There is also the fragmentation and gradual destruction of the vegetation that accompanies the watercourses (riparian and gallery forests), which attenuate the conditions for water infiltration into the soil and intensify surface runoff (Falkenmark; Chapman, 1989). It is also important to highlight the discharge of domestic and industrial sewage without adequate treatment (Downing *et al.*, 1999). Over the last century and more strongly last decade, fast urbanization has seriously affected the water quality of near-cities reservoirs in different parts of the world (Cairo *et al.*, 2020). Therefore, for better governance of inland water resources, it is necessary to create conditions and improve the monitoring land use and surface water quality, especially in lentic ecosystems (Falkenmark *et al.*, 1999).

In this paper, *Sentinel-2* (Multi Spectral Instrument – Level 2A) orthorectified and atmospherically corrected surface reflectance data were used with the purpose of estimating the concentration of

chlorophyll-a (chl-a). Chlorophyll-a (chl-a) is one of the most important main indicator of the trophic state of aquatic environments, and provide a semideltalhe land use and land cover mapping in the João Leite reservoir and watershed, respectively, located in the Metropolitan Region of Goiânia (MRG), state of Goiás, Brazil. By definition, chlorophyll is the photosynthetic pigment present in all phytoplankton organisms.

Chlorophyll-a (chl-a) is the most common of the chlorophylls (a, b, c and d) and represents approximately 1 to 2 % of the dry weight of organic matter in all algal species. For this reason, knowledge of its concentration it is commonly used to detect the concentration and proliferation of algae and understand its dynamics in aquatic ecosystems like multi-purpose artificial reservoirs and lakes. Thus, the concentration of chl-a is the main indicator of the trophic state of aquatic ecosystems, especially lentic ecosystems (Toledo Júnior, 1983; Kutser, 2004; Lopes, *et al.*, 2015).

Land use and land cover dynamics continue to have negative and expressive impacts on water ecosystems at different scales (Ahmad *et al.*, 2021; Cheng *et al.*, 2022). At the watershed scale, these impacts have been studied, historically, by analyzing the relationship between land use and different water quality indicators, integrating data collected in situ with data obtained from other sources, e.g., Remote Sensing (Crosbie and Chow-Fraser, 1999; Fang *et al.*, 2019).

This study is motivated by the fact that human activities (e.g., the fast process of suppression of natural vegetation cover, vertiginous urbanization process and the installation of intensive agriculture in the João Leite watershed), maybe conditioning or may come to condition of negative impacts on water quality in the João Leite reservoir. Although there are few studies relating land use dynamics to water quality in the João Leite reservoir, several studies highlight the inconsistencies, conflicts and impacts related to land use and land cover in the João Leite watershed (Das Neves *et al.*, 2009; Santos *et al.*, 2010; Braz de Souza, 2013; Dantas, 2015; Marques, 2017; Santos *et al.*, 2018; Oliveira, 2023).

## METHODOLOGY

### Theoretical and methodological approach

The methodology consisted of a literature review, which sought the state of the art and renowned authors in relation to the topic, and Digital Image Processing (DIP) from Orbital Remote Sensing. Specifically, the DIP was based on optical orthorectified and atmospherically corrected surface reflectance images, derived from the MSI (Multi Spectral Instrument) sensor system, aboard the *Sentinel-2* satellite (Level-2A). The justification for which the decision was made to use these data, is due to the fact that, in addition to these data being available free, these data (images) also have a spatial resolution of 10 m, which characterizes them as high spatial resolution images (Ehlers *et al.*, 2002), making it possible to use them on a scale of 1:25,000, it means, semi-detail mappings.

The access to data and its processing routines occurred in the Google Earth Engine environment, with programming in Java Script language. One of the advantages of this processing environment is that, in addition to the possibility of working with big Earth observation data collections, it has extensive computing capacity for processing geospatial data in the cloud (Cloud Services), where users have at their disposal, until now, free access to a robust collection of Machine Learning and Deep Learning algorithms (Gorelick *et al.*, 2017). The data used in this study are from the *Sentinel-2* satellite (Analysis Ready Data), made available in the Copernicus Earth Observation Program, on European Space Agency (ESA).

Considering a time window of 31 (thirty-one) days, which comprises the month of July of the year 2023, justifiably because it is the month that historically presented the lowest cloud coverage in the context of the study area, the dataset was filtered, and 9 (nine) images were found with cloud coverage  $\leq 10\%$  (less than or equal to nine percent). Paying attention to these data with cloud coverage  $\leq 10\%$ , and the premise that in Optical Remote Sensing the occurrence of clouds can cause errors in the interpretation of reflectance data, where these errors can be transferred to the proposed equations and on the results

(Barraza-Moraga *et al.*, 2022), specifically, the image that best met the processing conditions and was defined to be processed in this study, its date is July 6th, 2023, its percentage of cloud coverage is 0.02%.

As already mentioned, there is a diversity of theoretical-methodological approaches in the literature regarding the estimation of inland water quality using DIP from orbital sensor systems (Novo, 2007; Rudorff *et al.*, 2007; Gonçalves *et al.* 2017; Vaibhav *et al.*, 2020; Ogashawara *et al.*, 2021; Barraza-Moraga *et al.*, 2022; Santos *et al.*, 2023). With regard to the concentration of chlorophyll-a, specifically, it is possible to find methodologies anchored from bio-optical models, which take into account remote sensing measurements, such as Spectral Indices, to more robust algorithms, for example, Deep Learning. It is important to highlight that the different theoretical-methodological approaches regarding the estimation of inland water quality are not necessarily mutually exclusive, but above all, complementary.

To estimate the concentration of chlorophyll-a, this study uses as a reference the bio-optical model that takes into account the Normalized Difference Chlorophyll Index – NDCI (Mishra and Mishra, 2012), according to Equation 2, and the M12A calibration empirical algorithm, whose coefficients are described in Equation 3, developed for data from different orbital sensor systems and which has been widely used in multispectral bands of the MSI sensor system on board the *Sentinel-2* satellite, Level-2A (Dall’olmo and Gitelson, 2005; Gons *et al.*, 2008; Augusto-Silva *et al.*, 2014; Marcé *et al.*, 2016).

Bio-optical models are parameterized to adjust to the width of the multispectral bands of the sensor systems coupled to satellites, so that they can be used to estimate biogeochemical concentration in large areas. This model (NDCI/M12A) was chosen mainly because the NDCI is relatively simple to implement and subsequently used in the M12A calibration, (Equation 3). In addition, the Normalized Difference Water Index – NDWI (Mcfeeters, 1996) was used to identify and map only the water bodies (Equation 1), the object of study.

Equation (1)

$$NDWI = \left( \frac{pGreen - pNIR}{pGreen + pNIR} \right)$$

Where:

$pGreen$  = Surface Reflectance in *Green* band;

$pNIR$  = Surface Reflectance in *NIR* band;

Equation (2)

$$NDCI = \left( \frac{pRed\ Edge\ 1 - pRed}{pRed\ Edge\ 1 + pRed} \right)$$

Where:

$pRed\ Edge\ 1$  = Surface Reflectance in *Red Edge 1* band;

$pRed$  = Surface Reflectance in *Red* band;

Equation (3)

$$Chlorophyll - a (mg/m^3) = 194.325(NDCI)^2 + 85.115(NDCI) + 14.039$$

The dynamics of land use and land cover around reservoirs can be associated with the quality of their waters and reflect the eutrophication of lotic and lentic bodies of water (Umwali *et al.*, 2021; Wang *et al.*, 2021). To better understand and describe the conditions of land use and cover in the context of the study area, a semi-detailed mapping of land use and cover was carried out using the Space-First approach, a concept of digital classification of satellite images that considers the choice of individual images from specific dates for mapping (Simões *et al.*, 2021). Considering the criteria previously described for the choice of data, the time reference for classification is also July 6, 2023. In this sense, an unsupervised classification approach was implemented using K-means classifier algorithm, as it is one of the data grouping methods that is relatively simple to apply to satellite images in Google Earth Engine (Gorelick *et al.*, 2017).

Extracting initial cluster averages from random samples defined by the user from the input data, K-means returns a rigid classification (Gulácsi; Kovács, 2020). As summarized by Likas *et al.*, (2003), in this method, the main objective is to find similarities in the dataset, segmenting the P data into K groups, with the aim of reducing the distance between the respective clusters. It should be noted that, among the various methods for calculating distances between data, the Euclidean distance was used for this work, precisely because it is the standard configuration (Piloyan, 2017). A random sample of 2000 pixels was used as training data, with the number of output clusters set at six (6). The output was the image with each pixel grouped into one of the N clusters (Borra *et al.* 2019), which comprise the following thematic mapping classes: Natural Vegetation Cover, Pasturelands, Agricultural, Bare soil, Build-up and Water.

With regard to validation, a random sample of 1200 points was generated from the classified image. Each pixel drawn was validated individually through visual interpretation, considering the classified image and the respective input data. At the end of this analysis routine, the confusion matrix was generated, which allowed the classification algorithm's performance metrics to be obtained. An overall accuracy of 0.94 and a Kappa coefficient of 0.93 were obtained, demonstrating that the classification algorithm performed well in relation to the data used (Cohen, 1960). The subsequent procedures consisted of exporting the classified image to the Geographic Information System (GIS) environment, using the free and open source software QGIS, version 3.22 Biatowieza; vectorization to calculation of the area of the thematic classes of land use and land cover; and finally, preparation of cartographic representations.

## STUDY AREA

The study area comprises the João Leite reservoir, located in the MRG, in context of the central part of the state of Goiás, Brazil (Figura 1). The watershed where the João Leite reservoir is located includes the municipalities: Anápolis, Campo Limpo, Goianápolis, Goiânia, Nerópolis, Ouro Verde de Goiás and Terezópolis de Goiás. On Figure 1 it is presented the context of the study area.

**Figure 1** – Contextualization map on study area at 06-07-2023.

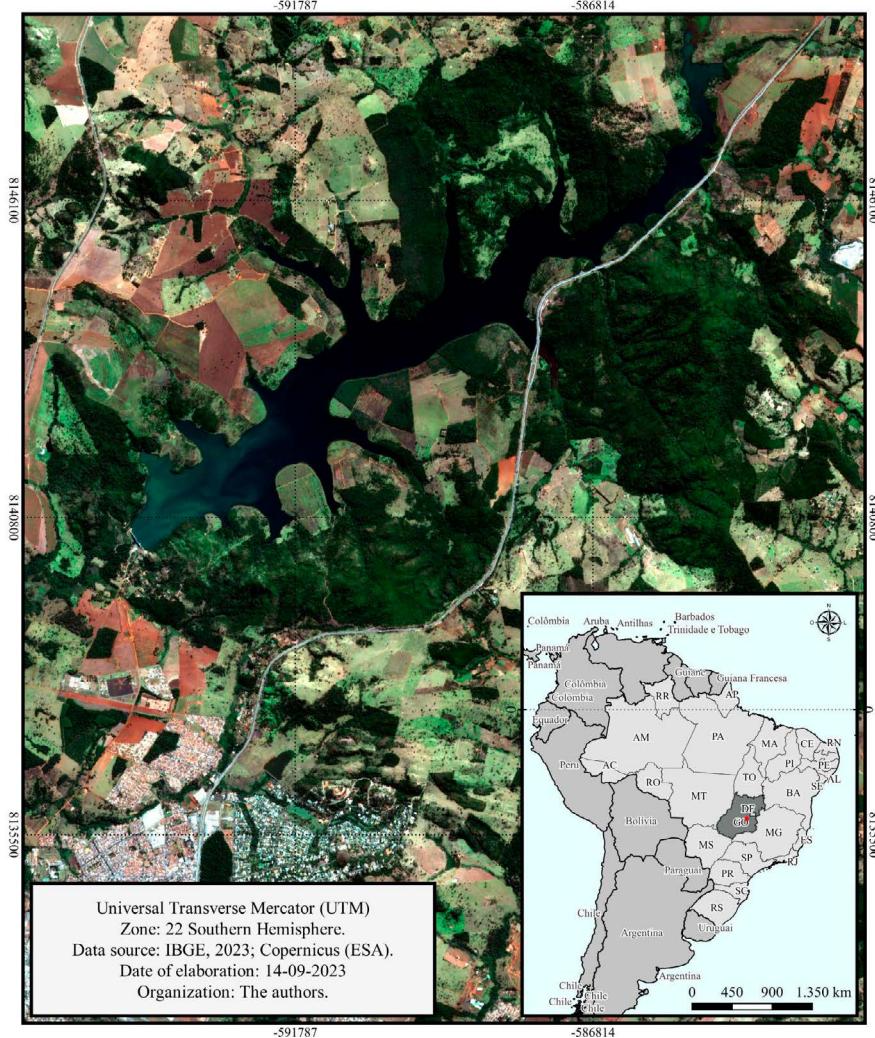


Figure organization: the authors.

Although the total area of the watershed is approximately 76,200 hectares, it is important emphasize that the area occupied by the reservoir cover, partially, only the municipalities of Goiânia, Goianápolis, Nerópolis and Terezópolis de Goiás. One of the most important reasons for setting up the João Leite reservoir on 2005 was the need for a source that could guarantee water supply for the population of the Metropolitan Region of Goiânia (RMG), which currently has more than 2.173.006 inhabitants and shows a strong tendency to grow in the next years (IBGE, 2022).

According to information available on the Companhia Saneamento de Goiás S/A, main responsible for sanitation in most of the municipalities in the state of Goiás (Saneago, 2023), Goiânia, the main city in the RMG, have three water-producing systems, which have two water sources: the Meia Ponte, surface catchment system, and the João Leite, with a dammed water catchment system. The Meia Ponte system is made up of the direct catchment of the Meia Ponte River and the Water Treatment Plant (WTP) of river Meia Ponte; while the João Leite system covers, directly, the respective reservoir with the same name (João Leite), and the WTP Mauro Borges and the WTP Jaime Câmara.

The strong urbanization process associated with the consequent population growth generates a high demand for water sources for multiple uses in large cities and their inter-urban areas (Lino, 2013; Nascimento; Oliveira, 2015). Considering the population of the RMG (IBGE, 2022), in relation to 2010, Abadia de Goiás, Goianira and Senador Canedo comprise the three municipalities of the REM with the highest population growth: 178.18%, 111.15% and 84.31%, respectively. In the same period, Goiânia had a population growth of 10.4%.

## RESULTS AND DISCUSSION

On Figure 2 it is presented the estimated concentration of Chlorophyll-a ( $\text{mg/m}^3$ ) in the João Leite reservoir on July 6<sup>th</sup>, 2023. The estimated values range from 20.0 to 128.0  $\text{mg/m}^3$ . Spatially, it is possible seen that most part of the reservoir presented values between 20.0  $\text{mg/m}^3$  and 80.0  $\text{mg/m}^3$ . The highest estimated values (above 85.0  $\text{mg/m}^3$ ) are concentrated near the dam (Figure 2). This is associated with

the fact that this is the widest part of the reservoir, and consequently the part where the water flow tends to be significantly lower than that observed upstream, thus favoring this concentration, a spatial pattern observed in lentic ecosystems (Pan *et al.*, 2009).

To the context of the surrounding area, it is possible to note (Figure 2 and Figure 3) the presence of vast areas of bare soil, areas which are used for agricultural activities, but which are left fallow at this time of year (Souza, 2013). It is known that, the conditions of land use and land cover can provide protection or accentuate the disintegration, transportation and deposition of soil and other associated materials inside them. In this context, areas of use related to agricultural activities can become one of the critical factors in relation to the quality of the reservoir's water and the effectiveness of its useful life (Sales *et al.*, 2017; Souza Dias *et al.*, 2022; Silva *et al.*, 2022; Silva *et al.*, 2023).

Land use by agricultural and livestock, if not properly managed, can directly contribute to the enrichment of the water resource with nutrients (especially nitrogen and phosphorus in their different forms) and, in the short, medium and long term, lead to an increase in the biomass of cyanobacteria and a drastic reduction in submerged macrophytes, resulting in the eutrophication of the ecosystems (Dondajewska *et al.*, 2019). On Figure 3 it is presented the semi-detailed mapping of land use and land cover of the João Leite watershed.

**Figure 2 – Chlorophyll-a ( $\text{mg/m}^3$ ) concentration in João Leite reservoir at 06-07-2023.**

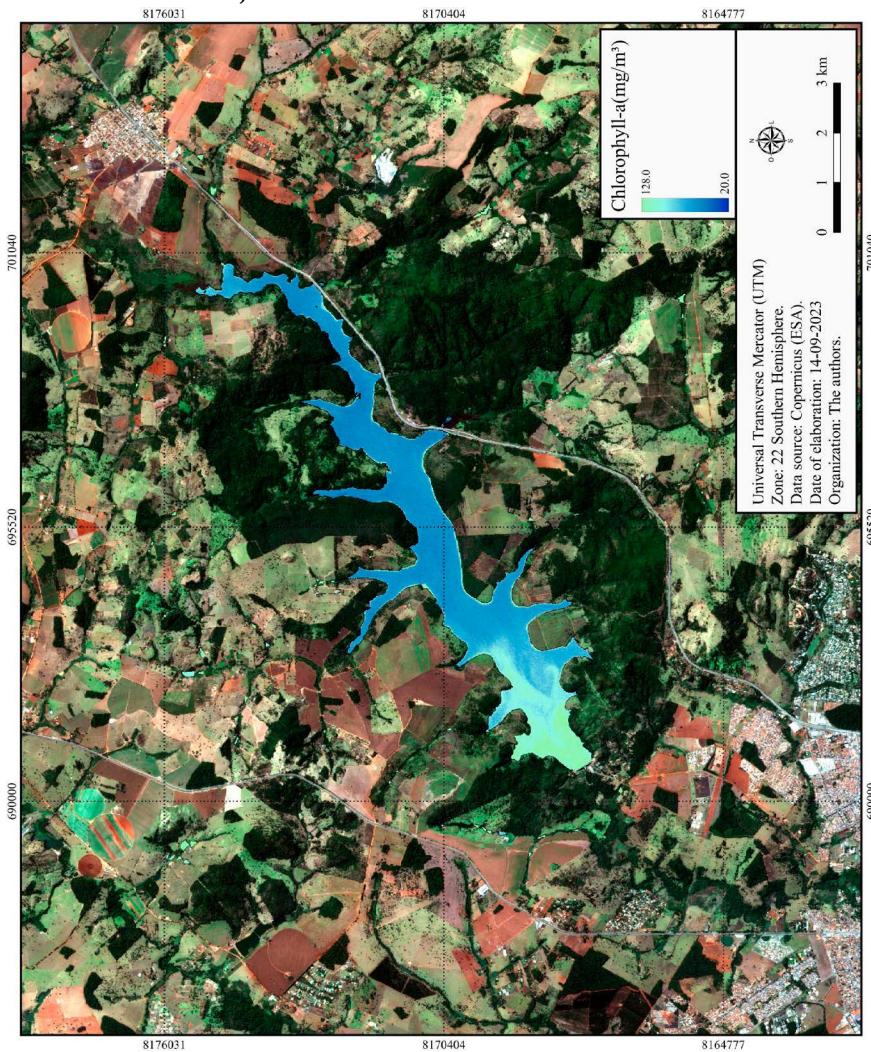


Figure organization: the authors.

**Figure 3 – Map of land use and land cover conditions in the João Leite watershed, on July 6<sup>th</sup>, 2023**

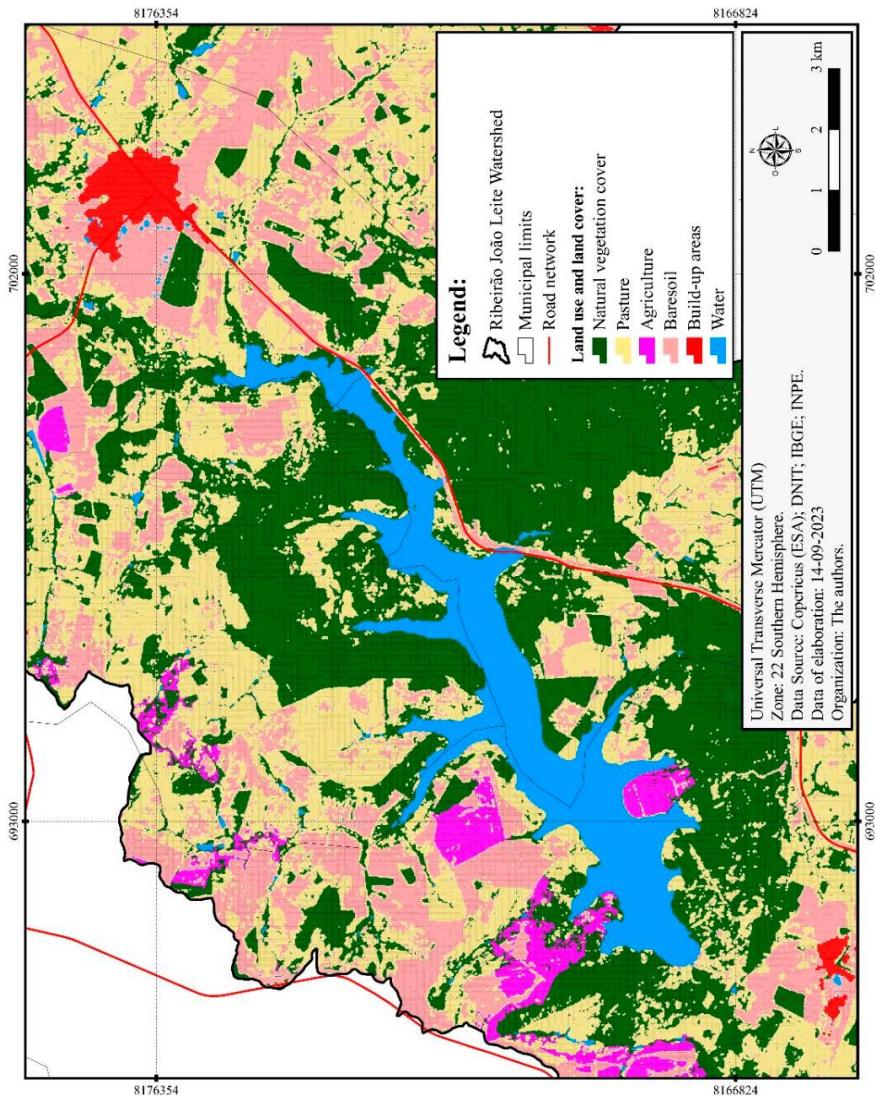


Figure organization: the authors.

From the mapping of land cover and use in the João Leite watershed, on July 6th, 2023 (Figure 3), it is possible seen that anthropogenic uses prevail (69.3%), with a predominance of areas used for pasture (34.1%), areas with exposed soil (27.8%) and areas used for agricultural activities (3.0%). Considering this scenario, it is essential to understand that most of the areas mapped as exposed soil comprise land used for agricultural activities. The fact that there are vast areas of bare soil shows the seasonal nature of their use, specifically the frequency of planting and harvesting activities. Furthermore, part of the areas mapped as bare soil also show and/or represent the occurrence of degraded pastures (Peron; Evangelista, 2004; Ferreira *et al.*, 2013).

With regard to land cover conditions, as evidenced by the Natural Vegetation Cover thematic class, it can be seen that they are mainly associated with hydrography, comprising environments where Gallery Forests and Riparian Forests predominate. In other words, where the pedology and hydrological conditions provide living conditions for larger vegetation, the denominated Forest Formations. Other smaller forest fragments are also identified scattered throughout the watershed area, contrasting with vast areas of land use with cultivated pastures and areas of bare soil. It is understood that these forest remnants are evidence of the process of fragmentation of the continuous landscapes associated with the Cerrado vegetation cover in the watershed, and that, therefore, need to be studied, especially their influence on the scale of the landscape and its ecology.

Oliveira (2023) conducted a temporal analysis about land use and land cover in the watershed of João Leite reservoir and highlights that fragmentation and gradual destruction of the vegetation that accompanies the watercourses (riparian and gallery forests) it is a critical problem, mainly because it are Areas of Permanent Preservation (APP) with many conflicts of use. According to the author, by 1985, human activities in the João Leite watershed were highly significant, covering around 77.3% of its length. This was reflected in the presence of extensive areas of pasture that dominated the landscape in a remarkably homogeneous way in the region. Agricultural activity, with special emphasis on soybean and corn cultivation, was

predominantly concentrated in low-elevation areas, notably in the municipality of Goiânia.

Analyzing the dynamics of land use and land cover conditions in 2021, specifically, the author highlights that, 36 years after the first year of observation (1985), and 12 years after the reservoir was filled, land use conditions in the watershed have maintained a direct relationship with livestock-related activities, although a 7.26% reduction in pastureland use areas was observed between 1981 and 2021, and on this last year (2021) pastureland use areas still represented around 36.46% of the total watershed area; unlike the agricultural activities, which showed an increase of approximately 6.25% in the areas of use, what indicate the change of land used for pasture to land used focused on intensive agriculture, a pattern identified in different Ecorregions of the Brazilian Cerrado (Mota Junior *et al.*, 2020).

Associated with these processes inherent to land use in the watershed, it was possible to observe a slight increase (2.70%) in the urbanized area between 1985 and 2021. Potentially, this related to the growth of the urban sprawl of cities such as Goiânia, Anápolis and Senador Canedo; and a slight increase (1.6%) related to the areas identified and mapped as water bodies, possibly showing the filling of the João Leite reservoir and the creation of other small reservoir for animal desedentation and pisciculture (Oliveira, 2023). In this study, using new and more accurate orbital remote sensing data, attention is drawn to the significant occurrence of small dams associated with the hydrographic network, especially along the 3<sup>a</sup> order watercourses.

With the exception of the João Leite reservoir, a total of 970 water bodies were identified and mapped. With a high density throughout the watershed, approximately 85% of these mapped water bodies have an area greater than 150m<sup>2</sup>, and around 7% have an area greater than 10.000 m<sup>2</sup>, which reinforces direct and significant human interference in ecosystems. Although these mapped water bodies certainly have important and diverse uses, it can have considerable socio-environmental impacts: on the seasonal distribution of water availability in the watershed, impacts on peak flows and groundwater recharge, impacts on water turbidity and the flow of streams and their capacity for

organic matter, sediment and other materials, impacts for providing breeding sites for disease vectors, and others (Nava, 2018).

## CONCLUSIONS

The input of nutrients is a major problem related to artificial reservoirs, which can lead to eutrophication. Using the methodology employed in this study, it was possible to achieve the objective of estimating the concentration of chlorophyll-a in the João Leite reservoir. The knowledge of Chlorophyll-a concentration is so important to detect the proliferation of algae and understand its dynamics in aquatic ecosystems with multi-purpose. Understanding the conditions of land cover and land use around the João Leite reservoir is extremely important in order to advance our understanding of the occurrence and concentration of chlorophyll-a in the reservoir.

Although there are several published studies dealing with land cover and land use in the watershed, attention should be drawn to the fact that very few studies have worked with more detailed data and scale, emphasizing, for example, the marked seasonality in areas used for agricultural activities. According to Martini *et al.*, (2006), in lentic water systems, primary productivity has a strong relationship with the input of nutrients from terrestrial ecosystems, which reinforces the need to consider the intra-annual dynamics of land use in the occurrence and concentration of Chlorophyll-a in reservoirs.

For future studies, the authors suggested using BDC (Brazil Data Cube) and SITS (Satellite Image Time Series) library to extract time series of estimated chlorophyll-a concentration in João Leite reservoir, and intra-annual dynamics of land use in its surroundings. The Time-First approach will allow creating chlorophyll-a concentration time series to assess the impact of land use on the increase of algae blooms in reservoir João Leite. Similarly, the authors emphasize that: it is necessary to validate the results with in situ data in order to verify the accuracy of the mapping for the reservoir.

## REFERENCES

- AHMAD, W.; IQBAL, J.; NASIR, M. J.; AHMAD, B.; KHAN, M. T.; KHAN, S. N.; ADNAN, S. Impact of land use/land cover changes on water quality and human health in district Peshawar Pakistan. **Scientific Report**, v. 11, n. 16526, p. 1-24, 2021. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-96075-3>. Access at: Dec. 2023.
- AUGUSTO-SILVA, P. B.; OGASHAWARA, I.; BARBOSA, C. C. F.; DE CARVALHO, L. A. S.; JORGE, D. S. F.; FORNARI, C. I.; STECH, J. L. Analysis of MERIS reflectance algorithms for estimating chlorophyll-a concentration in a Brazilian reservoir. **Remote Sensing**. v. 6, n. 1, p. 11689-11707, 2014. Available at: <https://doi.org/10.3390/rs61211689>. Access in: Apr. 2022.
- BARRAZA-MORAGA, F.; ALCAYAGA, H.; PIZARRO, A.; FÉLEZ-BERNAL, J.; URRUTIA, R. Estimation of Chlorophyll-a Concentrations in Lanalhue Lake Using Sentinel-2 MSI Satellite Images. **Remote Sensing**. v. 14, n. 5647, p. 1-19, 2022. Available at: <https://doi.org/10.3390/rs14225647>. Access in: Jul. 2023.
- BRADLEY, D. J.; BOS, R. Water storage: health risks at different scales. In: LUNDQVIST, J. **On the Water Front: Selections from the 2009 World Water Week in Stockholm**. Stockholm: Stockholm International Water Institute (SIWI), p. 90-99, 2010. Available at: <https://pt.ircwash.org/sites/default/files/Lundqvist-2010-On.pdf#page=90>. Access at: Nov. 2023.
- BRADLEY, R. M.; WEERARATNE, S.; MEDIWAKE, T. M. M. Water use projections in developing countries. **Journal American Water Works Association**, v. 94, n. 8, p. 52-63, 2002. Available at: <https://doi.org/10.1002/j.1551-8833.2002.tb09525.x>. Access in: 30 Sep. 2023.
- BRASIL. **Lei n. 12.651**, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília, DF, 25 Apr 2012. Available at: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm). Access in: 28 Jan. 2023.
- BRAZ DE SOUSA, S. IMPACTOS DA IMPLANTAÇÃO DA BARRAGEM NO RIBEIRÃO JOÃO LEITE SOBRE A OFERTA DE HORTIFRUTI NA GRANDE GOIÂNIA. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 33, n. 2, p. 155-176, 2013. Available at: <https://doi.org/10.5216/bgg.v33i2.25562>. Access at: Nov. 2023.
- CAIRO, C.; BARBOSA, C.; LOBO, F.; NOVO, E.; CARLOS, F.; MACIEL, D.; FLORES JÚNIOR, R.; SILVA, E.; CURTARELLI, V. Hybrid Chlorophyll-a Algorithm for Assessing Trophic States of a Tropical Brazilian Reservoir Based on MSI/Sentinel-2 Data. **Remote Sensing**. v. 12, n. 40, p. 1-30, 2020. Available at: <https://doi.org/10.3390/rs12010040>. Access in: Oct. 2023.
- CHENG, C.; ZHANG, F.; SHI, J.; KUNG, H. T. What is the relationship between land use and surface water quality? A review and prospects from remote sensing perspective. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 29, n. 1, p.

56887-56907, 2022. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11356-022-21348-x>. Access at: Dec. 2023.

CROSBIE, B.; CHOW-FRASER, P. Percentage land use in the watershed determines the water and sediment quality of 22 marshes in the Great Lakes basin. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 56, n. 1, 1999. Available at: <https://doi.org/10.1139/f99-109>. Access at: Dec. 2023.

DALL'OLMO, G.; GITELSON, A. A. Effect of bio-optical parameter variability on the remote estimation of chlorophyll-a concentration in turbid productive waters: experimental results. **Applied Optics**, v. 44, n. 1, p. 412-422, 2005. Available at: <https://doi.org/10.1364/AO.44.000412>. Access in: May. 2022.

DANTAS, M. Ribeirão João Leite: 23 nascentes sem chance de recuperação. **Jornal Opção online**, 2015. Available at: <http://www.jornalopcao.com.br/ultimas-noticias/ribeirao-joao-leite-23-nascentes-sem-chance-de-recuperar>. Access at: Dec. 2023.

DAS NEVES, C. B.; DE CASTRO, S. S.; DOS SANTOS, N.; BORGES, R. O. Análise das relações entre solos, relevo e a legislação ambiental para a delimitação das áreas de preservação permanente: o exemplo da alta bacia do ribeirão João Leite, Estado de Goiás. **Revista Brasileira De Geomorfologia**, v. 10, n. 1, 2009. Available at: <https://doi.org/10.20502/rbg.v10i1.113>. Access at: Dec. 2023.

DONDAJEWSKA, R.; GOLDYN, R.; MESSYASZ, B.; KOWALCZEWSKA-MADURA, K.; CERBIN, S. A. A shallow lake in an agricultural landscape – water quality, nutrient loads, future management. **Limnological Review**, v. 19, n. 1, p. 25-35, 2019. Available at: <https://10.2478/limre-2019-0003>. Access in: Oct. 2023.

DOWNING, J. A.; MCCLAIN, M.; TWILLEY, R.; MELACK, J. M.; ELSER, J.; RABALAIS, N. N.; LEWIS, W. M. JR.; TURNER, R. E.; CORREDOR, J.; SOTO, D.; YANEZ-ARANCIBIA, A.; KOPASKA, J. A.; HOWARTH, R. W. The impact of accelerating land-use change on the N-Cycle of tropical aquatic ecosystems: Current conditions and projected changes. **Biogeochemistry**, v. 46, n. 3, p. 109-148, 1999. Available at: <http://dx.doi.org/10.1007/BF01007576>. Access in: 27 Jun. 2023.

DRECHSEL, P.; MARJANI ZADEH, S.; PEDRERO, F. **Water quality in agriculture:** Risks and risk mitigation. 1<sup>a</sup> Edition, Rome, FAO & IWMI, 2023. 192 p.

EHLERS, M.; JAMOWSHY, R.; GAHLER, M. New remote sensing concepts for environmental monitoring. In: EHLERS, M. **Remote Sensing for Environmental Monitoring, GIS Applications, and Geology**. Proc. SPIE, v. 4545, p. 1-2, Bellingham-WA, 2002.

FAO (Food and Agriculture Organization). Control of Water Pollution from Agriculture. Written by ONGLEY, E. D. **FAO Irrigation and Drainage Paper**, n. 55, 1996.

FALKENMARK, M.; CHAPMAN, T. **Comparative hydrology**: an ecological approach to land and water resources. 1<sup>a</sup> Edition, Paris: Unesco, 1989. 479 p.

FALKENMARK, M.; ANDERSSON, L.; CASTENSSON, R.; SUNDBLAD, K. **Water**: A reflection of land use, options for counteracting land and water mismanagement. 1<sup>a</sup> Edition, Stockholm: Swedish Natural Research Council, 1999. 130p.

FALKENMARK, M.; WIDSTRAND, C. Population and water resources: a delicate balance. **Population Bulletin**, v. 47, n. 3, p. 1-36, 1992. Available at: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-0026947433&origin=inward&txGid=8781b99dd95528f4011e57eba62570a9>. Access in: 29 Sept. 2023.

FANG, N.; LIU, L. L.; YOU, Q. H.; TIAN, N.; WU, Y. P.; YANG, W. J. Effects of Land Use Types at Different Spatial Scales on Water Quality in Poyang Lake Wetland. **Huanjing Kexue**, v. 40, n. 1m p. 5348-5357, 2019. Available at: <https://doi.org/10.13227/j.hjkx.201903267>. Access in: Nov. 2023.

FERREIRA, L. G.; SANO, E. E.; FERNANDEZ, L. E.; ARAÚJO, F. M. Biophysical characteristics and fire occurrence of cultivated pastures in the Brazilian savanna observed by moderate resolution satellite data. **International Journal of Remote Sensing**, v. 34, n. 1, p. 154-167, 2013. Available at: <https://doi.org/10.1080/01431161.2012.712223>. Access in: Nov. 2023.

GONÇALVES, I. S.; FERNANDES, R. J. A. R.; LEÃO, J. C. Análise da evolução temporal dos bancos de areia do rio Parnaíba na zona urbana de Teresina-PI com o uso de imagens de satélite. In: **XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos** (SBRC), Florianópolis, 2017.

GONS, H. J.; AUER, M. T.; EFFLER, S. W. MERIS satellite chlorophyll mapping of oligotrophic and eutrophic waters in the Laurentian Great Lakes. **Remote Sensing Environment**, v. 112, n. 1, p. 4098-4106, 2008. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2007.06.029>. Access in: Mar. 2022.

IBGE (**Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**). Available at: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/goiania/panorama>. Access in: 12 Jul. 2022.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V.

Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 2022. 3056 p.

GORELICK, N.; HANCHER, M.; DIXON, M.; ILYUSHCHENKO, S.; THAU, D.; MOORE, R. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. **Remote Sensing of Environment**, v. 202, n. 1, p. 18-27, 2017. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>. Access in: Nov. 2022.

KUTSER, T. Quantitative Detection of Chlorophyll in Cyanobacterial Blooms by Satellite Remote Sensing. **Limnology and Oceanography**, v. 49, n. 6, p. 2179-2189, 2004. Available at: <https://doi.org/10.4319/lo.2004.49.6.2179>. Access in: 27 Jun. 2023.

LINO, N. C. Expansão urbana da região metropolitana de Goiânia e os impactos sobre os recursos hídricos. 2013. 111 f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013. Available at: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/items/56711d76-d72c-4868-a7dd-14946e9311ca>. Access in: 19 Oct. 2023.

LOPES, H.; SOBRAL, M. C.; GUNKEL, G.; CANDEIAS, A. L.; MELO, G. Comportamento espacial da clorofila-a no reservatório de Itaparica, rio São Francisco. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, [S.L.], v. 20, n. 3, p. 475-484, set. 2015. FapUnifesp (SciELO). Available at: <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522015020000111066>. Access in: 19 Oct. 2023.

MARCÉ, R.; GEORGE, G.; BUSCARINU, P.; DEIDDA, M.; DUNALSKA, J.; DE EYTO, E.; FLAIM, G.; GROSSART, H. P.; ISTVANOVICS, V.; LENHARDT, M. Automatic High Frequency Monitoring for Improved Lake and Reservoir Management. **Environ Science Technology**, v. 50, n. 1, p. 10780-10794, 2016. Available at: <https://doi.org/10.1021/acs.est.6b01604>. Access in: Mar. 2022.

MARQUES, P. H. G. **Estudo da Bacia do Ribeirão João Leite (GO, Brasil): uma análise morfométrica e das ações humanas.** Dissertação (Mestrado em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado) – Programa de Pós-Graduação em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado, Instituto Federal Goiano, Urutai (GO), 2019. 50 p.

MARTINI, L. C. P.; MATTOS, D. S.; BARBOSA, D. F. P.; RECH, A. I. B. Uso de sensoriamento remoto orbital para avaliação da distribuição espacial de Clorofila A na Lagoa da Conceição – Florianópolis, SC. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 11, n. 4, p. 318-324, 2006. Available at: <https://www.scielo.br/j/esa/a/QgPGMnyNwmVdG3FkSwrMhSK/abstract/?lang=pt>. Access in: Oct. 2023.

MCFEEETERS, S. K. The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. **International Journal of Remote Sensing**, v. 17, n. 7, p. 1425-1432, 1996. Available at: <https://doi.org/10.1080/01431169608948714>. Access in: Feb. 2021.

MISHRA, S.; MISHRA, D. R. Normalized difference chlorophyll index: A novel model for remote estimation of chlorophyll-a concentration in turbid productive waters. **Remote Sensing Environment**, v. 117, n. 1, p. 394-406, 2012. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.10.016>. Access in: Sep. 2023.

MOTA JUNIOR, E. R.; TRENTIN, C. B.; SILVA, I. S.; QUEIROZ, I. L. C.; TRENTIN, A. B. Monitoramento da degradação da pastagem e a incorporação de atividades agrícolas na microrregião do Médio Araguaia/MT. **Revista Geoaraguaia**, v. 10, n. 2, p. 160-174, 2020. Available at: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/geo/article/view/10895>. Access in: Sept. 2023.

NASCIMENTO, D. T. F.; OLIVEIRA, I. J. Mapeamento do processo histórico de expansão urbana do município de Goiânia (GO). **GEOgraphia**, 17(34), p. 141-167, 2015. Available at: <https://doi.org/10.22409/GEOgraphia2015.v17i34.a13715>. Access in: Sept. 2023.

NAVA, F. R. **Pequenas barragens: uma oportunidade de desenvolvimento científico, técnico e regulamentador**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Barragem e Gestão Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Barragem e Gestão Ambiental, Campus Universitário de Tucuruí, Universidade Federal do Pará, Tucuruí, 2018. 189 p.

NOVO, E. M. L. M. Monitoramento de Quantidade e Qualidade da Água e Sensoriamento Remoto. In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos (SBSR), São Paulo, 2007.

OGASHAWARA, I.; KIEL, C.; JECHOW, A.; KOHNERT, K.; RUHTZ, T.; GROSSART, H. P.; HÖLKER, F.; NEJSTGAARD, J. C.; BERGER, S. A.; WOLL-RAB, S. The Use of *Sentinel-2* for Chlorophyll-a Spatial Dynamics Assessment: A Comparative Study on Different Lakes in Northern Germany. **Remote Sensing**, v. 13, n. 8, p. 1-26, 2021. Available at: <https://doi.org/10.3390/rs13081542>. Access in: Sept. 2023.

OLIVEIRA, C. B. **Zooplâncton em córregos sob diferentes usos da terra na bacia do Rio Preto (Distrito Federal e Goiás)**. Marcelo Luiz Martins Pompeo. 2009. Dissertação (Mestrado em Ecologia: Ecossistemas Terrestres e Aquáticos) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Available at: <https://doi.org/10.11606/D.41.2009.tde-07012010-111123>. Access in: 14 Jun. 2023.

OLIVEIRA, K. M. **Dinâmica de mudança na cobertura e uso das terras na bacia hidrográfica do Ribeirão João Leite (GO) entre 1985 e 2021**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia (GO), 2023, 63 p.

PAN, B. Z.; WANG, H. J.; LIANG, X. M.; WANG, H. Z. Factors influencing chlorophyll-a concentration in the Yangtze-Connected Lakes. **Fresenius**

- Environmental Bulletin**, v. 18, n. 10, p. 1894-1990, 2009. Available at: <http://benthos.ihb.ac.cn/PanWang09FreEnvironBull.PDF>. Access in: Nov. 2023.
- PERON, A. J.; EVANGELISTA, A. R. Degradação de pastagens em regiões de cerrado. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 3, p. 1-7, 2004. Available at: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542004000300023>. Access in: 11 Oct. 2023.
- PICAPEDRA, P. H. S.; FERNANDES, C.; TABORDA, J.; BAUMGARTNER, G.; SANCHES, P. V. A long-term study on zooplankton in two contrasting cascade reservoirs (Iguacu River, Brazil): effects of inter-annual, seasonal, and environmental factors. **PeerJ**, v. 5, n. 8, p. 1-31, 2020. Available at: <https://doi.org/10.7717/peerj.8979>. Access in: 20 Jun. 2023.
- RODRIGUES, V.; ESTRANY, J.; RANZINI, M.; DE CICCO, V.; MARIA, J.; MARTÍN-BENITO, T.; HEDO, J.; LUCAS-BORJA, M. E. Effects of land use and seasonality on stream water quality in a small tropical catchment: The headwater of Córrego Água Limpa, São Paulo (Brazil). **Science of The Total Environment**, v. 623, p. 1553-1561, 2018. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.028>. Access in: Nov. 2023.
- RUDORFF, C. M.; NOVO, E. M. L. M.; GALVÃO, L. S.; PEREIRA, W. Análise derivativa de dados hiperespectrais medidos em nível de campo e orbital para caracterizar a composição de águas opticamente complexas na Amazônia. **Acta Amazônica**, v. 37, n. 2, p. 269-280, 2007. Available at: <https://doi.org/10.1590/S0044-59672007000200014>. Access in: Jan. 2022.
- SALES, M. M.; CARVALHO, J. C.; MASCARENHAS, M. M. A.; LUZ, M. P.; SOUZA, N. M.; ANGELIN, R. R. (org). **Erosão em borda de reservatório**. 1<sup>a</sup> ed. Goiânia: Gráfica UFG, 2017. 584 p.
- Saneago (**Companhia Saneamento de Goiás S.A.**). Available at: <https://www.saneago.com.br>. Access in: Jul. 2023.
- SANTOS, E. H. M.; GRIEBELER, N. P.; OLIVEIRA, L. F. C. Relação entre uso do solo e comportamento hidrológico na Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 8, p. 826-834, 2010. Available at: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662010000800006>. Access in: Oct. 2023.
- SANTOS, S. A.; NUNES, F. G.; SANTOS, A. M. Intensidade dos Processos Antropogênicos no Entorno do Reservatório do Ribeirão João Leite – Goiás – Brasil. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 36, n. 1, p. 63-76, 2018. Available at: <https://doi.org/10.11606/rdg.v36i0.142709>. Access in: Oct. 2023.
- SANTOS, E. V. R.; SILVA, I. S.; NASCIMENTO, D. T. F.; LUZ, M. P. Application of spectral indexes in the evaluation of sediment input to the reservoirs of the Itumbiara and Batalha hydroelectric power plants (Brazil). **Aqua Y Territorio**

- **Water and Landscape**, v. 23, n. 7205, p. 1-11, 2023. Available at: <https://doi.org/10.17561/at.23.7205>. Access in: Ago. 2023.
- SILVA, I. S. **Proposta de mapeamento de cobertura e uso da terra a partir do método de detalhamento progressivo**: estudo de caso para o entorno dos reservatórios das UHEs Batalha e Itumbiara. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Goiás, Goiás (GO), p. 113. p. 2022.
- SILVA, I. S.; NASCIMENTO, D. T. F.; ROMÃO, P. A.; SILVA, G. F. N.; SALES, M. M.; LUZ, M. P. Proposition of LULC mapping in progressive detailing for the surroundings of hydroelectric powerplant reservoirs: Case study for the Batalha (Brazil). **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 118, n. 1, p. 1-10, 2023. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jag.2023.103218>. Access in: 27 Jun. 2023.
- SOUZA DIAS, V.; FARIA, K. M. M. S.; DA LUZ, M. P.; FORMIGA, K. T. M. Investigation and Quantification of Erosions in the Margins of Water Bodies: A Systematic Review. **Water**, v. 14, n. 1693, 2022. Available at: <https://doi.org/10.3390/w14111693>. Access in: 27 Jun. 2023.
- SOUZA, S. B. **Conflitos de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Ribeirão João Leite (GO)**. 2013. 100 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013. Available at: <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/3270>. Access in: 19 Oct. 2023.
- TEJWANI, K. G. 1993. Water management issues: Population, Agriculture and Forests – a focus on watershed management. In: BONELL, M.; HUFSCHEMIDT, M. M. and GLADWELL, J. S. **Hydrology and water management in the humid tropics**. Paris: Unesco, p. 496-525, 1993. Available at: <https://www.fao.org/3/y3618e/y3618e07.htm>. Access at: Sept. 2023.
- TOLEDO JÚNIOR, A. P.; TALARICO, M.; CHINEZ, S. J.; AGUDO, E. G. A. AGUDO, E. A aplicação de modelos simplificados para a avaliação do processo da eutrofização em lagoas e reservatórios tropicais. In: **Actas do Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária**, Camboriú, 1983.
- TUNDISI, J. G. Reservatórios como sistemas complexos: teoria, aplicações e perspectivas para usos múltiplos. In: HENRY, R. (ed.). **Ecologia de reservatórios**: estrutura, função e aspectos sociais. Botucatu: Fundbio, 1999.
- UMWALI, E.D.; KURBAN, A.; ISABWE, A.; MIND'JE, R.; AZADI, H.; GUO, Z.; UDAHOGORA, M.; NYIRARWASA, A.; UMUHOZA, J.; NZABARINDA, V.; GASIRABO, A.; SABIRHAZI, G. Spatio-seasonal variation of water quality influenced by land use and land cover in Lake Muhazi. **Scientific Reports**, v. 11, n. 17376, p. 1-16, 2021. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-96633-9>. Access at: Sept. 2023.

VAIBHAV, G.; SHIV, P. A.; PRAKASH, C. Changes in turbidity along Ganga River using *Sentinel-2* satellite data during lockdown associated with COVID-19, **Geomatics, Natural Hazards and Risk**, 2020, v. 11, n. 1, p. 1175-1195. Available at: <https://doi.org/10.1080/19475705.2020.1782482>. Access in: Jul. 2022.

UNO-SDG (United Nations Organization-Sustainable Development Goals). **Water action decade, 2018–2028:** averting a global water crisis. United Nations Organization-Sustainable Development Goals, 2021. Available at: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/water-action-decade/>. Access at: Nov. 2023.

WANG, Y.; LIU, X.; WANG, T.; ZHANG, X.; FENG, Y.; YANG, G.; ZHEN, W. Relating land-use/land-cover patterns to water quality in watersheds based on the structural equation modeling. **Catena**, v. 206, n. 105566, 2021. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105566>. Access at: Nov. 2023.

WILLIAMSON, C. E.; SAROS, J. E.; VINCENT, W. F.; SMOL, J. P. Lakes and reservoirs as *Sentinels*, integrators, and regulators of climate change. **American Society of Limnology and Oceanography**. v. 54, n. 1, p. 2273–2282, 2009. Available at: [https://aslopubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.4319/lo.2009.54.6\\_part\\_2.2273](https://aslopubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.4319/lo.2009.54.6_part_2.2273). Access in: Sept. 2022.

# Usos da água na alta bacia do rio Meia Ponte, em Goiás

Conflitos, governança e condições sanitárias

ADRIANO CÉSAR FURTADO  
JOSÉ CARLOS DE SOUZA  
JANETE REGO SILVA

**A**s demandas por água no Brasil têm assumido um crescimento acelerado, especialmente nos espaços destinados às atividades agropecuárias. Segundo dados da Agência Nacional de Águas (ANA) e Saneamento Básico, 58% de todo o consumo de água no Brasil, no ano de 2023, foi destinado para irrigação e criação de animais (ANA, 2024). Este cenário, vinculado ao crescimento populacional e à expansão das atividades industriais e de mineração, tem promovido elevada pressão nos corpos hídricos superficiais e subsuperficiais (lençol freático e aquífero). Somado a tais fatores, de acordo com o Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH, 2019), as mudanças climáticas e os eventos climáticos extremos podem ser considerados as principais causas de desequilíbrio do balanço hídrico, e consequentemente do aumento dos problemas relacionados à segurança hídrica.

Para Tundisi e Matsumura-Tundisi (2011) e Diniz *et al.* (2021), a escassez e os conflitos pelo uso da água têm instaurado uma crise hídrica em algumas regiões do Brasil, chegando a níveis dramáticos. Estes autores ainda reforçam que há uma superexploração dos mananciais superficiais e subterrâneos que já sofrem as consequências das alterações nos regimes de chuva e do balanço hídrico, conduzindo à

necessidade de planejamento, gestão e um pensar coletivo sobre a questão hídrica.

Nessa perspectiva, deve-se considerar a crise hídrica não só como a escassez de água ou o comprometimento de sua qualidade, mas também como uma crise de gestão e de planejamento de seus múltiplos usos (Rebouças, 2003). Tundisi (2014) acentua sobre a necessidade de uma abordagem sistêmica e preditiva na gestão das águas, considerando as bacias hidrográficas como unidades espaciais ideais para a implementação das ações de planejamento e gestão dos recursos hídricos. O autor ressalta que uma gestão compartilhada e apoiada em dados e informações é capaz não apenas de enfrentar a escassez, mas também de mitigar os conflitos.

O gerenciamento da água envolve um conjunto de atividades. Dentre elas está o fomento a políticas públicas com inclusão do usuário na participação da gestão hídrica (Nascimento; Villaça, 2008). Portanto, a capacidade ou incapacidade de gerenciar os inúmeros conflitos resultantes dos usos múltiplos dos recursos hídricos, sua degradação, redução da disponibilidade e aumento da demanda é uma preocupação constante de pesquisadores, gestores públicos e tomadores de decisão (Tundisi, 2006; Cirilo, 2015).

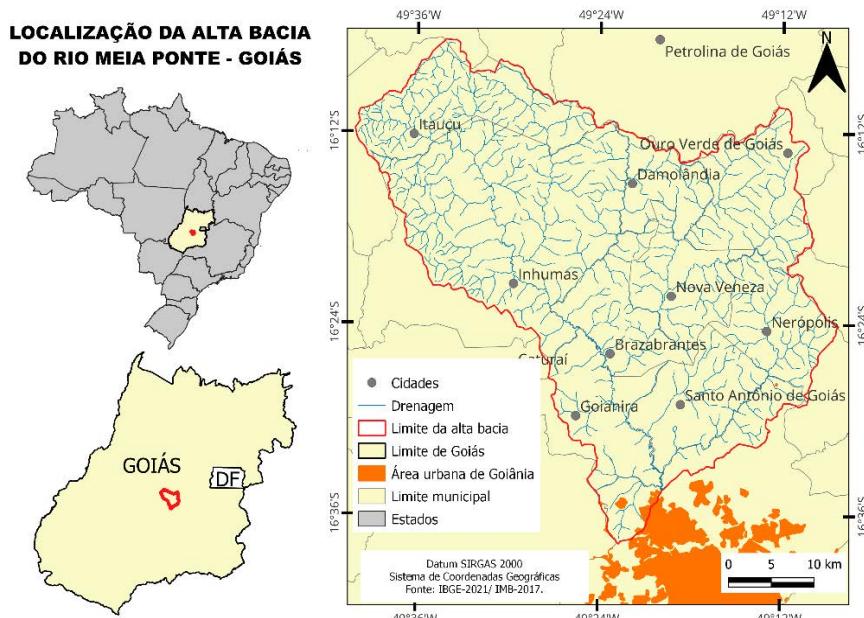
A região da Alta Bacia do Rio Meia Ponte (ABMP) vem enfrentando inúmeros problemas gerados pelos usos da água, sua gestão e a disponibilidade do recurso. Alguns cenários explicam essa condição, pois a alta bacia compreende uma área de intenso uso agropastoril e também de intensa expansão urbana, com destaque para uma porção da região metropolitana de Goiânia. Dados do relatório anual Conjuntura Brasil Recursos Hídricos mostram que a irrigação e o abastecimento urbano foram os setores que mais consumiram água no país no ano de 2023 (Ana, 2024).

Este texto tem por objetivo apresentar uma análise dos múltiplos usos da água na ABMP e suas consequências, como conflitos, problemas de disponibilidade e o comprometimento da qualidade das águas. Será também discutido o processo de governança da água, visando avaliar a participação dos usuários e poder público.

## ABORDAGEM METODOLÓGICA

Para a identificação dos problemas gerados pela disponibilidade hídrica na Alta Bacia do Rio Meia Ponte utilizou-se da busca de dados e informações provenientes das outorgas dos direitos de uso de recursos hídricos disponíveis na plataforma do Sistema de Informações Geográficas Ambientais do Estado de Goiás (Siga) e na Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Estado de Goiás (Semad). Além disso, foram obtidas informações na Empresa de Saneamento do Estado de Goiás (Saneago) sobre qualidade da água e rede de monitoramento, bem como sobre os relatórios do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte para dados e informações dos onze municípios que compõem a alta bacia (Mapa 1).

**Mapa 1 – Mapa de localização da ABMP**



Fonte: IBGE (2021).

Foram também levantados dados na plataforma web do Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos (IMB) e no

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para obtenção de dados demográficos e econômicos dos municípios da ABMP, além da relação direta com os problemas ambientais referentes às questões hídricas.

## GESTÃO E CONFLITOS PELO USO DA ÁGUA

A água é um elemento essencial para a sobrevivência humana e para a manutenção da biodiversidade; no entanto, tem se tornado objeto de disputas, tendo em vista a crescente demanda, impulsionada pelo avanço das atividades econômicas. Estas, ao passo que requerem cada vez maior volume deste recurso, são as que promovem de forma acelerada sua deterioração. Tais condições têm se tornado o centro de preocupações e de debates no Brasil. Apesar de terem um dos maiores reservatórios de água doce do mundo, estes mananciais não estão distribuídos de forma igualitária no território.

Os usos da água são múltiplos. Além das funções essenciais de manutenção da vida e ciclagem de nutrientes, esse recurso é amplamente utilizado nas atividades agrícolas, industriais, de mineração, para lazer, navegação, pecuária, geração de energia, dentre outros. As causas dos conflitos são resultado da relação desses múltiplos usos, com a disponibilidade não compatível com a demanda e os processos de deterioração provocados por algumas dessas atividades. Os conflitos são os problemas que um uso/atividade pode ocasionar a outro, comprometendo a saúde humana, a produtividade ou a qualidade ambiental (Tundisi, 2014).

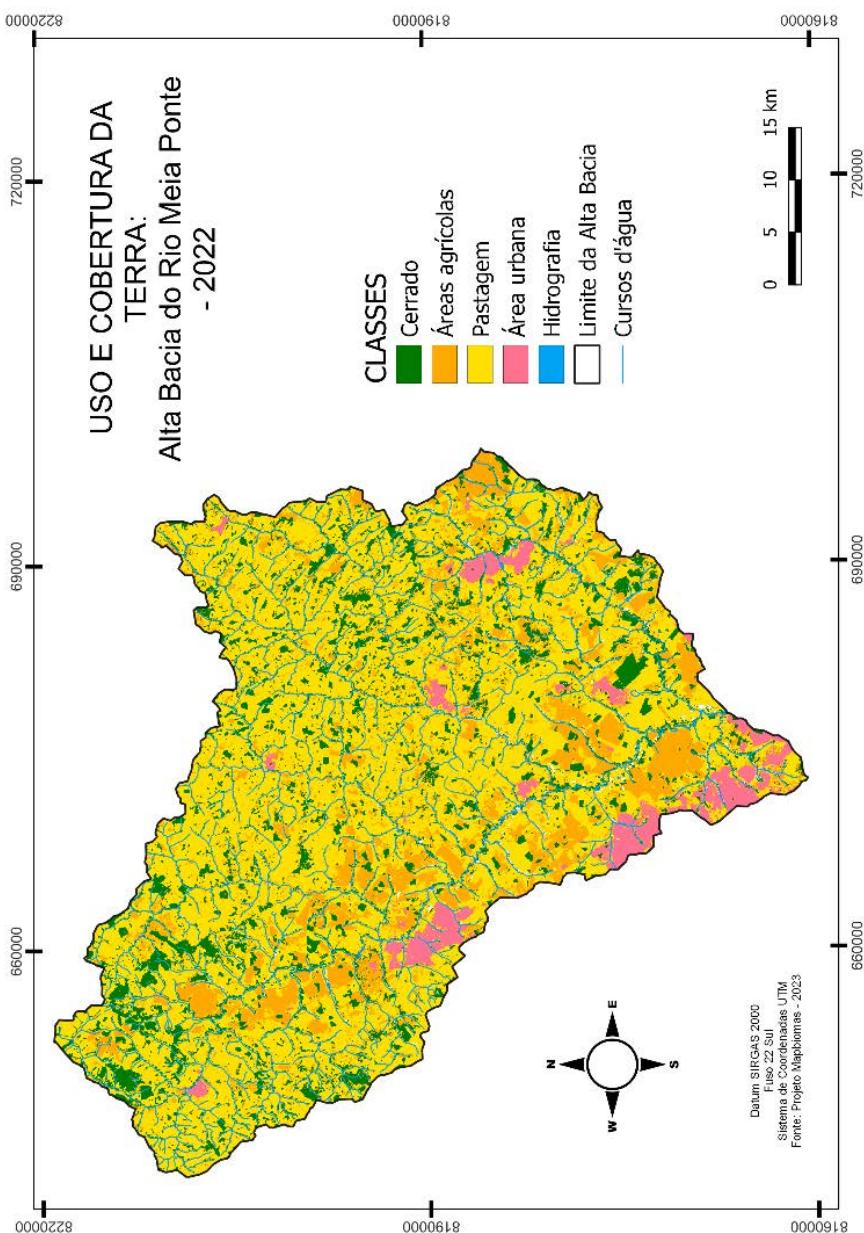
Os principais usos da água da ABMP são para o abastecimento urbano e industrial em Goiânia e região metropolitana e para a irrigação de lavouras. Como pode ser observado no mapa da Figura 2, ocupa uma área significativa da alta bacia, mesmo com predomínio das pastagens. Além disso, é uma região com grande concentração de irrigações por sistemas de pivôs centrais e grande quantidade de outorgas, com demandas voltadas para o abastecimento urbano e para a agricultura (Semad, 2023a). Estão inseridos na ABMP onze municípios goianos. É uma região bastante antropizada, com apenas 12,8% de vegetação

natural remanescente de Cerrado e elevado índice de degradação das áreas de proteção permanente (Mapbiomas, 2023).

Segundo Ferreira *et al.* (2022), na Região Metropolitana de Goiânia (RMG), o modelo de uso, ocupação e manejo do solo, baseado nas atividades agropecuárias, demanda maiores pontos de captação de água. Essas atividades avançam sobre áreas naturais e nascentes em função da expansão urbana e especulação imobiliária; assim, os reflexos do uso, ocupação e manejo do solo são evidenciados na crise hídrica que assola a região (Goiás, 2020). Estudos desenvolvidos pela Fundação de Apoio à Pesquisa da Universidade Federal de Goiás (Funape – UFG, 2020) evidenciam que a demanda por recursos hídricos na ABMP pode crescer 235% até 2040, sobretudo para o abastecimento da Região Metropolitana de Goiânia.

Quanto à gestão de bacias, a Lei n. 9.433/1997 (conhecida como Lei das Águas) buscou ser uma inovação no ordenamento e no planejamento do uso da água. Esta lei institui as bacias como unidades territoriais de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e onde se propõe a criação dos comitês de bacia (Botelho; Silva, 2007). O comitê de bacia hidrográfica é um órgão deliberativo e constitui órgãos colegiados voltados para tomada de decisão acerca dos usos da água. Um comitê de bacia é formado por representantes da sociedade civil organizada, do governo e de usuários e uma das principais funções do comitê é a elaboração do Plano de Recursos Hídricos da bacia (Okawa; Poleto, 2014).

O comitê da bacia do Meia Ponte, aqui considerando toda a extensão da bacia (12.180 Km<sup>2</sup>), foi instituído pela Lei n. 13.123/1997 e conta com a participação de trinta e nove municípios, dentre eles Goiânia, a capital do estado (Silva; Formiga-Johnsson; Lima, 2007). A bacia compreende uma área estratégica para o estado de Goiás, pois é a região mais populosa do estado e onde se concentram importantes polos de atividades agropecuárias e agroindustriais. Esse cenário justifica a importância da implementação do comitê e o estabelecimento de estratégia de gestão dos usos da água.

**Mapa 2 – Uso e cobertura da terra da ABMP**

Fonte: MapBiomass, 2023.

Capa

Sumário

## **OUTORGAS E A IRRIGAÇÃO POR PIVÔS**

A outorga de direito de uso de recursos hídricos é uma autorização que o poder público concede ao usuário, por prazo determinado, e nas condições expressas na Lei das Águas (Lei n. 9.433/1997). A Lei das Águas estabelece que o regime de outorga tenha como objetivo assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso a ela (Pinto-Coelho; Havens, 2016). A Lei n. 9.985/2000 confere à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) a competência para emitir outorgas de direito de uso da água no domínio da União, e a Superintendência de Recursos Hídricos da Secretaria de Estado de meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do estado de Goiás, através da Instrução Normativa n. 015/2012, a responsável pela concessão de outorgas para exploração dos recursos hídricos no estado de Goiás.

Segundo a Semad (2023b), foram cedidas entre os anos de 2005 e 2020, 308 outorgas para captação de águas superficiais e subsuperficiais na ABMP. As cessões dessas outorgas se destinavam principalmente ao abastecimento público, reservatório/barramento, consumo humano, criação de animais, irrigação, indústria, aquicultura em tanque escavado e mineração. Os dados apontam que o município de Inhumas possui a maior quantidade de outorgas com a finalidade de reservatório/barramento, num total de 22, e para outras finalidades, 29. Nerópolis se destaca com 34 outorgas destinadas somente para o abastecimento público e Santo Antônio de Goiás tem 10 autorizações para irrigação.

Considerando toda a área da alta bacia, foram cedidas 308 outorgas entre 2005 e 2020 (Tabela 1) e, dentre estas, 87 somente para irrigação e reservatório/barramento. Esses usos da água são destinados principalmente para a irrigação e áreas agrícolas, com destaque para as culturas temporárias, umas das principais atividades econômicas da região. Mapeamentos de uso da terra do Projeto Mapbiomas de 2021 indicam que em torno de 30% da área da bacia é destinada a cultivos agrícolas.

**Tabela 1 – Outorgas da Alta Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte  
(2005-2020)**

Município	Quantidade/origem		Finalidade/Quantidade
	Superficial	Subsuperficial	
Brazabrantes	04	10	Irrigação
			Aquicultura
			Abastecimento Público
			Criação de Animais
			Reservatório/Barramento
			Outros
Caturáí	-	01	Reservatório/Barramento
Damolândia	04	01	Outros
			Reservatório/Barramento
			Criação de Animais
Goianira	22	08	Outros
			Reservatório/Barramento
			Abastecimento Público
			Criação de Animais
			Consumo Humano
			Irrigação
			Aquicultura
			Indústria
			Outros
Goiânia	26	03	Reservatório/Barramento
			Abastecimento Público
			Criação de Animais
			Consumo Humano
			Irrigação

Município	Quantidade/origem		Finalidade/Quantidade
	Superficial	Subsuperficial	
Inhumas	41	28	Outros
			Reservatório/Barramento
			Abastecimento Público
			Criação de Animais
			Consumo Humano
			Irrigação
			Aquicultura
			Indústria
			01
Itauçu	01	02	Outros
			Reservatório/Barramento
Nova Veneza	24	09	Outros
			Reservatório/Barramento
			Abastecimento Público
			Consumo Humano
			Irrigação
			Indústria
			Mineração
			01
			02
Nerópolis	61	15	Outros
			Reservatório/Barramento
			Abastecimento Público
			Consumo Humano
			Irrigação
			Indústria
			03
			04
			01
Ouro Verde de Goiás	02	02	Outros
			Reservatório/Barramento
			Criação de Animais
			01

Município	Quantidade/origem		Finalidade/Quantidade
	Superficial	Subsuperficial	
Santo Antonio de Goiás	20	24	Outros
			Reservatório/Barramento
			Abastecimento Público
			Criação de Animais
			Irrigação
Total	205	103	-
			308

Fonte: Semad, 2023b – Organizado pelos autores, 2023.

Uma das formas utilizadas na irrigação em áreas agrícolas é o pivô central, que possibilita o plantio e o cultivo mesmo nos períodos de estiagem. Na Tabela 2 é apresentado o quantitativo de pivôs em funcionamento no período de 2000 a 2021 na alta bacia.

**Tabela 2** – Quantidade de pivôs e respectivas áreas em km<sup>2</sup> na ABHRMP (2000-2021)

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

Fonte: Siga (2022). Organizado pelos autores, 2023.

A utilização de sistema de irrigação por pivôs apresenta um cenário de importante alteração nos corpos hídricos pelo alto consumo de água e a pressão que se dá nos corpos hídricos (Pereira Júnior; Ferreira; Miziara, 2017). Para além dessas questões, a quantidade de pivôs centrais instalados com muita proximidade um do outro, na alta bacia, coloca a região numa situação de comprometimento hídrico crítico.

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

A instalação de pivôs na ABMP tem aumentado com o tempo, segundo dados levantados pelo Siga (2022); em 2000 foram identificados 13, já em 2016 as ocorrências eram de 21 pivôs. Considerando os aspectos do meio físico das áreas de localização desses pivôs, eles predominam nas menores altitudes, próximos às drenagens com maior volume de água, com declividades inferiores a 12%, ou seja, superfícies de aplainamento e ocorrência de latossolos.

A quantidade de pivô central utilizado na ABMP, em área, especialmente os voltados para a agricultura, compromete o abastecimento de água gerado pelo crescente consumo, conduzindo a situações de conflitos e escassez hídrica (Furtado, 2023). Essa realidade deve ser levada em consideração no processo de expedição de novas outorgas e de suas renovações. É importante ressaltar que o cálculo de consumo de água por um pivô irá depender do tipo de pivô, do tipo de agricultura e do manancial de que ele retirará água. De maneira geral, um pivô utiliza 50 mil litros de água por hectare por dia (Cultivar, 2003). Cunha (2003) apresentou um valor médio de vazão para a bacia do Meia Ponte a jusante de Goiânia no valor de 440.000 mil litros.

## ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA) DA ABMP

As influências antrópicas sobre a qualidade da água estão fortemente associadas à expansão dos espaços urbanos e das atividades agropecuárias, industriais e mineração. Glória (2020) comprehende que o termo *qualidade de água* não diz respeito apenas ao estado de pureza, mas também a suas características físicas, químicas e biológicas. A autora explica que a avaliação da água depende das substâncias presentes nela, o que determina o parâmetro da qualidade.

O IQA foi desenvolvido para avaliar a qualidade da água e é utilizado como parâmetro no tratamento convencional da água para abastecimento público. Os parâmetros utilizados no cálculo do IQA são: temperatura, pH, oxigênio dissolvido, fósforo total, nitrogênio total, coliformes fecais, sólidos dissolvidos totais, demanda bioquímica de oxigênio e turbidez. Na Tabela 3 são apresentados os resultados do IQA de pontos da ABMP, realizados pela Semad (2023c), no ano de 2022. De acordo com os dados apresentados, em oito pontos ao longo do curso do rio Meia Ponte, o IQA está entre as categorias boa e ótima, em decorrência de regiões com vegetação natural (Áreas de Preservação Permanente).

**Tabela 3 – Pontos de monitoramento da qualidade da água Rio Meia Ponte – 2022**

Município	Local	IQA	Categoria
Itauçu	Nascente	78	Ótima
Itauçu	Recanto Silvestre	76	Boa
Itauçu	Av. B. Horizonte	70	Boa
Inhumas	Captação Saneago	78	Boa
Inhumas	Av. B. Sayão	75	Boa
Brazabrantes	GO 420	79	Ótima
Goiânia	Saneago	79	Ótima
Goiânia	Av. Perimetral	71	Boa
Goiânia	Setor Goiânia 02	23	Ruim
Goiânia	GO 020	24	Ruim

Fonte: Semad (2023c).

Em dois pontos analisados na área urbana de Goiânia, no Setor Goiânia 2 e na GO-020, é possível notar a queda do IQA da qualidade da água, que ficou classificado na categoria ruim. Essa queda está relacionada à intensa urbanização e atividade industrial que recebem maior carga poluidora, em função do lançamento de esgotos domésticos e industriais, refletindo na queda do índice de qualidade da água.

Em 2016, a Empresa de Saneamento de Goiás (Saneago) fez análise de água de alguns mananciais do estado de Goiás, utilizando o mesmo método. Os resultados indicaram as influências de atividades humanas na qualidade da água em áreas urbanas. Na Tabela 4 são apresentados alguns dos resultados das análises de dois pontos do rio Meia Ponte nos municípios de Brazabrantes e Inhumas. Observou-se a presença da bactéria *Escherichia Coli*, do grupo de coliformes fecais. A presença dessa bactéria é um indicativo de contaminação por fezes, portanto um risco à saúde (Portaria n. 2.914/2011). A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) apresentou valores aceitáveis de acordo com a Resolução do Conama n. 357. A DBO mede o consumo de O<sub>2</sub> para oxidar compostos orgânicos biodegradáveis, sendo que, sobre certas condições, mede também a demanda de oxigênio (Saneago, 2016).

**Tabela 4 – Análise da Qualidade das Águas:  
Inhumas/Brazabrantes – 2016**

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

Fonte: Saneago (2023).

O pH da água do rio Meia Ponte, na cidade de Inhumas, apresentou-se acima do valor estabelecido pela Resolução Conama n. 357. Para a proteção da vida aquática, o pH deve estar entre 6 e 9. Já na cidade de Brazabrantes, apresentou valor aceitável. Segundo Baird

(2004), a acidez exagerada pode ser um indicativo de contaminações que tornam a água imprópria para consumo devido à elevada dureza.

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

De acordo com esses dados, pode-se afirmar que as águas do rio Meia Ponte já se apresentavam potencialmente comprometidas em 2016, em função das atividades que se desenvolvem em suas margens e do lançamento de esgotos e efluentes. Cabe ressaltar que os pontos de coleta de água estavam a montante da área urbana de Goiânia, ou seja, as amostras ainda não estavam sob influência da pressão poluidora exercida pela capital.

De acordo com o documento “Carta das Águas do Rio Meia Ponte”, de 2023, resultado da primeira expedição científica realizada no rio Meia Ponte de uma ação da Câmara Municipal de Goiânia, um dos mais graves problemas levantados foi o grande e variado volume de resíduos descartados de forma irregular nas margens e no leito do rio em Áreas de Preservação Permanente.

A Atrazina é um herbicida amplamente utilizado na agricultura. Foi detectada em todos os pontos amostrados do rio, através de análises realizadas pela exposição feita pela Câmara Municipal em parceria com a UFG. A exposição crônica a esse produto em humanos tem sido associada a problemas de saúde, incluindo o aumento do risco de câncer, desregulação hormonal e disfunção reprodutiva. A quantidade de esgoto lançado no rio com identificação de coliformes acima do tolerável é outro problema identificado pela expedição (Câmara Municipal de Goiânia, 2023).

Foram mapeadas dezenas de pontos de lançamento irregular de efluentes industriais e domésticos no rio Meia Ponte e em vários

mananciais afluentes, caracterizados pela turbidez da água, forte e desagradável odor, desconforto e riscos aos moradores ribeirinhos (Câmara Municipal de Goiânia, 2023). Estes estudos comprovam graves consequências para a saúde humana pela ingestão de peixes provenientes de áreas com alta concentração de esgoto, lixo e poluentes industriais, onde a qualidade da água do rio se encontra em condições críticas, apresentando alto grau de poluição.

## REDE DE MONITORAMENTO DA ABMP

Para o monitoramento hidrológico na ABMP, há sete estações pluviométricas, quatro estações fluviométricas convencionais instaladas e três estações telemétricas (Saneago, 2023). A Saneago, a partir do ano de 2018, começou a implantar a Rede de Monitoramento Hidrológico da Saneago (RMHS). Atualmente, conta com informações de estações fluviométricas e de estações pluviométricas. Na Tabela 5 são apresentados os dados de vazão, do ano de 2018, do rio Meia Ponte e alguns tributários localizados nos municípios de Brazabrantes, Damolândia, Goiânia, Inhumas, Itauçu, Nerópolis e Ouro Verde de Goiás.

**Tabela 5 – Vazão do rio Meia Ponte e de alguns de seus tributários – 2018**

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

Fonte: Adaptada de Saneago (2018).

De acordo com a Rede de Monitoramento Hidrológico (RMH) e dados coletados na plataforma da Semad, sobre vazão de alguns tributários e do rio Meia Ponte no ano de 2018, já era possível notar que

a alta bacia já se encontrava em situação crítica. E a condição se agrava nas proximidades da cidade de Goiânia, com vazão de escoamento de 2.000 L/s, problema que se acentuou no decorrer dos anos, que, somando-se às formas de uso da terra às condições climáticas regionais, implicaram numa crise de abastecimento.

A diminuição da vazão do rio Meia Ponte, ao longo dos anos, levou o poder público a estabelecer seis níveis de segurança e ações para mitigar a crise, que vão desde o nível I, de Atenção – quando a vazão de escoamento é menor ou igual a 12.000 L/s, até o nível VI, nível crítico 4 – quando a vazão de escoamento é menor ou igual a 2.000 L/s, o que exige a redução de 50% dos volumes diários outorgados que realizam captação direta do corpo d'água ou dispensados de outorga (Senad, 2023b). Pelo Decreto n. 9.670/2020, declarou-se situação de risco de emergência hídrica na bacia e definiram-se ações para garantir o uso prioritário da água (Semad, 2023b), estabelecendo os protocolos de providências a serem tomadas em relação ao nível de criticidade.

Os municípios que integram a Região Metropolitana de Goiânia são os que mais causam impactos diretos e indiretos sobre a qualidade da água. Além disso, a expansão da malha urbana substituiu a cobertura vegetal original por uma superfície pouco permeável. À medida que o rio se aproxima da área urbana de Goiânia, suas águas tendem a perder a qualidade gradativamente, apresentando uma degradação notável. O crescimento demográfico tem favorecido a expansão de construções urbanas próximas às drenagens da bacia, logo, provocando a diminuição da vazão do rio Meia Ponte e de seus tributários. De acordo com os estudos realizados pela Universidade Federal de Goiás, em 2012 esse problema começou a se agravar a partir da década de 1990, com a retirada progressiva da mata ciliar e o acúmulo de entulhos e lançamento de esgotos.

## ASPECTOS ECONÔMICOS E DEMOGRÁFICOS DA ABMP

De acordo com os dados populacionais do período de 1991 a 2022 (IBGE, 2024), os onze municípios que compõem a bacia apresentaram um aumento populacional de 59,42%. A população da região é

predominantemente urbana, com destaque para Goiânia, Goianira, Inhumas e Nerópolis. De acordo com o mesmo Instituto, o crescimento da população dos municípios da região da alta bacia está acima dos índices do estado (IBGE, 2024). Esse crescimento imprime forte pressão sobre os recursos hídricos, com a necessidade de ampliação dos sistemas de abastecimento, o que sinaliza para o agravamento da situação do balanço hídrico.

A concentração populacional nas capitais e regiões metropolitanas brasileiras é uma tendência, visto que são cidades que geram muitos empregos e que possuem serviços públicos geralmente mais estruturados. Além destes aspectos, a RMG e os demais municípios da ABMP apresentaram uma modernização da estrutura produtiva do setor agropecuário e às atividades industriais ligadas a esse setor, que possibilita um mercado de trabalho que intensifique a migração de pessoas em busca de oportunidades de emprego, fenômeno que ocorreu nos municípios da alta bacia (IBGE, 2018; IMB, 2023). Logo, o crescimento populacional apresentado indica que a região merece atenção não só por isso, mas também por mostrar fragilidade ambiental em relação aos recursos hídricos na bacia (Associação Ambiental Pró-Águas do Cerrado – AAPAC, 2008).

Na Tabela 6 são apresentados os quantitativos de rebanho bovino, suíno, aves e produção de leite dos municípios da alta bacia, dados de 2020 (IMB, 2023). A criação de aves se destaca na maioria dos municípios analisados, sendo liderados por Inhumas, que apresenta um efetivo superior a cinco milhões de cabeças. Os dados também revelam um importante crescimento nos últimos anos, e isso está relacionado com indústrias produtoras de carne de frango que se instalaram na região. Destaca-se a indústria São Salvador Alimentos S.A., uma das principais empresas produtoras de carne de frango do Brasil, com atuação em todas as etapas da cadeia produtiva, estando localizada nas cidades de Itaberaí e Nova Veneza.

**Tabela 6 – Quantitativo de rebanho bovino, suíno e aves  
e produção de leite ABMP**

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

Fonte: Adaptada de IMB (2023).

A ABMP é uma importante produtora de leite, com destaque dos municípios de Inhumas, Ouro Verde de Goiás, Nerópolis, Goiânia e Caturaí. Na região, a produção de leite cresceu nos últimos anos como resultado da inserção de tecnologias e novas técnicas de manejo, inclusive com a instalação de indústrias ligadas à produção de produtos derivados do leite (Embrapa, 2022).

Quanto à produção agrícola, os principais produtos cultivados na bacia são apresentados na Tabela 7, com os quantitativos em hectare para o ano de 2020. Destaca-se a produção da soja e milho em quase todos os municípios. Dados anteriores indicam um aumento expressivo do cultivo da cana-de – açúcar e de lavouras temporárias na alta bacia, nos municípios de Inhumas, Itauçu, Brazabrantes e Caturaí.

**Tabela 7 – Produção agrícola em hectare dos municípios da ABMP – 2020**

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

Fonte: Adaptada de IMB (2023).

De acordo com dados levantados junto ao Projeto MapBiomas (2023) no período de 1985 a 2021, ocorreu uma redução expressiva da vegetação nativa na alta bacia em função do aumento das áreas agrícolas. É possível evidenciar a relação entre o crescimento demográfico e o desenvolvimento das atividades econômicas propagadas que intensificam o processo de migração de pessoas em busca de trabalho. Essa pressão que as áreas urbanas e agrícolas exercem sobre as áreas naturais reflete na segurança hídrica na alta bacia, de modo que a política de gestão territorial regional deve ser associada à governança da água.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ABMP apresenta características peculiares em relação aos usos da água e à elaboração de um cenário de crise e conflitos. É uma bacia onde ocorre uma alta pressão nos recursos naturais, não somente nas águas, mas também nos usos da terra, em função das atividades ligadas ao agronegócio, provocando intensa alteração das paisagens naturais

e a superexploração dos sistemas hídricos. Outro agravante é que a jusante da bacia está a maior malha urbana do estado de Goiás, composta pela região metropolitana de Goiânia, e que além de demandar alto consumo de água é uma potencializadora do processo de contaminação e poluição das águas.

Há de se considerar que a governança da água e as condições de crise e segurança hídrica se tornaram-se temas centrais para se pensar o desenvolvimento econômico na atualidade. Este debate precisa necessariamente passar pela democratização dos usos da água, a gestão coletiva, a rigorosa regulamentação dos múltiplos usos e considerar as bacias hidrográficas como unidades ambientais de aplicação de planos de gestão.

## REFERÊNCIAS

- ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2023:** informe anual / Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Brasília: ANA, 2024.
- ALCÂNTARA, E. H. de. **Análise da turbidez na planície de inundação de Curuá (PA, Brasil) integrando dados telemétricos e imagens Modis/Terra.** 2007. 220 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, São Paulo, 2007.
- ASSOCIAÇÃO AMBIENTAL PRÓ-ÁGUAS DO CERRADO (AAPAC). **Situação Ambiental das Águas da Bacia do Rio Meia Ponte.** Goiás, 2008.
- BAIRD, C. **Química ambiental.** Porto Alegre: Bookman, 2004.
- BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (org.). **Reflexões sobre a geografia física no Brasil.** 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. p. 153-192.
- BRASIL. Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei n. 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei n. 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 9 jan. 1997.
- BRASIL. Lei n. 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 jul. 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n. 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 13 dez. 2011.

CÂMARA MUNICIPAL DE GOIÂNIA. **Carta das Águas do Rio Meia Ponte**. 2023.

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

CIRILO, J. A. Crise hídrica: desafios e superação. **Revista USP**, São Paulo, n. 106, p. 45-58, jul.ago. set. 2015.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 mar. 2005.

CULTIVAR, Retorno Certo. Disponível em: [www.cultivar.inf.br](http://www.cultivar.inf.br). 2003. Acesso em: 25 jun. 2024.

CUNHA, M. A. C. Evolução das vazões do rio meia ponte a jusante de Goiânia. **Anais... XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, São Paulo, 2003.

DINIZ, J. A. O. et al. **Crise hídrica no Brasil**: o uso das águas subterrâneas como reforço no abastecimento público. Rio de Janeiro: CPRM, 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). **Produção Agrícola do Estado de Goiás**. 2022.

FERREIRA, M. E.; MARQUES, R. S.; SILVA, J. G. da; HORA, K. E. R.; BARBOSA, P. M.; LIMA, C. V. Condições ambientais na Região Metropolitana de Goiânia: vulnerabilidades e insegurança hídrica. In: MONTEIRO, C. C.; BARREIRA, A.; HADDAD, M. B.; MOYSÉS, A. (org.). **Reforma Urbana e Direito à Cidade**. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2022. p. 133-150.

FURTADO, Adriano. **Fragilidade ambiental da alta bacia hidrográfica do Rio Meia Ponte (Goiás) e conflitos pelo uso da água**. 2023. 115 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Câmpus Cora Coralina, Universidade Estadual de Goiás, Goiás, GO, 2023.

FUNDACÃO DE APOIO À PESQUISA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (Funape – UFG). 2020.

GLÓRIA, L. P. **Qualidade da água**: da bacia hidrográfica do Ribeirão São João no município de Porto Nacional (TO). Iguatu, CE: Quipá, 2020.

GOIÁS. Lei n. 13.123, de 16 de julho de 1997. Estabelece normas de orientação à política estadual de recursos hídricos, bem como ao sistema integrado de gerenciamento de recursos hídricos e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado de Goiás**, Goiânia, GO, 17 jul. 1997.

GOIÁS. **Diagnóstico:** Plano de Recursos Hídricos das Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos do Estado de Goiás Afluentes ao Rio Paranaíba – Rio Meia Ponte, 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico**. 2022. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html>>, 2022. Acesso em: janeiro de 2024.

IMB. Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos. **Banco de Dados Estatísticos de Goiás**. Disponível em <<https://www.go.gov.br/servicos/servico/consultar-dados-socioeconomicos-no-banco-de-dados-estatistico-de-goiias>>, 2022. Acesso em: dezembro de 2023.

MAPBIOMAS. Projeto Mapbiomas – Coleção 8 da Série Anual de Uso e Cobertura da Terra. Disponível em: <https://code.earthengine.google.com/>. Acesso em: dezembro de 2023.

NASCIMENTO, W. M.; VILLAÇA, M. G. Bacias Hidrográficas: planejamento e gerenciamento. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, Três Lagoas, ano 5, n. 7, p. 102-121, maio, 2008.

OKAWA, C. M. P.; POLETO, C. Gerenciamento de Recursos Hídricos. In: POLETO, C. (Org.). **Bacias hidrográficas e recursos hídricos**. Rio de Janeiro: Interciênciam, 2014. p. 1-27.

PEREIRA JÚNIOR, L. C.; FERREIRA, N. C.; MIZIARA, F. A expansão da irrigação por pivôs centrais no estado de Goiás (1984-2015). **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 37, n. 2, p. 323-341, maio/ago. 2017.

PINTO-COELHO, R. M.; HAVENS, K. **Gestão de recursos hídricos em tempos de crise**. Porto Alegre: Artmed, 2016.

PLANO NACIONAL DE SEGURANÇA HÍDRICA (PNSH). 2019.

REBOUÇAS, A. da C. Proteção dos recursos hídricos. **Revista de Direito Ambiental**, v. 8, n. 32, p. 33-82, out./dez., 2003.

SANEAGO. Saneamento de Goiás S.A. Relatório Anual de Qualidade da Água Distribuída – 2016 – Meia Ponte. Disponível em: <https://www.saneago.com.br/#/home>. Acesso em agosto de 2023.

SEMAD. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Estado de Goiás. Monitoramento do Rio Meia Ponte – Captação Goiânia, 2023a. Disponível em: <https://lookerstudio.google.com/u/0/reporting/83b2f-667-fa79-4f5f-8bb8-1a38a0dff630/page/fyW6C> Acesso em: 10 dez. 2023a.

SEMAD. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Estado de Goiás. Superintendência de Recursos Hídricos e Informações Ambientais. Concessão de Outorgas, 2023b. Disponível em: <https://goias.gov.br/meioambiente/?s=outorgas>. Acesso em: 10 dez. 2023b.

SEMAD. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Estado de Goiás. Índice de Qualidade da Água – IQA – Rio Meia Ponte, 2023c. Disponível em: <https://lookerstudio.google.com/u/0/reporting/cd5b0e-79-18ec-4a73-9961-ee69a7cb47f9/page/y3B3C>. Acesso em: 10 dez. 2023c.

Siga. Sistema de Informações Geográficas Ambientais do Estado de Goiás. Pivôs centrais do Estado de Goiás mapeados pela Semad (GO), utilizando método de inspeção visual em imagens Plantscope de resolução espacial de 4,7m. 2022. Disponível em: <https://siga.meioambiente.go.gov.br/catalogue/#/dataset/1112>. Acesso em: 10 dez. 2023.

SILVA, T. de J.; FORMIGA-JOHNSSON, R. M.; LIMA, Â. J. R. Uma análise da implementação da Política de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado de Goiás. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORTE E CENTRO-OESTE, 1., 2007, Cuiabá. **Anais....** Cuiabá, 2007.

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

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Recursos hídricos no século XXI**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

TUNDISI, J. G. **Recursos hídricos no Brasil:** problemas, desafios e estratégias para o futuro, Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2014.

# Cerrado

## Conscientização e preservação por intermédio da educação

IVONY ROSA DE OLIVEIRA VILELA  
DIEGO TARLEY FERREIRA NASCIMENTO

### CONTEXTUALIZAÇÃO AO TEMA

**E**é crucial compreender o Cerrado não apenas como um ambiente físico, mas também como parte essencial da nossa identidade, uma vez que é justamente o senso de pertencimento que nos inspira a protegê-lo.

A preservação e a conservação do Cerrado se fazem necessárias, pois sabe-se que o modelo de desenvolvimento, abrangendo quase todo o planeta, baseado na expansão do mercado para incentivar o consumo, pode ser considerado o principal responsável por desencadear e intensificar uma série de efeitos ambientais adversos. A razão para isso é, principalmente, a origem do conceito de desenvolvimento baseado no positivismo, que historicamente distanciou o homem da natureza, ocasionando e justificando a exploração insustentável (Heilbroner, 1988; Cassetti, 2002; Batistela; Boneti, 2008).

Neste contexto, considera-se que abordar as características ambientais, a biodiversidade e o potencial sociocultural do Cerrado, associados ao processo de conversão e ao estado de degradação do

bioma, em ambiente escolar, pode promover a compreensão da importância da sua conservação e preservação

Este trabalho desempenha um papel de extrema relevância, pois ao examinar o bioma Cerrado e suas implicações para o desenvolvimento sustentável, enriquece o ensino da Geografia e oferece ferramentas para aprimorar a conscientização ambiental dos estudantes. Isso fortalece o papel dos professores na formação de cidadãos conscientes e engajados na preservação ambiental.

De acordo com Mendes, Oliveira e Moraes (2016), o Cerrado tem sido pouco abordado nos livros didáticos, evidenciando uma negligência no ensino desse tema. Os referidos autores apontam que

a base científica sistematizada pelos autores dos livros é simplificada, demasia-damente resumida, conforme evidenciado nos resultados aqui apresentados, constatando-se uma escassez de conceitos científicos pautados basicamente em duas concepções, ora como bioma, ora como domínio morfoclimático, recorrentes nos textos e reforçadas nas ilustrações e atividades. Em suma, a abordagem do Cerrado não se configura como um dos temas centrais nesses materiais pedagógico-didáticos (Mendes; Oliveira; Moraes, 2016, p. 205).

Para os mesmos autores, algumas vezes os livros didáticos apenas enfatizam as monoculturas no Cerrado, realçando sua importância como o “celeiro do Brasil”, mas deixam pouco espaço para discutir biodiversidade, dando a impressão de sua ausência. Na ocasião em que destacam a relevância da produção agrícola para a economia, os livros didáticos chegam a mencionar os impactos negativos, como erosões, compactação do solo e contaminação, abordados de forma superficial, como resultado do uso excessivo de maquinário, agrotóxicos e práticas agrícolas intensivas.

Por meio de abordagens de educação ambiental inovadoras e participativas, é plausível o engajamento dos escolares na proteção desse bioma, ressaltando a relevância de investir em conscientização para sua preservação.

Sendo assim, o ensino do Cerrado na educação básica deve conscientizar os estudantes sobre a importância desse bioma e os desafios em sua preservação. Ao aprender sobre o Cerrado, os estudantes podem

compreender sua biodiversidade, os serviços ecossistêmicos que o bioma oferece, as questões socioambientais relacionadas à sua degradação e a importância de sua conservação. Isso promove uma consciência ambiental desde cedo, capacitando os estudantes a se tornarem agentes ativos na proteção do meio ambiente e perante o desenvolvimento sustentável.

O desinteresse inicial dos estudantes pelas aulas de Geografia e o desconhecimento sobre o bioma Cerrado podem, possivelmente, estar ligados à falta de contemplação do cerrado nos livros didáticos. Esse fato reforça a importância de aprofundar os estudos sobre o Cerrado, uma vez que o conhecimento gerado pode contribuir diretamente para preencher essa lacuna educacional e despertar o interesse dos estudantes por essa questão vital.

Descrever o bioma Cerrado para que os alunos possam perceber sua importância, valorizá-lo e sentir-se pertencentes a ele é o que motivou a produção do presente texto. Desse modo, espera-se prover aos escolares um papel ativo na conservação e preservação desse bioma único.

## BIOMA CERRADO: CONHECER PARA PRESERVAR

Para início de discussão, convém explicar o conceito de bioma, usualmente atribuído ao Cerrado. Um bioma é uma extensa região geográfica com características ambientais únicas, incluindo clima, solo e flora e fauna específicos. Coutinho (2006) argumenta que essa diversidade de paisagens forma um complexo de biomas interligados, adaptados às variações do ambiente. Todavia, além dos aspectos físico-ambientais, um bioma ainda retrata povos tradicionais e a cultura inerente, que remetem às características sociais e culturais de hoje. Desse modo, Chaveiro (2020) atribui ao Cerrado uma leitura de território, sob o viés do elo econômico e social.

O Brasil é um país de dimensões continentais e detentor de considerável diversidade e heterogeneidade paisagística (Pacheco; Vasconcelos, 2012). Num esforço de contemplar todas essas heterogeneidades, Ab'Saber (2005) classificou o país em seis principais regiões macroecológicas, denominadas de domínios Amazônicos, dos Cerrados,

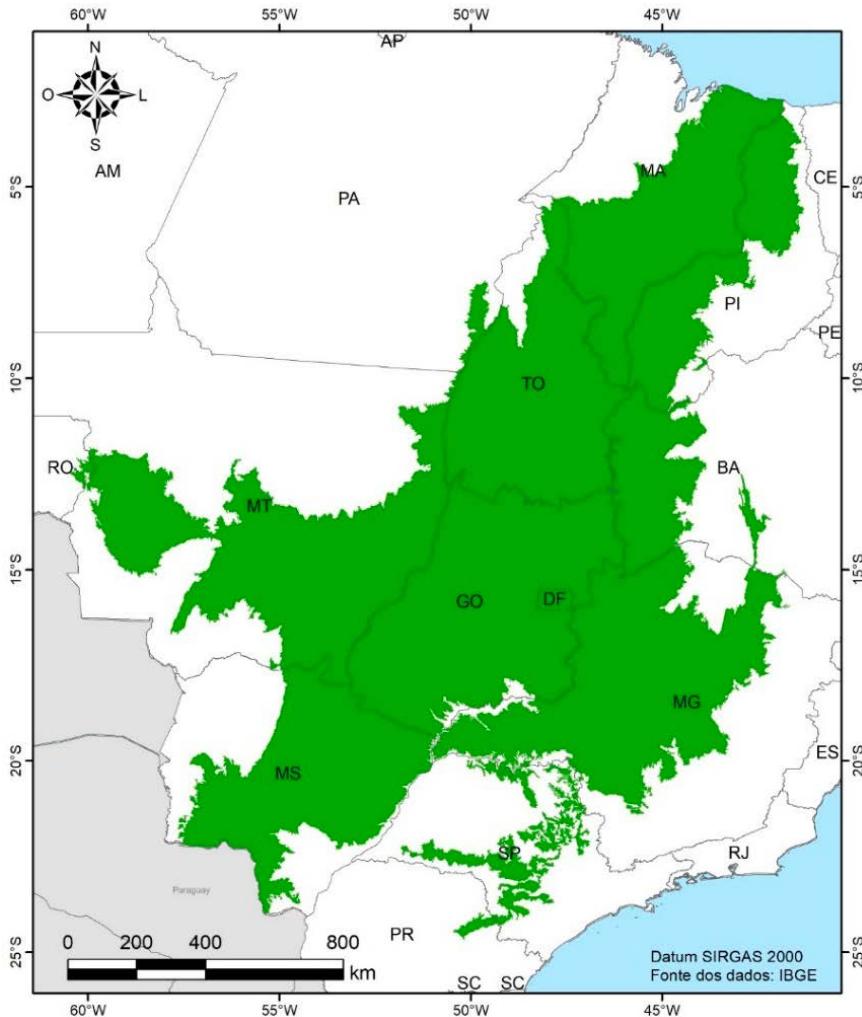
dos Mares de Morros, das Caatingas, das Araucárias e das Pradarias. Importante destacar que essa classificação foi uma tentativa de regionalizar ecossistemas presentes no território brasileiro a partir de suas respectivas características, com o objetivo de contribuir com a compreensão e destacar a importância da conservação da biodiversidade e do manejo sustentável dos recursos naturais do Brasil.

Nesse contexto, outro termo bastante associado ao Cerrado é *domínio morfoclimático*, inclusive em livros didáticos. Esse termo foi atribuído por Ab'Saber (1973) aos chapadões recobertos por cerrados e penetrados por florestas galerias, que constitui-se em um espaço físico, ecológico e biótico, de primeira ordem de grandeza, de notável sazonalidade.

Entretanto, o conceito de bioma nos é mais oportuno para retratar a interdependência dos aspectos físicos, ambientais, sociais, econômicos e culturais para a compreensão do Cerrado, e direcionar esforços de conservação, reconhecendo as características e fragilidades ambientais, a biodiversidade, o histórico de ocupação, a exploração e o potencial cultural.

Dentre os biomas, o Cerrado é o segundo maior do Brasil, ficando atrás apenas da Amazônica, abrangendo uma área aproximada de 1.983.017 km<sup>2</sup> (IBGE, 2019), o que corresponde a cerca de 23% do país. O Cerrado é predominantemente encontrado no Planalto Central, região caracterizada por altitudes elevadas e relevos planos.

O bioma compreende os estados de Goiás, Tocantins, Bahia, Ceará, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Piauí, Rondônia e São Paulo, além do Distrito Federal – Mapa 1. Todavia, o Cerrado ainda ocorre na forma de manchas em áreas disjuntas nos estados do Amapá, Amazonas, Pará, Roraima e Paraná (Ribeiro; Walter, 2008; Silva, 2016).

**Mapa 1 – Localização do Bioma Cerrado no Brasil**

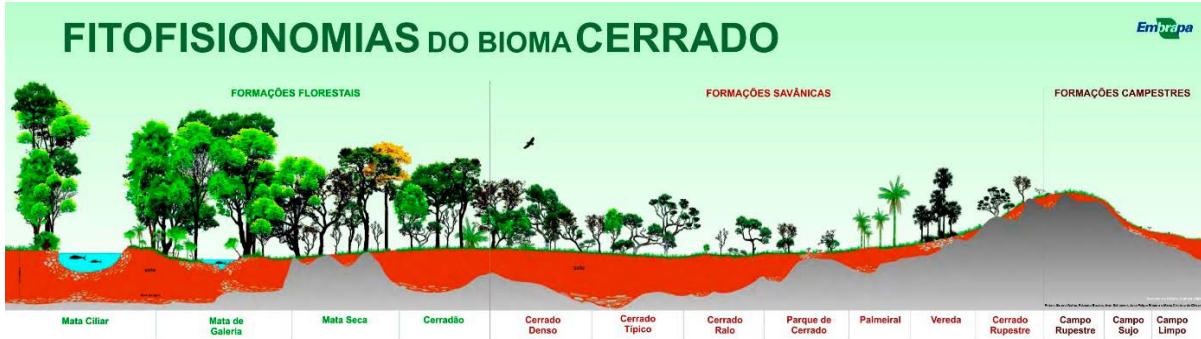
Fonte: Os autores, com base em dados do IBGE (2019).

O Cerrado possui uma rica biodiversidade de fauna e flora (Klink; Machado, 2005), a ponto de ser considerado como um dos 36 *hotspots* para conservação mundial (Mittermeier *et al.*, 2004). Além disso, apresenta uma grande diversidade de vegetação, com um mosaico de diferentes fitofisionomias de vegetação, influenciado e influenciando os distintos tipos de solos e características climáticas.

O Cerrado faz limite com todos os biomas brasileiros, exceto o Pampa. Nessas áreas de transição entre os biomas há a formação de paisagens complexas, denominadas como ecótonos, em que estão presentes características e espécies de fauna e flora de dois ou mais biomas (Silva; Assad; Evangelista, 2008).

Coutinho (2006) salienta que o bioma Cerrado é composto por três grupos de formações vegetacionais, que compreendem diferentes tipos de fitofisionomias, a saber: formação florestal (mata ciliar, mata galeria, mata seca e cerradão), savânica (cerrado denso, cerrado típico, cerrado ralo, parque de cerrado, palmeiral, vereda e cerrado rupestre) e campestre (campo rupestre, campo sujo e campo limpo) – Figura 1. Por conta disso, o Cerrado abriga uma grande diversidade de espécies de plantas e animais, muitas das quais são endêmicas (Eiten, 1979; Ribeiro; Walter, 2008; Santos, Miranda; Silva Neto, 2020).

**Figura 1 – Fitofisionomias do bioma Cerrado**



Fonte: [https://www.embrapa.br/bme\\_images/o/217040040o.jpg](https://www.embrapa.br/bme_images/o/217040040o.jpg)

A vegetação do Cerrado está adaptada às condições de deficiência hídrica, por conta de mecanismos que permitem às plantas lidar com a escassez de água, como folhas resistentes à perda de água e sistemas radiculares eficientes na busca por nutrientes e umidade no solo. Esses elementos garantem a sobrevivência das plantas no ambiente do Cerrado, onde a água é limitada e os solos podem apresentar características específicas. Além disso, a vegetação do Cerrado é também

adaptada e dependente da ocorrência do fogo e dos fatores edáficos, isto é, relacionados ao solo (Coutinho, 2006; Pivello *et al.*, 2021).

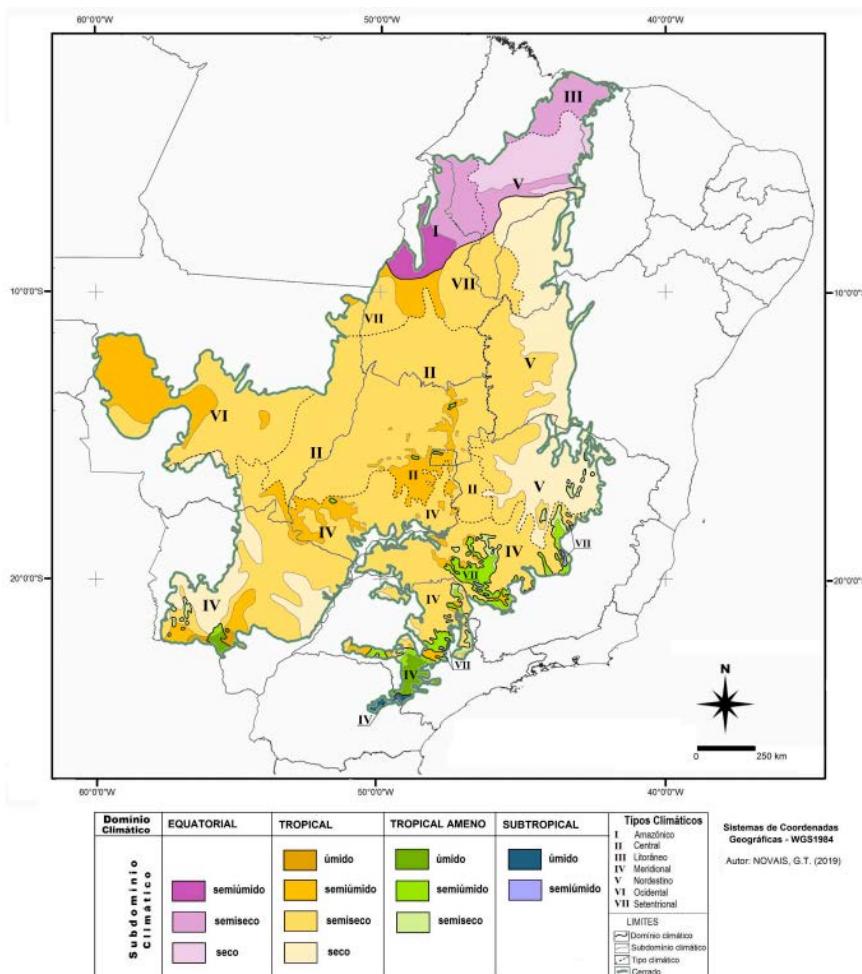
Por conta da extensão do bioma, o clima do Cerrado é bastante diverso, influenciado pela complexa interação entre distintos fatores, especialmente devido à variação latitudinal, amplitude topográfica, posição interiorana e atuação das massas de ar (Nascimento; Novais, 2020). Esses aspectos condicionam variações espaciais e temporais nos parâmetros climáticos (temperatura, precipitação, umidade, vento etc.), que, por sua vez, caracterizam as diferentes tipologias climáticas ao Cerrado, com domínios equatoriais, tropicais e subtropicais e subdomínios que variam desde a condição de úmido, perpassando por semiúmido e semiseco e alcançando a categoria de seco (Novais, 2019), conforme Mapa 2.

A principal característica do clima do bioma Cerrado é demonstrar, ao longo do ano, uma marcante sazonalidade climática, alternando entre uma estação úmida e outra seca. A primavera e o verão correspondem ao período mais quente e chuvoso, devido à influência da massa equatorial continental (mEc) e à Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Por sua vez, o outono e o inverno demarcam o período seco, em que se observa também uma redução das temperaturas, devido à maior atuação da massa tropical atlântica (mTa) e incursões da massa polar (mP), conforme explicado por Nascimento e Novais (2020).

O clima exerce forte influência na composição, estrutura e nas características do Cerrado, especialmente no que diz respeito à disponibilidade de recursos hídricos.

[...] Quanto maior a proximidade com a Amazônia, maior é a ocorrência de chuva. Já nos limites com a Região do Semi-Árido, o volume total precipitado anualmente diminui [...], sendo assim, a Região do Cerrado não pode ser considerada homogênea em termos hidrológicos. Na prática, isso significa a impossibilidade de uso de índices hidrológicos médios para toda a região, em virtude de sua grande extensão (Lima; Silva, 2008, p. 92).

### Mapa 2– Unidades climáticas do Cerrado



Fonte: Novais (2019).

Diante disso, vale mencionar que o Cerrado é considerado uma “caixa de água” (Morais, 2012), devido à sua habilidade de armazenar e liberar água gradualmente, regulando os fluxos hídricos e prevendo enchentes. Ao mesmo tempo, é também denominado como o “berço das águas” (Lima, 2011), por abrigar nascentes que originam rios vitais, como o São Francisco e o Paraná, desempenhando um papel fundamental no contexto dos recursos hídricos no país. Todavia,

há uma relação dialética entre a disponibilidade e a utilização de seus recursos (sejam os hídricos ou em relação a todos), como exposto na seguinte passagem:

Muito se tem falado sobre a importância do Cerrado para o desenvolvimento do agronegócio brasileiro e sobre a sua condição de maior fronteira agrícola mundial; entretanto, são poucas as oportunidades em que são considerados os aspectos ambientais e os impactos que esse desenvolvimento pode gerar. Os benefícios advindos da ocupação agrícola do Cerrado são evidentes e incontestáveis, mas, para que eles se façam sob bases sustentáveis, gerando o máximo de benefícios com o mínimo de impactos, há que se atentar para informações que são fundamentais, porém pouco conhecidas (Lima; Silva, 2008, p. 91).

O Cerrado, contemplado por uma variedade de ecossistemas e grande biodiversidade, sofre com a exploração insustentável, com destaque para a histórica ocupação e a recente expansão do agronegócio sob as áreas de vegetação natural. Segundo Barbosa e Schmitz (2008), os registros arqueológicos apontam que a ocupação do Cerrado teve início por comunidades de caçadores e coletores indígenas. Os autores destacam que, por milênios, diferentes grupos étnicos estabeleceram-se nas vastas extensões do Cerrado, adaptando-se às fragilidades e potencialidades do ambiente e desenvolvendo estratégias eficientes de subsistência. Esses povos nativos, por meio de seus conhecimentos tradicionais e práticas sustentáveis, mantiveram uma relação harmoniosa com o ambiente, fazendo uso dos recursos naturais de maneira sustentável.

Conforme argumentam Barbosa e Martins de Araújo (2020), os processos culturais que transcorreram no ambiente do Cerrado no período pré-histórico moldaram uma organização social e espacial única. Tais populações, através de técnicas de caça, coleta e observação da natureza, mantiveram esse modelo sustentável de exploração e sobrevivência na natureza, que influenciaram a formação das comunidades indígenas pretéritas e atuais.

Desse modo, Barbosa e Schmitz (2008) atribuem ao Cerrado o conceito de Sistema Biogeográfico, tendo em vista que suas características, potencialidades e fragilidades foram fundamentais para a

formação e subsistência das populações locais. Os autores explicam melhor esse entendimento a partir da seguinte passagem:

O Sistema Biogeográfico do Cerrado fornece recursos vegetais, como fibras, lenha, folhas ásperas, utilizadas para acertar superfícies, e palha de palmeiras para cobertura de abrigos. O mais importante é que, de todos os sistemas biogeográficos da América do Sul, esse é o que fornece maior variedade de frutos comestíveis. E embora a maturação da sua maior parte esteja relacionada à época da estação chuvosa, sua variedade possibilita a distribuição regular de suas espécies durante todo o ano (Barbosa; Schmitz, 2008, p. 51).

Nas primeiras décadas do século XVIII, a região do Cerrado passou por intensas mudanças devido à colonização, primeiramente em busca de minerais e mão de obra indígena escravizada, que repercutiram, posteriormente, na formação dos primeiros centros de povoamento. Após o declínio da mineração, a população local dependeu da criação de gado e cultivo de alimentos, que eram atividades secundárias, e passou a corresponder à principal fonte de alimento e produção econômica (Silva, 2013; Barbosa; Martins de Araújo, 2020).

Na década de 1930, a Marcha para o Oeste, promovida pelo Governo Vargas, buscou integrar o país ocupando o Planalto Central e a Região da Amazônia, impulsionando a produção agropecuária e absorvendo a população excedente de outras regiões (Fernandes, 2006; Silva, 2013). A construção de infraestrutura viária (ferrovias e rodovias) para escoamento da produção e a construção de uma nova capital federal no coração do Cerrado promoveu um intenso processo de ocupação.

Souza, Martins e Druciak (2020) ressaltam que, na segunda metade do século XX, o Cerrado, historicamente associado à pecuária extensiva, passou por uma transformação notável, com notável crescimento da agricultura. Isso por conta dos incentivos governamentais que estimularam a vinda de produtores de outras regiões do país. Como resultado, a agricultura e a pecuária se tornaram os principais agentes da dinâmica da paisagem natural do Cerrado.

A expansão da fronteira agrícola, iniciada nos anos 1970, envolveu a adoção de tecnologias avançadas e investimentos para aumentar a produtividade rural no Cerrado, representando uma fase crucial no processo de crescimento capitalista no Brasil (Fernandes, 2006; Prado; Miziara;

Ferreira, 2012). De acordo com Silva e Miziara (2011), nesse período, práticas de correções de solo, como a calagem, foram essenciais para transformar o Cerrado em uma região altamente produtiva.

Nesse processo, o Estado desempenhou papel essencial na modernização da agricultura, diante da viabilização das práticas de cultivo e disseminação de pacotes tecnológicos, que incluem insumos e maquinário agrícola, que, quando utilizados sob a orientação técnica, resultaram em aumentos significativos na produção agrícola.

Além da agropecuária, é inegável a participação da mineração na estrutura econômica do Cerrado e no processo de degradação ambiental e deflagração de uma série de problemas de saúde dos trabalhadores. Isso é apontado por Gonçalves (2020) perante o modelo de mineração brasileiro, que revela contradições e conflitos, sublinhando sua natureza predatória.

Desse modo, a expansão agrícola no Cerrado transformou uma região até então pouco explorada na principal fronteira agrícola do país. No entanto, essa expansão trouxe consigo sérios desafios ambientais, incluindo desmatamento, perda de biodiversidade, degradação do solo e uso excessivo de agrotóxicos. Dados do Mapbiomas apontam que pouco mais de metade (52,1%) da cobertura vegetal natural do Cerrado encontra-se convertida em usos antrópicos, com destaque para a pastagem, conforme demonstram Rocha *et al.* (2023).

Apesar dos alertas sobre o risco da exploração insustentável do bioma, a expansão agrícola segue em curso, destacando-se a região que engloba os estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, popularmente conhecida pelo acrônimo Matopiba e reconhecida como a última fronteira agrícola do Brasil (Araújo, Ferreira; Arantes, 2012). A expansão agrícola, principalmente no contexto das monoculturas de soja, milho e algodão, ameaça ainda mais o Cerrado, confirmando um *hotspot* de biodiversidade, devido à rápida destruição de seus habitats naturais (Klink; Machado, 2005; Souza; Martins; Druciak, 2020).

Souza, Martins e Druciak (2020) esclarecem que a conversão do Cerrado em áreas agrícolas e pastagens plantadas gera preocupações ambientais significativas, de impacto tanto local e regional quanto

global. Isso inclui o aumento das emissões de gases de efeito estufa, perda de solo devido à erosão, contaminação e superexploração de recursos hídricos, fragmentação de *habitats* e perda de biodiversidade, dentre outros problemas.

Nesse contexto, o debate em torno do Novo Código Florestal de 2012 evidencia desafios na gestão ambiental, incluindo a falta de fiscalização e a influência política do setor agropecuário. Recomenda-se como ações a implementação de leis ambientais mais rigorosas, a adoção de práticas sustentáveis e o apoio à agricultura familiar, todos necessitando de conscientização pública e engajamento para políticas responsáveis.

Nesse sentido, as áreas protegidas desempenham um papel crucial na preservação da biodiversidade do Cerrado, especialmente no contexto do processo contínuo de fragmentação que o bioma enfrenta. Todavia, no entorno próximo dessas áreas evidencia-se uma grande incidência de queimadas, para substituição da cobertura vegetal natural para usos e atividades antrópicas, conforme demonstrado por Rocha e Nascimento (2022).

Nesse cenário, é oportuna a abordagem de Chaveiro (2020) sobre o Cerrado enquanto um território, ao levar em consideração a estreita interligação dos elementos desse bioma com as estratégias de exploração e as esferas econômica, política e cultural. A água, a terra, a topografia, os minerais e a vegetação são constantemente alvos de contendas, associados a diversos usos e interesses, como também apontam Chaveiro e Barreira (2010). Isso culmina em conflitos e tensões que afetam comunidades rurais, povos indígenas, quilombolas e outros grupos que se encontram diante de empreendimentos vinculados ao agronegócio, à mineração, à indústria, os quais ocupam áreas específicas.

Chaveiro (2020) salienta que a expansão das atividades econômicas tem apresentado diversos desafios para o meio ambiente, resultando na degradação dos recursos naturais. A intensa exploração do solo e das águas, associada ao crescimento das atividades humanas, tem impactado negativamente a biodiversidade e contribuído para o desmatamento em ampla escala. Ademais, o avanço das fronteiras agrícolas e urbanas frequentemente causa o deslocamento de comunidades locais, agravando ainda mais a degradação ambiental em diferentes regiões do mundo.

Nesse contexto, torna-se imperativo buscar soluções sustentáveis para preservar a integridade dos ecossistemas e assegurar um futuro mais equilibrado para as gerações vindouras. Os impactos socioambientais evidenciam a urgência de reavaliar as práticas de desenvolvimento no Cerrado, visando alternativas mais sustentáveis e justas.

Assim, o ensino do Cerrado na educação básica tem um importante papel, o de conscientizar os estudantes sobre a importância desse bioma e os desafios em sua preservação. Ao aprender sobre o Cerrado, os estudantes podem compreender sua biodiversidade, os serviços ecossistêmicos que o bioma oferece e as questões socioambientais relacionadas à sua degradação e conservação. Isso promove uma consciência ambiental desde cedo, capacitando os estudantes a se tornarem agentes ativos na proteção do meio ambiente e perante o desenvolvimento sustentável.

Cavalcanti (2012) defende que o objetivo da educação geográfica na educação básica é justamente conscientizar de como os sujeitos e os fenômenos estão relacionados ao espaço. Desse modo, entende-se que o ensino de Geografia promove a formação de cidadãos participativos na sociedade, uma vez que possibilita a compreensão do espaço geográfico e seu impacto nas práticas sociais, permitindo que possam intervir nos aspectos do mundo real.

## **APONTAMENTOS FINAIS E DEIXAS PARA CONTINUIDADE**

Considerando a importância do Cerrado como segundo maior bioma do Brasil, detentor de imensa biodiversidade e fonte inestimável de recursos hídricos, destaca-se a necessidade de conservação e exploração sustentável. A compreensão das características distintivas do Cerrado e de sua história, desde as comunidades indígenas até a intervenção capitalista na agricultura, destaca a urgência de ação para preservar esse ambiente único. A conservação do Cerrado não apenas garante a proteção de sua biodiversidade, mas também preserva parte essencial de nossa identidade nacional.

O reconhecimento do Cerrado ultrapassa a apenas compreensão conceitual ou categoria, enquanto um bioma, domínio morfoclimático

ou sistema biogeográfico, especialmente diante de sua diversidade de ambientes, sujeitos e culturas. De mesma forma, a leitura territorial do Cerrado revela a complexa relação entre a produção de riqueza e a desigualdade social, no sentido de levar em consideração a história e a permanência de uma cultura própria, de seus povos tradicionais.

O Cerrado, vital para nossa identidade, demanda esforços urgentes de preservação e conservação. É essencial promover o ensino e a conscientização sobre sua biodiversidade e importância ambiental, integrando-o de forma significativa nos currículos educacionais. A proteção desse bioma não apenas preserva nossa herança cultural, mas também sustenta a qualidade de vida das gerações futuras.

## REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. Contribuição à geomorfologia da área dos cerrados. In: **SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO**. São Paulo: Edusp, 1971. p. 97-103. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2005.
- AB'SABER, A. N. **Geomorfologia**: A organização Natural das paisagens Inter e Subtropicais Brasileiras. Ed. USP, São Paulo: Ed. USP, 1973.
- AQUINO, F. G.; MIRANDA, G. H. B. Consequências ambientais da fragmentação de habitats no Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (ed.). **Cerrado Ecologia e Flora**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2008. v. 1, cap. 13, p. 383-395.
- ARAÚJO, F. M.; FERREIRA, L. G.; ARANTES, A. A. Distribution patterns of burned areas in the brazilian biomes: an analysis based on satellite data for the 2002-2010 period. **Remote Sensing**, Basel, v. 4, p. 1929-1946, 2012.
- BARBOSA, A.; MARTINS DE ARAÚJO, L. Pré-História do Cerrado. **Élisée – Revista de Geografia da UEG**, v. 9, n. 2, p. e922007, 1 set. 2020.
- BARBOSA, A. S.; SCHMITZ, P. I. Ocupação indígena do Cerrado: esboço de uma história. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: ecologia e flora**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2008. v. 1, cap. 2, p. 47-67.
- BATISTELA, A. C.; BONETI, L. W. A relação homem/natureza no pensamento moderno. CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO-EDUCERE. Vol. 8. 2008.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Base Nacional Comum Curricular**: educação é a base. Brasília: 2017.

- CASSETI, V. A revolução pós-funcionalista e as concepções atuais da geografia. In: MENDONÇA, F.; KOZEL, S. **Epistemologia da geografia contemporânea**. UFPR, p. 145-164, 2002.
- CAVALCANTI, L. de S. **O ensino de Geografia na escola**. Campinas, SP: Papirus, 2012.
- CHAVEIRO, E. F.; BARREIRA, C. C. M. A. Cartografia de um pensamento de Cerrado. In: PELÁ, M.; CASTILHO, D. **Cerrados perspectivas e olhares**. Goiânia: Vieira, 2010, 182 p., p.15-34.
- CHAVEIRO, E. F.; BARREIRA, C. C. M. A. O Cerrado em disputa: sentidos culturais e práticas sociais contemporâneas. In: ALMEIDA, M. G.; CHAVEIRO, E. F.; BRAGA, H. C. (org.). **Geografia e cultura: os lugares da vida e a vida dos lugares**. Goiânia: Vieira, 2008, p. 75-97, 313 p.
- CHAVEIRO, E. Por uma leitura territorial do Cerrado: o elo perverso entre produção de riqueza e desigualdade social. **Élisée – Revista de Geografia da UEG**, v. 9, n. 2, p. e922008, 1 set. 2020.
- COUTINHO, Leopoldo Magno. O conceito de bioma. **Acta Botanica Brasílica**, v. 20, p. 13-23, 2006.
- FERNANDES, A. D. Algumas considerações acerca da expansão da fronteira agrícola no Cerrado brasileiro. **Universidade Federal de Goiás**, v. 11, 2006.
- GONÇALVES, R. Mineração e fratura territorial do Cerrado em Goiás. **Élisée – Revista de Geografia da UEG**, v. 9, n. 2, p. e922018, 7 set. 2020.
- HEILBRONER, R. L. **A natureza e a lógica do capitalismo**. São Paulo: Ática, 1988.
- IBGE. **Biomas e sistema costeiro-marinho do Brasil**: compatível com a escala 1:250 000. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101676.pdf>.
- KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 147-155, jul. 2005.
- LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. M. Recursos hídricos do Bioma Cerrado: importância e situação. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S.; RIBEIRO, J. F. (ed.). **Cerrado: ecologia e flora**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2008. v. 1, cap. 4, p. 89-105.
- LIMA, J. E. F. W. Situação e perspectivas sobre as águas do Cerrado. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 63, n. 3, p. 27-29, jul. 2011.
- MENDES, S. O.; OLIVEIRA, I. J.; MORAIS, E. M. B. Abordagens do Cerrado em livros didáticos de Geografia. **Revista Brasileira de Educação em Geografia**, v. 6, n. 12, p. 179-208, 2016.

MITTERMEIER, R. A.; GIL, P. R.; HOFFMANN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, T.; MITTERMEIER, C. G.; LAMOREUX, J.; FONSECA, G. A. B. **Hotspots revisited**: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. México City: Cemex, 2004.

MORAIS, F. D. Infiltração: uma variável geomorfológica. **Caderno de Geografia**, Minas Gerais, v. 22, n. 38, p. 73-87, 2012.

NASCIMENTO, D. T. F.; NEVES, G. Z. F. Dinâmica atmosférica na área Core do Bioma Cerrado. In: NASCIMENTO, Diego Tarley Ferreira; MARTINS, A. P.; LOPES, G. C. Luiz; LOPES, R. M.(org.). **Climatologia do Cerrado**: variabilidades, suscetibilidades e mudanças climáticas no contexto do Cerrado brasileiro. 1. ed. Goiânia (GO): C&A Alfa Comunicação, 2021. v. 1, cap. 02, p. 51-72.

NASCIMENTO, D. T. F.; NOVAIS, G. T. Clima do Cerrado: dinâmica atmosférica e características, variabilidades e tipologias climáticas. **Élisée – Revista De Geografia Da UEG**, v. 9, n. 2, e922021, 2020.

NOVAIS, G. T. **Classificação climática aplicada ao Bioma Cerrado**. 2019. Tese (Doutorado em Geografia)-Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

NOVAIS, G. T.; FARIA, S. E. M. Caracterização climática do cerrado. In: NASCIMENTO, D. T. F.; MARTINS, A. P.; LUIZ, G. C.; LOPES, R. M. et al. (org.). **Climatologia do Cerrado**: variabilidades, suscetibilidades e mudanças climáticas no contexto do Cerrado brasileiro. 1. ed. Goiania (GO): C&A Alfa Comunicação, 2021. v. 1, cap. 1, p. 11-50.

PACHECO, R.; VASCONCELOS, H. L. Habitat diversity enhances ant diversity in a naturally heterogeneous Brazilian landscape. **Biodivers Conserv**, v. 21, p. 797-809, 2012.

PIVELLO, V. R.; VIEIRA, I.; CHRISTIANINI, A. V.; RIBEIRO, D. B.; MENEZES, L. da S.; BERLINK, C. N.; MELO, F. P. L.; MARENKO, J. A.; TORNQUIST, C. G.; TOMAS, W. M.; OVERBECK, G. E. Understanding Brazil's catastrophic fires: causes, consequences and policy needed to prevent future tragedies. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 19, p. 233-255, 2021.

PRADO, L. A.; MIZIARA, F.; FERREIRA, M. E. Expansão da fronteira agrícola e mudanças no uso do solo na região sul de Goiás: ação antrópica e características naturais do espaço. **Boletim goiano de Geografia**, v. 32, n. 1, p. 151-165, 2012.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As Principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (ed.). **Cerrado Ecologia e Flora**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2008. v. 1, cap. 6, p. 151-199.

ROCHA, M. I. S.; NASCIMENTO, D. T. F.; SILVA, I. S.; TAVARES, K. S. R. Caracterização ambiental e dinâmica de uso e ocupação do Cerrado. In:

SOUZA, J. C.; MARTINS, P. T. A. (org.). **Análises ambientais do Cerrado**. Anápolis, Editora da UFG: 2023.

ROCHA, M. I. S.; NASCIMENTO, D. T. F. Ocorrência de queimadas em áreas legalmente protegidas do bioma Cerrado (1999/2018). **Ateliê Geográfico**, Goiânia, v. 16, n. 2, p. 122-145, 2022.

SANTOS, L. A. C.; MIRANDA, S. C.; SILVA NETO, C. de M. Fitofisionomias do Cerrado: definições e tendências. **Élisée-Revista de Geografia da UEG**, v. 9, p. e922022, 2020.

SILVA, A. A.; MIZIARA, F. Avanço do setor sucroalcooleiro e expansão da fronteira agrícola em Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, p. 399-407, 2011.

SILVA, E. B. da. **A dinâmica socioespacial e as mudanças na cobertura e uso da terra no bioma cerrado**. 2013. 148 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

SILVA, F. A. M.; ASSAD, E. D.; EVANGELISTA, B. A. Caracterização climática do Bioma Cerrado *In:* SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (ed.). **Cerrado: ecologia e flora**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2008. v. 1, cap. 3, p. 69-87.

SILVA, G. F. N. **Reconfiguração da paisagem nas savanas da Amazônia: o processo de ocupação do “lavrado” no município de Boa Vista, Roraima**. 2016. 142 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

SOUZA, J.; MARTINS, P.; DRUCIAKI, V. Uso e cobertura do solo no Cerrado: panorama do período de 1985 a 2018. **Élisée – Revista de Geografia da UEG**, v. 9, n. 2, p. e922020, 8 set. 2020.

# Possibilidades pedagógicas do uso do Atlas Escolar Municipal de Nerópolis no estudo do espaço local

MARCOS CÉSAR LOPES  
DIEGO TARLEY FERREIRA NASCIMENTO

**O**Atlas Escolar Municipal se apresenta como uma proposta de representar não apenas uma coletânea de mapas prontos e acabados, mas também uma organização sistemática de dados, informações e representações cartográficas e outras gráficas (tabulares e gráficos), para atender a uma finalidade intelectual específica: prover o ensino e a aprendizagem do espaço local (Martinelli, 2018).

Nesse mesmo sentido, convém mencionar que os Atlas Escolares Municipais constituem uma importante ferramenta que possibilita a compreensão do conteúdo de maneira mais clara, objetiva e dinâmica, voltando-se, especificamente, ao espaço local do estudante.

Ademais, uma característica primordial do referido material é a propriedade de aprendizagem em contexto, isto é, a partir de uma situação geográfica para organização e interpretação da realidade socioespacial (Azambuja, 2020), estabelecendo que o estudante crie uma vivência em torno de sua aprendizagem, “permitindo um conhecimento que se constrói de forma prazerosa e de forma efetiva” (Almeida, 2003, p. 150).

Desse modo, o Atlas Escolar Municipal de Nerópolis se apresenta no contexto de vários outros Atlas Escolares Municipais, desenvolvidos

para diferentes localidades (Bueno, 2005), como um importante recurso para prover o ensino e a aprendizagem a respeito do espaço local. O intuito do presente texto é justamente demonstrar o escopo, o potencial e as possibilidades pedagógicas do uso desse material, numa perspectiva geográfica e associada ao ambiente do bioma Cerrado.

Tal contextualização é derivada de uma pesquisa de mestrado em desenvolvimento junto ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Goiás, intitulada “Atlas escolar municipal de Nerópolis (GO): um material didático para o estudo do espaço local no processo de ensino-aprendizagem em geografia”, em que se encaminha a construção e a orientação de uso pedagógico do Atlas Escolar Municipal de Nerópolis.

## O ATLAS ESCOLAR MUNICIPAL DE NERÓPOLIS E SUA PERSPECTIVA PEDAGÓGICA

Compreende-se o Atlas Escolar Municipal de Nerópolis como um material didático para o estudo do espaço local, capaz de contribuir com as práticas pedagógicas, tanto pelo uso do professor como pelo material de apoio aos estudantes enquanto recurso. Por essa razão, o Atlas Escolar Municipal, como qualquer outro recurso didático, precisa respeitar a faixa etária e o desenvolvimento cognitivo do estudante e, assim, apresentar um conteúdo diversificado e adaptado, que possa ser aproveitado nos diferentes anos do Ensino Fundamental.

Logo, cada prancha do Atlas se organiza a partir do tripé contextualização, problematização e representação, e geralmente inclui ao menos uma representação cartográfica. Todavia, as pranchas abrangem ainda outros tipos de representações, como fotografias, gráficos e tabelas. Nessa perspectiva, o principal elemento de um atlas, os mapas, caminha com a finalidade de conduzir para a localização e situação geográfica, no sentido de demonstrar a distribuição, espacialidade, extensão de objetos, elementos e fenômenos. Por exemplo, na prancha temática que retrata a variação da altitude do relevo, o mapa temático (Mapa 1) permite reconhecer a variação altimétrica, para que os estudantes possam identificar a localização dos locais mais elevados do

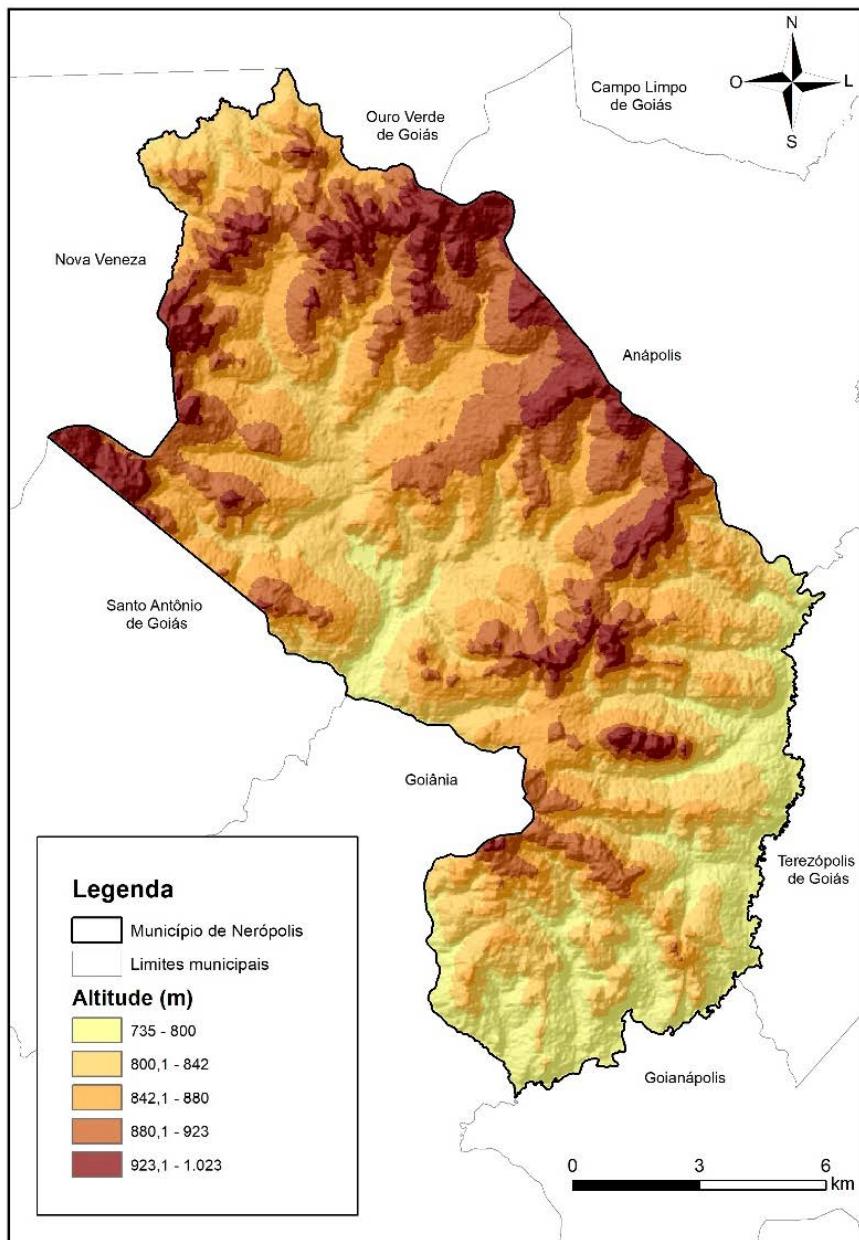
município, relacioná-los a outros aspectos naturais e associá-los às formas de ocupação e exploração do solo nesses locais.

Desda maneira, o Atlas Escolar Municipal é composto por mapas temáticos atualizados com uma linguagem de fácil compreensão, que se propõem a nortear o professor e o estudante no processo de ensino e aprendizagem sobre o espaço local do sujeito. Assim, o mapa temático representa, de forma mais prática e visual, informações geográficas específicas sobre determinado tema, podendo ser referente a um ou mais fenômenos físicos, políticos ou sociais de uma região ou, até mesmo, de todo o globo. Não obstante, ele pode transmitir conhecimento a partir de seu conteúdo, a fim de criar um meio de comunicação mais amplo e claro.

Logo no final de cada temática é apresentada uma série de recursos pedagógicos e materiais complementares para melhor desenvolver o conteúdo, como o uso de mapas mudos, mapas colaborativos, recursos de realidade aumentada etc. Também são sugeridas atividades pedagógicas baseadas em metodologias ativas, de modo que o professor possa (re)pensar e (re)construir o planejamento da aula, tornando o processo de aprendizagem mais significativo e atrativo.

Segundo Romig e Pitano (2020), o Atlas Escolar Municipal é de suma importância enquanto material didático para o ensino de Geografia, especialmente na realidade dos professores da educação básica, que não dispõem de um material específico sobre a realidade local. Nesse sentido, por meio do Atlas, espera-se que os estudantes e os professores possam aprender, refletir e conhecer mais sobre os principais aspectos e características que estão relacionados com o seu lugar de vivência, sobre o seu espaço vivido.

Mais que apenas representações e sugestões didáticas, cada prancha possui ainda texto-base, que contextualiza, problematiza, apresenta conceitos e descreve um tema específico do município, com exemplos que partem da perspectiva da situação geográfica (trazendo fatos do seu cotidiano e de sua localidade de vivência).

**Mapa 1 – Mapa de altitude de Nerópolis**

Fonte: Próprio autor.

Tendo como fundamento a proposta inicial de Le Sann (1995) para os Atlas Escolares Municipais, entende-se que esse material possibilita uma interatividade e cooperação entre professor e estudante em sala de aula. Desse modo, em algumas pranchas temáticas, os estudantes têm que ser conduzidos pelo professor no sentido de, primeiramente, se pautarem em conhecimentos prévios, do seu cotidiano, para a contextualização e problematização do que será abordado.

Desse modo, para os estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental, o Atlas Escolar Municipal tem a probabilidade de ser um material a ser utilizado, principalmente pelo professor, para leitura, compreensão, contextualização e problematização do tema, assim como fonte para os mapas, gráficos e tabelas, e, sobretudo, para o encaminhamento das atividades didáticas sugeridas.

A partir do desenvolvimento da habilidade de leitura e compreensão de textos, os estudantes têm o contato direto com o Atlas, para leitura e visualização das representações cartográficas, gráficas e tabulares. Todavia, mesmo nesse caso, a mediação pelo professor é fundamental. Isso porque se recomenda que a leitura inicie com níveis de compreensão mais embrionários, até alcançar níveis mais intrincados. Assim a leitura deve ser mediada pelo professor para o entendimento geral do tema, seguindo-se a visualização e compreensão das distintas representações (mapas, gráficos e fotografias), para que, por fim, se alcance a síntese, num nível mais complexo de compreensão.

Em outras ocasiões (pranchas), os estudantes são levados a complementarem as pranchas temáticas, com dados e informações pessoais de seus familiares, de sua residência, bairro e município, de modo a evidenciarem o conhecimento que possuem do seu espaço local, ou de maneira a serem levados a refletir e pesquisar a respeito dele. É um exemplo a ser apontado na prancha temática Minha Moradia, em que o estudante é solicitado a completar com informações do seu local de moradia, e também é questionado sobre o local de nascimento de seus familiares. Desse modo, trata-se de questões como migrações e diferentes aspectos culturais a serem abordados.

Inclusive, na prancha temática que retrata os bairros do município, pode-se solicitar aos estudantes que confeccionem um mapa do

bairro no qual residem, para que possam incorporar elementos do espaço, sentindo-se orientados a empregar uma simbologia com formas e cores.

Ainda, na direção de fornecer sugestões e orientações metodológicas para o professor, como uma proposta para uma atividade complementar, a partir de um problema específico, os estudantes são conduzidos em algumas pranchas temáticas para procederem com uma investigação sobre um fenômeno ou aspecto geográfico. Além disso, o professor pode direcionar os estudantes a visitarem um local anteriormente selecionado e definido, para que possam presenciar e vivenciar aquele conteúdo tratado de forma teórica.

A partir da observação dos elementos que estão a sua volta, o estudante começa a extrair informações para sua reflexão e posterior construção de conceitos e noções para o estudo do espaço geográfico. Portanto, o Atlas Escolar municipal contribui com esse processo, pois retrata a realidade municipal, que é o espaço vivido pelo estudante. Segundo esse pensamento, Castellar (2020) esclarece que, ao ensinar Geografia, deve-se dar prioridade à construção dos conceitos pela ação do estudante e tomar como referência as suas observações do lugar de vivência, para que se formalizem conceitos geográficos por meio da linguagem cartográfica.

Mais uma vez, reforça-se a compreensão de que o Atlas Escolar Municipal é fundamental para o estudo do espaço local, porém é preciso que tenha uma linguagem adequada e própria para a faixa etária a qual se trabalha. Desse modo, é necessário que o professor esteja apoiado em orientações que lhe norteiem para um trabalho em sala de aula que propicie ao estudante a compreensão dos fundamentos da representação cartográfica, para então proceder com a utilização dessas orientações para compreensão do espaço. O êxito no uso do atlas está diretamente ligado ao ensino do mapa e, apenas posteriormente, pelo mapa.

A partir da leitura dos mapas, tabelas, gráficos e textos é possível construir uma compreensão sólida do conteúdo estudado, na escala local, vinculado ao espaço de vivência do escolar. Assim, o Atlas Escolar Municipal de Nerópolis é proposto para que estudantes e professores possam desenvolver, em suas práticas e relacionamentos, o conhecimento

local. Espera-se que os escolares sejam protagonistas e encontrem sentido em sua aprendizagem, tornando-se cidadãos conscientes, críticos e participativos, que consigam, a partir do olhar geográfico, identificar e almejar melhores condições de vida e promovam alternativas para um melhor convívio social e um mundo mais sustentável.

Em sua essência, em virtude das possibilidades de leitura e interpretação das informações contidas no Atlas, nesse processo, é esperado que os estudantes já estejam minimamente alfabetizados cartograficamente; ademais, se o professor, durante o trabalho com o Atlas, perceber que ainda não foi iniciada anteriormente a alfabetização cartográfica em seus estudantes, como o material é de fácil compreensão, supõe-se que não haverá maiores dificuldades em seu exercício.

Para que a proposta do Atlas Escolar Municipal de Nerópolis seja efetivamente alcançada, acredita-se que seja preciso integrar o raciocínio geográfico ao pensamento espacial, colaborando para a construção do processo de compreensão do espaço local do estudante.

Com o Atlas Escolar Municipal de Nerópolis o professor terá melhores condições de trabalhar o ensino de Geografia, pois o estudante terá a possibilidade de aprender de forma ativa, construindo seus conceitos. Dessa forma, por meio do Atlas possibilitará novos conhecimentos, como escala, coordenadas, medição de distâncias, localização de diferentes pontos no município, entre outros assuntos de interesse geral. A efetivação do Atlas Geográfico Escolar Municipal Nerópolis, na aprendizagem, está vinculada a vários aspectos, pois esse é um instrumento que irá ajudar o professor a orientar o estudante, de forma didática e dinâmica, mostrando o espaço do município, o local de vivência.

Desse modo, é também essencial desenvolver as noções de espaço e o próprio raciocínio geográfico, entendido como um processo cognitivo que possibilita ao estudante ter um papel ativo na construção de conceitos (espaço, território, paisagem) e no uso de princípios lógicos (localização, delimitação, escala, arranjo, delimitação, rede, conexão, arranjo).

O raciocínio geográfico, uma maneira de exercitar o pensamento espacial, aplica determinados princípios para compreender aspectos fundamentais da realidade: a localização e a distribuição dos fatos e

fenômenos na superfície terrestre, o ordenamento territorial, as conexões existentes entre componentes físico-naturais e as ações antrópicas.

Assim, o raciocínio geográfico possui papel importante no processo de ensino-aprendizagem dos conhecimentos geográficos escolares, afinal, serve como pressuposto para a afirmação de uma cultura, de um modo de pensar e de formas de agir e refletir no e com o espaço geográfico, modo esse específico da ciência geográfica. O seu reconhecimento também contribui para o ensino das representações espaciais como forma de expressão e comunicação dos diversos saberes e conhecimentos produzidos a partir do trabalho do professor em sala de aula.

Conforme salienta Cavalcanti (2002), o desenvolvimento do raciocínio geográfico é também um processo que implica movimentos intelectuais e cognitivos, sendo papel do professor provocar situações, desencadear processos e utilizar mecanismos intelectuais requeridos pela aprendizagem. Entende-se que a atribuição de significados e a compreensão dos diversos assuntos abordados serão feitos a partir de referenciais muitas vezes fornecidos por esse profissional. Tal responsabilidade, segundo a autora, confere um desafio ao professor de refletir sobre seus objetivos de ensinar, para assim dar uma boa aula. Consequentemente, utilizar adequadamente os recursos didáticos na produção de conhecimento é de vital importância.

Nesse sentido, destaca-se a importância do pensamento espacial para se atingir uma forma de raciocinar geograficamente os eventos e fenômenos de forma completa e analítica, para além do fato de estar presente nos documentos curriculares, a exemplo da BNCC. A maior relevância do pensamento espacial é compreender a sua essência enquanto um modo de olhar, analisar e viver o espaço.

A Geografia no Ensino Fundamental, segundo a BNCC, tanto nos anos iniciais como nos finais, precisa desenvolver a valorização das experiências do estudante com o seu espaço cotidiano de vivência, por meio da leitura de mundo com o auxílio de fotos, desenhos, mapas, maquetes, entre outros recursos. De mesmo modo, os estudantes ampliam seus conhecimentos prévios e observações adquiridas sobre os usos dos espaços em suas diversas dimensões geográficas. Nesse contexto, o Atlas Escolar Municipal é um recurso didático que tem um

potencial de ampliar o processo de ensino-aprendizagem acerca do espaço local do escolar.

Assim, o Atlas Escolar Municipal de Nerópolis se apresenta como uma forma bastante oportuna para que os estudantes desenvolvam o raciocínio geográfico e o pensamento espacial, contextualizado ao seu espaço local de vivência, e sob o intermédio de situações geográficas.

Para tanto, o Atlas Escolar Municipal de Nerópolis deve dispor de uma linguagem compreensível para o estudante, apresentando em seu interior representações cartográficas que abram portas para uma discussão crítica ao enfocar as questões locais, de seu convívio e vivência – a partir de situações geográficas. O Atlas Escolar Municipal de Nerópolis visa possibilitar ao estudante conhecer melhor sua região, já que a partir do conhecimento das características físicas, sociais e humanas, ele entende as transformações causadas pela ação humana, assim como os fenômenos naturais sobre o meio.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A utilização de Atlas Escolar torna vital a aprendizagem de geografia, pois ele é capaz de subsidiar a discussão de vários temas além das categorias geográficas. Os mapas temáticos são capazes de vincular o espaço vivido dos estudantes e apresentar novos aspectos antes desconhecidos. Sua utilização deve ser iniciada nas séries iniciais do ensino fundamental, o que culminará em leituras e interpretações mais claras nos anos finais do ensino fundamental.

O Atlas pode ser trabalhado em sala de aula pelo professor, estimulando o pensamento crítico dos estudantes acerca das realidades que os cercam. O conjunto de representação espacial desenvolvido pelo Atlas possibilita identificar e analisar os mais variados fenômenos. As noções básicas de Geografia e Cartografia constituem-se num alto potencial formador do raciocínio lógico do indivíduo, porque aprender geografia não significa, simplesmente, memorizar nomes, mas perceber, entender e apropriar-se do mundo em que se está inserido. Conhecer a geografia de onde se vive é fundamental para o desenvolvimento de um povo.

Nesse sentido, é preciso que a geografia de Nerópolis seja ensinada de modo simples, claro e atrativo para todos os estudantes. Nerópolis não dispõe de um acervo sistematizado de dados e informações relativas ao processo geográfico e histórico de sua ocupação, formação e desenvolvimento. A falta de informações mais sistematizadas acaba prejudicando o processo de ensino-aprendizagem, comprometendo o ensino da geografia local.

Diante da análise realizada e buscando responder aos objetivos da pesquisa, notou-se no decorrer deste estudo que o Atlas Escolar Municipal de Nerópolis veio a preencher uma lacuna existente, pois apresenta-se como uma excelente ferramenta didática para aprendizagem de geografia local, trazendo material bibliográfico sistematizado com um banco de dados atualizado e especializado, que o torna uma ferramenta à disposição do processo de ensino e aprendizagem, visto que se utiliza de material atrativo.

O Atlas Escolar Municipal de Nerópolis pode ser utilizado tanto na rede municipal quanto na rede estadual de ensino na disciplina de geografia e em áreas afins, pois caracteriza o município nos aspectos físicos, econômicos, políticos e sociais. Oferece ao professor a oportunidade de partir de conceitos que o estudante conhece, ampliar a compreensão do espaço, obtendo informações atuais do local.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, L. M. B. O exercício da imaginação geográfica e a cartografia escolar: práticas educativas com mapas através de atlas escolares municipais. *Revista Geografafres*, n. 12, p. 258-288, 2017.

ALMEIDA, R. D. **Atlas municipais elaborados por professores:** a experiência conjunta de Limeira, Rio Claro e Ipeúna. Cad. Cedes, Campinas, v. 23, n. 60, p. 149-168, 2003.

AZAMBUJA, L.D. de. O problema-tema e a situação geográfica propostos na BNCC e o ensino-aprendizagem da Geografia. *Signos Geográficos. Boletim NEPEG de Ensino de Geografia*, v. 2, p. 1-21-21-21, 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular – Ensino Fundamental**. Brasília, 2018.

BUENO, M. A. **O estudo do lugar e a fundamentação geográfica dos atlas escolares municipais no Brasil.** Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina – 20 a 26 de março – Universidade de São Paulo, 2005.

CAVALCANTI, L. S. **Geografia e práticas de ensino.** Goiânia: Alternativa, 2002.

CASTELLAR, S. M. V. O papel do pensamento espacial na construção do raciocínio geográfico. **Revista Brasileira de Educação em Geografia**, v. 10, n. 19, p. 294-322, 2020.

LE SANN, J. G. **Elaborando um atlas municipal.** Presença Pedagógica, Belo Horizonte, v. 3, maio/junho, p. 47-55, 1995.

MARTINELLI, M. **Um atlas geográfico escolar para o ensino-aprendizagem da realidade natural e social.** Portal da Cartografia, Londrina, v. 1, n. 1, p. 21-34, 2018.

MARTINELLI, M.; GRAÇA, A. J. S. Cartografia temática: uma breve história repleta de inovações. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 67, n. 4, p. 913–928, 2015. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/49128>. Acesso em: 27 set. 2023.

MEURER, A. C. (org.). *et. al. As categorias e as Geografias do século XXI* [recurso eletrônico] – São Paulo: FFLCH/USP, 2021.

ROMIG, K. L.; PITANO, S. de C. O Atlas Geográfico Municipal como recurso didático no ensino de geografia: elaboração e perspectivas formativas. **Geografia (Londrina)**, v. 29, n. 2, p. 241–260, 2020. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revisitas/uel/index.php/geografia/article/view/37460>. Acesso em: 28 jul. 2023.

SANTOS, E. O. dos. Raciocínio geográfico: reflexões e possibilidades a partir da BNCC. **Signos Geográficos** – Boletim Nepeg Ensino de Geografia, Goiânia (GO), v. 5, 2023.

SILVA, K. R. S. **A construção do atlas escolar geográfico como proposta para o ensino de Geografia.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará. Departamento de Geografia. Marabá, 2019.

## Sobre os organizadores

**DIEGO TARLEY FERREIRA NASCIMENTO** – Possui Graduação (2009), Mestrado (2011) e Doutorado (2016) em Geografia pela Universidade Federal de Goiás. Tem experiência profissional como consultor ambiental e docente de ensino superior, tendo atuado como consultor em geoprocessamento na Petrobrás e em Furnas Centrais Elétricas e docente na Faculdade Católica de Anápolis, na Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC-Goiás) e na Universidade Estadual de Goiás (UEG – *Campus Iporá*). Atualmente é Professor Adjunto na Universidade Federal de Goiás, atuando na área de Geografia Física e Geomática, com ênfase em Cartografia, Geoprocessamento, Sensoriamento Remoto e Climatologia. Também é professor permanente do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Goiás (Mestrado e Doutorado) e colaborador do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Goiás – *Campus Cora Coralina* (Mestrado). É bolsista produtividade em pesquisa pelo CNPq (PQ-2).

**GIULIANO TOSTES NOVAIS** – Bacharel, mestre e doutor em Geografia pela Universidade Federal de Uberlândia. Licenciado em Geografia e especialista em Geomática pela Faculdade Católica de Uberlândia. Pós-Doutor em Geografia Física pela Universidade de São Paulo (USP) e pela Universidade do Porto (Portugal). Professor adjunto do curso de Geografia da Universidade Estadual de Goiás (UEG-*Campus Nordeste/Formosa*). Professor permanente do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO/UEG-*Campus Cora Coralina*). Coordenador do Laboratório de Estudos Hidro Climatológicos (LAHIC/UEG). Membro

do Grupo de Pesquisas em Geografia e Análise Ambiental da UEG. Coordenador do Projeto de Pesquisa (CNPq/Universal 2023) sobre o Sistema de Classificação Climática de Novais aplicado ao continente sul-americano (Período 2024-26). Autor e organizador do livro *Climas do Brasil: classificação climática e aplicações*. Sua produção científica e acadêmica é fundamentada nos seguintes termos: classificação climática, unidades climáticas, clima, mapeamento (cartografia), monitoramento pluviométrico, geografia do município, geografia física, tendência climática e mesoclimas.

## Sobre os(as) autores(as)

**ADRIANO CÉSAR FURTADO** – Possui graduação em Educação Física pela Universidade Federal de Goiás (2013) e graduação em Geografia pela Universidade Estadual de Goiás (2001) – Licenciado em Pedagogia pela Faculdade Fetremis Tecnologia e Educação da Região Missionária em 2016 – Graduação em Ciências Biológicas pelas Faculdades Integradas de Ariquemes (Fiar) em 2017 – Pós Graduação *lato sensu* em Formação Socioeconômica do Brasil em 2002 pela Universidade Salgado de Oliveira. Atualmente é professor no Colégio Estadual Dom Emanuel e na Escola Municipal Professora Maria Eugênia Pessoa Borges, em Damolândia-Goiás.

**ALLEF DIANINI M. MACHADO** – Possui graduação em Geografia (licenciatura e bacharelado), com experiência na área de Geografia e Pedagogia. Com ênfase nas áreas de ensino (educação, formação de professores, história da educação, educação inclusiva, educação especial) e em estudos ambientais (planejamento urbano, bacias hidrográficas, recursos hídricos).

**ANTÔNIO HENRIQUE BERTOQUE SILVA** – Licenciado em Geografia pela Universidade Federal de Mato Grosso – *Campus* Universitário do Araguaia 2022) e mestrando em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Geografia pela Universidade Estadual de Goiás/ *Campus* Cora Coralina. É técnico agropecuário pela Escola Agrotécnica Federal de Cuiabá. Na graduação, atuou como monitor na Oficina Explorando o Meio Ambiente e Suas Potencialidades do Projeto Energia: Vida

e Sociedade, vinculado ao Programa Novos Talentos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), de abril de 2014 a outubro de 2015. Foi assistente/colaborador na análise e coleta de dados no Parque Estadual da Serra Azul, no município de Barra do Garças, Estado de Mato Grosso (MT), para elaboração do Laudo Geológico-Geotécnico da Cachoeira Pé da Serra (2022), coordenado pelo Prof. Dr. Silvio César de Oliveira Colturato (UFMT-CUA), para a Secretaria de Meio Ambiente do Estado de Mato Grosso (Sema (MT)). É músico profissional, baterista, registrado na Ordem de Músicos do Brasil. Estuda os seguintes temas: (MGM) Movimentos Gravitacionais de Massa, Meio Ambiente, Riscos Geológicos, uso e cobertura do solo.

**DIOGO ISAO SANTOS SAKAI** – Possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (2008), mestrado em Programa de Pós-Graduação Projeto e Cidade (Conceito Capes 3) pela Universidade Federal de Goiás (2015) e doutorado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de Brasília (2024). Atualmente é pesquisador do Grupo de Estudos de Imaginário, Paisagem e Transculturalidade, pesquisador do Grupo de Pesquisa Solo, Água e Meio Ambiente, pesquisador do Grupo de Pesquisa e Extensão Periférico Trabalhos Emergentes, pesquisador do Grupo de Pesquisa Água e Ambiente Construído e pesquisador da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de Brasília. Tem experiência na área de Arquitetura e Urbanismo, com ênfase em Arquitetura e Urbanismo, atuando principalmente nos seguintes temas: projeto arquitetura, projeto de arquitetura e urbanismo, projeto de edifício social, projeto urbano e projeto urbanismo.

**DIVINA APARECIDA LUNAS** – Possui graduação em Ciências Econômicas pela Fundação do Ensino Superior de Rio Verde (1993), mestrado em Desenvolvimento Econômico pela Universidade Federal de Uberlândia (2001), doutorado em Desenvolvimento Econômico pela Unicamp (2010) e pós-doutorado em Economia pela Unicamp (2012). Atua como professora efetiva da Universidade Estadual de Goiás. Na Universidade Estadual de Goiás desenvolve atividades no quadro de professores permanentes do Mestrado em Territórios e Expressões

Culturais do Cerrado recomendado pela Capes. Tem experiência na área de Economia, com ênfase em Crescimento e Desenvolvimento Econômico, atuando principalmente nos seguintes temas: cotonicultura, viabilidade econômica, agricultura familiar, logística de transporte, sojicultura, agroindústria canavieira e desenvolvimento territorial.

**DOUGLAS ALVES CORREA** – Graduado pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás – PUC Goiás no curso de Licenciatura Plena em Geografia (2019). Pós-Graduado em Geografia, Meio Ambiente e Sustentabilidade – Faculdade Dom Alberto (2023). Pós-Graduação *Lato-Sensu*, em andamento, em Educação, Cultura e Patrimônio – Pontifícia Universidade Católica de Goiás – PUC Goiás.

**IVONY ROSA DE OLIVEIRA VILELA** – Possui graduação em Geografia pela Universidade Estadual de Goiás desde 2002. Pós-Graduada em Psicopedagogia Institucional pela Universidade Castelo Branco e está realizando o mestrado no Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO) pela Universidade Estadual de Goiás, no Campus Cora Coralina. Atualmente, é professora na Secretaria Estadual de Educação de Mato Grosso e na Secretaria Estadual de Educação de Goiás.

**IZAIAS DE SOUZA SILVA** – Graduado em Geografia pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) e mestrado em Geografia pela Universidade Estadual de Goiás (Campus Cora Coralina). Doutorando em Geografia pela Universidade Federal de Goiás. Foi bolsista de Desenvolvimento e Pesquisa pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Tem experiência em Preocessamento Digital de Dados de Sensoriamento Remoto. Recebeu o prêmio Ailton Luchiari das Geotecnologias, no âmbito do XV Encontro Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Geografia. Seus principais temas de interesses são: Geoprocessamento e Processamento Digital de dados de Sensoriamento Remoto, este último com ênfase em métodos de classificação baseados em Séries Temporais extraídas de Cubos de Dados de Observação da Terra. Tem experiência em Data Science, programação em R, Python e Java Script.

**JANETE REGO SILVA** – Possui graduações nas áreas de conhecimento de Gestão Turística pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (2007) e em Geografia pela Universidade Federal de Goiás (2012). Possui doutorado e mestrado em Geografia pela Universidade Federal de Goiás (2010) – Instituto de Estudos Socioambientais (IESA). Foi professora do ensino superior da Universidade Estadual de Goiás (UEG), ministrando a disciplina de Cartografia, entre os anos de 2010-2012. Foi bolsista DTI-B do Ministério de Ciência e Tecnologia e Inovação (MCTI), sendo gestora de projetos envolvendo diversas redes de pesquisa do MCTI. Foi bolsista DTI-B do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), atuando na gestão de dados para portal do Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (Lapig). Também participou do projeto de mapeamento das pastagens no Brasil, liderado pelo professor Dr. Laerte Guimarães Ferreira. Atualmente é Professora efetiva da Universidade Estadual de Goiás. Já trabalhou na unidade universitária de Niquelândia, nas áreas de Cartografia, Topografia, Geoprocessamento, Sensoriamento Remoto. Atua no curso de Turismo e Patrimônio e no Programa de Pós-Graduação em Estudos Culturais, Memória e Patrimônio no *Campus Cora Coralina*, com pesquisas nas áreas de Turismo e Patrimônio Natural. Possui experiência na área de Geografia, com ênfase em Geografia Física, modelagem ambiental e patrimônio natural.

**JEAN CARLOS VIEIRA SANTOS** – Pós-doutorado em Turismo pela Faculdade de Economia da Universidade do Algarve/Portugal; Doutor pelo Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia; Estágio Doutorado PDEE/Capes na Universidade do Algarve / Portugal; Mestre pelo Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia; Especialista em Geografia pela Faculdade de Educação São Luiz/SP; e Graduado em Geografia pela Universidade Federal de Uberlândia. É membro da Associação de Defesa do Patrimônio Cultural e Ambiental do Algarve em Portugal (Almargem). Atualmente, é Professor e Pesquisador em Regime de Tempo Integral de Dedicação à Docência e à Pesquisa na Universidade Estadual de Goiás (UEG), no Programa de Mestrado Territórios e Expressões Culturais no Cerrado (PPG-TECCER/Anápolis), Programa de Mestrado em Geografia

(PPGEO-Cora Coralina) e nos cursos de graduação e tecnologia da UEG Caldas Novas. Coordena (e Coordenou) atividades e trabalhos financiados por órgãos de fomento à pesquisa: Fapeg, Capes/Proap, Probib/PrP-UEG (Bolsa de Incentivo ao Pesquisador). Pesquisador no grupo de pesquisa Geociências, Geotecnologias e Turismo (Geotur), da Universidade Estadual de Goiás. Membro da Rede Entremeo – Rede de Pesquisa Geografia, Turismo e Literatura – que reúne professores e pesquisadores de diferentes instituições No Brasil e no Estrangeiro. Tem colaborado voluntariamente com o jornal *Mundo Lusíada*, da comunidade luso-brasileira de São Bernardo do Campo – São Paulo (desde 2020). Conta com artigos disponibilizados em periódicos eletrônicos e anais de Congressos realizados no Brasil e no Exterior. Possui experiência na área, com ênfase nos seguintes temas: Geografia do Turismo; Estudos Interdisciplinares do Turismo e Viagens; Destinos Turísticos do Cerrado; Povos Oleiros do Cerrado; Lugares e Rotas Gastronômicas Temáticas; Música Fado em Cidades Turísticas.

**JOÃO BATISTA PEREIRA CABRAL** – Graduado em Geografia pela Faculdade de Filosofia Ciências e Letras Imaculada Conceição (1994). Mestre em Geociências e Meio Ambiente pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – *Campus* Rio Claro (2001). Doutor em Geologia pela Universidade Federal do Paraná (2006). Pós-Doutor em Geografia pela Universidade Federal de Santa Maria. Atualmente é professor titular da Universidade Federal de Jataí e Pós-doutorando em Ciência do solo na Ufla, editor chefe da revista científica *Geoambiente On-line*. Pesquisador na área de Geociências com ênfase em Geografia Física e Geologia Ambiental, atuando principalmente nas linhas de pesquisa: Elementos Potencialmente tóxicos, Recursos Hídricos (Índice de Qualidade da Água e Índice de Estado Trófico); Aspectos Hidroclimáticos; Hidrossedimentologia; Geotecnologias Aplicada ao Estudo de Bacias Hidrográficas e Recursos Hídricos

**JOSÉ CARLOS DE SOUZA** – Possui graduação (Licenciatura) em Geografia pela Universidade Estadual de Goiás (2001), Especialização em Geografia, Meio Ambiente e Turismo pela Universidade Estadual de Goiás (2003), mestrado em Geografia, com ênfase em Geografia

Física pela Universidade Federal de Goiás (2010) e doutorado em Ciências Ambientais (Área de Concentração: Diagnóstico, Tratamento e Recuperação Ambiental) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho/Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba. Atualmente é docente em Regime de Dedicação Exclusiva da Universidade Estadual de Goiás, no curso de Geografia (graduação e mestrado) na Unidade Universitária de Anápolis – CSEH – Nelson de Abreu Júnior e no *Campus Cora Coralina*. Atua no ensino de Geografia Física e Geoprocessamento e desenvolve pesquisas em análise da vegetação de Cerrado, através de técnicas de sensoriamento remoto, estudos geoambientais em bacias hidrográficas e ecologia de paisagem.

**JOSÉ MARIA DOS SANTOS SOUZA** – Possui graduação em Ciências Sociais, Licenciatura pela Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG (2000), graduação em Letras Inglês Licenciatura pela Universidade Estácio de Sá (2022) e Pós-graduação em História do Brasil pelo Centro Universitário de Formiga Fuom (2002). Mestrando em Geografia pela Universidade Estadual de Goiás – UEG, *Campus Cora Coralina*. Professor de História e Geografia do Ensino Médio do Colégio Coopérico, na Cidade de Goiás (GO), desde agosto de 2017. Coordenador do Centro de Referência do Festival Internacional de Cinema e Vídeo Ambiental (Fica), na Cidade de Goiás (GO), da Secretaria Estadual de Cultura de Goiás, desde setembro de 2016. Foi diretor do Centro de Ensino em Período Integral (CEPI) Professor Alcide Jubé, no período de março de 2015 a agosto de 2016, na Cidade de Goiás (GO). Professor efetivo da rede estadual de ensino de Goiás desde 2010, nas disciplinas de Sociologia, História e Geografia.

**JULIANE VIEIRA DE SOUZA SANTOS** – Possui graduação em Educação Física pela Universidade Federal de Goiás (2014). Pós – Graduação em Educação Física Escolar, pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Tem experiência na área de Educação Física, com ênfase em educação, esporte e academia. Graduação em Bacharelado em Agronomia (iniciado em fevereiro de 2021) em andamento, pelo Instituto Federal de Goiás (IFG).

**KAREN MYLLENE LIMA DE OLIVEIRA** – Geógrafa pelo Instituto de Estudos Socioambientais (IESA) da Universidade Federal de Goiás (UFG). Vinculada ao Centro Integrado de Pesquisa e Gestão Territorial (CIPGeo) do Instituto de Estudos Socioambientais (IESA) da UFG. Tem experiência na área de Geografia com ênfase em Geoprocessamento, Planejamento Ambiental, atuando principalmente nos seguintes temas: impactos ambientais, uso e ocupação da terra, bacias hidrográficas.

**MARCOS CÉSAR LOPES** – Possui graduação em Licenciatura em História pela Universidade Estadual de Goiás (UnU) Itapuranga (2005), graduação em Administração Pública pela Universidade Federal de Goiás (2017), graduação em Pedagogia pela Fundação Antares de Ensino Superior, Pós-Graduação Pesquisa e Extensão (2014) e graduação em Ciência em Computação pela Universidade Estadual de Goiás (2017).

**MILENA D'AYALA VALVA** – Graduada em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Católica de Goiás (1995), mestrado em Arquitetura pela Universidade Federal de Minas Gerais (2001) e doutorado em Projeto, Espaço e Cultura pela Universidade de São Paulo (2011) com estágio no IUAV-Veneza (2008-2009). Professora e pesquisadora da Universidade Estadual de Goiás no curso de Arquitetura e Urbanismo e no Mestrado Interdisciplinar em Territórios e Expressões Culturais no Cerrado (TECCER). Atua com ênfase em pesquisas e discussões sobre a história da arquitetura e do urbanismo e suas relações com as dinâmicas urbanas. Possui interesse pelos processos que auxiliam a compreender as modificações na cidade e no território e que revelam a vivência contemporânea em todas as suas virtualidades e desafios. É membro do grupo de pesquisa Cidades, Sistema, Habitar e Meio Ambiente e da Linha de Pesquisa em Dinâmicas Territoriais e Relações de Poder.

**NATIELE LORRAINE DA SILVA** – Mestranda em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGeo) da Universidade estadual de Goiás (UEG). Graduada em Geografia pela Universidade Estadual de Goiás (2022). Foi bolsista no programa institucional de bolsas de iniciação científica – ações afirmativas PIBC-AF/CNPq no período de 2020 a 2021. Foi supervisora no censo de 2020/2022 no

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Tem experiência na área de Geografia com ênfase no ensino de geografia atuando nos seguintes temas: geoprocessamento, geologia, ensino de geografia física/rochas e minerais.

**NICALI BLEYER FERREIRA DOS SANTOS** – Possui graduação em Geografia (Bacharelado e Licenciatura) pela Universidade de Brasília (2002), mestrado em Geografia pela Universidade de Brasília (2005), com ênfase em Planejamento Ambiental e Territorial e doutorado multidisciplinar em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Goiás. Foi professora substituta de Geografia na Universidade Federal de Goiás, e atualmente trabalha como consultora autônoma na área de licenciamento ambiental e planejamento urbano. É professora assistente I na Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás), no Curso de Geografia desde 2014, e atualmente é coordenadora acadêmica e científica do Instituto do Trópico Subúmido ITS, coordenadora do Curso de Geografia Plano Nacional de Formação de Professores da Educação Básica – Parfor Polo Luziânia, membro do Comitê Assessor de Pesquisa e da Comissão Interna de implementação da Política de Curricularização da Extensão. Atuou como Coordenadora de Gestão de Processos Educacionais do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação a Docência (Pibid) e coordenadora do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação a Docência (Pibid) Geografia e foi assessora da Pró-Reitoria de Extensão e Apoio Estudantil na mesma instituição. Coordenou a elaboração do Atlas Escolar Geográfico, Histórico e Cultural do Estado de Goiás, publicado em 2017 e, atualmente, coordena o Projeto de Pesquisa intitulado “O Ensino de Geografia e a Construção de Propostas Pedagógicas para a Consolidação de um Ensino Crítico, Dinâmico e Criativo”. É líder do grupo de pesquisa Elaboração de Materiais Para-didáticos para o Ensino de Geografia e Meio Ambiente do Diretório dos Grupos de Pesquisa do Brasil. É membro do Núcleo de Ensino e Pesquisa em Educação Geográfica – Nepeg.

**PATRICK THOMAZ DE AQUINO MARTINS** – Possui Graduação (Licenciatura) em Geografia pela Universidade Estadual de Santa Cruz, Especialização em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente

pela Universidade Estadual de Feira de Santana, Mestrado em Geografia pela Universidade Federal de Sergipe e Doutorado em Geociências e Meio Ambiente pela Universidade Estadual Paulista. Atualmente é docente da Universidade Estadual de Goiás. Tem experiência na área de Geografia Física, dedicando-se principalmente aos seguintes temas: análise espacial em paisagens antrópicas, monitoramento e avaliação de áreas protegidas e geotecnologias aplicadas à análise ambiental.

**RAFAELA DE PAULA OLIVEIRA** – Graduada em Geografia pela Universidade Estadual de Goiás (UEG – UnUCSEH), ex-bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid), Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Tecnológica (Pibit) e ex-voluntária do Programa Institucional Voluntário de Iniciação Científica (Pivic). Atuou como professora em nível Fundamental II, Ensino Médio Regular e Educação de Jovens e Adultos (EJATec) no Estado de Goiás. Possui Especialização em Gestão Escolar pela Universidade de São Paulo (USP – Esalq) e em Ciências Humanas e Sociais Aplicadas ao Mundo do Trabalho pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). Atualmente é Mestranda em Geografia (PPGEO – UEG Cora Coralina) e bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (Fapeg).

**ROMUALDO POVROZNIK JUNIOR** – Mestrando em Geografia pela Universidade Estadual de Goiás (UEG) *Campus Cora Coralina*, possui graduação em Geografia (Licenciatura e Bacharelado) pela Universidade Federal de Mato Grosso (2006). Administração Legislativa pela Universidade do Sul de Santa Catarina Unisul (2008). Especialista em Georreferenciamento IFMT (2008). Nasceu na Cidade de Roncador Paraná em 31 de janeiro de 1978 (filho de Lucinda Aparecida Nery Povroznik e Romualdo Povroznik). Estabeleceu residência na cidade de Primavera do Leste em junho de 1992. Desde 1997 até a atualidade atua como membro do Comitê de Bacias Hidrográficas – Covape. De 2005 à atualidade é professor universitário na Universidade de Cuiabá extensão Primavera do Leste como Professor de Biogeografia, Ciências do Solo e Topografia até o ano de 2021. De 2005 a 2008 foi funcionário efetivo da Camara Municipal de Primavera do Leste-MT. De 2008 à atualidade é funcionário efetivo da Prefeitura de Primavera do Leste

(MT) como Técnico Ambiental. Coordenador de Turismo Municipal de Primavera do Leste de 2018 até 2020. Atua na prefeitura municipal de Primavera do Leste na Regularização Fundiária na Secretaria de Assistência Social e também como supervisor geral da Equipe Técnica do Plano Diretor. Cursa Mestrado na área de geografia pela Universidade Estadual de Goiás, *Campus Cora Coralina*, Cidade de Goiás. Objeto de Pesquisa: Parque Estadual da Serra Azul Barra do Garças (MT).

**SUZANA MAGALHÃES DE ALMEIDA** – Graduada em Ciências Sociais pela Fundação Dom André Arcoverde (1990). Graduada também em Bacharel em Turismo e Patrimônio na UEG. Na mesma instituição, concluiu uma disciplina do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Estudos Culturais, Memórias e Patrimônio – Educação Patrimonial. Possui *especialização em gestão cultural: cultura, desenvolvimento e mercado* pelo Senac. Concluiu o curso de extensão universitária como Mediadores da Educação Patrimonial, pela Universidade Aberta do Nordeste da Fundação Demócrito Rocha, com apoio da Universidade Federal do Ceará, na modalidade de EAD, além de diversos cursos na área de Turismo, patrimônio e museu. Tem experiência na área de Turismo, com ênfase em Turismo, atuando principalmente no seguinte tema: passaporte turístico (criação e idealização), Presidente do Comtur da Cidade de Goiás, vigência 2018/2021. Presidente da Arphos – Associação de Restaurantes, Hotéis, Pousadas e Similares da Cidade de Goiás. Na área gastronômica, além de proprietária do restaurante Dedo de Prosa durante 5 anos na cidade de Goiás, concluiu, por um projeto de extensão, curso de Gestor de Turismo Gastronômico realizado pelo Instituto Federal de Brasília em parceria com a Utad/Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro de Portugal; teve um projeto premiado e contemplado pelo Governo de Goiás dentro do Fica – Festival Internacional de Cinema Ambiental em 2020 – Goiás do Futuro, com o projeto “Os Fios da Vida”. Premiada com Honra ao Mérito pelos relevantes serviços prestados na área do Turismo pela imprensa local – Classifique News e GBC Comunicação e Pesquisa em 2019; Moção de Aplauso pela organização do Festival Goyaz – Festival de Cinema e Ambiente da Cidade de Goiás pela Câmara Municipal de Goiás 2019. Recebeu pela Prefeitura Municipal de Goiás 2019 o Troféu Brasilete Ramos Caiado

com destaque feminino por relevância na área de Turismo e Patrimônio, com realização do Circuito Gastronômico da Cidade de Goiás – Festim, 2017 – e dos Festivais Gastronômicos da Cidade de Goiás nos anos de 2017 a 2019. Prestou curadoria para o Fica (Festival International de Cinema Ambiental) em 2021/2022, selecionando os premiados nas áreas de patrimônio imaterial, gastronomia e artesanato. Idealizou e realizou, junto com a Prefeitura de Goiás e associação de proteção animal a Upagoyá, o projeto 1<sup>a</sup> Virada Animal Vilaboense, ano de 2022. Atualmente é Servidora Pública (2021) como Diretora de Turismo na Secretaria de Turismo e Desenvolvimento Econômico/Prefeitura Municipal de Goiás.

**VANDERVILSON ALVES CARNEIRO** – Docente efetivo dos cursos de graduação em QUÍMICA LICENCIATURA e QUÍMICA INDUSTRIAL, dos cursos de especialização em Engenharias, Tecnologias e Sustentabilidade Urbana e Gestão Ambiental, do Campus Central / Ciências Exatas e Tecnológicas (Anápolis (GO)) e do Programa de Pós-Graduação em Geografia, do Campus Cora Coralina (Cidade de Goiás (GO)), ambos da Universidade Estadual de Goiás (UEG). Graduado em Geografia pela UNESP – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Presidente Prudente (SP)), Especialista em Metodologia do Ensino Superior pela Universidade Estadual de Goiás (UEG), Campus Central / Ciências Socioeconômicas e Humanas (Anápolis (GO)), Mestre e Doutor em Geografia pela UFG – Universidade Federal de Goiás, Campus Samambaia (Goiânia (GO)). Membro do Grupo de Pesquisa CNPq – SAMA – Solo, Água e Meio Ambiente. Editor-chefe da Revista Mirante (ISSN 1981-4089). Pós-doutorado concluído junto à Faculdade de Farmácia (Programa de Pós-Graduação em Inovação Farmacêutica – PPGIF), da UFG – Universidade Federal de Goiás, Campus Colemar Natal e Silva (Goiânia (GO)). Tem experiência nas áreas de Geografia Física, Geodiversidade e Geociências.

**VINICIUS LEANDRO MODOLI MADAZIO** – Graduado em Comunicação Social pela ESPM-SP, possui também bacharelado e licenciatura plena em Geografia pela Universidade de São Paulo – USP. Após ter trabalhado por mais de 20 anos em projetos socioambientais

de ONGs ambientalistas, atualmente cursa o Programa de Pós-Graduação em Geografia na Universidade Estadual de Goiás (PPGEO-UEG), com foco em Geodiversidade. Participa como professor voluntário de Geografia Física no MEL – Movimento Educação Livre, projeto de extensão universitária do IFG Anápolis, que visa democratizar o acesso ao cursinho preparatório para o vestibular para alunos da rede pública do Estado de Goiás.

**WARLEY LEMES GONÇALVES** – Mestre em Geografia pela Universidade Estadual de Goiás. Graduado em Ciências Biológicas, modalidade licenciatura – Universidade Estadual de Goiás. Especialista nas áreas de Ecologia, Geoprocessamento, Educação, Estatística e Sistemas da Informação. Atua como Coordenador Pedagógico na Secretaria do Estado de Educação do Mato Grosso (Seduc/MT), na Escola Estadual Marechal Rondon. Possui competências nas áreas de Educação, Meio Ambiente, Geoprocessamento e Estatística. Quanto à academia, atua nas áreas de Análises Ambientais, Ecologia de Paisagem, com ênfase em Ecologia do Fogo e Ecologia do Cerrado.

**WASHINGTON SILVA ALVES** – Possui Doutorado em Geografia pela Universidade Federal de Jataí (UFJ) desde 2021; Mestrado em Geografia pela Universidade Federal de Goiás Regional de Jataí (UFG-RE) desde 2014; Especialista em Gestão e Conservação do Meio Ambiente pela Faculdade Montes Belos (FMB) desde 2009; Graduado em Licenciatura Plena em Geografia pela Universidade Estadual de Goiás (UEG) em 2008. Atualmente é professor e pesquisador do curso de Geografia da Universidade Estadual de Goiás, *Campus Oeste/Unidade de Iporá*; membro do Nepeca – Núcleo de Estudo Pesquisa e Extensão para a Conservação das Águas. Tem experiência na área de Geografia, com ênfase em Geografia Física, atuando principalmente nos seguintes temas: Climatologia Geográfica e Hidrogeografia. Atualmente também coordena e desenvolve pesquisas na área de Variabilidade Climática, El Niño e La Niña, Clima Urbano, Clima Rural e Análise Climática de Bacias Hidrográficas.

#### **SOBRE O LIVRO**

Formato: 16x23cm

Tipologia: Minion Pro

Número de Páginas: 359

Suporte: E-book

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS AOS AUTORES.

Todos os direitos reservados.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS

Br-153 – Quadra Área – CEP: 75.132-903 Fone: (62) 3328-4866 – Anápolis (GO)

[www.editora.ueg.br](http://www.editora.ueg.br) / e-mail: [editora@ueg.br](mailto:editora@ueg.br)

2024

Impresso no Brasil / Printed in Brazil



O livro Sistemas paisagísticos de Cerrado, organizado por Diego Nascimento e Giuliano Novais, apresenta uma coletânea de trabalhos desenvolvidos por docentes e discentes do Programa de Pós-Graduação em Geografia do Campus Cora Coralina, da Universidade Estadual de Goiás. Essa colaboração entre orientadores e orientandos tem sido incentivada pela Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (Capes) e, a meu ver, a pós-graduação brasileira tem muito a ganhar com isso, na medida em que as trocas de experiências permitem aos futuros mestres ou doutores se apropriar das técnicas de pesquisa e estudos consolidadas, mas também ajudam a renovar as reflexões e temáticas em desenvolvimento no âmbito da geografia acadêmica brasileira.



**PPGEO**  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA



ISBN: 978-65-88502-84-6