

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS**  
**CAMPUS GOIÂNIA**  
**DEPARTAMENTO ACADÊMICO DA ÁREA III**  
**COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA CARTOGRÁFICA E DE AGRIMENSURA**

**PAULA BARROS DE OLIVEIRA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**  
**MAPEAMENTO DE FITOFISIONOMIAS DO CERRADO UTILIZANDO**  
**CLASSIFICAÇÃO ORIENTADA A OBJETOS (GEOBIA) E IMAGENS**  
**CBERS 4A**

Goiânia, GO  
JUNHO/2022



INSTITUTO FEDERAL  
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

### TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

#### Identificação da Produção Técnico-Científica

- |                                                                      |                                                         |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Tese                                        | <input type="checkbox"/> Artigo Científico              |
| <input type="checkbox"/> Dissertação                                 | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia - Especialização                 | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação                  | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ |                                                         |

Nome Completo do Autor: Paula Barros de Oliveira

Matrícula: 20171011130323

Título do Trabalho: Mapeamento de fitofunomicina do curado utilizando classificação orientada a grafos (GEOBIA) e imagens CBERS 4A

#### Autorização - Marque uma das opções

- ☒ (X) Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
- ☐ ( ) Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ (Embargo);
- ☐ ( ) Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção 2 ou 3, marque a justificativa:

- ☐ ( ) O documento está sujeito a registro de patente.  
☐ ( ) O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.  
☐ ( ) Outra justificativa: \_\_\_\_\_

#### DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Goiás, 13/07/22.  
Local Data

Paula Barros de Oliveira  
Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
PAULA BARROS DE OLIVEIRA

**MAPEAMENTO DE FITOFISIONOMIAS DO CERRADO UTILIZANDO  
CLASSIFICAÇÃO ORIENTADA A OBJETOS (GEOBIA) E IMAGENS  
CBERS 4A**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado à  
Coordenação do Curso de Engenharia Cartográfica e de  
Agrimensura do Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia.

Orientador: Giovanni de Araujo Boggione  
Co-orientador: Elaine Reis Costa Lima

Goiânia, GO  
JUNHO/2022

## FICHA CATALOGRÁFICA

O48m Oliveira, Paula Barros de.

Mapeamento de fitofisionomias do cerrado utilizando classificação orientada a objetos (GEOBIA) e imagens CBERS 4A / Paula Barros de Oliveira. – Goiânia: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, 2022.

47f. ; il.

Orientação: Giovanni de Araujo Boggione.

Co-orientação: Elaine Reis Costa Lima.

TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) – Curso Engenharia Cartográfica e de Agrimensura, Coordenação de Engenharia Cartográfica e de Agrimensura, Departamento Acadêmico de Área III, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

1. Geoprocessamento. 2. Sensoriamento remoto. 3. Cerrado. I. Boggione, Giovanni de Araujo (orientação). II. Lima, Elaine Reis Costa (co-orientação). III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. IV. Título.

**CDD 621.367 8**

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Lana Cristina Dias Oliveira CRB1/ 2.631

Biblioteca Professor Jorge Félix de Souza,

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia.

**ATA Nº ECA 11 - TCC/2022.2**

**ENGENHARIA CARTOGRÁFICA E DE AGRIMENSURA / Câmpus Goiânia**

**ATA DA SESSÃO PÚBLICA DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DO TRABALHO DE  
CONCLUSÃO DE CURSO**

Aos trinta de junho do mês de junho do ano de dois mil e vinte e dois, às 13:00 horas na sala S508, foi realizada a sessão pública de apresentação e defesa do Trabalho de Conclusão de Curso da Graduanda **Paula Barros de Oliveira (matrícula 20171011190323)** do curso de Bacharelado em Engenharia Cartográfica e de Agrimensura, do Departamento III, Câmpus Goiânia, do Instituto Federal de Goiás, no segundo semestre do ano de dois mil e vinte e um. A banca foi composta pelos seguintes membros:

- Giovanni de Araújo Boggione (Professor-Orientador)
- Elaine Reis Costa Lima (professora-Coorientadora)
- Nilton Ricetti Xavier de Nazareno
- Patrícia Azevedo dos Santos

sob a presidência do primeiro. O trabalho de conclusão de curso tem como título **“Mapeamento de fitofisnomias do Cerrado utilizando classificação orientada a objetos (Geobia) e imagens Cbers 4A”**, soborientação do Prof. **Giovanni de Araújo Boggione** e coorientação da Profa. Elaine Reis Costa Lima. Após a apresentação do Trabalho de Conclusão de Curso, tendo sido a autora arguida pela Banca Examinadora, a nota obtida foi 9,0 (nove virgula zero). Foram recomendadas correções no referido Trabalho de Conclusão de Curso.

Encerrou-se a sessão às 15 horas e 00 minutos. Eu, Profa. Marina Alberti Macedo, dato e assino a presente ata que segue assinada por todos os membros da Banca Examinadora.

Prof. Marina Alberti Macedo (Assinado eletronicamente)

Prof. Dr. Giovanni de Araújo Boggione

Profa. Ma. Elaine Reis Costa Lima (Assinado eletronicamente)

Prof. Dr. Nilton Ricetti Xavier de Nazareno (Assinado eletronicamente)

Profa. Ma. Patrícia Azevedo dos Santos (Assinado eletronicamente)

Documento assinado eletronicamente por:

- **Marina Alberti Macedo**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 24/08/2022 15:27:41.
- **Nilton Ricetti Xavier de Nazareno**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 24/08/2022 11:16:58.
- **Patricia Azevedo dos Santos**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 23/08/2022 14:01:17.
- **Elaine Reis Costa Lima**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 23/08/2022 11:53:26.
- **Giovanni de Araujo Boggione**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 23/08/2022 09:50:34.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 23/08/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 315507

Código de Autenticação: 795bf27f20



---

**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás**  
Rua 75, nº 46, Centro, GOIÂNIA / GO, CEP 74055-110  
(62) 3227-2735 (ramal: 2735)

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por ter permitido que eu tivesse força e determinação para realizar este trabalho. Aos meus pais Paulo e Sirlene por sempre me apoiarem e me incentivarem nos momentos difíceis. Ao meu namorado Kelvin por ter me ajudado a conseguir máquinas que aguentassem os processamentos. Ao meu irmão Filipe pelo apoio e conhecimento.

Ao meu orientador Giovanni e coorientadora Elaine pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional ao longo do curso, pela ajuda e pela paciência com a qual guiaram o meu aprendizado.

Aos meus colegas de curso pelo companheirismo e pela troca de experiências que me permitiu crescer como formanda, a minha amiga Larissa Daniella por ter me ajudado durante a produção deste trabalho.

Ao Instituto Federal de Goiás, essencial no meu processo de formação profissional e por tudo que aprendi ao longo dos anos do curso.

## RESUMO

O mapeamento da cobertura vegetal e a trajetória do desenvolvimento tecnológico na construção de uma memória cartográfica brasileira traz produtos em diversos níveis: do mais detalhado ao mais generalizado. Biomas que ao longo dos anos foram representados com um nível de detalhamento cada vez menor. A generalização da vegetação do bioma Cerrado nos dias atuais traz um questionamento em comparação aos mapas produzidos sem a utilização de dados obtidos por sensoriamento remoto. Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo fazer uma análise das representações geradas a partir de técnicas automatizadas das fitofisionomias do Cerrado em relação às técnicas convencionais de mapeamento, na Microrregião de Ceres em Goiás. Assim, demonstrando que é possível fazer a coleta de dados de forma remota através de ferramentas do geoprocessamento aliadas às imagens de sensoriamento remoto. Imagens do satélite CBERS 4A WPM foram utilizadas para mapear o uso e cobertura do solo. O método utilizado foi a técnica de classificação orientada a objeto (GEOBIA), abordagem que consiste na aplicação da segmentação e classificação baseada em regras de decisão. A aplicação dessa técnica gerou dois mapas temáticos, o primeiro representando as classes referente ao mapa de vegetação de 1993 proposto pelo IBGE; e o segundo referente às classes que o Mapbiomas classifica no ano de 2020. A validação dos mapas foi de 0,8; excelente segundo os parâmetros estatísticos. Os resultados obtidos através da validação desses mapas trouxeram vantagens sobre as formas convencionais de representação das fitofisionomias. Vantagens vindas do uso de técnicas de processamento de imagem para automatizar alguns padrões de reconhecimento (forma, cor e textura) que são empregados apenas na interpretação visual. A utilização da GEOBIA também resultou na geração de um produto mais detalhado em relação à cobertura vegetal representada na plataforma do Mapbiomas.

Palavras chaves: Modelagem; Geoprocessamento; Sensoriamento Remoto; Classificação Orientada a Objeto.



## **ABSTRACT**

The mapping of vegetation cover and the trajectory of technological development in the construction of a Brazilian cartographic memory brings products at different levels: from the most detailed to the most generalized. Biomes that over the years have been represented with an increasingly low level of detail. The generalization of the Cerrado biome vegetation nowadays raises a question in comparison to maps produced without the use of data obtained by remote sensing. Therefore, the present work aims to analyze the representations generated from automated techniques of the Cerrado phytophysionomies in relation to conventional mapping techniques, in the Ceres Microregion in Goiás. Thus, demonstrating that it is possible to collect data remotely through geoprocessing tools combined with remote sensing images. Images from the CBERS 4A WPM satellite were used to map land use and land cover. The method used was the object-oriented classification technique (GEOBIA), an approach that consists of the application of segmentation and classification based on decision rules. The application of this technique generated two thematic maps, the first representing the classes referring to the 1993 vegetation map proposed by the IBGE; and the second referring to the classes that Mapbiomas classifies in the year 2020. The validation of the maps was 0.8; excellent according to statistical parameters. The results obtained through the validation of these maps brought advantages over the conventional ways of representing phytophysionomies. Advantages arising from the use of image processing techniques to automate some recognition patterns (shape, color and texture) that are used only in visual interpretation. The use of GEOBIA also resulted in the generation of a more detailed product in relation to the vegetation cover represented in the Mapbiomas platform.

**Keywords:** Modeling; Geoprocessing; Remote sensing; Object Oriented Classification.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1</b> - Mapa das províncias florísticas de Martius .....                                  | 19 |
| <b>Figura 2</b> - Mapa das matas e campos do Brasil .....                                           | 20 |
| <b>Figura 3</b> - Mapa de vegetação do Brasil de 1970 .....                                         | 21 |
| <b>Figura 4</b> - Mapa de vegetação do Brasil de 1988 .....                                         | 22 |
| <b>Figura 5</b> - Mapa de vegetação do Brasil de 1993 .....                                         | 23 |
| <b>Figura 6</b> - Mapa de localização da área de estudo .....                                       | 27 |
| <b>Figura 7</b> - Fluxograma geral .....                                                            | 28 |
| <b>Figura 8</b> - Fluxograma do pré-processamento .....                                             | 29 |
| <b>Figura 9</b> - Fluxograma da classificação GEOBIA .....                                          | 30 |
| <b>Figura 10</b> - Fluxograma da geração dos mapas .....                                            | 32 |
| <b>Figura 11</b> - Mapa temático I .....                                                            | 37 |
| <b>Figura 12</b> - <b>(a)</b> Classificação - Mapa temático I. <b>(b)</b> Imagem de satélite .....  | 38 |
| <b>Figura 13</b> - Gráfico com as áreas das classes do Mapa temático I .....                        | 39 |
| <b>Figura 14</b> - Mapa temático II .....                                                           | 40 |
| <b>Figura 15</b> - <b>(a)</b> Classificação - Mapa temático II. <b>(b)</b> Imagem de satélite ..... | 40 |
| <b>Figura 16</b> - Gráfico com as áreas das classes do Mapa temático II .....                       | 42 |

## LISTA DE QUADROS

|                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Quadro 1</b> - Principais tipos de fitofisionomias do Cerrado .....                                            | 16 |
| <b>Quadro 2</b> - Evolução das classificações dos mapas de vegetação do Brasil entre os anos de 1988 e 1993. .... | 24 |
| <b>Quadro 3</b> - Classes do uso e cobertura do solo do Mapbiomas.....                                            | 31 |
| <b>Quadro 4</b> - Classes do uso e cobertura do solo do mapa de vegetação do Brasil de 1993.....                  | 31 |
| <b>Quadro 5</b> - Índice Kappa .....                                                                              | 32 |
| <b>Quadro 6</b> - Nomes dos mapas de cobertura do solo .....                                                      | 34 |
| <b>Quadro 7</b> - Validação das amostras da classificação Mapa temático I .....                                   | 35 |
| <b>Quadro 8</b> - Validação das amostras da classificação do Mapa temático II .....                               | 36 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 1</b> - Índice Kappa das amostras classificadas .....                                                | 34 |
| <b>Tabela 2</b> - Percentual de amostras validadas do Mapa temático I .....                                    | 36 |
| <b>Tabela 3</b> - Percentual de amostras validadas do Mapa temático II .....                                   | 37 |
| <b>Tabela 4</b> - Áreas das classes de cobertura do solo do Mapa temático I da Microrregião de Ceres.<br>..... | 39 |
| <b>Tabela 5</b> - Áreas das classes de cobertura do solo do Mapa temático II da Microrregião de<br>Ceres ..... | 41 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|        |                                                         |
|--------|---------------------------------------------------------|
| GEOBIA | <i>Geographic Object-Based Image Analysis</i>           |
| GEODMA | <i>Geographical Data Mining Analyst</i>                 |
| IBGE   | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística         |
| INPE   | Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais               |
| IPAM   | Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia             |
| PDI    | Processamento Digital de Imagens                        |
| UC     | Unidade de conservação                                  |
| WPM    | Câmera Multiespectral e Pancromática de Ampla Varredura |

## SUMÁRIO

|                                                                               |           |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO.....</b>                                                     | <b>14</b> |
| <b>2. OBJETIVOS .....</b>                                                     | <b>15</b> |
| 2.1 OBJETIVO GERAL.....                                                       | 15        |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                                               | 15        |
| <b>3. REVISÃO DA LITERATURA.....</b>                                          | <b>15</b> |
| 3.1 CERRADO .....                                                             | 16        |
| 3.2 CERRADO EM GOIÁS .....                                                    | 17        |
| 3.3 MAPEAMENTOS DA VEGETAÇÃO NO BRASIL.....                                   | 18        |
| 3.4 TÉCNICAS DE PDI APLICADAS EM IMAGENS DE SATÉLITE PARA<br>MAPEAMENTO ..... | 25        |
| <b>4. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>                                            | <b>27</b> |
| 4.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....                      | 27        |
| 4.2 MATERIAIS .....                                                           | 28        |
| 4.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....                                         | 28        |
| <b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>                                        | <b>34</b> |
| 5.1 MAPAS DE COBERTURA DO SOLO.....                                           | 34        |
| 5.2 VALIDAÇÃO DOS MAPAS DE COBERTURA DO SOLO .....                            | 34        |
| 5.3 ANÁLISE DOS MAPAS DE COBERTURA DO SOLO.....                               | 37        |
| <b>6. CONCLUSÃO.....</b>                                                      | <b>44</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                                       | <b>46</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

Dentre os biomas brasileiros, o Cerrado caracteriza-se por apresentar uma das maiores biodiversidades do mundo. Ocupa, predominantemente, a região do Planalto Central, e concentra os principais mananciais que abastecem a maior parte das bacias hidrográficas do Brasil. Sua flora é composta por formações florestais, savânicas e campestres. Nas formações florestais, predominam as espécies arbóreas e formação de dossel contínuo. Nas formações savânicas varia desde campo herbáceo até matrizes campestres com árvores esparsas. Nas formações campestres apresenta arbustos, subarbustos, afloramento de rocha e composição florística (SANO, 2008).

Atualmente é o bioma mais explorado pelo avanço do agronegócio e, mesmo sendo o segundo maior bioma do país, as fiscalizações são menos rígidas em relação aos outros biomas. A mudança de paisagem causada por essa exploração intensa traz a importância da representação das fitofisionomias do Cerrado. Essa representação é feita através do mapeamento da cobertura do solo, sendo um apoio no monitoramento do Cerrado em relação a ocupação antrópica e sua mudança na vegetação ao longo do tempo.

A história do mapeamento da flora brasileira e sua trajetória do desenvolvimento tecnológico contou com a atuação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para a construção de uma memória cartográfica no Brasil. Com a crescente produção de mapas no país, o Projeto Radam Brasil foi responsável por uma das mais importantes representações cartográficas, o Mapa de Vegetação do Brasil, representando todos os tipos de flora característica de cada região. Nos dias atuais, o projeto responsável pelo mapeamento anual de uso e cobertura do solo no país é o Mapbiomas.

A coleta de dados do uso e cobertura do solo é possível ser realizada de forma remota a partir de ferramentas do geoprocessamento aliadas às imagens de sensoriamento remoto. Atualmente, a técnica que melhor se adequa para o mapeamento do uso e cobertura do solo é a classificação orientada a objeto (GEOBIA) onde, diferente dos métodos tradicionais de classificação, a análise é realizada sobre segmentos na imagem e não só sobre pixels (SILVA *et al.*, 2019). Dessa forma, a utilização dessa técnica para obter uma classificação automática das fitofisionomias do Cerrado em um recorte temporal é uma opção eficaz para a análise da vegetação.

Sendo assim, será levantado um questionamento se é possível o estado da arte em processamento de imagem fazer um mapeamento com o detalhamento que era confeccionado

os mapas convencionais (mapas produzidos sem a utilização de dados obtidos por sensoriamento remoto), ou seja, se as técnicas atuais vão se sobressair ou pelo menos se equivalerem em relação às técnicas manuais de antigamente. Além disso, mesmo com tecnologia avançada a generalização das classes na representação das fitofisionomias existe, podendo ser por questões estratégicas ou limites dessas tecnologias. Portanto, mesmo com a possibilidade de uma representação detalhada utilizando técnicas de processamento de imagem, o porquê de generalizar a cobertura vegetal atualmente.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Mapear as fitofisionomias do bioma Cerrado na Microrregião de Ceres a partir de classificação orientada a objetos utilizando imagens híbridas do satélite CBERS 4A e comparar os resultados com as técnicas convencionais de mapeamento.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Abaixo estão os resultados que se pretende alcançar a partir da pesquisa.

- Verificar se é possível uma classificação mais detalhada das fitofisionomias em relação à representação já existente;
- Comparar as classes de fitofisionomias do Cerrado utilizando produtos e insumos de períodos distintos; e
- Analisar a classificação das fitofisionomias representadas.

## **3. REVISÃO DA LITERATURA**

O conteúdo descrito se inicia com a caracterização do Cerrado e a influência do avanço do agronegócio nesse bioma, adentrando no bioma Cerrado no estado de Goiás. Depois o tópico sobre o mapeamento das fitofisionomias no Brasil auxiliará na compreensão das representações da vegetação ao longo dos anos. Finalizando com o tópico sobre as técnicas de processamento digital de imagens (PDI) para mapeamento do uso e cobertura do solo em imagens de satélites.



### 3.1 CERRADO

O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil e possui fisionomias semelhantes à de outras savanas da América tropical e da África do Sul. Sua vegetação é classificada em florestais, savânicas e campestres. Segundo Adámoli *et al.* (1987) citado por Sano *et al.* (2008), o clima do Cerrado se caracteriza por invernos secos e verões chuvosos, apresentando uma precipitação média anual de 1.500 mm.

Os principais tipos de fitofisionomias do Cerrado se dividem em dois critérios. O primeiro critério está relacionado à fisionomia (forma). Já o segundo critério está relacionado a aspectos do ambiente e sua composição florística. Dentre as três formações que compõem o Cerrado, caracterizam-se, no total, onze fitofisionomias ou tipos de vegetação, além de vinte e cinco subtipos (SANO *et al.*, 2008). Os principais tipos fitofisionômicos do Cerrado estão descritos no quadro 1.

**Quadro 1** - Principais tipos de fitofisionomias do Cerrado

| Formações  | Tipos de fitofisionomias                                             |
|------------|----------------------------------------------------------------------|
| Florestais | Mata Ciliar<br>Mata de Galeria<br>Mata seca<br>Cerradão              |
| Savânicas  | Cerrado sentido restrito<br>Parque de Cerrado<br>Palmeiral<br>Vereda |
| Campestres | Campo sujo<br>Campo limpo<br>Campo rupestre                          |

**Fonte:** A autora (2022).

O bioma Cerrado atualmente é o mais atingido pelo avanço do agronegócio e conta com apenas 8% de sua área protegida por unidades de conservação, segundo o Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM). A criação dos biomas brasileiros teve como intuito a realização de uma melhor fiscalização das regiões, criando leis que protegessem os biomas. Entretanto, o Cerrado continua sendo o mais desmatado e explorado em relação aos outros biomas do país.

A expansão agrícola e pecuária se tornou um dos principais meios de mudança de paisagem, a perda de vegetação nativa foi influenciada pelo desmatamento de áreas destinadas às plantações e ao pasto. Após a exploração intensa na Mata Atlântica, a região centro-oeste do

país se tornou o alvo para os agricultores, fato que se relaciona as pesquisas que permitiram a utilização do Cerrado na agricultura. Os resultados apresentados pelo projeto Mapbiomas mostram que, no período de 1985 a 2020, o Cerrado perdeu 66,3% da sua flora local devido ao avanço do agronegócio.

O território ocupado pelo bioma Cerrado foi considerado, até a década de 50, uma região composta por solos impróprios para o cultivo agrícola. Com o grande avanço tecnológico na área do agronegócio, tornou-se possível intensificar o processo de ocupação agrícola do Cerrado, considerado nos dias atuais como uma região fértil e agro cultivável (SILVA, 2018).

Embora as savanas, florestas e campos que compõem o bioma já tenha sofrido uma intensa trajetória de modificação antrópica ao longo dos séculos, seja através da mineração, projetos de colonização ou através da construção de cidades, os principais agressores do bioma Cerrado são o manejo tradicional, a agricultura de subsistência e a pecuária (SILVA, 2018).

A cobertura vegetal original do Cerrado está bastante fragmentada e, apesar da existência de leis ambientais restritivas presentes no Código Florestal, ele tem sido ignorado. Um dos motivos do não cumprimento da legislação é a falta de ações para seu efetivo funcionamento. Além disso, tem-se o elevado custo de implementação para os produtores rurais (SANO *et al.*, 2008). Segundo Aquino *et al.* (2006), o Código Florestal (Lei 4.771/1965) determina uma porcentagem de área da propriedade rural como reserva legal, o que é essencial para a conservação de recursos naturais. Nele é estabelecido que a reserva legal seja de 20% em propriedades localizadas no Bioma Cerrado e 35% em propriedades localizadas na Amazônia Legal cuja vegetação seja de Cerrado.

### 3.2 CERRADO EM GOIÁS

O bioma Cerrado está inserido em quase toda região do estado de Goiás, sua área de vegetação nativa se encontra, no ano de 2020, com cerca de 725 km<sup>2</sup> alterado (INPE, 2020). Para conter e preservar o que resta de biodiversidade no estado, a criação de unidades de conservação se tornou obrigatória perante a lei número 12.247/02, regulamentada pelo decreto estadual número 5.806/03. Segundo a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), Goiás tem 23 unidades de conservação (UC) que promovem a conservação e pesquisa da biodiversidade, sendo 10 UC relacionadas a conservação do bioma Cerrado em Goiás.

### 3.3 MAPEAMENTOS DA VEGETAÇÃO NO BRASIL

Para o entendimento de como eram realizados os mapeamentos de cobertura do solo do país ao longo dos anos são apresentados a seguir os mapas de vegetação produzidos ao longo do tempo, sendo de suma importância o conhecimento das diversas maneiras de realizar coletas de dados para estes mapeamentos.

O mapa fitogeográfico, datado de 1858, que indicava cinco regiões ou províncias florísticas do país, conforme está apresentado na Figura 1, foi criado por Carl Friedrich Philipp von Martius. Martius foi um médico e botânico alemão, um dos mais importantes pesquisadores que estudaram o aspecto florístico do Brasil, em especial a Amazônia. No mapa, os nomes de cada província remetem à mitologia grega, fazendo uma analogia a Nayades (flora amazônica), Hamadryades (flora nordestina), Oreades (flora do Centro-Oeste), Dryades (flora da costa atlântica) e Napeias (flora subtropical) (IBGE, 2012).

Os levantamentos da flora das regiões conhecidas na época foram bem documentados ao ponto de permitir comparações em relação à flora atual. Assim, apesar da imprecisão dos limites, a divisão florística do mapa ainda apresenta semelhanças com a representação atual. Para o desenvolvimento e confecção deste mapa, foram coletadas amostras botânicas identificadas e analisadas por renomados especialistas do século XIX. Segundo o Manual Técnico da Vegetação Brasileira (2012), comparado com o mapa das províncias florísticas de Martius, foi introduzido três novas regiões florísticas: Chaco Boreal (flora mato-grossense-do-sul), Campinarana (flora dos Espodossolos dos pântanos amazônicos) e da Floresta Estacional Sempre-Verde (Floresta Estacional Perene-folia).

**Figura 1** - Mapa das províncias florísticas de Martius



Fonte: Martius (1858).

Após os trabalhos de Martius, uma nova classificação fitogeográfica do Brasil foi realizada em 1912, por Luís Felipe Gonzaga de Campos, que confeccionou o mapa das matas e campos do Brasil (Figura 2). Realizando a comparação dos dois mapas, Martius aborda um estudo florístico no Brasil. Já Gonzaga de Campos, desenvolveu pesquisas sobre fisionomia estrutural além de inserir novidades fitogeográficas com o uso da terminologia regionalista (IBGE, 2012).

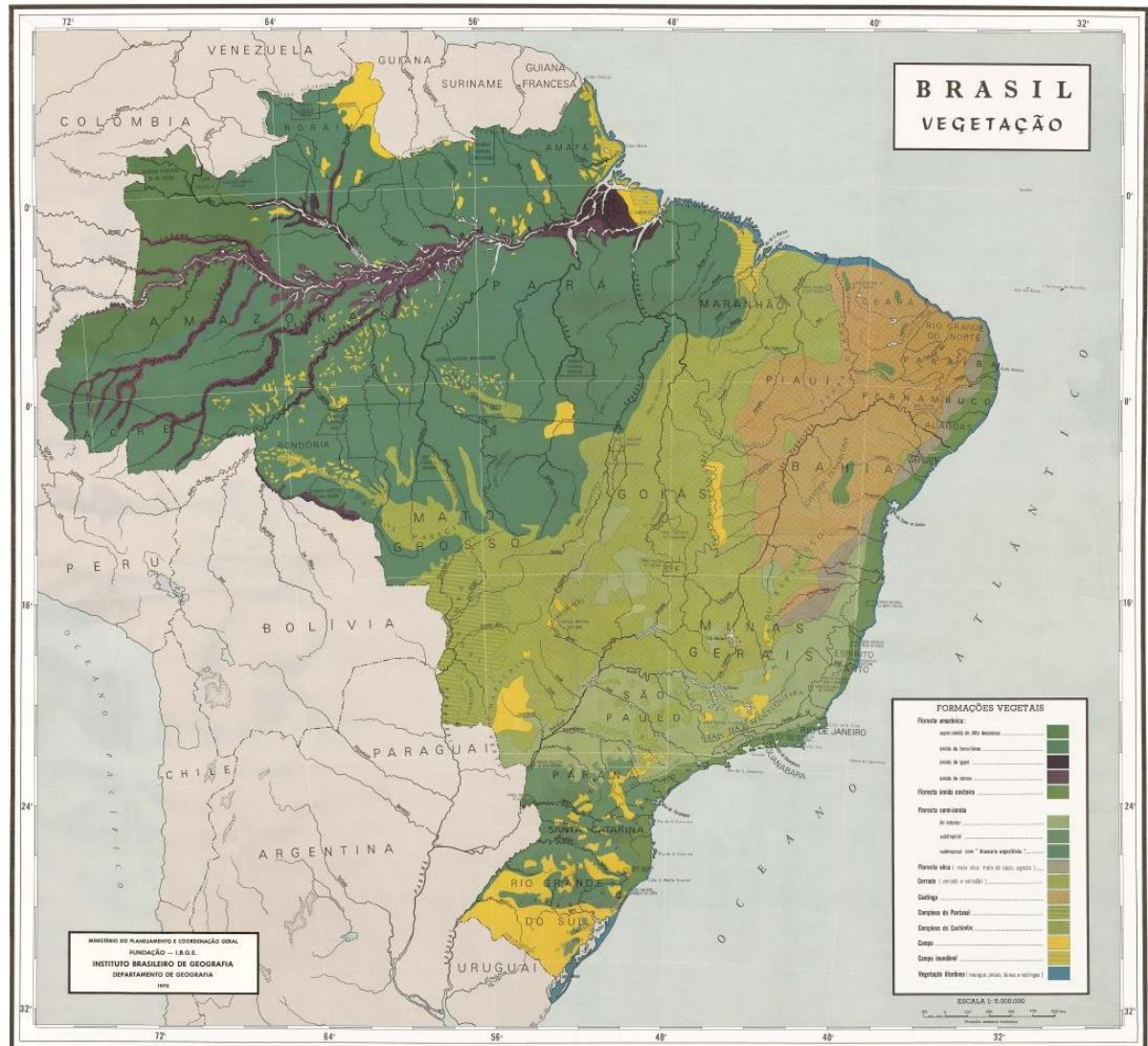
A classificação fitogeográfica brasileira, segundo Gonzaga de Campos, dividiu-se em matas (incluindo as que foram devastadas), campos, caatingas, vegetação costeira e pantanal, incluindo uma provável delimitação que apresentava certa deficiência.



[illegible]

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) lançou, em 1970, um novo mapa de vegetação do Brasil (Figura 3), que apresentava um conteúdo mais detalhado em relação ao mapa de Gonzaga de Campos. Dentre as formações vegetais deste mapa, passou a ser abordada a presença da Floresta Amazônica, trazendo uma singularidade na classificação dessa região que, até então, era classificada simplesmente como matas. O Cerrado, assim como a Floresta úmida costeira, a Floresta semi-úmida e a Floresta seca, também entraram na classificação das vegetações do mapa de 1970.

**Figura 3 - Mapa de vegetação do Brasil de 1970**



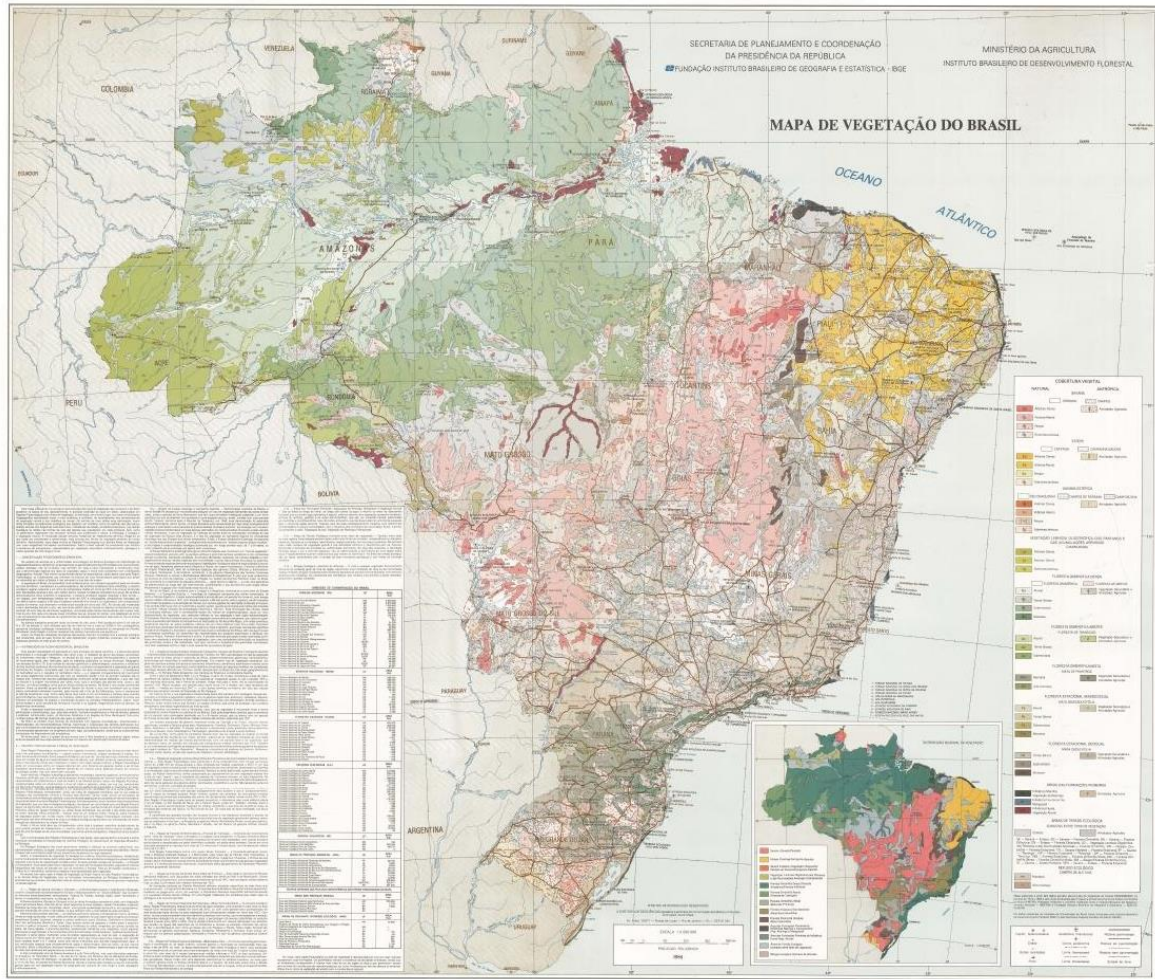
**Fonte:** IBGE (1970).

Na década de 1970 também foi criado o projeto Radambrasil, responsável por equacionar o mapeamento da vegetação amazônica e, posteriormente, do Brasil, aplicando uma classificação fitogeográfica baseada na obra de Ellenberg e Mueller Dombois de 1967 (IBGE, 2012). A classificação desses pesquisadores se baseava em incluir relevo e clima nos nomes e definições de vegetação. As características que se referem ao clima são os termos ombrófila (vegetação de folhas largas e presença de chuvas frequentes) e estacional (formação vegetal de árvores de médio e grande porte além de adaptáveis a cada estação climática). Já o relevo utilizava como critério de classificação os termos terras baixas, submontana, montana, aluvial e pantanosa (MENDES, 2014). O projeto Radambrasil utilizou, de início, dados obtidos por aerolevantamento e, posteriormente, passou a utilizar dados de radar, o que facilitou a expansão do mapeamento para todo território nacional.



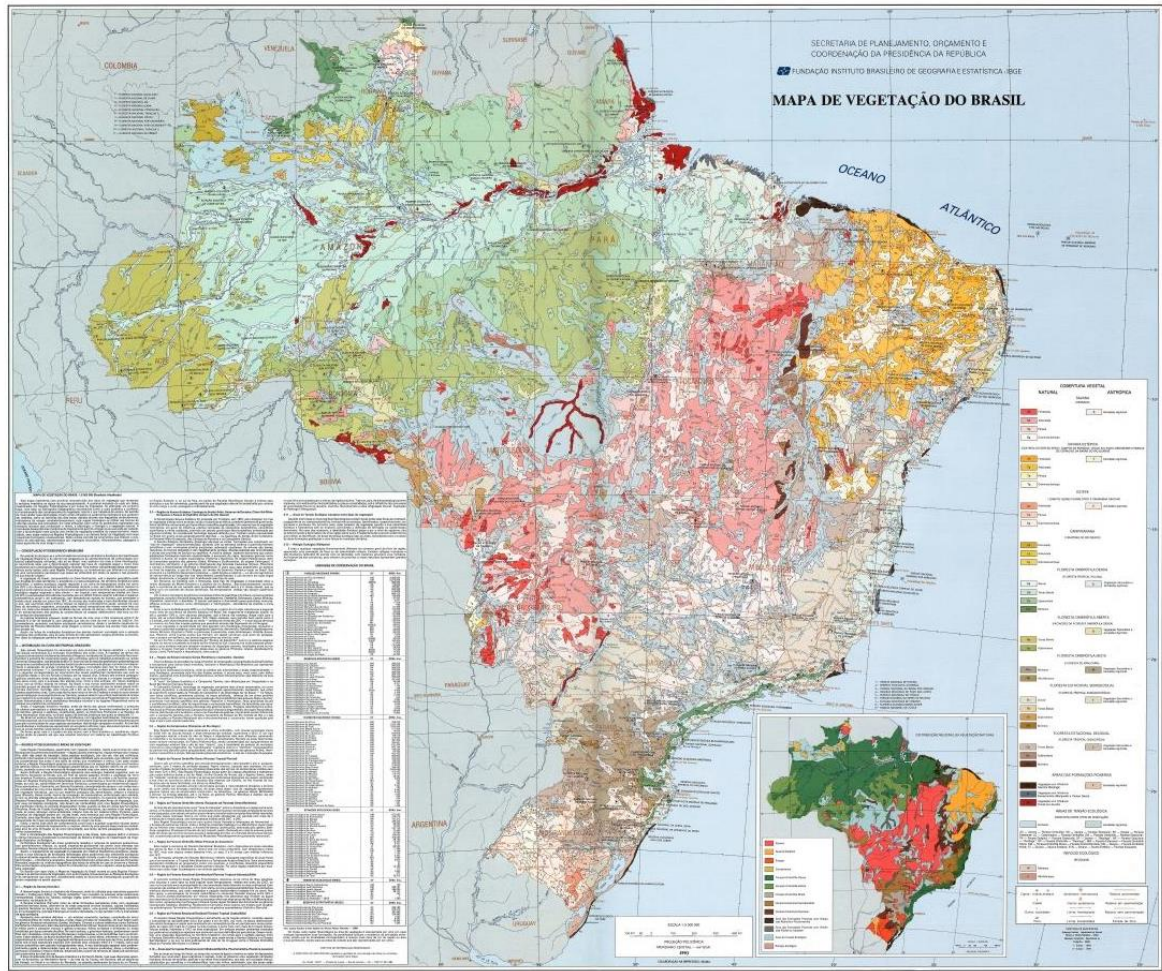
Desde 1936 o IBGE foi o principal órgão de pesquisa geográfica do país, Além do mapa de vegetação de 1970, o IBGE também foi responsável pela compilação dos mapas de vegetação de 1988 e 1993 (Figura 4 e 5), que abordam uma possível reconstituição dos tipos de vegetação existentes no país, seguindo parâmetros ecológicos para validar a delimitação particular de cada vegetação.

**Figura 4 - Mapa de vegetação do Brasil de 1988**



**Fonte:** IBGE (1988).

**Figura 5 - Mapa de vegetação do Brasil de 1993**



**Fonte:** IBGE (1993).

Para a coleta de dados dos mapas de 1988 e 1993, foram utilizadas medições de isolinhas dos dias secos através de diagramas ombrotérmicos (diagrama que representa as variações climáticas). Também foram considerados indicadores da relação de umidade e temperatura, sendo a reação fisiológica obtida a responsável por apresentar um padrão de formas de vida das plantas que estão em grande quantidade em um determinado ambiente. Empregando também os parâmetros registrados por sensores remotos que exibem o relevo, a hidrologia, a litologia e a vegetação natural (IBGE, 1993).

Cada grupo de plantas possui adaptabilidade genética e, para a obtenção dessas informações, a vegetação do Brasil geograficamente foi dividida na época em dois territórios: o amazônico, caracterizado por temperaturas médias e chuvas bem distribuídas no ano; e o extra amazônico, que varia entre temperaturas médias e mais baixas (IBGE, 1993).

Os estudos baseados nas regiões florísticas do país acarretaram na determinação de nove regiões fitoecológicas, que se relacionam com o clima. Também foram classificadas áreas de vegetação englobando regiões com a mesma formação paisagística (IBGE, 1993).



Os mapas de vegetação do Brasil de 1988 e 1993, além de exibir as regiões fitoecológicas e áreas de vegetação, também mostram áreas conhecidas como refúgios ecológicos. Os refúgios ecológicos são definidos como locais com vegetação florística diferente do atual contexto de uma determinada região (flora relíquia). Por fim, no mapa também é abordada a presença do antropismo (IBGE, 1993).

O quadro 2 apresenta a evolução das classificações das fitofisionomias do mapa de vegetação de 1988 para o mapa de 1993.

**Quadro 2** - Evolução das classificações dos mapas de vegetação do Brasil entre os anos de 1988 e 1993.

| Evolução das classificações dos mapas de vegetação do Brasil                        |                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ano                                                                                 |                                                                                                                                      |
| 1988                                                                                | 1993                                                                                                                                 |
| Savana (Cerrado e Campos)                                                           | Savana (Cerrado)                                                                                                                     |
| Estepe (Caatinga e Campanha Gaúcha)                                                 | Savana Estépica (Caatinga do Sertão Árido, Campos de Roraima, Chaco Sul-Mato-Grossense e Parque de Espinilho da barra do Rio Quaraí) |
| Savana Estépica (vegetação Chaquenha, Campos de Roraima, Campanha Gaúcha)           | Estepe (Campos Gerais Planálticos e Campanha Gaúcha)                                                                                 |
| Vegetação Lenhosa Oligotrófica dos Pântanos e das Acumulações Arenosas              | Campinarana (Campinas do Rio Negro)                                                                                                  |
| Floresta Ombrófila Densa (Floresta Amazônica e Floresta Atlântica)                  | Floresta Ombrófila Densa (Floresta Tropical Pluvial)                                                                                 |
| Floresta Ombrófila Aberta (Florestas de Transição)                                  | Floresta Ombrófila Aberta (Faciações da Floresta Ombrófila Densa)                                                                    |
| Floresta Ombrófila Mista (Mata de Pinheiro)                                         | Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária)                                                                                     |
| Floresta Estacional Semidecidual (Mata Subcaducifólia)                              | Floresta Estacional Semidecidual (Floresta Tropical Subcaducifólia)                                                                  |
| Floresta Estacional Decidual (Mata Caducifólia)                                     | Floresta Estacional Decidual (Floresta Tropical Caducifólia)                                                                         |
| Área das formações pioneiras (vegetação de restinga, manguezal e vegetação aluvial) | Área das formações pioneiras (com influências marinha, fluviomarinha, fluvial ou lacustre)                                           |
| Áreas de tensão ecológica                                                           | Áreas de tensão ecológica                                                                                                            |
| Refúgio ecológico                                                                   | Refúgio ecológico                                                                                                                    |

**Fonte:** A autora (2022).

O Mapa de vegetação do Brasil na escala de 1:5000000 de 1993, foi o último mapa de vegetação compilado antes do estabelecimento de novas metodologias baseadas na utilização de dados obtidos por sensoriamento remoto.

Atualmente o Mapbiomas se tornou uma das maiores plataformas responsáveis por representar o uso e cobertura do solo do país, classes de representação que são possíveis de obter com imagens orbitais dentro da metodologia estabelecida pelos responsáveis.

Entretanto existe uma generalização das vegetações existentes, tendo em vista que o Cerrado apresenta onze classes de fitofisionomias e o Mapbiomas em 2020, por exemplo, conseguiu representar apenas quatro delas. A plataforma do Mapbiomas é uma importante ferramenta para o entendimento da dinâmica do uso do solo no Brasil, suas classes são divididas em floresta, floresta natural não florestal, agropecuária, área não vegetada e corpo d'água; cada classe apresenta suas subclasses sendo particular de cada região.

A classificação anual do Mapbiomas é feita pixel a pixel em imagens do satélite Landsat, com processamento automatizado dos dados na plataforma *Google Earth Engine* (MAPBIOMAS, 2019). Um projeto que produz mapeamento anual da cobertura e uso da terra em imagens do ano de 1985 até os dias atuais.

### 3.4 TÉCNICAS DE PDI APLICADAS EM IMAGENS DE SATÉLITE PARA MAPEAMENTO

Segundo Crósta (1992), as técnicas de processamento de imagem são utilizadas para identificação, extração e realce de feições. O resultado desse processo é a geração de imagens que contêm informações específicas, extraídas e realçadas a partir das imagens originais.

Para extrair dados de representações matriciais, como mapas temáticos, é preciso executar as etapas do processamento digital de imagens, tais como: pré-processamento, realce, segmentação e classificação. O pré-processamento é a etapa em que as correções são feitas. Além de melhoria na quantização dos dados e restauração dos pixels. O realce é usado para melhorar a qualidade visual das imagens, ampliando os recursos de cores e os tons de cinza (MOREIRA, 2007).

O classificador mais adequado para o desenvolvimento dos estudos de cobertura do solo é o *Geographic Object-Based Image Analysis* (GEOBIA), uma abordagem que consiste na aplicação de dois procedimentos metodológicos: a segmentação sendo uma técnica primária usada para conversão de uma cena ou imagem em múltiplos objetos e a classificação baseada em regras de decisão, que explicitam as propriedades dos objetos expressas pelos atributos (NAVULUR, 2006; LANG, 2008).

A técnica GEOBIA permite a discriminação de elementos em áreas densas e heterogêneas de acordo com suas características e também da relação de vizinhança dos alvos que compõem a cena, aumentando assim o nível de detalhes das classificações de uso e cobertura do solo (CONCEIÇÃO *et al.*, 2021). A característica desse classificador de permitir

a introdução de elementos que vão além da informação espectral, auxilia na aquisição de análises com melhores resultados de elementos naturais e antropizados que constituem a paisagem.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

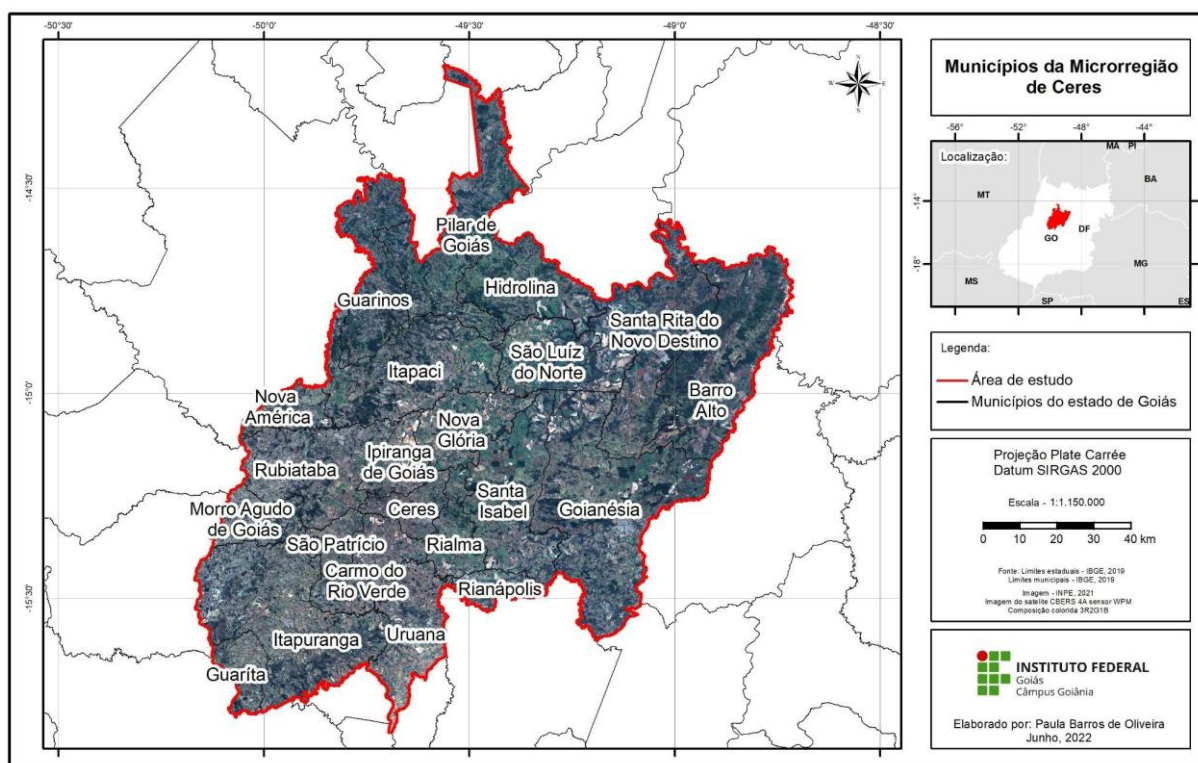
Nesta seção serão apresentados os materiais e métodos utilizados neste trabalho.

### 4.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Os estudos foram realizados na Microrregião de Ceres, situada no centro-norte do estado de Goiás. Região localizada dentro do bioma Cerrado, ocupando aproximadamente 13.163 km<sup>2</sup>. No total são vinte e dois municípios que formam essa microrregião, sendo ilustrado na Figura 6. A escolha da Microrregião de Ceres como área piloto foi pelo fato de ser uma região que representa o Cerrado Goiano, apresentando assim as fitofisionomias que este estudo pretende representar.

Os vinte e dois municípios que compõem a Microrregião de Ceres são: Barro Alto, Carmo de Rio Verde, Ceres, Goianésia, Guaraíta, Guarinos, Hidrolina, Ipiranga de Goiás, Itapaci, Itapuranga, Morro Agudo de Goiás, Nova América, Nova Glória, Pilar de Goiás, Rialma, Rianápolis, Rubiataba, Santa Isabel, Santa Rita do Novo Destino, São Luiz do Norte, São Patrício e Uruana.

**Figura 6** - Mapa de localização da área de estudo



**Fonte:** A autora (2022).

## 4.2 MATERIAIS

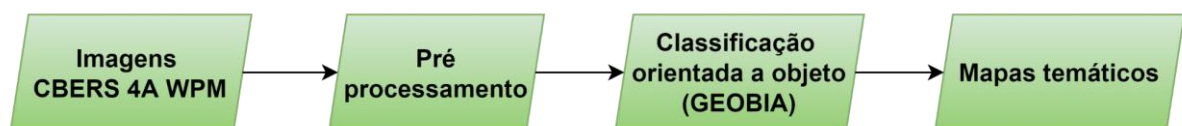
As imagens orbitais utilizadas no trabalho foram seis cenas do satélite CBERS 4A WPM (câmera multiespectral e pancromática de ampla varredura), obtidas no site do INPE. São cenas localizadas no estado de Goiás que cobrem a Microrregião de Ceres, sendo duas cenas do dia 10/06/2021, uma do dia 05/07/2021, duas do dia 06/07/2021 e a outra do dia 11/07/2021. Essas imagens apresentam resolução da banda pancromática de 2 metros e multiespectral de 8 metros, sua largura da faixa imageada é de 92 km e suas bandas espectrais são o azul, verde, vermelho, infravermelho e pancromática.

O programa CBERS se iniciou através da parceria entre o Brasil e a China no setor técnico-científico espacial, onde posteriormente veio a fabricação do satélite CBERS-4A. Os satélites de sensoriamento remoto CBERS trouxeram consideráveis avanços científicos para o Brasil, além de ser um programa que fornece imagens gratuitas para os usuários.

## 4.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

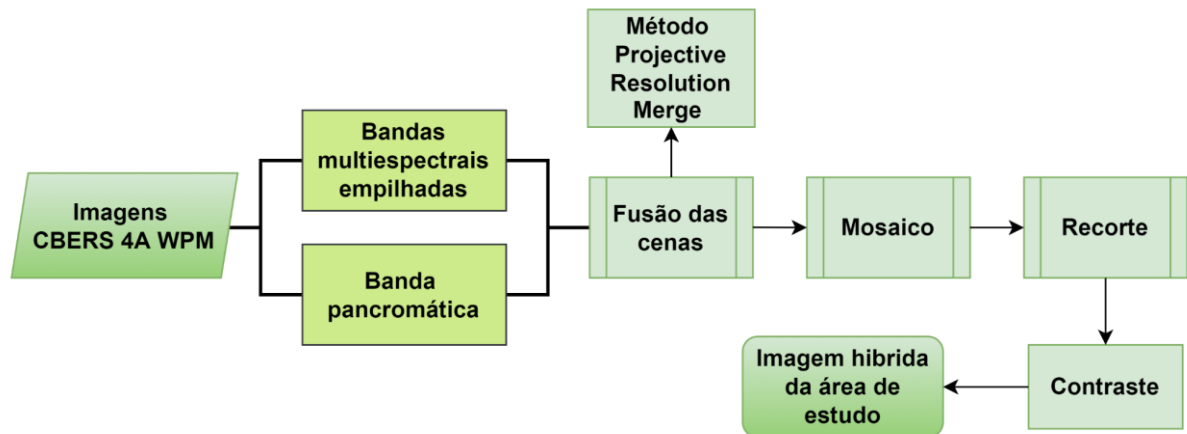
Os processos metodológicos estão descritos no fluxograma da Figura 7, os quais serão detalhados no decorrer do texto, apresentando assim, o procedimento utilizado para a realização do objetivo da pesquisa.

**Figura 7** - Fluxograma geral



**Fonte:** A autora (2022).

**Figura 8** - Fluxograma do pré-processamento



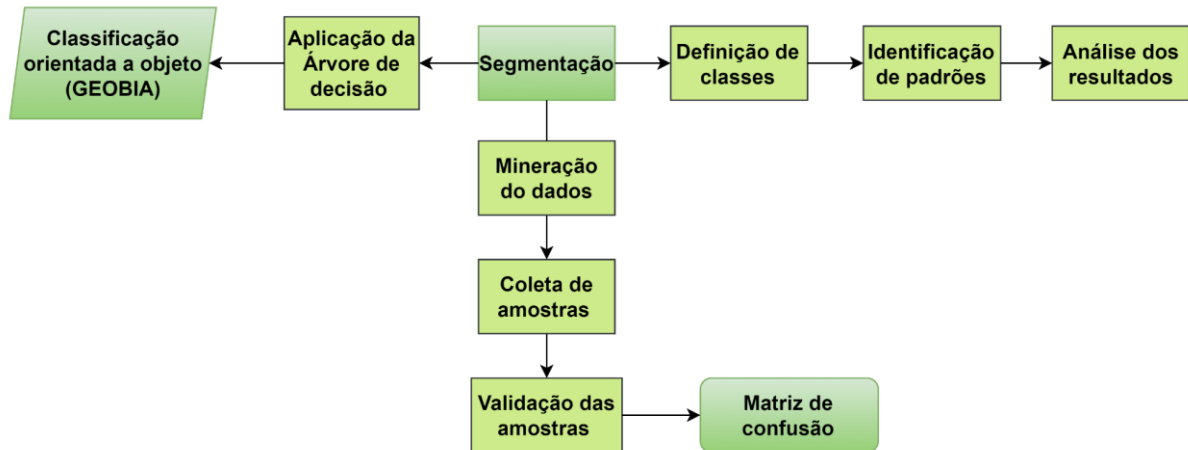
**Fonte:** A autora (2022).

Na etapa de pré-processamento (Figura 8) as bandas multiespectrais de cada cena foram empilhadas. Este processo consistiu em unir todas as bandas espectrais (infravermelho, vermelho, verde e azul), com exceção da banda pancromática. Em seguida, é realizada a fusão de imagens. O procedimento de fusão tem como objetivo unir as cenas empilhadas com as bandas pancromáticas, imagens até então com características espectrais diferentes. O método utilizado foi o *Projective Resolution Merge* para a obtenção de imagens com uma maior qualidade espacial dos pixels em relação às imagens multiespectrais obtidas no empilhamento. Um mosaico das quatro cenas fusionadas foi então gerado. Na sequência, o mosaico é recortado espacialmente em relação à área de estudo. Por fim, aplicou-se contraste no recorte do mosaico.

Na sequência, para a classificação das fitofisionomias do Cerrado na área de estudo, utilizou-se o classificador GEOBIA. Entretanto, antes de realizar o processo de classificação, foi vetorizada uma máscara da área urbana no recorte da área de estudo. O parâmetro utilizado foi o arquivo vetorial de área urbana do Mapbiomas do ano de 2020. Com o objetivo de evitar que haja confusão entre as amostras que serão classificadas posteriormente.



**Figura 9** - Fluxograma da classificação GEOBIA

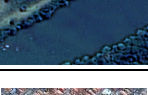


**Fonte:** A autora (2022).

Iniciando o processo para classificação (Figura 9), primeiro a segmentação da imagem foi gerada, cujos parâmetros foram: 2 para o tamanho mínimo do pixel e 0,014 de similaridade. Uma vez realizada a segmentação, foram geradas "chaves de interpretação" para auxiliar na identificação dos elementos contidos na imagem. A interpretação dos alvos foi fundamentada em relação às características de cada classe do Mapbiomas e do mapa convencional, conforme o Quadro 3 e 4. O intuito do processo é utilizar como referência as classes de um mapa convencional, de 1993, produzido sem a utilização de dados obtidos por sensoriamento remoto.

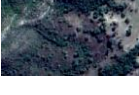
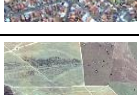
Uma extração das classes de vegetação que o Mapbiomas classifica em sua plataforma atualmente também foi realizada. Assim descobrindo qual classe está presente na Microrregião de Ceres, sendo elas a formação florestal, savânica e campestre. Para a identificação dessas classes na imagem utilizou-se as características das fitofisionomias do bioma Cerrado presente no site da Embrapa.

**Quadro 3** - Classes do uso e cobertura do solo do Mapbiomas

| Classes do Mapbiomas              |                                                                                     |                                                                                      |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Classes                           | Descrição                                                                           | Amostras                                                                             |
| Formação florestal                | Floresta natural com dossel contínuo.                                               |   |
| Formação savânica                 | Floresta natural com árvores e arbustos espalhados sem formação de dossel contínuo. |   |
| Formação campestre                | Floresta natural não florestada.                                                    |   |
| Corpos d'água                     | Rios e lagoas.                                                                      |   |
| Infraestrutura urbana             | Infraestrutura urbana, área não vegetada.                                           |   |
| Mosaico de agricultura e pastagem | Agropecuária.                                                                       |  |

**Fonte:** A autora (2022).

**Quadro 4** - Classes do uso e cobertura do solo do mapa de vegetação do Brasil de 1993

| Classes do mapa de vegetação de 1993 |                                                                                                                |                                                                                       |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Classes                              | Descrição                                                                                                      | Amostras                                                                              |
| Savana Florestada                    | Padrões homogêneos de verde médio a claro, com tons de marrom esverdeado (GOMES <i>et al.</i> , 2001).         |  |
| Savana Arborizada                    | Tons de verde escuro a médio mesclados com tons castanhos (GOMES <i>et al.</i> , 2001).                        |  |
| Savana Parque                        | Tons de marrom escuro em áreas dissecadas e cinza escuro a preto em áreas úmidas (GOMES <i>et al.</i> , 2001). |  |
| Savana Gramíneas-lenhosa             | Tons de marrom escuro para preto (GOMES <i>et al.</i> , 2001).                                                 |  |
| Água                                 | Corpos d'água, rios e lagoas.                                                                                  |  |
| Área urbana                          | Infraestrutura urbana (Edificações, estradas pavimentadas, etc).                                               |  |
| Agropecuária                         | Agricultura e pastagem.                                                                                        |  |

**Fonte:** A autora (2022).

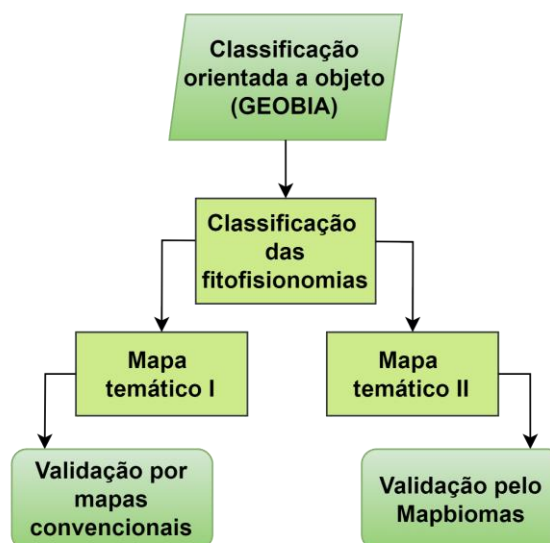
Após a segmentação foi aplicado a ferramenta responsável pela mineração dos dados GEODMA (*Geographical Data Mining Analyst*), começando com a extração de atributos para a realização da coleta de amostras. Foram estabelecidos padrões de reconhecimento como cor, forma e textura para cada amostra coletada, conforme mostrado no Quadro 3 e 4. Em seguida, foi utilizado o algoritmo chamado “árvore de decisão” para o treinamento das amostras. Sendo coletado aproximadamente 600 amostras para que cada classe proposta fosse mapeada de acordo com o tema determinado. Por fim, com a matriz de confusão foi possível avaliar os níveis de desempenho da classificação, apresentando as classes que se confundiram uma com a outra. Os valores do Índice Kappa foram comparados com o índice de desempenho que indica a qualidade do mapa temático. Os parâmetros para a qualidade de um dado são determinados por Landis e Kock (1977) conforme mostra o Quadro 5.

**Quadro 5 - Índice Kappa**

| Índice Kappa | Desempenho |
|--------------|------------|
| 0,00         | Péssima    |
| 0,01 a 0,20  | Ruim       |
| 0,21 a 0,40  | Razoável   |
| 0,41 a 0,60  | Bom        |
| 0,61 a 0,80  | Muito bom  |
| 0,81 a 1,00  | Excelente  |

**Fonte:** Landis e Koch (1977).

**Figura 10 - Fluxograma da geração dos mapas**



**Fonte:** A autora (2022).

Utilizando a mesma segmentação o processo de classificação foi aplicado primeiro para a validação pelo mapa convencional e segundo pelo Mapbiomas. Por fim, a área de estudo

foi classificada gerando dois produtos (Figura 10). A primeira classificação foi baseada nas classes de fitofisionomias do mapa de vegetação do Brasil de 1993. Já a segunda classificação foi referente às classes de uso e cobertura do solo do ano de 2020 do Mapbiomas. Após a realização das etapas será possível analisar as fitofisionomias do Cerrado para um questionamento sobre sua representação atualmente.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção serão apresentados os resultados e discussões deste trabalho.

### 5.1 MAPAS DE COBERTURA DO SOLO

A partir do mapeamento utilizando a técnica de classificação orientada a objeto, foram obtidos dois mapas temáticos de uso e cobertura do solo para a área de estudo proposta neste trabalho. Foram mapeadas sete classes para o Mapa temático I e seis para o Mapa temático II, resultados da classificação estão descritos no Quadro 6.

**Quadro 6** - Nomes dos mapas de cobertura do solo

| Nome             | Resultado                                                                                                     |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mapa temático I  | Mapa de classificação das fitofisionomias referente às classes do mapa de vegetação do Brasil do ano de 1993. |
| Mapa temático II | Mapa de classificação das fitofisionomias referente às classes do Mapbiomas do ano de 2020.                   |

**Fonte:** A autora (2022).

### 5.2 VALIDAÇÃO DOS MAPAS DE COBERTURA DO SOLO

A validação das amostras de cobertura do solo teve um aproveitamento consideravelmente bom comparado ao desempenho do índice Kappa, conforme apresentado na Tabela 1. A validação tem como objetivo descrever e testar o grau de concordância das amostras.

**Tabela 1** - Índice Kappa das amostras classificadas

| Amostras                                | Índice Kappa | Desempenho |
|-----------------------------------------|--------------|------------|
| Amostras referente ao mapa convencional | 0,84         | Excelente  |
| Amostras referente ao Mapbiomas         | 0,85         | Excelente  |

**Fonte:** A autora (2022).

As amostras do Mapa Temático I foram validadas obtendo um valor de Índice Kappa de 0,84 e que segundo os parâmetros estipulados por Landis e Kock (1977), a avaliação da classificação ficou excelente (Tabela 1). Esse procedimento tem como objetivo gerar um arquivo vetorial de pontos amostrais que apareçam no mesmo lugar da imagem e da classificação. Assim, informando se as amostras foram classificadas de forma correta em relação a imagem real. Ao finalizar o processo de validação, uma matriz de confusão foi gerada, conforme mostra a Quadro 7.

**Quadro 7** - Validação das amostras da classificação Mapa temático I

|                   |       | Matriz de confusão    |                       |                   |                              |                  |          |                 |       |
|-------------------|-------|-----------------------|-----------------------|-------------------|------------------------------|------------------|----------|-----------------|-------|
|                   |       | Classes               |                       |                   |                              |                  |          |                 |       |
|                   |       | 1 (Savana florestada) | 2 (Savana arborizada) | 3 (Savana parque) | 4 (Savana gramíneas-lenhosa) | 5 (Agropecuária) | 6 (Água) | 7 (Área urbana) | Total |
| Verdade Terrestre | 1     | 99                    | 0                     | 0                 | 0                            | 1                | 0        | 0               | 100   |
|                   | 2     | 11                    | 79                    | 6                 | 0                            | 4                | 0        | 0               | 100   |
|                   | 3     | 13                    | 1                     | 76                | 3                            | 7                | 0        | 0               | 100   |
|                   | 4     | 0                     | 1                     | 11                | 70                           | 18               | 0        | 0               | 100   |
|                   | 5     | 0                     | 1                     | 0                 | 0                            | 99               | 0        | 0               | 100   |
|                   | 6     | 1                     | 0                     | 0                 | 0                            | 0                | 49       | 0               | 50    |
|                   | 7     | 0                     | 0                     | 0                 | 0                            | 0                | 0        | 50              | 50    |
|                   | total | 124                   | 82                    | 93                | 73                           | 129              | 49       | 50              | 600   |

**Fonte:** A autora (2022).

De acordo com o resultado da matriz de confusão apresentada na Quadro 7, pode-se notar que houve mais confusão entre a classe agropecuária com a savana gramíneas-lenhosa, porém foi um resultado esperado pelo fato de a savana gramíneas-lenhosa ser uma vegetação campestre e apresentar coloração marrom escuro trazendo uma similaridade com a agropecuária pela presença de pastos com a mesma coloração e textura. A confusão da classe de savana parque e arborizada com a savana florestada também foi significativa conforme mostra a matriz da Quadro 7. Segundo Sano *et al.* (2008) no bioma Cerrado as formações florestais costumam ser localizadas próximas a cursos d'água. Entretanto as classes de savanas arborizadas e parques foram classificadas próximas aos cursos d'água também.

Na Tabela 2, a seguir, é possível notar que a classe que mais se confundiu com outras classes foi a savana gramíneas-lenhosa com 30% de confusão de amostras. As classes savana florestada, agropecuária e água tiveram pouca confusão sendo classificadas de forma correta em relação às demais. A área urbana não teve confusão devido a máscara feita na imagem conforme explicado na metodologia.

**Tabela 2** - Percentual de amostras validadas do Mapa temático I

| Classes                  | Amostras validadas corretamente (%) | Confusão de amostras (%) |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Savana Florestada        | 99                                  | 1                        |
| Savana Arborizada        | 79                                  | 21                       |
| Savana Parque            | 76                                  | 23                       |
| Savana Gramíneas-lenhosa | 70                                  | 30                       |
| Agropecuária             | 99                                  | 1                        |
| Área urbana              | 100                                 | 0                        |
| Água                     | 98                                  | 1                        |

**Fonte:** A autora (2022).

A validação das amostras do Mapa Temático II também obteve um excelente resultado (Tabela 1), com Índice Kappa de 0,85. Conforme mostra a Quadro 8 a confusão de classes é semelhante às classes que foram confundidas na classificação do mapa convencional, visto que foi utilizado a mesma segmentação e praticamente as mesmas regras de observação de cor, textura e forma na hora da coleta de amostras.

**Quadro 8** - Validação das amostras da classificação do Mapa temático II

|                   |       | Matriz de confusão     |                       |                        |                                       |                   |                           |       |
|-------------------|-------|------------------------|-----------------------|------------------------|---------------------------------------|-------------------|---------------------------|-------|
|                   |       | Classes                |                       |                        |                                       |                   |                           |       |
|                   |       | 1 (Formação florestal) | 2 (Formação savânica) | 3 (Formação campestre) | 4 (Mosaico de agricultura e pastagem) | 5 (Corpos d'água) | 6 (Infraestrutura urbana) | Total |
| Verdade Terrestre | 1     | 98                     | 1                     | 0                      | 1                                     | 0                 | 0                         | 100   |
|                   | 2     | 14                     | 74                    | 3                      | 9                                     | 0                 | 0                         | 100   |
|                   | 3     | 0                      | 8                     | 75                     | 17                                    | 0                 | 0                         | 100   |
|                   | 4     | 0                      | 3                     | 0                      | 97                                    | 0                 | 0                         | 100   |
|                   | 5     | 2                      | 0                     | 0                      | 0                                     | 48                | 0                         | 50    |
|                   | 6     | 0                      | 0                     | 0                      | 0                                     | 0                 | 50                        | 50    |
|                   | total | 114                    | 86                    | 78                     | 124                                   | 48                | 50                        | 500   |

**Fonte:** A autora (2022).

A formação savânica, conforme apresentado na Tabela 3, foi a classe com maior percentual de confusão de amostra, com 26%. De acordo com a matriz do Quadro 8, a classe de formação savânica se confundiu com a formação florestal, formação campestre e com o mosaico de agricultura e pastagem. A segunda classe com mais confusão foi a formação campestre com 25%, visto que sua confusão com o mosaico de agricultura e pastagem foi o valor mais alto de amostras confundidas da matriz de confusão (Quadro 8).



**Tabela 3** - Percentual de amostras validadas do Mapa temático II

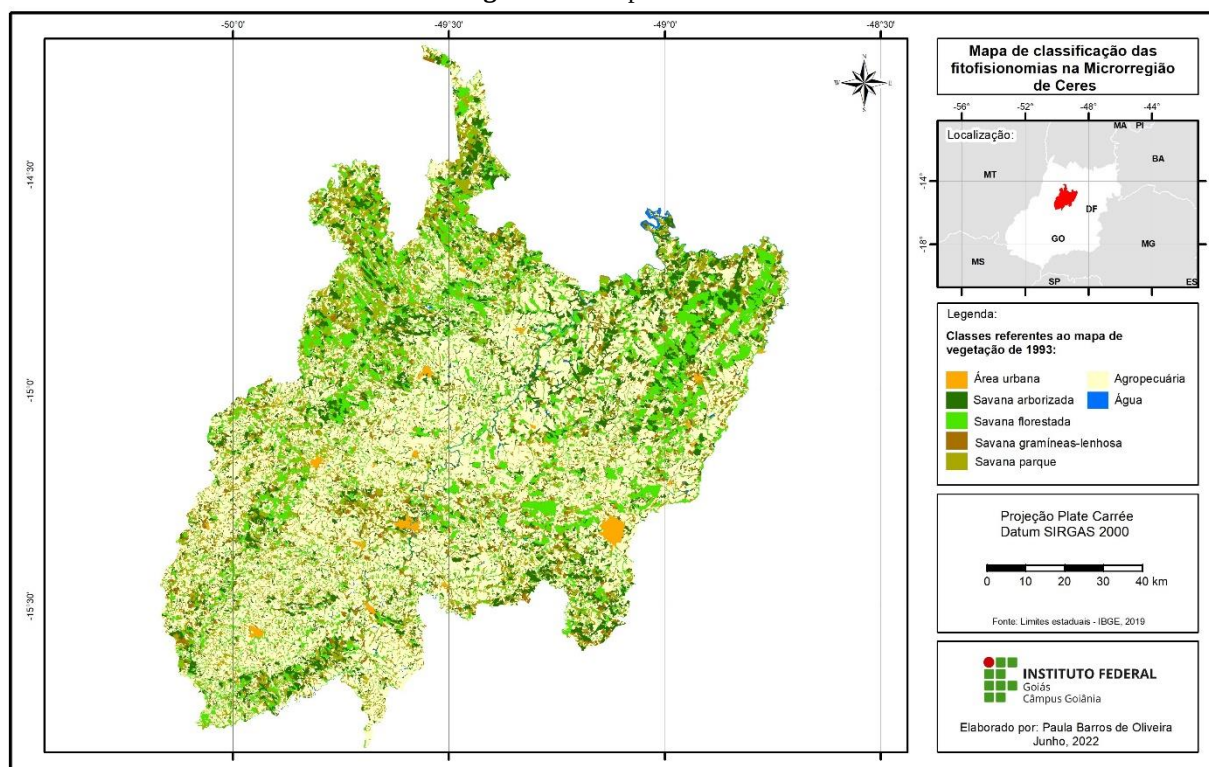
| Classes                           | Amostras validadas corretamente (%) | Confusão de amostras (%) |
|-----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Formação Florestal                | 98                                  | 2                        |
| Formação Savânica                 | 74                                  | 26                       |
| Formação Campestre                | 75                                  | 25                       |
| Mosaico de agricultura e pastagem | 97                                  | 3                        |
| Infraestrutura urbana             | 100                                 | 0                        |
| Corpos d'água                     | 96                                  | 2                        |

**Fonte:** A autora (2022).

### 5.3 ANÁLISE DOS MAPAS DE COBERTURA DO SOLO

O resultado obtido do mapeamento permitiu analisar a representação das fitofisionomias de maneira automatizada utilizando o classificador GEOBIA. A Figura 11 apresenta o Mapa Temático I.

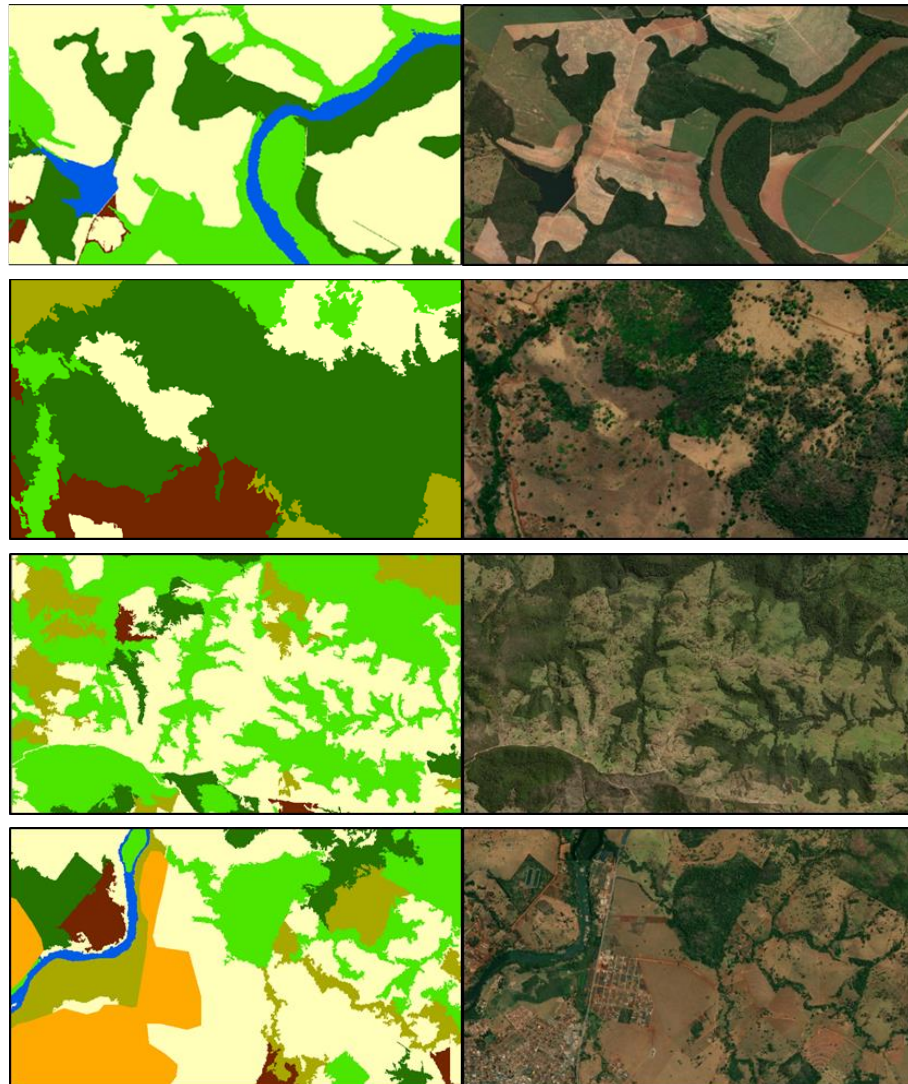
**Figura 11** - Mapa temático I



**Fonte:** A autora (2022).

A Figura 12 apresenta recortes da classificação do Mapa temático I para melhor visualização do produto, provando as confusões de classes que foram detectadas na validação e o detalhamento de cada classe em relação à imagem de satélite.

**Figura 12 - (a) Classificação - Mapa temático I. (b) Imagem de satélite.**



**Fonte:** A autora (2022).

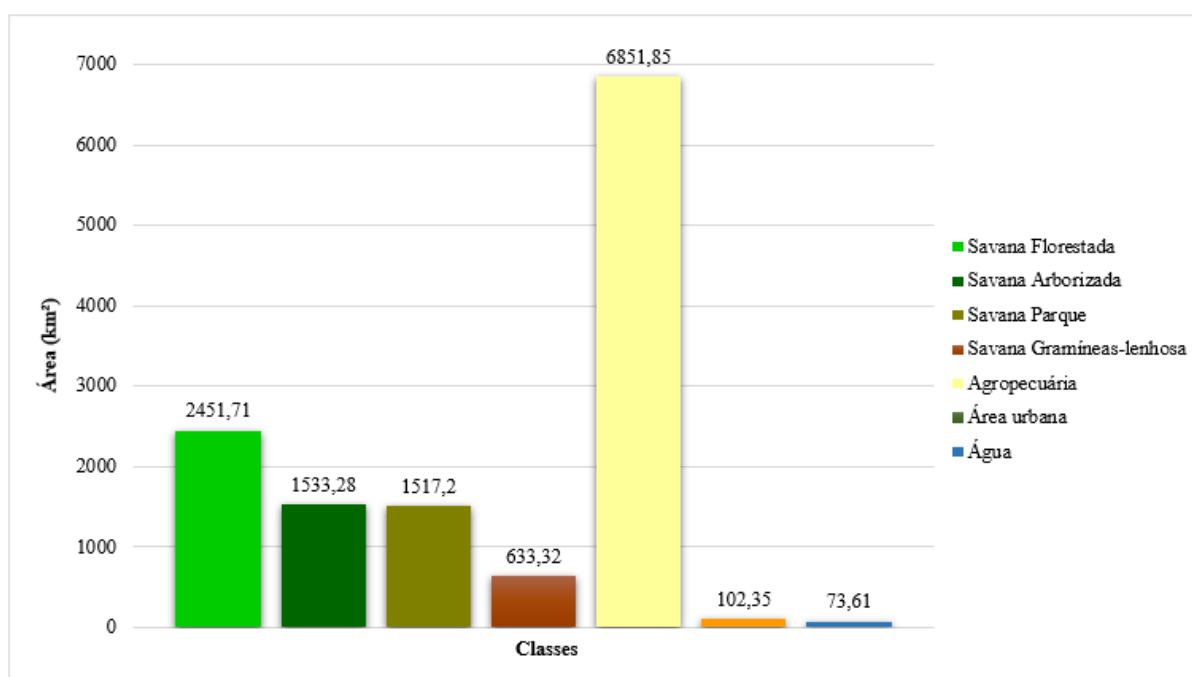
A classificação orientada a objeto permitiu a representação das quatro classes de fitofisionomias presentes nos mapas convencionais. Apesar da confusão entre as amostras, a validação dos resultados foi satisfatória de acordo com o índice Kappa, sendo possível identificar a presença de classes do mapa convencional de 1993 na área de estudo em imagens de 2021. A vegetação com maior predominância na Microrregião de Ceres foi a savana florestada, cobrindo 18,63% da região. A Savana gramínea-lenhosa apresentou a menor área em relação às demais, com 4,81%. Na Tabela 4 mostra os valores das áreas das classes de cobertura vegetal e do solo representada no mapa.

**Tabela 4** - Áreas das classes de cobertura do solo do Mapa temático I da Microrregião de Ceres.

| Classes                  | Área (km <sup>2</sup> ) | Área (%)   |
|--------------------------|-------------------------|------------|
| Savana Florestada        | 2451,71                 | 18,63      |
| Savana Arborizada        | 1533,28                 | 11,65      |
| Savana Parque            | 1517,20                 | 11,53      |
| Savana Gramíneas-lenhosa | 633,32                  | 4,81       |
| Agropecuária             | 6851,85                 | 52,05      |
| Área urbana              | 102,35                  | 0,78       |
| Água                     | 73,61                   | 0,56       |
| <b>Total</b>             | <b>13163,32</b>         | <b>100</b> |

**Fonte:** A autora (2022).

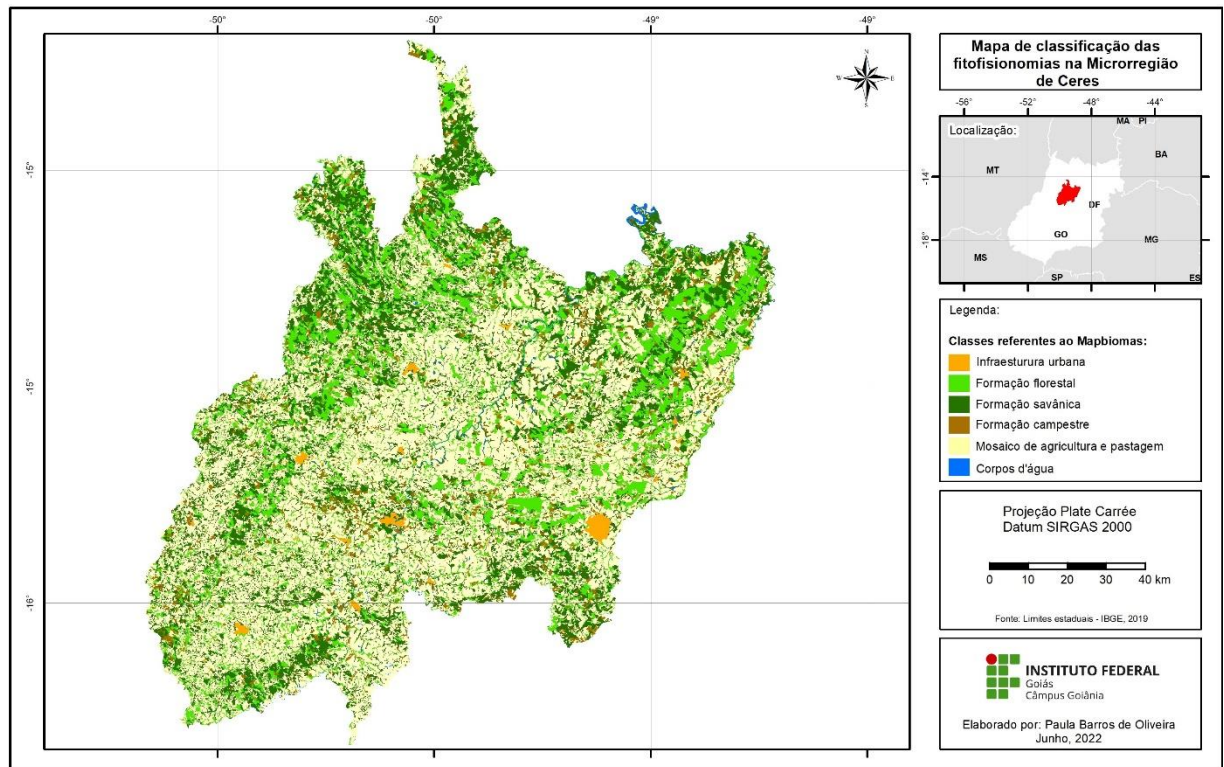
**Figura 13** - Gráfico com as áreas das classes do Mapa temático I



**Fonte:** A autora (2022).

A Figura 14 apresenta o Mapa Temático II, caracterizando as classes de cobertura do solo referentes às classes existentes na plataforma do Mapbiomas do ano de 2020.

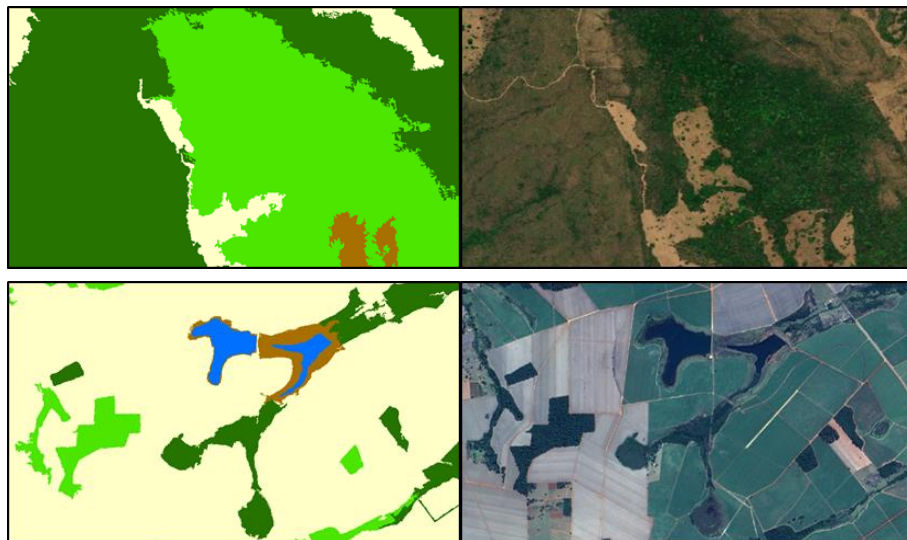
**Figura 14 - Mapa temático II**



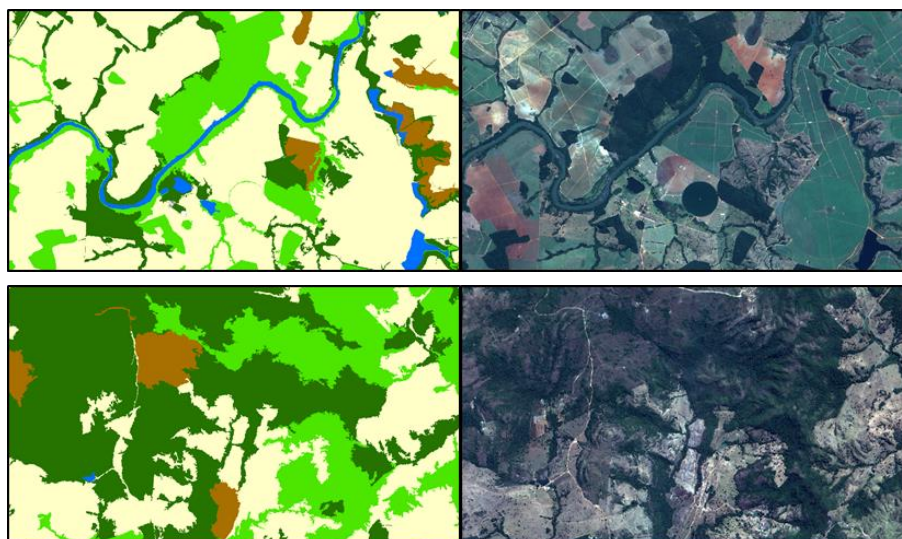
**Fonte:** A autora (2022).

A Figura 15 apresenta recortes da classificação do Mapa temático II, para melhor visualização da representação das classes.

**Figura 15 - (a) Classificação - Mapa temático II. (b) Imagem de satélite**







**Fonte:** A autora (2022).

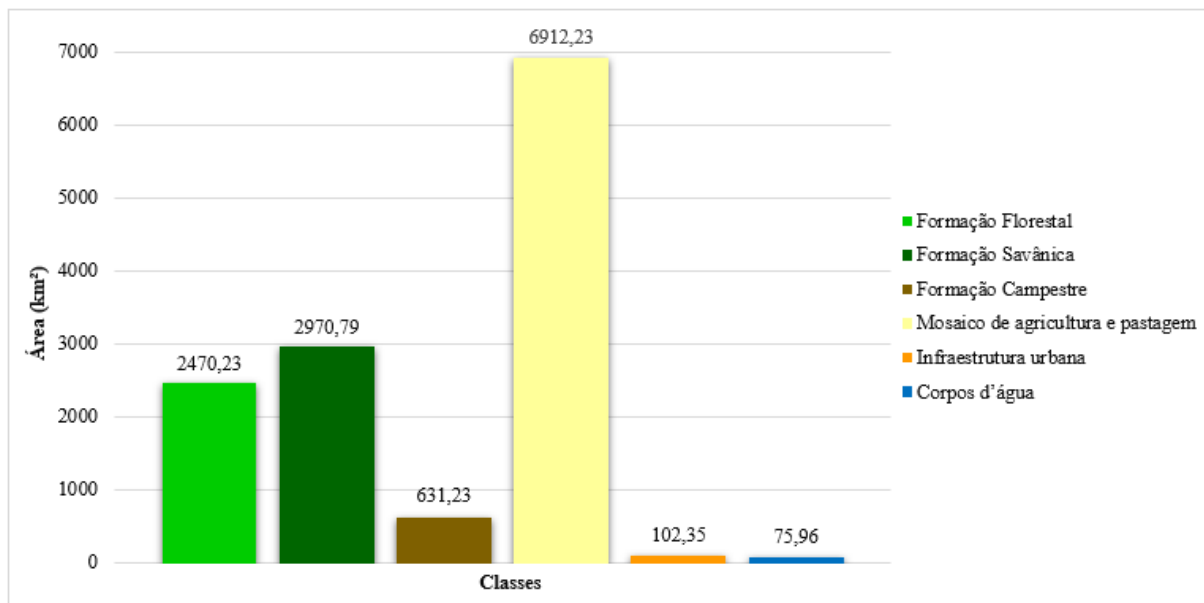
Em relação às fitofisionomias representadas no mapa, a formação que apresentou a maior área foi a savânica com 22,57%. Comparando com a Tabela 4, a área da formação savânica da Tabela 5 abrange uma região maior por ser mais generalizada em relação às savanas representadas na Figura 11.

**Tabela 5** - Áreas das classes de cobertura do solo do Mapa temático II da Microrregião de Ceres

| Classes                           | Área (km <sup>2</sup> ) | Área (%)   |
|-----------------------------------|-------------------------|------------|
| Formação Florestal                | 2470,23                 | 18,77      |
| Formação Savânica                 | 2970,79                 | 22,57      |
| Formação Campestre                | 631,76                  | 4,80       |
| Mosaico de agricultura e pastagem | 6912,23                 | 52,51      |
| Infraestrutura urbana             | 102,35                  | 0,78       |
| Corpos d'água                     | 75,96                   | 0,58       |
| <b>Total</b>                      | <b>13163,32</b>         | <b>100</b> |

**Fonte:** A autora (2022).

**Figura 16** - Gráfico com as áreas das classes do Mapa temático II



**Fonte:** A autora (2022).

A generalização da vegetação do bioma Cerrado classifica uma única região em uma só vegetação apesar de, dentro dessa região homogênea existir cursos d'água e áreas antropizadas. Por isso o fator de escala na representação das fitofisionomias atualmente vem sendo uma influência em relação ao detalhamento dessa cobertura vegetal.

Entretanto, com a técnica de processamento de imagem GEOBIA foi possível um detalhamento das fitofisionomias, representando de maneira automatizada as classes do mapa de vegetação produzido antes do sensoriamento remoto. A classificação orientada a objeto juntamente com uma imagem híbrida com resolução de 2 m, mostrou que é possível trazer o detalhamento da cobertura vegetal do mapa de vegetação de 1993 para os dias atuais, podendo representar os tipos de vegetação presentes na Microrregião de Ceres no ano de 2021.

Foi possível também, utilizando o GEOBIA, classificar uma classe a mais de vegetação (savana parque) na área de estudo, em relação ao que o Mapbiomas consegue representar atualmente. Com a classificação orientada a objeto utilizando as classes do mapa de vegetação de 1993, distinguiu a classe de savana parque que é uma transição entre a savana arbórea com a savana gramíneas-lenhosa, não sendo representado de acordo com suas características na plataforma do Mapbiomas.

O resultado encontrado se sobressai ao mapeamento do Mapbiomas também devido a dois fatores: a resolução espacial da imagem e o fator de escala utilizado. O Mapbiomas foi mapeado utilizando o satélite Landsat com resolução espacial de 30 metros, tendo sua visualização em uma escala de 1:100.000, podendo também ser visualizado até 1:50.000. Já

neste trabalho, utilizando o satélite CBERS 4A sensor WPM, com as bandas multiespectrais fusionadas a banda pancromática, obteve-se imagens com resolução espacial de 2 m, onde foi possível alcançar um mapeamento em uma escala com o nível de detalhamento melhor, sendo pré definida em 1:10.000. Dessa forma, facilitando na melhor visualização e distinção dos alvos a serem mapeados.

Resultados semelhantes foram obtidos por Nascimento *et al.* (2013), utilizando diferentes sensores para mapear a extensão e as mudanças estruturais da fitofisionomia de manguezais na Amazônia. Esses autores também mostram que os resultados obtidos usando o método de classificação orientada a objeto são compatíveis com a interpretação visual realizada por analistas humanos com conhecimento de um amplo domínio de pesquisa.

Sousa *et al.* (2010), com o uso de técnicas de segmentação multiresolução e classificação orientada a objetos em dados de alta resolução espacial (Quickbird) também obteve bons resultados na identificação de espécies florestais na região de Alentejo em Portugal, como confirmado pelos valores do índice Kappa obtidos de 79,3% e 86,5% para os dois casos diferente, respectivamente.

O bioma Cerrado apresenta fortes mudanças climáticas no ambiente de acordo com o período do ano e alta heterogeneidade em relação a sua fitofisionomia, causando assim uma confusão de classes no processo de classificação da imagem.

O trabalho feito por Fernandes *et al.* (2014), obteve resultado semelhante em sua validação da classificação aplicada na caracterização da cobertura da terra no Araguaia. Os autores afirmam que o que pode ter contribuído na confusão das classes de vegetação foi a transição complexa das áreas para fitofisionomias adjacentes, o que dificulta o processo de classificação digital da imagem.



## 6. CONCLUSÃO

Após fazer as representações das fitofisionomias dos mapas convencionais utilizando ferramentas do geoprocessamento aliadas às imagens de sensoriamento remoto, foi possível obter resultados bastante satisfatórios em relação às representações atuais. A partir da validação da classificação da cobertura do solo na área de estudo, o índice Kappa apresentou resultados excelentes referentes a qualidade estatística dos mapas.

A análise das fitofisionomias na Microrregião de Ceres demonstrou a generalização das formações do bioma Cerrado, visto que foi possível classificar quatro tipos de vegetação dessa região: savana florestada, savana arborizada, savana parque e savana gramíneas-lenhosa.

A complexidade das transições de fitofisionomias no bioma Cerrado foi um desafio para a classificação da cobertura vegetal, visto que a vegetação ao redor de cursos d'água foi confundida entre as duas classes de fitofisionomias do mapa convencional com exceção da savana gramíneas-lenhosa.

Contudo, apesar das confusões que o processo apresentou, ainda sim trouxe vantagens sobre as formas convencionais de classificação ao automatizar alguns padrões de reconhecimento (forma, cor e textura) que são empregados apenas na interpretação visual. A classificação orientada a objeto apresenta muitas vantagens, dando destaque para a segmentação, que foi o método utilizado nesse estudo, a possibilidade de classificar com mais de um parâmetro e a elaboração de regras e processos complexos para a classificação. Sendo assim, para futuros trabalhos, a exploração dessas ferramentas dentro do GEOBIA melhoraria os resultados. Por exemplo, utilizando dados ou regras para adentrar junto a classificação, auxiliando na identificação do tipo de vegetação que são predominantes em lugares que possuem drenagem.

Diante disso, esta pesquisa permitiu analisar a representação das fitofisionomias em imagens híbridas utilizando técnicas de processamento de imagens. Além disso, nos dois mapas de classificação das fitofisionomias e nos gráficos de áreas foi possível ver o quanto a agropecuária ocupa aproximadamente 52% da área de estudo. Este avanço do agronegócio em Goiás está associado ao fato de ser uma região que está integrada a funções econômicas no sistema de produção nacional. Se apenas na Microrregião de Ceres já foi possível descobrir que a área ocupada pela agricultura e pastagem ocupa mais de 50% da região, o restante do estado coberto pelo bioma Cerrado está sendo desmatado pelo agronegócio. Por isso a importância de

respeitar as reservas legais e a área de preservação permanente dentro de uma propriedade rural, para assim conservar e produzir de maneira mais responsável.

## REFERÊNCIAS

- AQUINO, Fabiana; OLIVEIRA, Maria. **Reserva Legal no Bioma Cerrado: uso e preservação**. Planaltina: Embrapa, 2006. v. 1.
- CAMPOS, Luís Felipe Gonzaga. Mapa das Matas e Campos no Brasil. Acervo do Museu Paulista da USP. 1912. Atlas.
- Conceição, K., Martins, F., Chaves, M., Mataveli, G., Barros, K., Guerrero, J. (2021). Técnica GEOBIA e as mudanças na paisagem de áreas naturais protegidas: estudo de caso no Parque Nacional da Serra da Canastra. **Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto**, v.2, n.2, p. 55-67.
- CRÓSTA, A. P. Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto. 1992, 173P. Tese (Doutorado Geociências) - Universidade de Campinas, Campinas, 1992.
- Dal Poz, A. P. Modelos e estratégias para a extração da malha viária em imagens digitais. Série em ciências geodésicas: 30 anos da pós-graduação em ciências geodésicas no Brasil, v. 1, p. 161-180, 2001;
- D'Alge, Julio César Lima. Generalização cartográfica em sistemas de informação geográfica: aplicação aos mapas de vegetação da Amazônia Brasileira / J.C.L. D'Alge. - São Paulo, 2007.
- FERNANDES, Renner Ribeiro, NUNES, Gustavo Manzon, SILVA, Thiago Sanna Freire. Classificação orientada a objetos aplicada na caracterização da cobertura da terra no Araguaia. Anais 5º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande, MS, 22 a 26 de novembro 2014. Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p. 314 314 -324
- GOMES, Marco Antonio Villarinho et al. Aspectos das formações vegetais/Uso e ocupação do solo - folha MI-419 - Itiquira - Memória Técnica: parte 2: sistematização de informações temáticas. Cnec - Engenharia S.A., Cuiabá, 2001. 2 v.
- IBGE (Rio de Janeiro). Catálogo on-line (ed.). **Mapa de vegetação do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1988. 1 mapa. col. Escala 1:5000 000. Contém mapa em destaque: Distribuição Regional da Vegetação.
- IBGE (Rio de Janeiro). Catálogo on-line (ed.). **Brasil : Vegetação**. Rio de Janeiro: IBGE, 1970. 1 mapa. col. Escala 1:5000 000.
- IBGE (Rio de Janeiro). Catálogo on-line (ed.). **Mapa de vegetação do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1993. 1 mapa. col. Escala 1:5000 000.
- IBGE (Rio de Janeiro). Diretoria de Geociências. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira: Manuais Técnicos em Geociências**. 2 . ed. rev. Rio de Janeiro: Centro de Documentação e Disseminação de Informações, 2012. 271 p. v. 1.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Nota Técnica - A área de vegetação nativa suprimida no Bioma Cerrado no ano de 2020 foi de 7.340 km². INPE, 2020. Disponível em: [http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod\\_Noticia=5643](http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=5643). Acesso em: 2 jun. 2022.

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA (IPAM). Cerrado carece de unidades de conservação para proteger fauna e flora. IPAM Amazônia, 2017. Disponível em: <https://ipam.org.br/cerrado-carece-de-unidades-de-conservacao-para-proteger-fauna-e-flora/>. Acesso em: 30 maio 2022.

LANDIS, J.R. e KOCH, G.G. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, v.33, n.1, p. 159-174, 1977.

MAPBIOMAS. Visão geral da metodologia. Mapbiomas Brasil, 2019. Disponível em : <<https://mapbiomas.org/visao-geral-da-metodologia>>. Acesso em: 08 junho. 2022.

Martius, C. F. P. von. (1858). *Tabula geografica brasiliae et terrarum adjacentium exhibens itinera botanicorum et florum brasiliensis quinque provincias*. In: Martius, C. F. P. von, Eichler, A. W. & Urban, I. (ed.). *Flora brasiliensis*. Monacchi et Lipsiae: R: Oldenbourg, 1840-1906, v. 1, pars 1, fasc. 21. Disponível em: <<http://www.biodiversitylibrary.org/item/9632#page/136/mode/1up>>

MENDES, Lislaine Sperandio. **CLASSIFICAÇÃO FITOFISIONÔMICA E SUA APLICAÇÃO NA ANÁLISE AMBIENTAL E VALORAÇÃO CÊNICA DA PAISAGEM**. Monografia (Engenharia Florestal) - Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio Janeiro, 2014.

MOREIRA, M. A. Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação. 3ª ed 1ª reimp. Ed. da UFV, 2007. 320p. NAVULUR, K. *Multispectral image analysis using the object-oriented paradigm*. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2006. 165p.

NASCIMENTO JUNIOR, W. R.; SOUZA-FILHO, P. W. M.; PROISY, C.; LUCAS, R. M.; ROSENQVIST, A. (2012). "Mapping changes in the largest continuous Amazonian mangrove belt using object-based classification of multisensor satellite imagery". *Estuarine, Coastal and Shelf Science*.

SANO, Sueli Matiko *et al.* **Cerrado**: ecologia e flora. Brasília: Embrapa, 2008. 2 v.

SANO, Sueli *et al.* Conservação dos recursos naturais em terras privadas - O papel das reservas legais no arranjo funcional das paisagens produtivas do bioma Cerrado. In: **CERRADO: Ecologia e Flora**. Brasília: Embrapa, 2008. v. 1, cap. 14, p. 399.

SILVA, Claiton. Entre Fênix e Ceres: a grande aceleração e a fronteira agrícola no Cerrado. **Varia História**, Belo Horizonte, p. 1-17, 16 abr. 2018.

SILVA, Leandro; BACANI, Vitor. Boletim de Geografia. **UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE CLASSIFICAÇÃO ORIENTADA A OBJETO NO MAPEAMENTO DO USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL NO PANTANAL DE AQUIDAUANA**. Maringá, v. 37, n. 1, p. 214-233, 2019.

SOUSA, A. M. O., MESQUITA, P. A., GONÇALVES, A. C.; MARQUES DA SILVA, J. R. (2010). Segmentação e classificação de tipologias florestais a partir de imagens Quickbird. IX Seminário de Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas Aplicados à Engenharia Florestal, Curitiba.