

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS - MG**

Instituto de Ciências da Natureza

Curso de Geografia – Bacharelado ou Licenciatura

**VITOR FRANCISCO SANTOS PIMENTA**

**ANÁLISE MULTITEMPORAL DE USO E COBERTURA  
DO SOLO NO MUNICÍPIO DE BORDA DA MATA/MG,  
USANDO A FERRAMENTA MAPBIOMAS**



Alfenas - MG

2023

**VITOR FRANCISCO SANTOS PIMENTA**

**ANÁLISE MULTITEMPORAL DE USO E COBERTURA  
DO SOLO NO MUNICÍPIO DE BORDA DA MATA/MG,  
USANDO A FERRAMENTA MAPBIOMAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de **Bacharel** em Geografia pelo Instituto de Ciências da Natureza da Universidade Federal de Alfenas- MG, sob orientação do(a) Prof. Dr. Rodrigo Pisani

Alfenas – MG  
2023

## Banca Examinadora

---

Prof. Dr. Rodrigo José Pisani, Unifal-MG (orientador)

---

Prof. Dr. Paulo Henrique de Souza, Unifal-MG (avaliador 1)

---

Prof. Ms. Welder Junho Batista, Secretaria Municipal de Educação, Cultura e Turismo de Campos Gerais-MG (avaliador 2)

Alfenas (MG), \_\_/\_\_/\_\_\_\_

---

Resultado

## Epígrafe

*“It's a joy when I sit down and think of the good times that we have and what we do to make it through when the good turns to the bad” (Hey Baby, por Stephen Marley part. Mos Def). Trecho de uma canção amada por nosso eterno amigo Felipinho.*

## Dedicatória

*Dedico o presente trabalho aos meus pais, Maria Vangela e Carlos Henrique, que sempre nos incentivaram a seguir nossas vontades e sonhos, além de nos educarem para sermos sempre pessoas do bem.*

## **Agradecimentos**

Primeiramente agradeço à minha família, cujo apoio foi a bússola que guiou minha jornada acadêmica. Aos meus pais, Vangela e Pimenta, irmãos Naira e Gabriel, e seus parceiros Tamires e Igor. Às queridas sobrinhas e afilhada Gabi e Olívia, e ao amado sobrinho Ian. Alicerce que tornou possível a conclusão deste trabalho, e é com imensa gratidão que compartilho este sucesso com todos vocês.

Agradeço à minha companheira, Amália, por estar sempre do meu lado durante a maior parte de minha graduação. Me apoiando em momentos difíceis e aproveitando os bons momentos comigo.

Agradeço a todos amigos que fiz em Alfenas: Rodrigo, Wender, Gabriel Jesus, Gabriel Silveira, Lincoln, Talita, João Pedro, Lucas Tamura, todos da República Chaparral, Mariane, Jonatas, Bia, e todos os outros que tive o prazer de trocar idéias e conviver durante esse período.

Agradeço ao meu amigo de Borda da Mata, Gabriel “Piu” Xavier. Pelas conversas e informações cruciais sobre nosso município natal.

Agradeço à família Medeiros: Adriana, Isabelle, Lorena e Hernani. Pela força, compaixão e amizade em momentos difíceis.

Agradeço a todos professores do curso de Geografia da UNIFAL com quem tive o prazer de conhecer e construir uma amizade: Rodrigo, Ana Rute, Flamarion, Ronaldo, Paulo, Daniel, Marta, Estevan, Evânio, Clibson, Gil e Marcelo.

## Resumo

Este estudo abordou a evolução do uso e cobertura do solo em Borda da Mata, MG, através de uma análise multitemporal utilizando a ferramenta MapBiomas. Os objetivos incluíram identificar os pontos de crescimento urbano, comparar dados históricos e atuais, e avaliar perdas e ganhos em áreas de vegetação nativa. Foram obtidos dados vetoriais e matriciais para a elaboração dos mapas de uso e cobertura do solo, cobrindo uma faixa de 35 anos de transformações no município. Os resultados revelaram um notável aumento na área urbana, indicando transformações significativas no perfil da região. Observou-se um declínio na cultura de café, com a ascensão de culturas anuais, evidenciando adaptações nas práticas agrícolas. As pastagens, juntamente com a mata nativa, permaneceram constantes, cobrindo a maior parte do território. Este estudo destaca a importância da gestão sustentável do solo para conciliar o desenvolvimento econômico com a preservação ambiental em Borda da Mata/MG.

**Palavra-chave:** uso do solo, Minas Gerais, MapBiomas, conservação, café, multitemporal

## **Abstract**

This study addressed the evolution of land use and land cover in Borda da Mata, MG, through a multitemporal analysis using the MapBiomas tool. The objectives included identifying points of urban growth, comparing historical and current data, and evaluating losses and gains in native vegetation areas. Vector and raster data were obtained for the creation of land use and land cover maps, covering a span of 35 years of transformations in the municipality. The results revealed a notable increase in urban areas, indicating significant changes in the region's profile. A decline in coffee cultivation was observed, accompanied by the rise of annual crops, highlighting adaptations in agricultural practices. Pastures, along with native forest, remained constant, covering the majority of the territory. This study underscores the importance of sustainable land management to reconcile economic development with environmental preservation in Borda da Mata/MG.

**Keywords:** land use, Minas Gerais, MapBiomas, conservation, coffee, multitemporal



## Lista de ilustrações

<b>Figura 01 –</b>	
Localização do Município de Borda da Mata – MG	15
<b>Figura 02 –</b>	
Antiga estação de trem de Borda da Mata – MG	17
<b>Figura 03 –</b>	
Representação da rodovia MG – 290 no município de Borda da Mata	18
<b>Figura 04 –</b>	
Fluxograma de metodologia	24
<b>Figura 05 –</b>	
Uso e ocupação do solo no Município de Borda da Mata no ano de 1987	26
<b>Figura 06 –</b>	
Uso e ocupação do solo no Município de Borda da Mata no ano de 1992	26
<b>Figura 07 –</b>	
Uso e ocupação do solo no Município de Borda da Mata no ano de 1997	27
<b>Figura 08 –</b>	
Uso e ocupação do solo no Município de Borda da Mata no ano de 2002	28
<b>Figura 09 –</b>	
Uso e ocupação do solo no Município de Borda da Mata no ano de 2007	29
<b>Figura 10 –</b>	
Uso e ocupação do solo no Município de Borda da Mata no ano de 2012	29
<b>Figura 11 –</b>	
Uso e ocupação do solo no Município de Borda da Mata no ano de 2017	30
<b>Figura 12 –</b>	
Uso e ocupação do solo no Município de Borda da Mata no ano de 2022	31
<b>Figura 13 –</b>	
Montagem da região leste do município	32
<b>Figura 14 –</b>	
Montagem da região oeste do município	32
<b>Figura 15 –</b>	
Mata nativa preservada em morro com plantações de milho em sua base	33

<b>Figura 16 –</b>	
Silvicultura na beira da estrada	33
<b>Figura 17 –</b>	
Gado descansando em pastagem, com pastos ao fundo	34
<b>Figura 18 –</b>	
Loteamento em construção na entrada na cidade	34
<b>Figura 19 –</b>	
Rio Mandu	35
<b>Figura 20 –</b>	
Cultivo de milho próximo à estrada	35
<b>Figura 21 –</b>	
Cultivo de café	36
<b>Figura 22 –</b> Mapa síntese de uso e ocupação do solo no município de Borda da Mata no período de 1987-2022	36

## Lista de tabelas

<b>Tabela 01</b> – Valor das classes de uso e cobertura da terra em km <sup>2</sup>	25
<b>Tabela 02</b> – Valor das classes de uso e cobertura da terra em %	25

## **Lista de siglas**

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

SIG – Sistemas de Informação Geográfica

Unifal – Universidade Federal de Alfenas

MG - Minas Gerais

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

REM – Radiação eletromagnética

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>14</b>
2.1 Objetivo Geral .....	14
2.2 Objetivos específicos .....	14
<b>3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>14</b>
3.1 Histórico do município .....	16
<b>4 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>19</b>
4.1 Sistemas de Informação Geográfica e Geoprocessamento.....	19
4.2 Geotecnologias aplicadas a análise ambiental .....	20
4.3 Sensoriamento remoto.....	21
4.4 MapBiomias.....	22
<b>5 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>23</b>
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>25</b>
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>37</b>
<b>8 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>39</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A utilização de geotecnologias, como sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica (SIG), possibilita a coleta, análise e interpretação de dados espaciais de forma eficiente e precisa. Essas ferramentas permitem a obtenção de imagens de satélite e dados georreferenciados, que são essenciais para a análise multitemporal do uso e cobertura do solo.

Com o auxílio das geotecnologias e geoindicadores, é possível realizar uma individualização dos problemas acerca do uso e ocupação da terra e então trabalhar para sua resolução. Portanto, um estudo multitemporal acerca do uso e ocupação do solo na mancha urbana do município de Borda da Mata, região sul do estado de Minas Gerais, e em sua proximidade, se faz necessário. Essas imagens, combinadas com técnicas de processamento digital, podem fornecer informações valiosas sobre a expansão urbana, áreas de desmatamento, alterações na vegetação, entre outros aspectos relacionados à ocupação do território.

Com base nisso, é possível realizar uma análise mais precisa e detalhada do território em estudo, identificando áreas de risco, conflitos de uso da terra, áreas de preservação ambiental, entre outros aspectos relevantes. Com isso, é possível desenvolver estratégias e ações voltadas para o ordenamento territorial, visando minimizar impactos negativos e promover um desenvolvimento sustentável para o município.

Outro aspecto importante a ser considerado é a relação entre o uso do solo e os impactos socioeconômicos. Através da análise geoespacial, é possível identificar padrões de distribuição de atividades econômicas, como comércio, indústria e agricultura, e avaliar seu impacto na qualidade de vida da população. Compreender essas relações é fundamental para o desenvolvimento de políticas públicas mais adequadas e eficazes.

Nesse sentido, a utilização das geotecnologias no estudo do uso e ocupação do solo em Borda da Mata-MG e região possui um grande potencial para contribuir com a construção de um planejamento territorial mais sustentável e equilibrado. Ao entender as dinâmicas espaciais e as relações entre os diferentes tipos de ocupação do solo, é possível compreender as mudanças que ocorreram e que poderão ocorrer

no futuro. Com essas informações em mãos, é possível tomar decisões mais embasadas e eficientes para a gestão do território do município.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Analisar o uso e ocupação do solo em toda a extensão do território do município de Borda da Mata - MG, através de um estudo multitemporal utilizando da ferramenta MapBiomias.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Coletar dados vetoriais e matriciais por meio da plataforma IBGE e da plataforma Mapbiomas
- Elaborar uma série multitemporal em um intervalo de 35 anos a fim de estabelecer uma compreensão da dinâmica de uso da terra na área de estudo
- Identificar os pontos principais do crescimento urbano
- Comparar os dados mais anteriores com dados atuais
- Constatar percas ou ganhos de área de vegetação nativa

## **3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

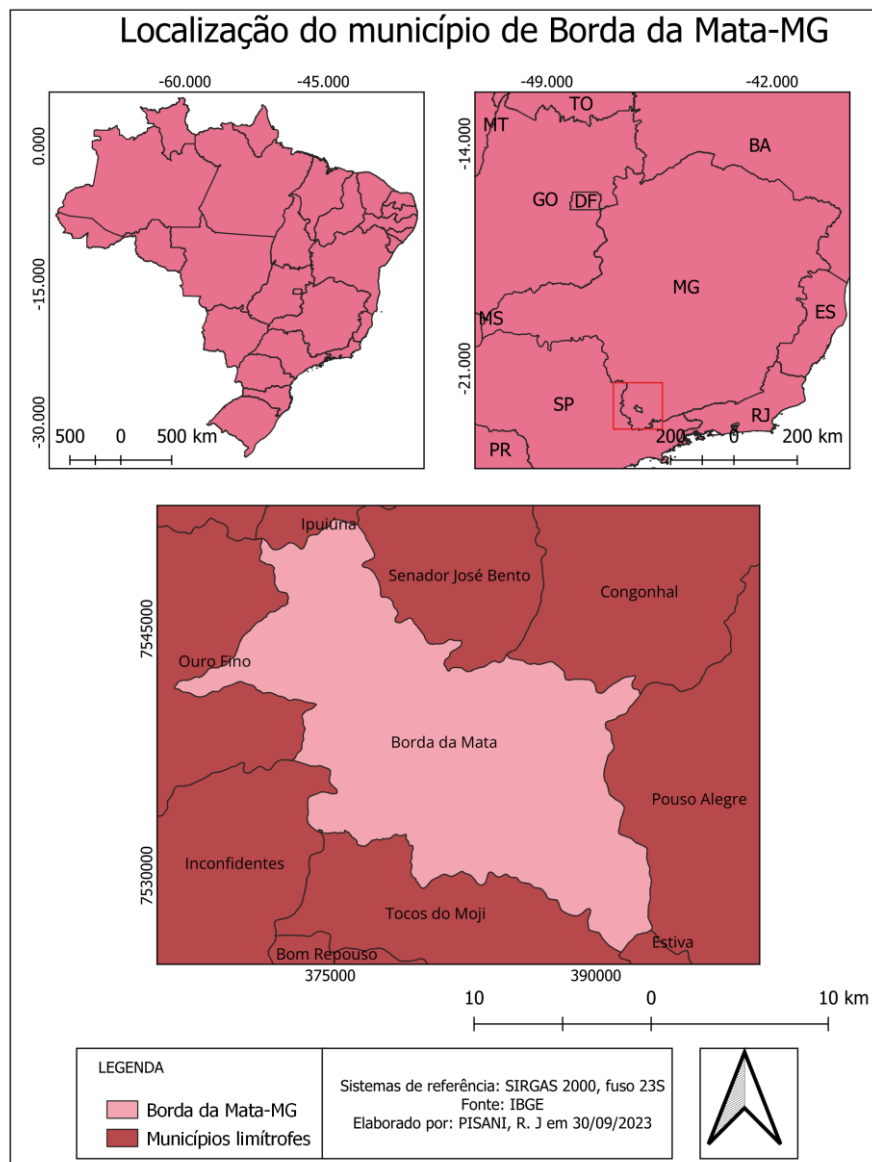
O município de Borda da Mata-MG, localiza-se no sul do estado de Minas Gerais (Figura 1), pertencente à microrregião de Pouso Alegre, mesorregião do Sul e Sudoeste de Minas, de acordo com a classificação do IBGE (2022). Seus municípios limítrofes são: Pouso Alegre, Congonhal, Estiva, Senador José Bento, Ipuiúna Ouro Fino, Inconfidentes e Tocos do Moji. Também compõe parte de seu território, dois outros distritos, Cervo e Sertãozinho.

Localizado a 891 metros de altitude, tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 22° 16' 27" Sul, Longitude: 46° 9' 56" Oeste, na Microrregião de Pouso Alegre. O município tem em sua área total cerca de 301,10 km<sup>2</sup>,

atualmente com uma população de aproximadamente 17.404 pessoas habitantes, e com densidade demográfica de 57,80hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2022).

A economia do município tem destaque na indústria têxtil, com a produção de pijamas, roupas e tecelagens. E também tem presença no setor agropecuário, de acordo com dados de produção agrícola (IBGE, 2022), em 2018 foram produzidas cerca de 1.098 toneladas de café. O município também tem participação expressiva no cultivo de milho, feijão, arroz, mandioca e batata. Na pecuária destaca-se na produção de gado de corte, com aproximadamente 23.527 cabeças de gado.

Figura 1: Localização do município de Borda da Mata - MG





Localizado na mesorregião Sul/Sudoeste de Minas Gerais, o município apresenta características dos biomas Cerrado e Mata Atlântica, tem como sua principal bacia hidrográfica a sub-bacia do rio Mandu.

Em relação à composição do solo algumas considerações podem ser feitas sobre a região da sub-bacia do rio Mandu:

O arcabouço geológico da área de estudo é predominantemente constituído por complexos granito-gnáissicos e integra o Sistema Orogênico do Tocantins. Tal estrutura sustenta o modelado geomorfológico denominado Domínio das Unidades Denudacionais em Rochas Cristalinas ou Sedimentares (MACHADO e SILVA, 2010). Associados a esta paisagem estão solos argilosos, que, em sua maioria, são profundos, com predomínio dos tipos com horizonte B latossólico e com B textural, muito intemperizados devido à ação climática.

Devido à sua posição como área de transição entre esses biomas, podem exibir aspectos do Cerrado, que se caracteriza por um clima tropical, marcado por um verão chuvoso e um inverno seco. A região experimenta duas estações distintas: uma chuvosa, compreendida entre outubro e abril, responsável por mais de 90% das precipitações anuais, e uma estação seca, ocorrendo de maio a setembro, caracterizada pela quase ausência total de chuvas. As temperaturas médias anuais variam de 18 °C a 27 °C, com mínimas podendo atingir 8°C e máximas alcançando 34 °C (EMBRAPA, 2023).

No bioma da Mata Atlântica, o clima prevalecente é majoritariamente tropical úmido, influenciado pelas massas de ar úmidas provenientes do Oceano Atlântico. A média pluviométrica anual atinge cerca de 2.500 mm, enquanto a temperatura média é de 22 °C. Além do clima tropical litorâneo úmido, encontrado na região nordestina, a Mata Atlântica abrange também os climas tropical de altitude na região sudeste, onde o presente estudo está sendo conduzido, e o subtropical úmido na região sul (Beduka, 2023).

### **3.1 Histórico do município**

No século XVI, registram-se as primeiras incursões dos bandeirantes nesta localidade do Sul de Minas, partindo de Taubaté, no Vale do Paraíba, em direção à Campanha do Rio Verde ou a Jacuí. O último trajeto seguia ao longo das margens

do rio Mandu, na região de Ouro Fino. Nesse ponto, devido às descobertas de lavras de ouro, originou-se um novo arraial chamado Campo do Mandu, que hoje corresponde a Pouso Alegre. À medida que a exploração avançava pela região, ainda nas proximidades do rio Mandu e do encontro com o rio Mogi entre esses dois núcleos populacionais, surgiu a base para a formação de um novo arraial. Inicialmente designado como um modesto bairro com o nome de Borda do Campo, posteriormente passou a ser conhecido como Borda do Mandu. Somente com o crescimento contínuo do povoado, o nome foi definitivamente alterado para Borda da Mata (BERTOLACCINI, 1999).

A descrição geográfica mais antiga da paisagem atualmente ocupada pelo município é atribuída a Veiga (1874). Em seu relato, ele descreve as colinas que compõem o arraial onde a comunidade se estabeleceu, cercado por campos encantadores cobertos de pastagens que delimitam essa borda vegetativa que viria a cobrir o futuro município. No vale, um ribeirão sereno de águas viscosas e transparentes serpenteia, e quando os raios do sol incidem sobre ele, reflete sua riqueza em pedras preciosas e vida abundante.

No fim do século XIX, Borda da Mata permanecia designada como um distrito de Pouso Alegre, com sua área urbana limitada principalmente à região central. O advento da estrada de ferro Sapucaí representou um marco significativo para todo o entorno. Com a chegada da ferrovia dentro dos limites do município, desencadeou-se um aumento na urbanização do município, incluindo a construção da estação ferroviária, a residência do maquinista e demais instalações para os funcionários, anteriormente ocupadas por pequenas propriedades rurais. Hoje em dia a antiga estação é lar do museu histórico da cidade (Figura 2).

Figura 2: Antiga estação de trem de Borda da Mata



Fonte: Acervo do autor

Durante a década de 1960 com a ascensão da indústria automobilística e o incentivo de políticas públicas para o desenvolvimento de planos diretores de desenvolvimento, em todo o Brasil foi ampliado o sistema rodoviário em detrimento ao sistema ferroviário. Isso acarretou na construção da rodovia estadual MG – 290, que cruza a área urbana do município. Em meio a esse cenário, o município optou por concentrar suas principais atividades econômicas nas áreas adjacentes à rodovia, fomentando a urbanização na região ao redor da rodovia (Figura 3).

Figura 3: Representação da rodovia MG – 290 no município de Borda da Mata



Fonte: Google Earth (2023)

Em divisão territorial datada de 1979, o município era constituído de 4 distritos: Borda da Mata, Cerro, Sertãozinho e Tocos do Mogi. Pela lei estadual nº 1250, de 1995, desmembra do município de Borda de Mata o distrito de Tocos do Mogi, sendo elevado à categoria de município (IBGE, 2023). Permanecendo assim a divisão territorial atual constituída de 3 distritos: Borda da Mata, Cerro e Sertãozinho.

## 4. REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.1. Sistemas de Informação Geográfica e Geoprocessamento

Burrough (1986) apud Câmara & Ortiz (1998), afirmaram que o SIG pode ser utilizado em estudos relativos ao meio ambiente e recursos naturais, na pesquisa da previsão de determinados fenômenos ou no apoio a decisões de planejamento, considerando a concepção de que os dados armazenados representam um modelo do mundo real.

Silva (2003) em seu livro que apresenta os fundamentos e conceitos de SIG, além de demonstrar a enorme diversidade de aplicação dessa tecnologia, ao comentar sobre os SIGs e sua importância para a análise geográfica, explicita:

Os sistemas de informações georreferenciadas ou sistemas de informações geográficas são usualmente aceitos como sendo uma tecnologia que possui o ferramental necessário para realizar análises com dados espaciais e, portanto, oferece, ao ser implementada, alternativas para o entendimento da ocupação e utilização do meio físico, compondo o chamado universo da Geotecnologia, ao lado do Processamento Digital de Imagens (PDI) e da Geoestatística. A tecnologia SIG está para as análises geográficas, assim como o microscópio, o telescópio e os computadores estão para outras ciências (Geologia, Astronomia, Geofísica, Administração, entre outras.) (SILVA, 2013)

De acordo com Câmara (1998) um SIG é constituído por um conjunto de "ferramentas" especializadas em adquirir, armazenar, recuperar, transformar e emitir informações espaciais.

Portanto, um SIG pode ser utilizado em estudos relativos ao meio ambiente e recursos naturais, na pesquisa da previsão de determinados fenômenos ou no apoio a decisões de planejamento, considerando a concepção de que os dados armazenados representam um modelo do mundo real, (Burrough, 1986 apud. Câmara, 1998).

Segundo Aronoff (1989) apud Câmara, (1998) um SIG pode ser definido como um sistema provido de quatro grupos de aptidões para manusear dados georreferenciados: entrada, gerenciamento, manipulação e análise, e saída.

Sintetizando, as principais características de SIG's são:

- Integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados de censo e cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno.

- Combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação, para gerar mapeamentos derivados.

- Consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados geocodificados.

Os dados tratados em SIG's incluem: imagens de satélite, modelos numéricos de terreno, mapas temáticos, redes e dados tabulares. (CÂMARA, 1998)

## **4.2 Geotecnologias aplicadas a análise ambiental**

Como o uso de geotecnologias vem crescendo nas últimas décadas, diversas instituições desenvolvem metodologias voltadas ao mapeamento ambiental. Entre suas aplicabilidades estão o monitoramento do desmatamento, crescimento de malha urbana, enchentes, erosão hídrica, assoreamento de rios e córregos, avanço de áreas agrícolas para as Áreas de Preservação Permanente (APP), dentre vários outros exemplos para a análise das mudanças no uso e cobertura da terra para fins de conservação do meio físico.

O conhecimento da intensidade e distribuição espacial do uso e cobertura da terra permite identificar a pressão populacional e suas múltiplas formas de ocupação territorial (DONZELI et al., 1992).

De acordo com Rosa (2011) as geotecnologias se definem como um conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e disponibilização de informações com referência geográfica. São determinadas pela junção do hardware, software e peopleware, dando suporte a tomada de decisão. Os principais veículos que fazem uso das geotecnologias são: a cartografia digital, o sensoriamento remoto, o sistema de posicionamento global, o sistema de informação geográfica, e aplicativos gráficos.

Para o estudo das transformações no uso e ocupação da terra, a utilização das ferramentas de geotecnologia permite a elaboração de uma base georreferenciada, que facilita a representação e análise do espaço de forma dinâmica. (FUJACO, 2010).

Aplicadas a análise ambiental, as geotecnologias provam ser de suprema importância para a delimitação e identificação de problemas que assolam uma determinada área.

### 4.3 Sensoriamento remoto

O início do sensoriamento remoto acontece no uso de fotografias aéreas, visto que o filme fotográfico foi o primeiro material construído pelo homem capaz de registrar a radiação eletromagnética e de transformá-la na imagem do objeto fotografado (MENESES E ALMEIDA, 2012).

Meneses e Almeida (2012) trazem a definição de Sensoriamento Remoto como sendo uma ciência que visa o desenvolvimento da obtenção de imagens da superfície terrestre por meio da detecção e medição quantitativa das respostas das interações da radiação eletromagnética com os materiais terrestres.

A obtenção das imagens geradas pelo sensoriamento remoto moderno se dá a partir da radiação eletromagnética (REM).

A explicação do que é a radiação eletromagnética (REM) começa com o entendimento da dualidade do comportamento da sua natureza: onda e energia. Isso quer dizer que a REM que se propaga pelo espaço vazio, como a luz solar, é, ao mesmo tempo, uma forma de onda e uma forma de energia. (MENESES E ALMEIDA, 2012)

Essa dualidade é de extrema importância para o sensoriamento remoto, pois sempre que alguém estiver utilizando de SIGs para o sensoriamento remoto, existirá uma comunicação entre as ondas e a energia da REM. Desta forma gerando as imagens com a qual trabalhamos.

Atualmente a maneira em que ocupamos o solo pode acarretar diversos problemas para a área ocupada, assoreamento de córregos, erosões laminares, assentamentos urbanos em áreas de proteção permanente, desequilíbrio ambiental prejudicando a flora e a fauna nativa.

“[...] os avanços no desenvolvimento e disseminação das tecnologias de informação geográfica, sobretudo as imagens de satélite e software livre, vêm possibilitando, ainda que de forma bastante heterogênea, a geração de informações que têm contribuído para solucionar diversos problemas (ROSA, 2011 p. 288). [...] Os mapas são especialmente úteis

porque, além do componente visual, que facilita a observação, permitem-nos sobrepor diferentes tipos de dados (desde fotografias aéreas, imagens de satélite, e dados estatísticos). Muitas vezes a observação de um mapa é suficiente para se encontrar um padrão de distribuição ou uma relação entre variáveis e sua distribuição espacial. Combinar diferentes grupos de dados e observá-los sob perspectivas diferentes podem ser um método valioso, e a informática permite fazê-lo com rapidez. (ROSA, 2011 p. 288)”

Segundo Fonseca (2000), o uso de imagens de Sensoriamento Remoto como fonte de informação para a produção de mapas é um dos grandes impulsionadores de inovações no ramo do Geoprocessamento. O grande interesse em seu uso advém da temporalidade da informação juntamente com seu relativo baixo custo, quando se busca informações de uso e cobertura do solo. Como a paisagem é alterada constantemente pela ação do homem, a interpretação de imagens de satélite é uma fonte indireta de se determinar a dinâmica dos processos econômicos e a expansão urbana, em ambiente de Geoprocessamento.

#### **4.4 MapBiomass**

A ferramenta MapBiomass (Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil), é uma plataforma que utiliza imagens de satélite e a partir delas gera uma classificação dos elementos presentes na superfície terrestre. Se iniciou no SEEG/OC (Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Observatório do Clima) e foi produzido por uma rede colaborativa de co-criadores formado por ONGs, universidades e empresas de tecnologia organizados por biomas e temas transversais. (MAPBIOMASS, 2019)

o MapBiomass, nasceu em um seminário realizado em março de 2015, no qual especialistas em sensoriamento remoto e mapeamento de vegetação se reuniram em São Paulo a convite do SEEG/OC para responder à seguinte pergunta: É possível produzir mapas anuais de uso e cobertura da terra para todo o Brasil de forma significativamente mais barata, rápida e atualizada, comparativamente aos métodos e práticas atuais, e que possibilitem recuperar o histórico das últimas décadas? A resposta foi afirmativa, desde que houvesse uma capacidade de processamento sem precedentes e um alto grau de automatização do processo, além da participação de uma comunidade de especialistas em cada bioma e temas transversais. A partir deste diagnóstico foi estabelecido um contato com a Google que gerou um termo de cooperação técnica para desenvolver a iniciativa tendo como base a plataforma Google Earth Engine. Especificamente, o projeto teve início em julho de 2015

com um treinamento da equipe do MapBiomias sobre o Google Earth Engine em Mountain View, Califórnia. (MAPBIOMAS, 2019)

A versão 8.0 do MapBiomias compreende registros anuais referentes à cobertura e ao uso do solo, abrangendo o intervalo de 1985 a 2022. Isso viabiliza a condução de diversas investigações relacionadas ao mapeamento prático da utilização e cobertura do solo, permitindo a análise de alterações significativas, seus processos e estágios ao longo dos anos. Além disso, possibilita a identificação de fatores de difícil detecção sem a utilização da plataforma. A coleção é composta por cinco classes de indicadores: Floresta, Formação natural não florestal, Agropecuária, Área não vegetada e Corpo d'água. Essas categorias são subdivididas em indicadores específicos, proporcionando uma precisão ainda maior nos dados.

Juntamente com o uso do software "QGIS", onde o MapBiomias é acessado via plugin, esse sistema cartográfico revelou-se indispensável para a condução da pesquisa, facilitando a identificação de mudanças ao longo de um período de trinta anos. Durante esse período, imagens foram minuciosamente analisadas com intervalos de cinco anos, proporcionando uma visão detalhada das alterações ocorridas no meio físico e urbano por todo território do município.

## **5. MATERIAIS E MÉTODOS**

A metodologia utilizada na elaboração do presente estudo seguiu os seguintes passos:

- Coleta dos dados de sensoriamento remoto do MapBiomias através da plugins e toolkits na plataforma Google Earth Engine;
- Foram definidas as datas a serem estudadas, que compreendem intervalos de cinco em cinco anos em um período de 1987 à 2022, o que gerou 8 intervalos para se analisar;
- Com os intervalos definidos, foram selecionadas as classes de uso e cobertura da terra com base nos padrões de Geocódigos do IBGE: 1) Mata

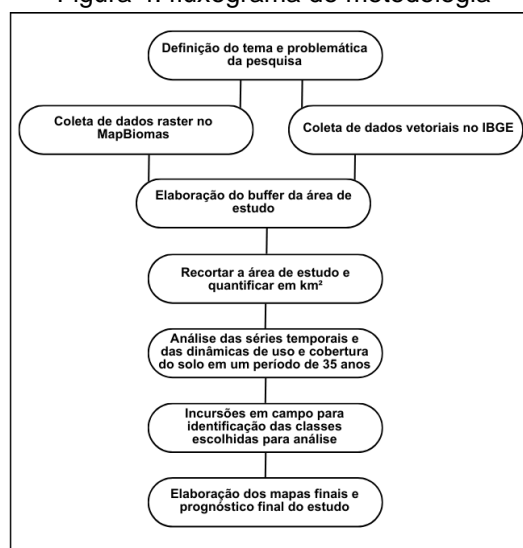


Nativa; 2) Silvicultura; 3) Pastagem; 4) Área Urbana; 5) Corpos D'água; 6) Culturas anuais; 7) Café;

- A área de estudo foi definida como a totalidade do território do município de Borda da Mata (301,10 km<sup>2</sup>); uma incursão em campo foi efetuada para identificar as classes escolhidas para o estudo
- Utilizando o programa Quantum GIS (versão 3.32.3 “Lima”), e com as coleções de imagens de cada período, o território do município foi então recortado para a elaboração dos mapas;
- Foi utilizada a função GRASS contida no QGIS: “r.report” para o cálculo de área das classes em hectares para cada ano analisado, o que depois foi convertido para quilômetros quadrados para melhor interpretação;
- Foram elaboradas duas tabelas com os dados obtidos, uma em km<sup>2</sup> e outra em porcentagem. Ambas com base na totalidade do território do município
- Foram elaborados 9 mapas para discussão. Trazendo a tona as principais mudanças na maneira que o município fez o uso de seu território.

Um fluxograma (figura 4) foi desenvolvido e ilustra as etapas metodológicas necessárias para a elaboração deste estudo:

Figura 4: fluxograma de metodologia



Fonte: elaborado pelo autor

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para realizar a discussão, análise e quantificação dos dados obtidos foi elaborada duas tabelas (tabela 1 e tabela 2), contendo as sete classes que foram analisadas nos anos de 1987, 1992, 1997, 2002, 2007, 2012, 2017 e 2022. E como já mencionado, a elaboração dos respectivos mapas para cada ano, além de um mapa síntese para melhor observação das alterações ao longo dos anos.

Tabela 1: Valor das classes de uso e cobertura da terra em km<sup>2</sup>

Classes	1987	1992	1997	2002	2007	2012	2017	2022
Mata	96,71	106,74	92,85	82,45	84,22	96,25	95,26	94,60
Silvicultura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,30	0,31
Pastagem	195,40	184,54	199,21	206,25	204,45	191,20	187,75	179,67
Área Urbana	0,79	1,19	2,08	2,58	2,84	3,00	3,28	3,46
Corpos Hídricos	0,05	0,07	0,10	0,10	0,14	0,11	0,15	0,19
Culturas anuais	0,74	0,53	0,17	1,44	2,40	4,46	8,51	17,32
Café	7,29	7,93	6,58	8,17	6,94	5,75	5,73	5,44

Fonte: elaborado pelo autor

Tabela 2: Valor das classes de uso e cobertura da terra em porcentagem

Classes	1987	1992	1997	2002	2007	2012	2017	2022
Mata	32,11%	35,45%	30,83%	27,38%	27,97%	31,96%	31,96%	31,41%
Silvicultura	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,06%	0,09%	0,10%
Pastagem	64,89%	61,28%	66,16%	68,49%	67,90%	63,50%	62,35%	59,67%
Área Urbana	0,26%	0,39%	0,69%	0,85%	0,94%	0,99%	1,08%	1,14%
Corpos Hídricos	0,01%	0,02%	0,03%	0,03%	0,04%	0,03%	0,05%	0,06%
Culturas anuais	0,24%	0,17%	0,05%	0,47%	0,79%	1,48%	2,82%	5,75%
Café	2,42%	2,63%	2,18%	2,71%	2,30%	1,90%	1,90%	1,80%

Fonte: elaborado pelo autor

No mapa do ano de 1987 (figura 4), é observado um nível considerável de pastagens e mata nativa, o que engloba a maior parte do território do município. Praticamente não há presença de silvicultura. As culturas anuais aparecem timidamente com 0,24% do território. O cultivo do café apresenta-se em sua maioria na região sudeste do município e espalhado por todo território. Vale destacar a pequena mancha urbana no centro (com 0,26% do território do município) e como ela irá se expandir nos mapas seguintes. Em relação aos corpos D'água, o município faz parte da bacia hidrográfica do Rio Mandu, além disso pode se

enquadrando nessa classe pequenos açudes e lagoas, com pouca cobertura territorial, variando entre 0,01% e 0,06% em todos os mapas elaborados. Por conta disso, essa classe só será citada neste momento.

Figura 5: Uso e ocupação do solo no Município de Borda da Mata no ano de 1987

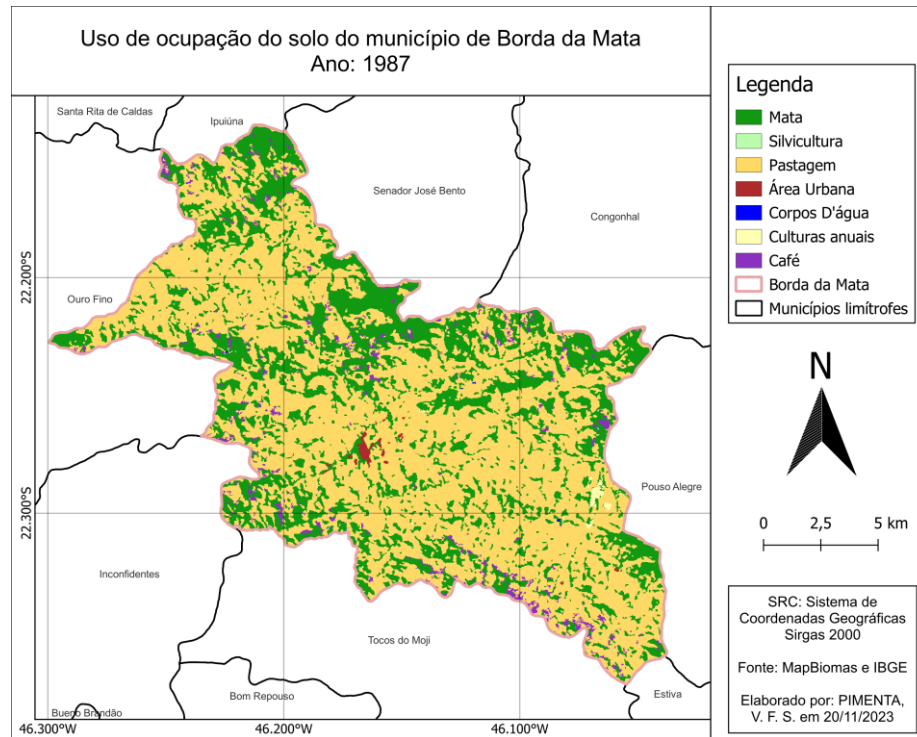
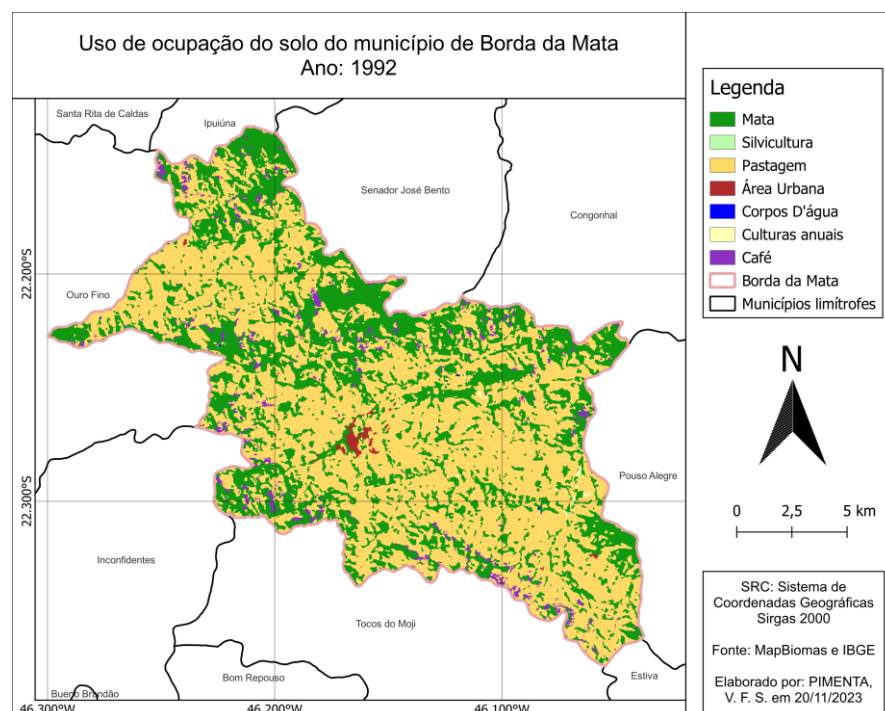


Figura 6: Uso e ocupação do solo no Município de Borda da Mata no ano de 1992



No ano de 1992 (figura 5), temos um pequeno recuo nas pastagens e um pequeno aumento na classe de matas nativas. Em relação às culturas anuais e silvicultura, não tivemos alteração. A área com cultivo de café se manteve praticamente a mesma. Tivemos um pequeno aumento na área urbana.

No ano de 1997 (figura 6), é possível observar a perda de aproximadamente 5% da vegetação nativa, de todos os mapas, é nesse onde foi possível destacar a maior degradação dessa classe. As pastagens tiveram um aumento por conta da diminuição da mata nativa. É importante destacar que nesse momento a área urbana praticamente dobrou de tamanho, passando de 1,19 km<sup>2</sup> para 2,08km<sup>2</sup>. As culturas anuais, plantio de café e silvicultura, mantiveram o mesmo padrão que vinham demonstrando desde 1987.

No ano de 2002 (figura 7), destacou-se a menor cobertura do solo por mata nativa observada no estudo, atingindo 27,38% do território. Em contrapartida a classe de pastagens teve sua maior alta, com 68,49% do território. A área urbana continuou seu crescimento. A silvicultura e café, se mantiveram o mesmo padrão dos outros anos, sem alterações relevantes. Já as culturais anuais tiveram sua primeira aparição significativa, aumentando de 0,05% do território para 0,47% ou 1,44km<sup>2</sup>.

Figura 7: Uso e ocupação do solo no Município de Borda da Mata no ano de 1997

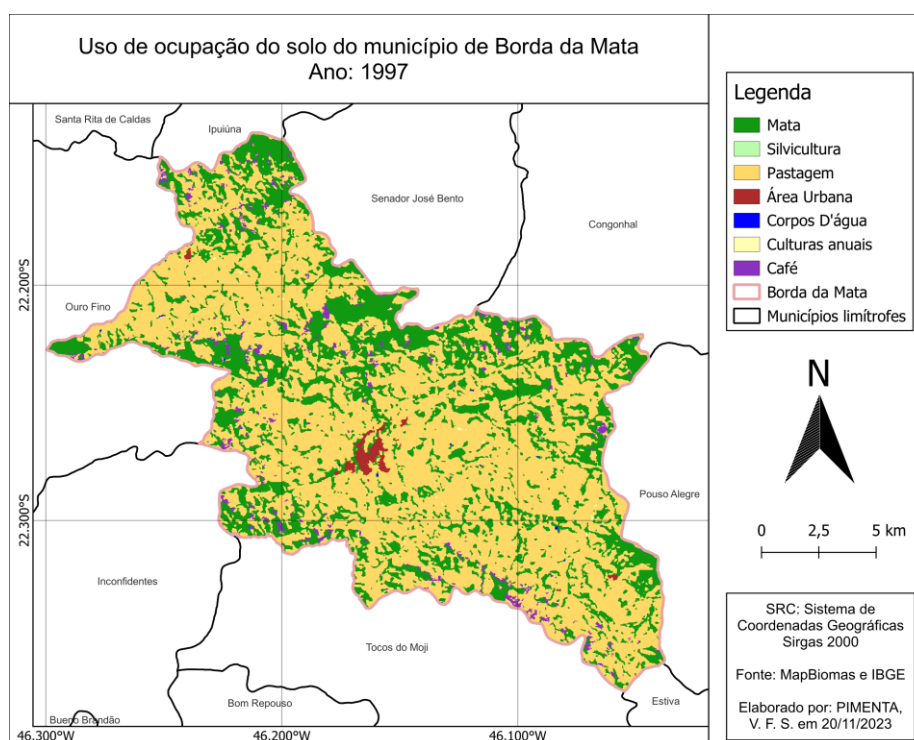
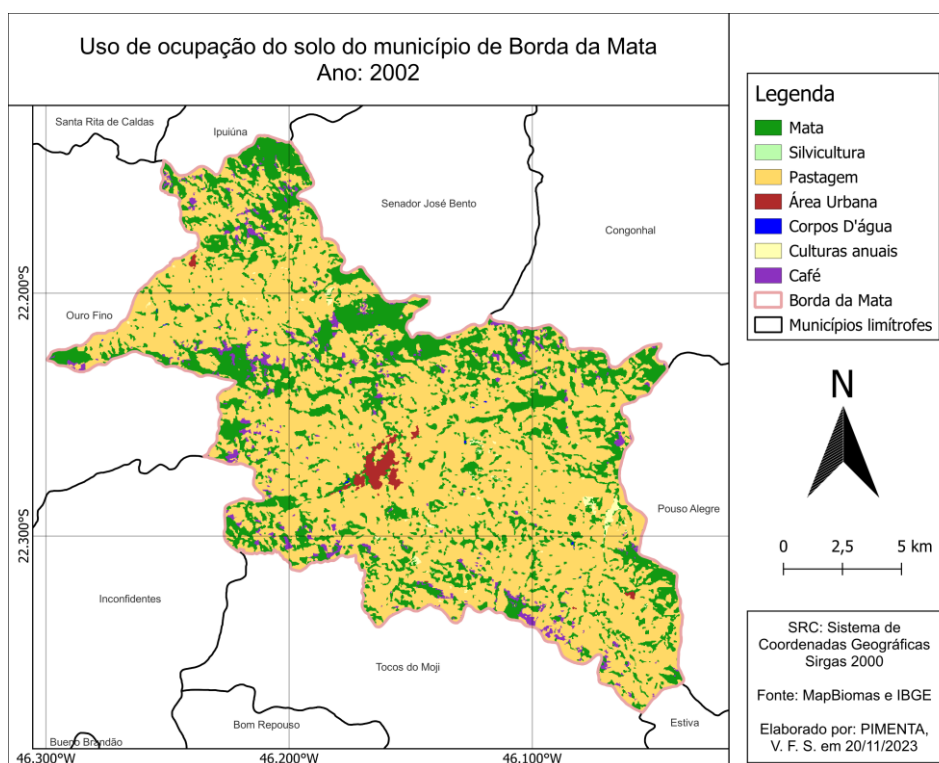


Figura 8: Uso e ocupação do solo no Município de Borda da Mata no ano de 2002



No ano de 2007 (figura 8), a mata nativa recuperou parte do que havia perdido, mas em uma quantidade ínfima, insuficiente para qualquer constatação de recuperação (0,51%). As culturas de café permaneceram na média, porém com a clara mudança do sudeste para o centro-oeste no foco do plantio. A silvicultura ainda se permaneceu praticamente invisível. As culturais anuais seguiram aumentando e já se mostram mais presentes na imagem. Junto a ela a área urbana também seguiu crescendo, demonstrando o desenvolvimento ininterrupto do município nesse quesito.

No ano de 2012 (figura 9) tivemos uma recuperação significativa da mata nativa com um ganho de cerca de 4% de seu território. Pela primeira vez temos uma representação significativa do cultivo de silvicultura, com 0,21km<sup>2</sup>. A área de pastagem teve uma leve diminuição, isso se deu por conta do grande aumento do cultivo de culturas anuais no território que praticamente dobrou nesse período, com relação ao anterior. O cultivo de café seguiu em declínio na região. A área urbana cresceu pouco mas manteve sua curva ascendente de crescimento.

Figura 9: Uso e ocupação do solo no Município de Borda da Mata no ano de 2007

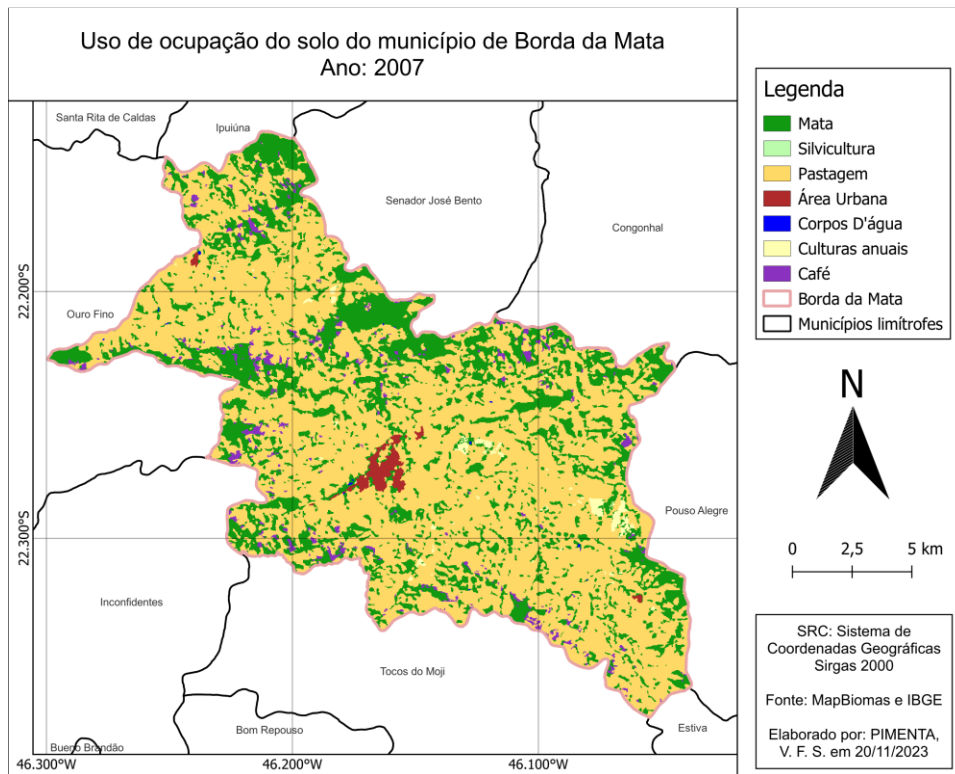
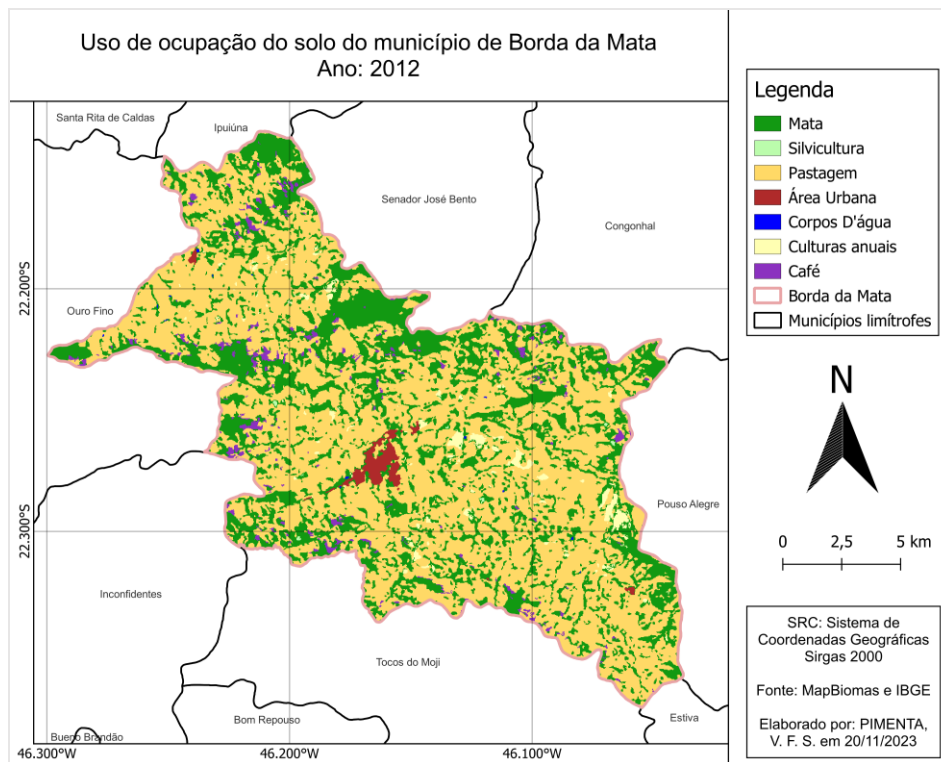
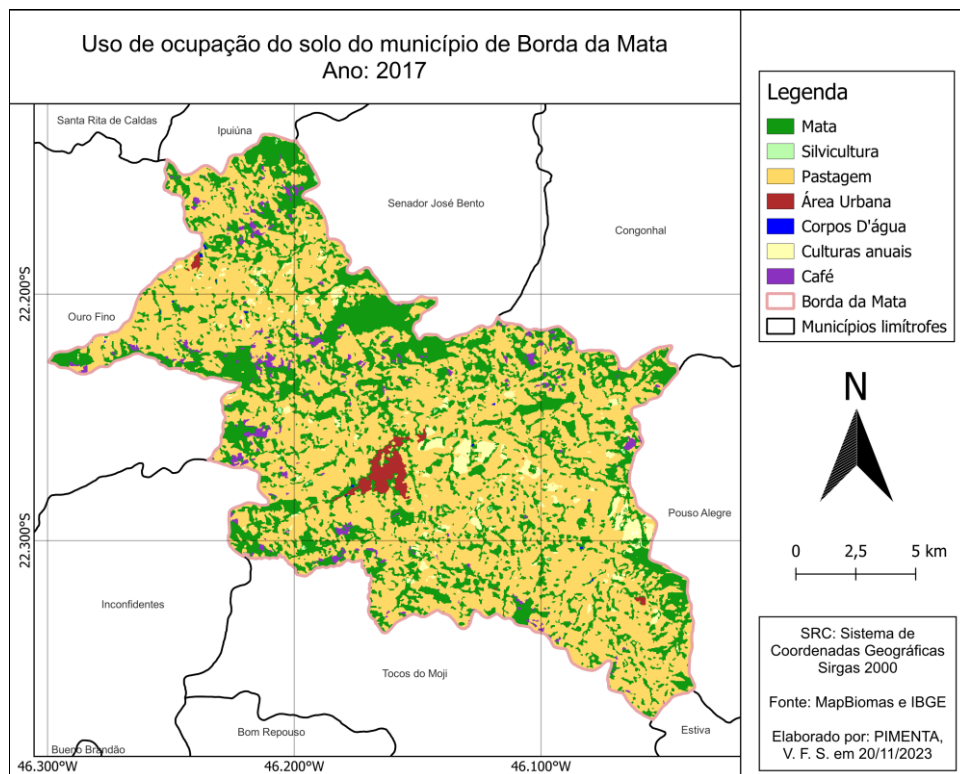


Figura 10: Uso e ocupação do solo no Município de Borda da Mata no ano de 2012



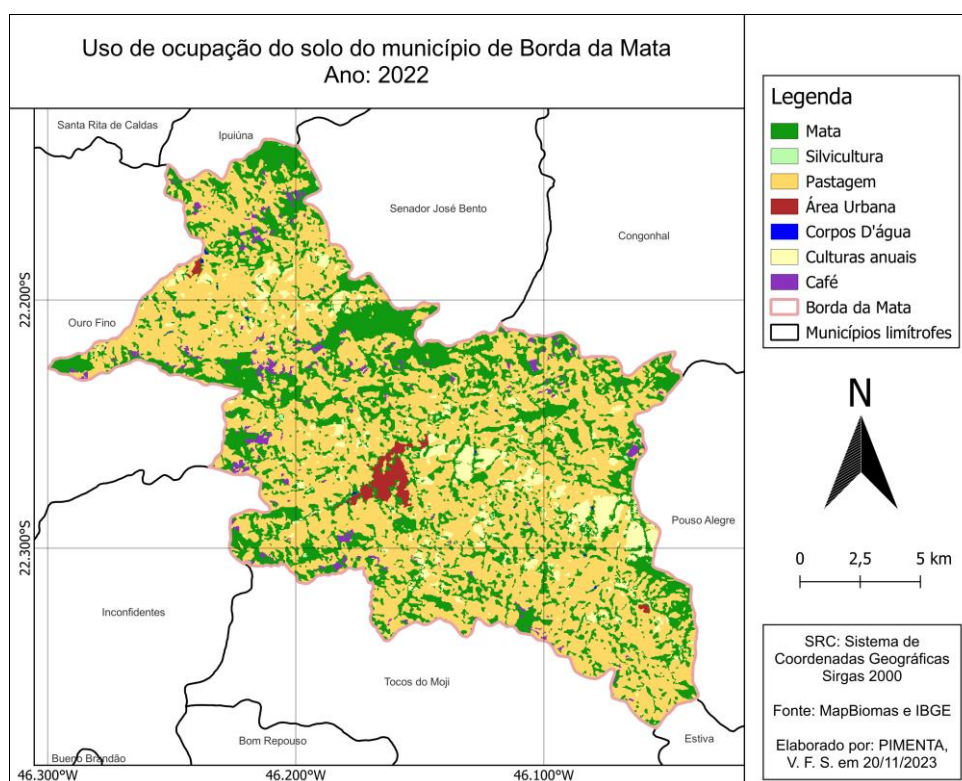
No ano de 2017 (figura 10), a situação da mata nativa se manteve a mesma, juntamente com o cultivo do café. As pastagens tiveram uma pequena diminuição. A silvicultura teve um pequeno aumento. O que se destaca nesse período é o grande aumento de culturas anuais, passando de 4,46km<sup>2</sup> para 8,51km<sup>2</sup>, tornando-se facilmente observado no mapa elaborado. A área urbana seguiu em crescimento, com um ganho de aproximadamente 0,28km<sup>2</sup>.

Figura 11: Uso e ocupação do solo no Município de Borda da Mata no ano de 2017



Por fim, no ano de 2022 (figura 11), foi constatado um outro ápice de crescimento das culturas anuais com mais de o dobro de território ocupado desde a análise do ano de 2017, passando de 8,51km<sup>2</sup> para 17,32km<sup>2</sup>. A degradação da área de mata nativa se manteve estável, com 31,41% do território. A área de pastagem atingiu seu menor patamar, com menos de 60% do território ocupado. Silvicultura teve um pequeno aumento. E o cultivo de café seguiu em declínio na região, com uma clara mudança de foco, demonstrando sua presença mais no centro-oeste e noroeste da região, com menos foco na região sudeste.

Figura 12: Uso e ocupação do solo no Município de Borda da Mata no ano de 2022



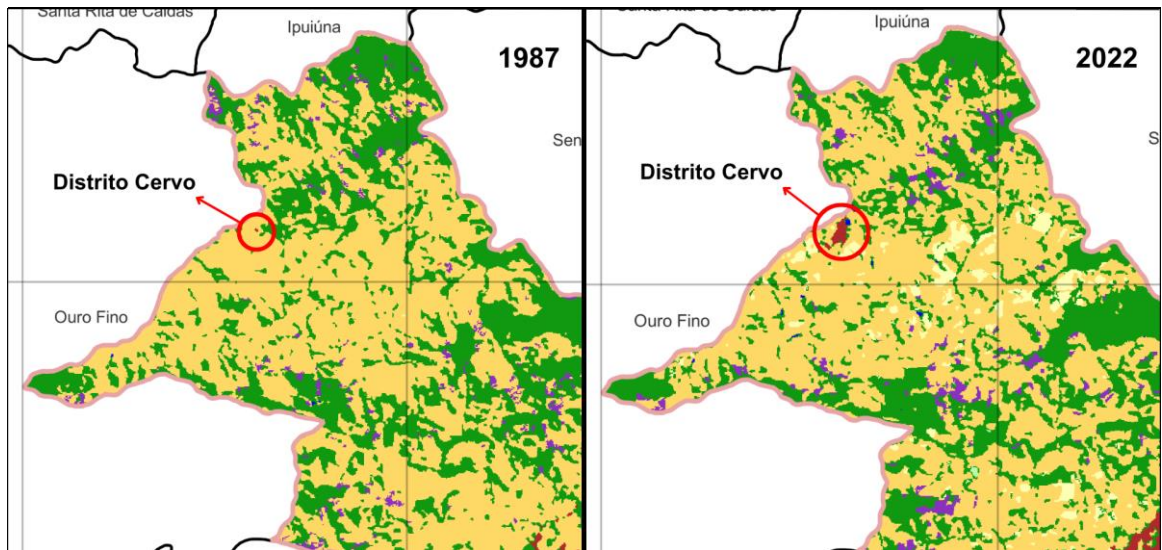
Para facilitar a visualização das mudanças ocorridas no período de 35 anos, foram elaboradas duas montagens, dividindo o município em leste e oeste para que haja uma comparação do mapa mais antigo (1987) com o mapa mais recente (2022).

Na montagem do setor leste (figura 12), podemos verificar com clareza o desenvolvimento urbano do distrito Cervo, a expansão do cultivo de café na região e também uma presença dos cultivos anuais no ano de 2022, que era inexistente no durante o período de 1987.

Na montagem do setor oeste (figura 13), é possível identificar a clara expansão da mancha urbana do distrito de Borda da Mata e também uma evolução no distrito do Sertãozinho. Além disso, podemos constatar que essa região teve um grande foco no cultivo de culturas anuais, com uma expansão considerável nesse setor. Também podemos observar a diminuição do cultivo de café nessa região, o que demonstra uma migração de parte dessa cultura para as áreas próximas ao distrito do Cervo, na região leste.

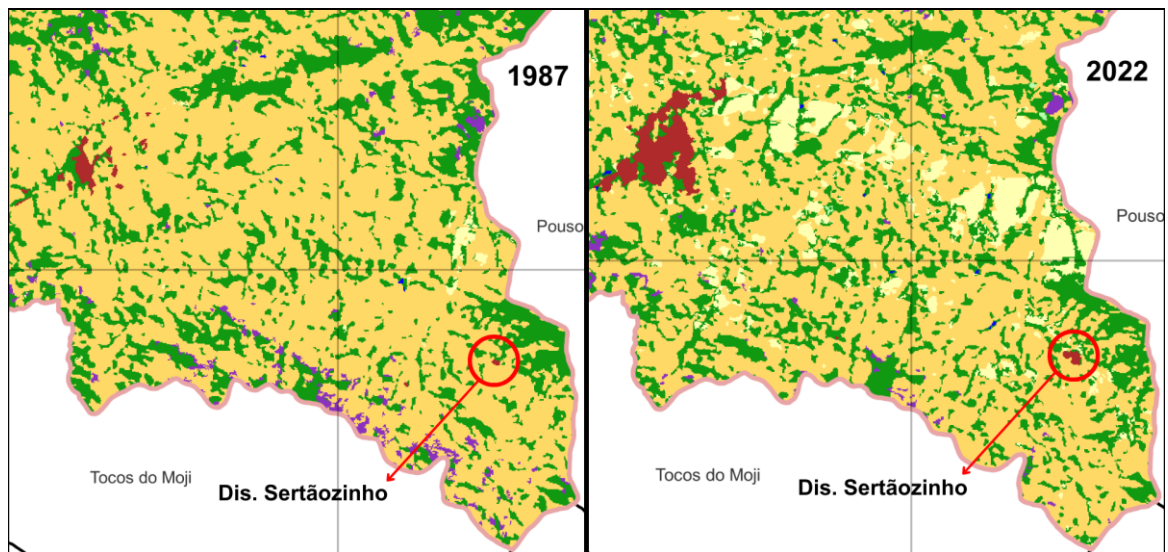


Figura 13: montagem da região leste do município



Fonte: elaborado pelo autor

Figura 14: montagem da região oeste do município



Fonte: elaborado pelo autor

Baseando-se no mapa mais atual (2022), foi efetuada uma visita de campo em locais onde é possível detectar cada uma das classes verificadas. As figuras a seguir ilustram:

A mata nativa (figura 15) foi observada em diversos momentos durante o trajeto da visita de campo. O ponto registrado se encontra nas coordenadas geográficas -22.248185, -46.091327. Foi observado uma porção de mata atlântica

característica da região cobrindo todo o alto de um morro, em sua base foi possível observar uma plantação de cultura de milho.

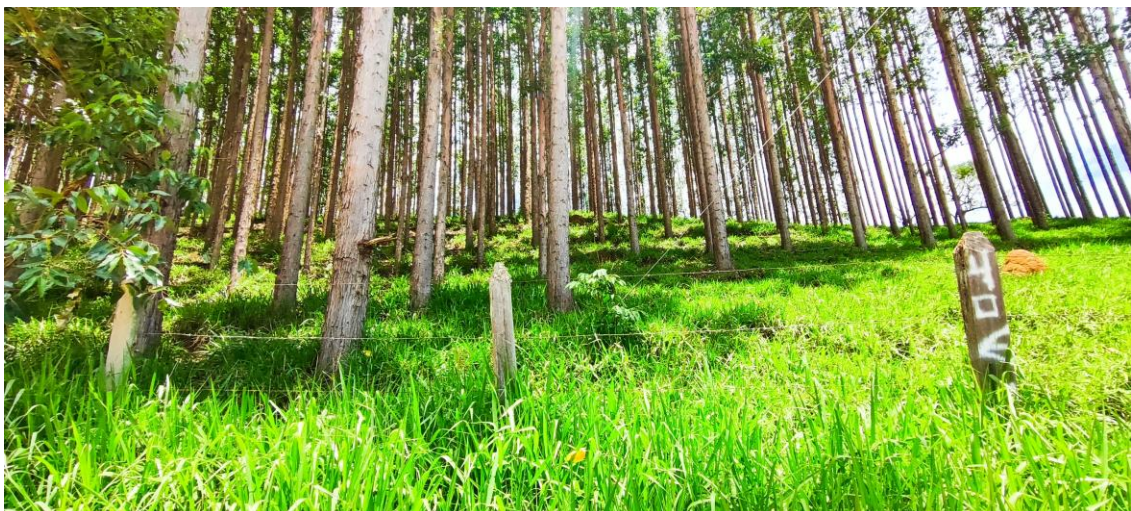
Figura 15: Mata nativa preservada em morro com plantações de milho em sua base



Fonte: acervo do autor

A classe de silvicultura (figura 16) pode ser observada na próxima à estrada, mesmo não sendo tão abundante no território do município, em outros pontos também é possível detectar esse tipo de cultivo, como em uma das entradas da cidade. O ponto registrado se encontra na área rural, nas coordenadas -22.243808, -46.132339.

Figura 16: Silvicultura na beira da estrada



Fonte: acervo do autor

Figura 17: Gado descansando em pastagem, com pastos ao fundo



Fonte: acervo do autor

A classe mais abundante no território borda-matense é a de pastagens (figura 17), por isso, não foi difícil encontrar esse tipo de classe. Está localizada nas coordenadas geográficas -22.249318, -46.138100. Podemos ver o gado pastando e descansando, bem como mais pastagens ao fundo.

Para a classe de área urbana, foi escolhido um ponto onde está sendo construído um novo loteamento. Situada nas coordenadas -22.259043, -46.152970, o bairro Jd. Novo Horizonte está sendo construído no antigo “Morro do Urubu”, como era conhecida a região pelos locais.

Figura 18: Loteamento em construção na entrada na cidade



Fonte: acervo do autor

Figura 19: Rio Mandu



Fonte: acervo do autor

Por mais que a classe de corpos d'água não cubram um território muito expressivo na região, ela faz parte da bacia hidrográfica do Rio Mandu (figura 19). A localização registrada se encontra nas coordenadas -22.248477,-46.134797, em um trecho onde o rio passa por uma ponte conhecida popularmente como "Ponte de Zinco".

Para a classe de cultura anual, foi escolhida uma plantação de milho situada nas coordenadas -22.247926, -46.131975. Próxima à estrada, podemos observar como esse tipo de cultivo evolui com facilidade na região. Ao fundo podemos detectar mais exemplos de pastagens.

Figura 20: Cultivo de milho próximo à estrada



Fonte: acervo do autor

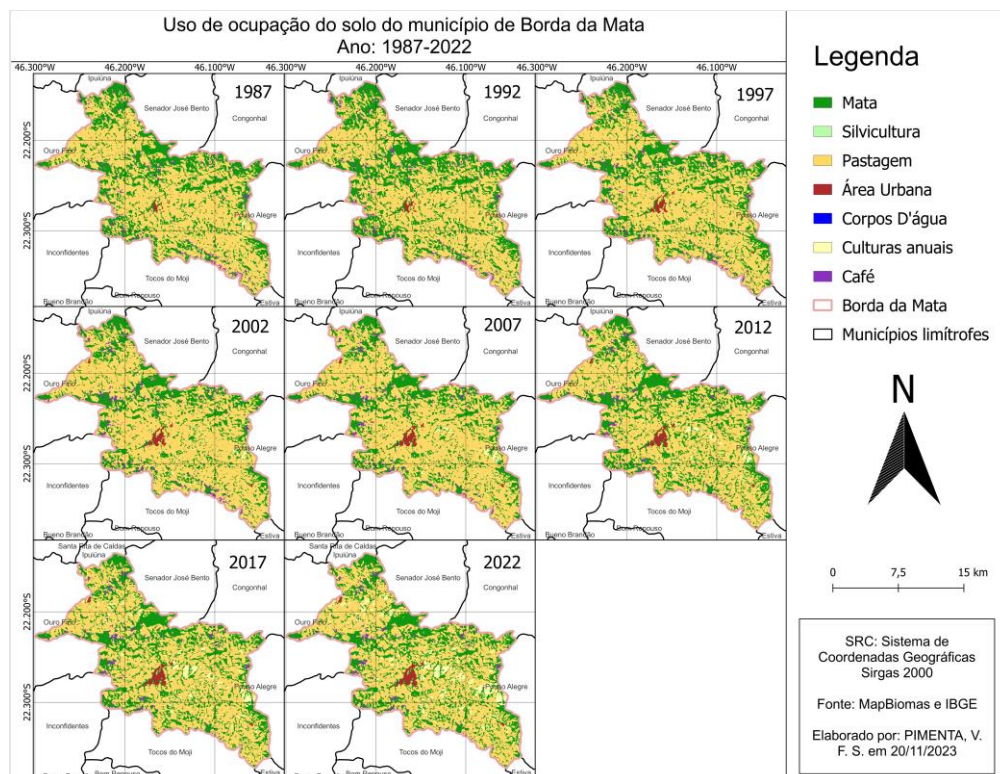
Figura 21: Cultivo de café



Fonte: acervo do autor

Para a classe de Café (figura 21), foi possível também detectar o cultivo desta cultura nas proximidades e dentro da rota que planejamos para essa incursão ao campo. Situada nas coordenadas  $-22.246853$ ,  $-46.122140$ , podemos observar a plantação de café no morro, bem como pastos ao redor.

Figura 22: Mapa síntese de uso e ocupação do solo no município de Borda da Mata no período de 1987-2022



Foi elaborado um mapa síntese (figura 22), onde é reunido todos os mapas da série multitemporal. É possível ver com detalhes as diferenças entre cada um e onde foram as áreas que tiveram transformações ao longo do tempo. Percebemos com clareza o aumento da área urbana, o declínio do cultivo de café e a ascensão das culturas anuais na região. E também como as pastagens, juntamente com a mata nativa, se mantiveram cobrindo a maior parte do território do município em números constantes.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A análise multitemporal do uso e cobertura do solo no município de Borda da Mata, por meio da ferramenta MapBiomass, revelou informações valiosas sobre as transformações ocorridas na paisagem ao longo do tempo. Ao observar com atenção os dados obtidos, fica evidente o crescimento expressivo da área urbana, indicando mudanças significativas no perfil demográfico da região.

Destaca-se, de forma marcante, o declínio observado no cultivo de café, uma atividade econômica tradicional na área. Esse declínio é acompanhado pela ascensão das culturas anuais, sugerindo adaptações nas práticas agrícolas em resposta a demandas socioeconômicas ou a fatores ambientais. Essa transição no uso do solo pode impactar não apenas a economia local, mas também a dinâmica socioambiental da região.

Surpreendentemente, as pastagens, aliadas à mata nativa, mantiveram-se como elementos constantes e predominantes, cobrindo a maior parte do território do município. Esse cenário destaca a relevância da preservação de áreas verdes e da integridade ambiental, mesmo em meio às mudanças urbanas e agrícolas. A coexistência desses elementos ressalta a importância da gestão sustentável do solo, considerando tanto as demandas econômicas quanto a conservação do meio ambiente.

Em síntese, este estudo não apenas atingiu seus objetivos iniciais, mas também proporcionou uma visão detalhada das dinâmicas complexas do uso do solo em Borda da Mata/MG. O claro foco do município em centralizar sua economia em sua indústria têxtil e de serviços reflete na expansão urbana, na transição das práticas agrícolas e a na manutenção das áreas verdes. Dessa maneira se destaca

a necessidade contínua de estratégias de planejamento sustentável para garantir um equilíbrio harmonioso contínuo entre o desenvolvimento humano e a preservação ambiental na região.

## REFERÊNCIAS

BERTOLACCINI, João. **Borda da Mata e sua história**. Borda da Mata: Gráfica Imagem, 1999.

BEDUKA. **Principais características da Mata Atlântica: fauna, flora, relevo, clima, curiosidades**. Beduka Buscador de Faculdades, 2023. Disponível em:<  
<https://beduka.com/blog/>> Acesso em: 21/11/2023.

CÂMARA, Gilberto; ORTIZ, Manoel Jimenez. **Sistemas de informação geográfica para aplicações ambientais e cadastrais: uma visão geral**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA. 1998. p. 59-82.

DONZELI, L. P.; VALÉRIO FILHO, M.; PINTO, S. A. F.; NOGUEIRA, F. P.; ROTTA, C. L.; LOMBARDI NETO, F. (1992). **Técnicas de Sensoriamento Remoto Aplicadas ao Diagnóstico Básico para Planejamento e Monitoramento de Microbacias Hidrográficas**, In: Microbacia do Córrego São Joaquim (Município de Pirassununga, SP). Coord: Lombardi Neto, F. & Camargo, O. A. Campinas, Instituto Agrônômico, 138p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Disponível em: <https://www.embrapa.br/>. Acesso em: 21 nov. 2023.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Geotecnologias na geografia aplicada: difusão e acesso**. Revista do Departamento de Geografia, v. 17, p. 24-29, 2005.

FONSECA, L. M. G. **Processamento Digital de Imagens**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2002 (apostila).

FUJACO, M. A.; LEITE, M. G. P.; MESSIAS, M. C. T. BRAGA. **Análise multitemporal das mudanças no uso e ocupação do Parque Estadual do Itacolomi (MG) através de técnicas de geoprocessamento**. Rem: Rev. Esc. Minas, Ouro Preto , v. 63, n. 4, p. 695-701, Dez. 2010.



IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 21 nov. 2023.

MAPBIOMAS. Disponível em: <http://mapbiomas.org>. Acesso em: 18 de jul. 2023.

MENESES, P. R; ALMEIDA, T. **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto. Brasília – DF, 2012.**

RIBEIRO, André dos Santos. **Vulnerabilidade ambiental da sub-bacia hidrográfica do rio Mandu, sul de Minas Gerais.** 2015. 64 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ecologia e Tecnologia Ambiental, UNIFAL, Alfenas, 2014.

ROSA, R. **Análise espacial em Geografia.** Revista da ANAPAGE, Fortaleza, v.7, n.1, 2011. p. 275-289.

SILVA, A. B. **Sistemas de Informações Geo-referenciadas: Conceitos e fundamentos.** Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 2003.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em Ciências Sociais: a Pesquisa Qualitativa em Educação – o positivismo, a fenomenologia, o marxismo.** São Paulo: Atlas, 2009.

TURRA NETO, N. **Pesquisa qualitativa em Geografia. XVII Encontro Nacional de Geógrafos - XVII ENG.** Anais... Belo Horizonte: Associação dos Geógrafos Brasileiros (AGB), 2012.

VEIGA, Bernardo Saturnino. **Almanaque Sul Mineiro.** Campanha das Princesas: Monitor Sul-mineiro, 1874.