



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS - UNIFAL  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA  
CURSO DE GEOGRAFIA - BACHARELADO**

**RAFAEL ELIAS SOARES**

**SÉRIES TEMPORAIS APLICADAS A DINÂMICA DO USO E COBERTURA DA  
TERRA DO MUNICÍPIO DE CALDAS – MG EM 30 ANOS UTILIZANDO A  
PLATAFORMA MAP BIOMAS**

**ALFENAS/MG**

**2023**

**RAFAEL ELIAS SOARES**

**SÉRIES TEMPORAIS APLICADAS A DINÂMICA DO USO E COBERTURA DA  
TERRA DO MUNICÍPIO DE CALDAS – MG EM 30 ANOS UTILIZANDO A  
PLATAFORMA MAP BIOMAS**

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.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo José Pisani

**ALFENAS/MG**

**2023**

Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal de Alfenas  
Biblioteca xxxxxx

Gere a ficha catalográfica no [Sistema de Geração de  
Ficha Catalográfica](#) disponível na página das  
Bibliotecas.

Ficha gerada automaticamente com os dados fornecidos pelo autor.

**RAFAEL ELIAS SOARES**

**SÉRIES TEMPORAIS APLICADAS A DINÂMICA DO USO E COBERTURA DA  
TERRA DO MUNICÍPIO DE CALDAS – MG EM 30 ANOS UTILIZANDO A  
PLATAFORMA MAP BIOMAS**

O Presidente da banca examinadora abaixo assina a aprovação do 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.

Aprovada em: 23 de novembro de 2023

Prof. Dr. Rodrigo José Pisani (orientador)  
Universidade Federal de Alfenas

Assinatura:

Prof. Dr. Lineo Aparecido Gaspar Júnior  
Universidade Federal de Alfenas

Assinatura:

Prof. Ms. Danilo Lenine Ferreira do Amaral  
Universidade Federal de Alfenas

Assinatura:

*Dedico este trabalho aos meus pais,  
Celso e Regina. Eles que nunca mediram  
esforços para eu alcançar meus sonhos.*

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer a minha família, em especial aos meus pais pelo apoio em todas minhas decisões, sem eles esse caminho não seria possível.

Expresso minha gratidão ao meu professor orientador, Rodrigo José Pisani, pelo valioso auxílio e encorajamento no desenvolvimento da pesquisa.

Aos muitos amigos que fiz durante a graduação e já se formaram, deixando muitos ensinamentos, em especial: Matheuzinho, Xang, Leopoldo, Fabiano, Eric, Marcel e Danilo doc.

Aos amigos que estão na graduação e me apoiam diariamente, em especial: Ticoliro, Jubileu, Mudim, Pedronha, Tailson, Felipe, Lulinha e Bixao Caio e Cain.

A minha namorada Giovanna pela companhia durante a graduação e apoio dado diariamente.

As repúblicas Neblina, Cativoiro, Água-Viva, Trimilique, Xeque – Mete e Zero Erro, que sempre me acolheram muito bem e fizeram a minha graduação mais leve.

Ao meu amigo Gabriel Gouvea, pela amizade, parceria e ajuda na área de pesquisa.

Por fim, agradeço à UNIFAL - MG pela oportunidade de ingressar no Ensino Superior e pelo excelente suporte de sua infraestrutura. Também gostaria de expressar minha gratidão ao corpo docente do curso de Geografia da UNIFAL pelo valioso conhecimento transmitido.

## RESUMO

As mudanças no uso e cobertura da terra são importantes elementos de análise do ponto de vista de contextos regionais e sobretudo ambientais para a compreensão e monitoramento do meio físico. Nesse sentido cada vez mais as geotecnologias têm ganhado protagonismo enquanto ferramenta de análise, sobretudo com as possibilidades de se trabalhar com grande volume de dados, computação em nuvem e plataformas de banco de dados geográficos. A presente pesquisa trabalhou com a abordagem de séries temporais aplicadas à dinâmica do uso e cobertura da terra referente aos anos de 1991, 2001, 2011 e 2021, ou seja, em 30 anos do município de Caldas, localizado na região sul e sudoeste de Minas Gerais, sendo utilizado para a obtenção de dados o projeto MapBiomas através do Google Earth Engine. Como plataforma de análise foi utilizado o Quantum GIS 3.28 Firenze, além de arquivos para elaboração de base cartográfica do IBGE e por fim incursões em campo para verificação das principais mudanças que foram observadas. A partir dos resultados, notou-se que houve uma substituição da agropecuária pela agricultura, devido a diversos fatores como a demanda maior por alimento, novas tecnologias agrícolas e incentivos fiscais. Já a área urbana do município se expandiu em 292.08%. É notável o aumento da silvicultura no município em aproximadamente 3000 hectares, ou seja, cerca de 10881,00%. Um ponto positivo foi o aumento das florestas nativas, resultado das políticas ambientais do século XXI. Referente ao corpo d'água, houve uma diminuição de 46.25% da sua área em hectares, devido ao grande aumento da agricultura, silvicultura e mineração. A análise multitemporal se apresentou eficiente para interpretar as dinâmicas pelas quais o local de estudo passou, servindo dessa forma como importante instrumento de análise de monitoramento do meio físico bem como para o planejamento e ordenamento territorial, apontando quais fatores foram determinantes e influentes para a atual configuração espacial, e quais as providências devem ser tomadas para garantir o equilíbrio entre todas as formas de uso e cobertura da terra.

Palavras-chave: análise multitemporal; uso e cobertura da terra; MapBiomas; geotecnologias; QGIS; Google Earth Engine.

## ABSTRACT

Changes in land use and cover are important elements of analysis from the point of view of regional and especially environmental contexts for understanding and monitoring the physical environment. In this sense, geotechnologies have increasingly gained prominence as an analysis tool, especially with the possibilities of working with large volumes of data, cloud computing and geographic database platforms. The present research worked with the time series approach applied to the dynamics of land use and coverage for the years 1991, 2001, 2011 and 2021, that is, over 30 years in the municipality of Caldas, located in the south and southwest region of Minas Gerais. Gerais, using the MapBiomias project to obtain data through Google Earth Engine. Quantum GIS 3.28 Firenze was used as an analysis platform, in addition to files for preparing the IBGE cartographic base and finally field excursions to verify the main changes that were observed. From the results, it was noted that there was a replacement of farming by agriculture, due to several factors such as greater demand for food, new agricultural technologies and tax incentives. The urban area of the municipality expanded by 292.08%. The increase in forestry in the municipality by approximately 3000 hectares is notable, that is, around 10881.00%. A positive point was the increase in native forests, a result of 21st century environmental policies. Regarding the body of water, there was a decrease of 46.25% in its area in hectares, due to the large increase in agriculture, forestry and mining. s. The multitemporal analysis proved to be efficient in interpreting the dynamics that the study site went through, thus serving as an important instrument for analyzing the monitoring of the physical environment as well as for planning and territorial ordering, pointing out which factors were determining and influential for the current spatial configuration, and what measures must be taken to ensure balance between all forms of land use and coverage.

Keywords: multitemporal analysis; land use and cover; MapBiomias; geotechnologies; QGIS; Google Earth Engine.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa populacional de Caldas - MG .....	17
Figura 2: Mapa de localização do município de Caldas – MG .....	18
Figura 3: Mapa de solos do município de Caldas - MG.....	19
Figura 4: Mapa das unidades geológicas do município de Caldas-MG.....	20
Figura 5: Mapa de compartimentação geomorfológica de Caldas - MG .....	21
Figura 6: Mapa hipsométrico de Caldas - MG .....	22
Figura 7: Mapa de declividade do município de Caldas - MG .....	23
Figura 8: Fluxograma do desenvolvimento da pesquisa .....	1
Figura 9: Mapa de uso e cobertura da terra do município de Caldas de 1991 .....	35
Figura 10: Mapa de uso e cobertura da terra do município de Caldas de 2001 .....	36
Figura 11: Mapa de uso e cobertura da terra do município de Caldas de 2011 .....	37
Figura 12: Mapa de uso e cobertura da terra do município de Caldas de 2021 .....	38
Figura 13: Área de silvicultura de eucalipto na área de estudo (Ponto 1) .....	39
Figura 14: Silvicultura de eucalipto associado a regiões de mata nativa (Ponto 2)...	39
Figura 15: Perímetro urbano de Caldas (Ponto 3).....	40
Figura 16: Perímetro urbano do Distrito de São Pedro de Caldas (Ponto 4).....	41
Figura 17: Balneário de Pocinhos do Rio Verde (Ponto 5) .....	41
Figura 18: Cascata Antônio Monteiro na área em Pocinhos do rio Verde (Ponto 6)..	42
Figura 19: Cultivo de uvas na área de Pocinhos do Rio Verde (Ponto 7).....	44
Figura 20: Mata Atlântica na área de estudo (Ponto 8) .....	45
Figura 21: Áreas de mineração da INB na região de estudo (Ponto 9) .....	46
Figura 22: Mineração de mármore e granito na APA da Pedra Branca (Ponto 10) ...	46
Figura 23: Evolução das classes de uso e cobertura da terra de 1991, 2001, 2011 e 2021 .....	47

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Área total de cada classe em hectares dos anos de 1991, 2001, 2011 e 2021 de Caldas - MG .....	43
--	----

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas  
APA - Área de Proteção Ambiental  
CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais  
EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
GEE - Google Earth Engine  
GPS - Global Positioning System  
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
INB - Indústrias Nucleares do Brasil  
MG - Minas Gerais  
ONG - Organizações Não Governamentais  
QGIS - Quantum GIS  
SIG - Sistema de Informação Geográfica  
SRTM - Shuttle Radar Topography Mission  
UFV - Universidade Federal de Viçosa  
UNIFAL-MG - Universidade Federal de Alfenas

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2.</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1</b>	OBJETIVO GERAL.....	15
<b>2.2</b>	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
<b>3.</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>16</b>
<b>3.1</b>	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO:.....	16
<b>3.2</b>	SOLOS: .....	19
<b>3.3</b>	GEOLOGIA: .....	19
<b>3.4</b>	GEOMORFOLOGIA: .....	21
<b>3.5</b>	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	24
<b>4.</b>	<b>REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO: .....</b>	<b>28</b>
<b>4.1</b>	GEOTECNOLOGIAS E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADAS A ANÁLISE DO MEIO FÍSICO .....	28
<b>4.2</b>	SENSORIAMENTO REMOTO:.....	29
<b>4.3</b>	USO E COBERTURA DA TERRA: .....	30
<b>4.4</b>	MATA ATLÂNTICA:.....	30
<b>4.5</b>	SUPRESSÃO DE MATA NATIVA PELA SILVICULTURA DE EUCALIPTO: .....	32
<b>4.6</b>	IMPACTOS AMBIENTAIS PROVENIENTES DA MINERAÇÃO:.....	32
<b>4.7</b>	PLATAFORMA MAP BIOMAS .....	33
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>34</b>
<b>6.</b>	<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>48</b>
<b>7.</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>49</b>
<b>8.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>50</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Analisar o uso e a ocupação da terra ao longo do tempo é uma forma de entender a evolução dos impactos antrópicos. A produção de mapas de uso e cobertura da terra é fundamental para subsidiar programas de monitoramento ambiental, conservação da biodiversidade, zoneamento ambiental e socioeconômico e ocupação racional do espaço físico.

O acesso a informações detalhadas e precisas sobre a dinâmica dos fenômenos espaciais é necessária para atividades de planejamento e tomada de decisão. Ao delinear as formas e dinâmicas de ocupação da terra, representam também valiosas ferramentas para a construção de indicadores ambientais e avaliação das capacidades de suporte ambiental, dadas as diferentes formas de manejo da produção, auxiliando na identificação de alternativas de sustentabilidade e desenvolvimento.

Os dados coletados que são transformados em informações podem ser organizados, quantificados, ponderados e cruzados para os mais diversos fins na construção de parâmetros de análise, por exemplo, do meio físico, sendo desse modo assertivos no que diz respeito a perspectiva e abordagem do planejamento e ordenamento territorial com informações pertinentes e distribuídas de modo variável no espaço.

A abordagem espaço temporal com produtos de sensoriamento remoto permite esse tipo de análise compreendendo-se elementos como: onde, como, em que intensidade e direção e, na relação de causa e efeito, buscar-se o porquê de determinado fenômeno, na dinâmica das mudanças de uso e cobertura da terra, como dito anteriormente, ideal para os gestores no que diz respeito ao planejamento.

O município de Caldas-MG tem uma considerada parte de seu bioma formado pela Mata Atlântica, que vem sendo suprimida pelo uso conflituoso da terra com a exploração de atividades de agropecuária, agricultura, mineração, pela silvicultura de eucalipto, dentre outras atividades antrópicas. Caldas conta também com Pocinhos do Rio Verde que é famosa por ser uma estância hidromineral de grande valor socioambiental, devido à qualidade terapêutica de suas águas que atraem turistas de todo país e por isso sua população vive, em termos econômicos, da atividade turística, além da agricultura e agropecuária. Pocinhos do Rio Verde é o bairro do Município que mais sofre com as mineradoras e com a supressão de mata nativa pelo cultivo de

eucalipto devido a quantidade de recursos hídricos, estes que são necessários para esse cultivo.

Além disso, se localiza em Caldas a Pedra Branca, que por meio do Decreto Municipal Lei nº 1.973, de 29 de dezembro de 2006 se tornou a Área de Proteção Ambiental “Santuário Ecológico da Pedra Branca”. A APA está localizada a 1.764 metros acima do nível do mar na Mata Atlântica e abrange uma área de 119 quilômetros quadrados. É rico em biodiversidade, incluindo espécies endêmicas encontradas apenas nesta área e pelo menos 10 espécies de plantas ameaçadas de extinção. A área também funciona como uma área de recarga de água, fornecendo água para todo o local.

O uso do MapBiomas para uso e cobertura da terra é inédito no Município de Caldas, sendo válido o estudo, para abordar o crescimento dessas atividades, possibilitando a avaliação de tendências e padrões no uso da terra ao longo das três últimas décadas para fins públicos. Pois, as atividades vêm causando diversos impactos no meio físico, além de problemas para os moradores dos bairros aos redores das mineradoras, como no bairro Bom Retiro que teve a contaminação de uma nascente que abastecia o bairro devido a mineração no mês de dezembro de 2022 (GLOBO, 2022).

Dessa forma, o presente trabalho teve como finalidade realizar uma análise multitemporal dos últimos 30 anos do município de Caldas localizado no sul do estado de Minas Gerais. Com a finalidade de identificar as mudanças na dinâmica do uso e cobertura da terra, buscando, dessa maneira, contribuir com a conservação de seus recursos naturais.

Além disso, o conhecimento sobre o uso da terra facilita a implementação de medidas de proteção e preservação do meio ambiente, ampliando os diferentes usos que os planejadores devem analisar para garantir o uso racional dos recursos naturais.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Nesse contexto, o objetivo principal deste trabalho foi compreender as atuais condições de uso e cobertura da terra no município de Caldas através de um estudo com abordagem espaço temporal dos últimos 30 anos, visando subsidiar instrumentos e ferramentas de monitoramento e análise do meio físico para gestores públicos.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Consulta ao material bibliográfico visando moldar o estudo a luz do estado da arte dos trabalhos que vem sendo desenvolvidos com as temáticas das geotecnologias aplicadas a análise do meio físico;
- Utilizar da ferramenta MapBiomas contida na plataforma QGIS e Google Earth Engine para a seleção das classes de uso e cobertura da terra específicas para a área de estudo;
- Base Cartografia condizente com a escala da área de estudo como cartas topográficas em escala de 1:50000;
- Compreender a dinâmica in loco por meio de incursões a campo com registro fotográfico e consulta a material disponibilizado por prefeitura e órgãos públicos locais;
- Utilização de modelo digital de elevação do terreno como o SRTM para elaboração dos mapas hipsométricos e de declividade.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO:

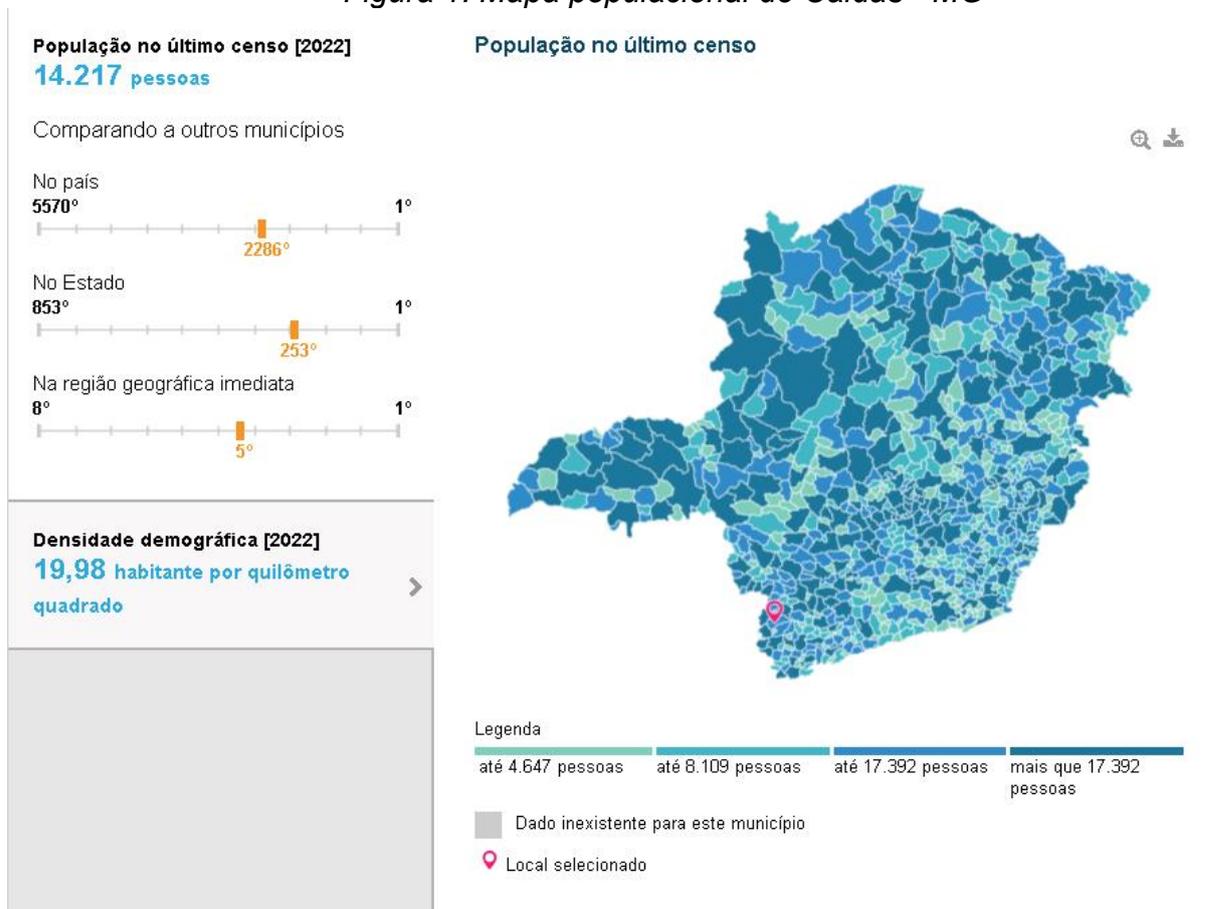
O município de Caldas localiza-se na microrregião de Poços de Caldas, integrando a mesorregião Sul/Sudeste de Minas Gerais, limitando-se territorialmente com os municípios mineiros de Andradas, Bandeira do Sul, Campestre, Ibitiúra de Minas, Poços de Caldas e Santa Rita de Caldas, sob as coordenadas geográficas 21° 55'S e 46° 23'W (IBGE). Caldas pertencer à bacia do Rio Grande tendo como principais rios: o Rio Pardo, Rio Capivari, Rio Verde e Rio Soberbo. O território do município é de 711,414 km<sup>2</sup>, com altitudes que variam de 1.790 a 960 metros, sendo a altitude do ponto central do município de 1.140 metros (IBGE, 2021).

Pelas qualidades terapêuticas de suas águas, a cidade também é reconhecida mundialmente como uma estância hidromineral de grande valor socioambiental, e por isso, do ponto de vista econômico, a população da cidade vive das atividades turísticas além da agricultura. Nas últimas duas décadas, a cidade tem vivido vários conflitos sociais internos, causados principalmente pelas atividades de mineração, que têm grande importância econômica para os seus moradores, porém, a intensificação dessas atividades tem causado preocupação em vários departamentos, especialmente aqueles que envolvem contextos setoriais problemáticos.

Segundo a classificação de Köppen, o clima na área onde a cidade está localizada pertence ao clima mesófilo (C), ou seja, as precipitações e variações de temperatura são pequenas, e toda a região é dominada pelo clima Cwb, ou seja, de temperatura média. e invernos secos, verões amenos e verões chuvosos. A estação seca ocorre de meados de abril ao início de setembro, com maior intensidade em julho. Os meses mais chuvosos são de janeiro a fevereiro, com temperaturas médias variando de 18°C a 22°C e amplitudes térmicas muito baixas (IBGE, 2021).

De acordo com dados do censo realizado pelo IBGE no ano de 2022, o município conta com uma população de 14.217 habitantes, havendo uma densidade populacional de 19,98 habitantes por metro quadrado. Caldas se figura como o 2286º município mais populoso do país e o 253º do estado de Minas Gerais, como podemos observar através da Figura 1:

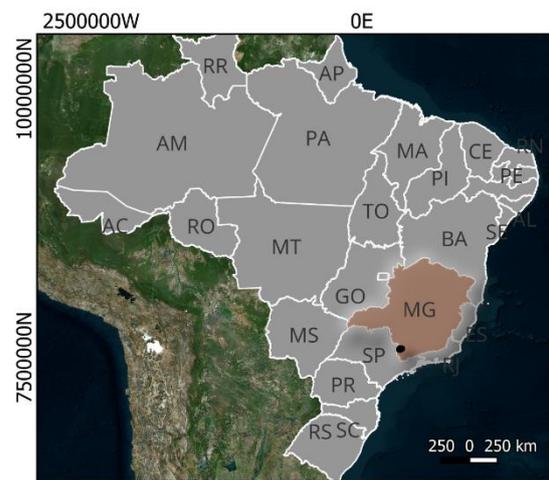
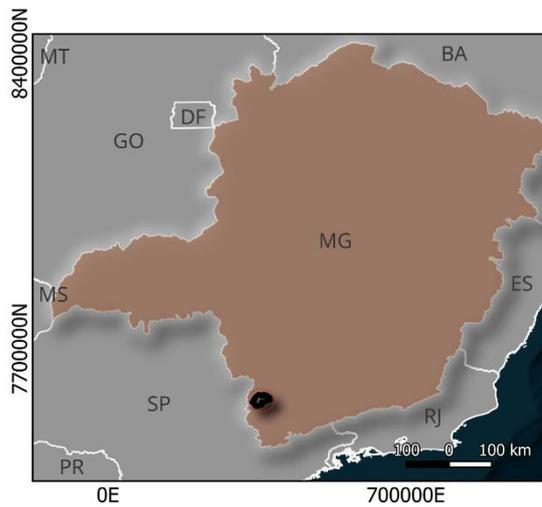
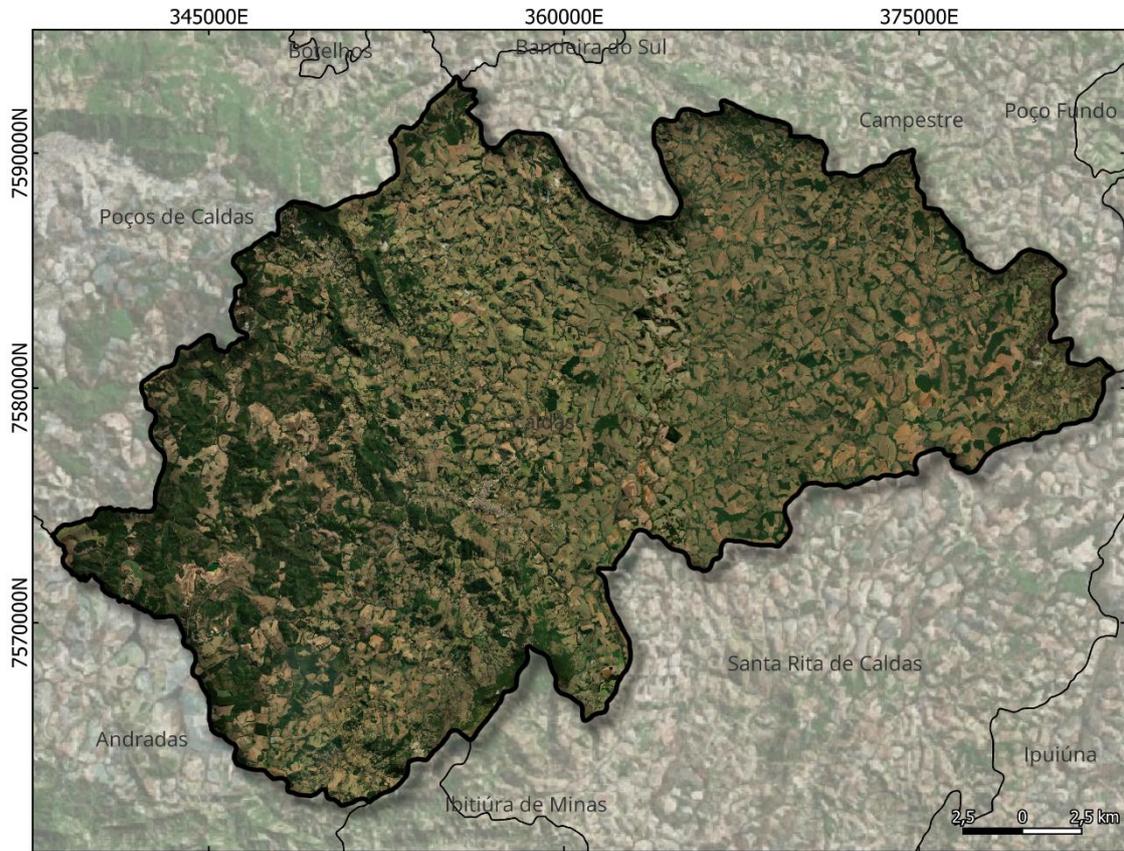
Figura 1: Mapa populacional de Caldas - MG



Fonte: IBGE Cidades

De acordo com a pesquisa “Produção Agrícola Municipal” do IBGE (2008), a cidade encontra-se entre as 20 maiores produtoras de batata-inglesa (em área plantada) do Estado e é a segunda maior produtora de uvas do Sul de Minas e a quarta maior do Estado. Também é investido na pecuária (asinino, equino, muar, bovino, caprino, ovino, suínos, galinhas, etc.), tendo em 2010 a maior produção de rebanho bovino da região. Outros setores importantes da economia são a mineração de granito, a produção de alimentos como o tomate, a cenoura e a mandioquinha e o turismo. A Figura 2 ilustra a área de estudo:

Figura 2: Mapa de localização do município de Caldas – MG



Legenda

-  Caldas
-  Minas Gerais
-  Brasil

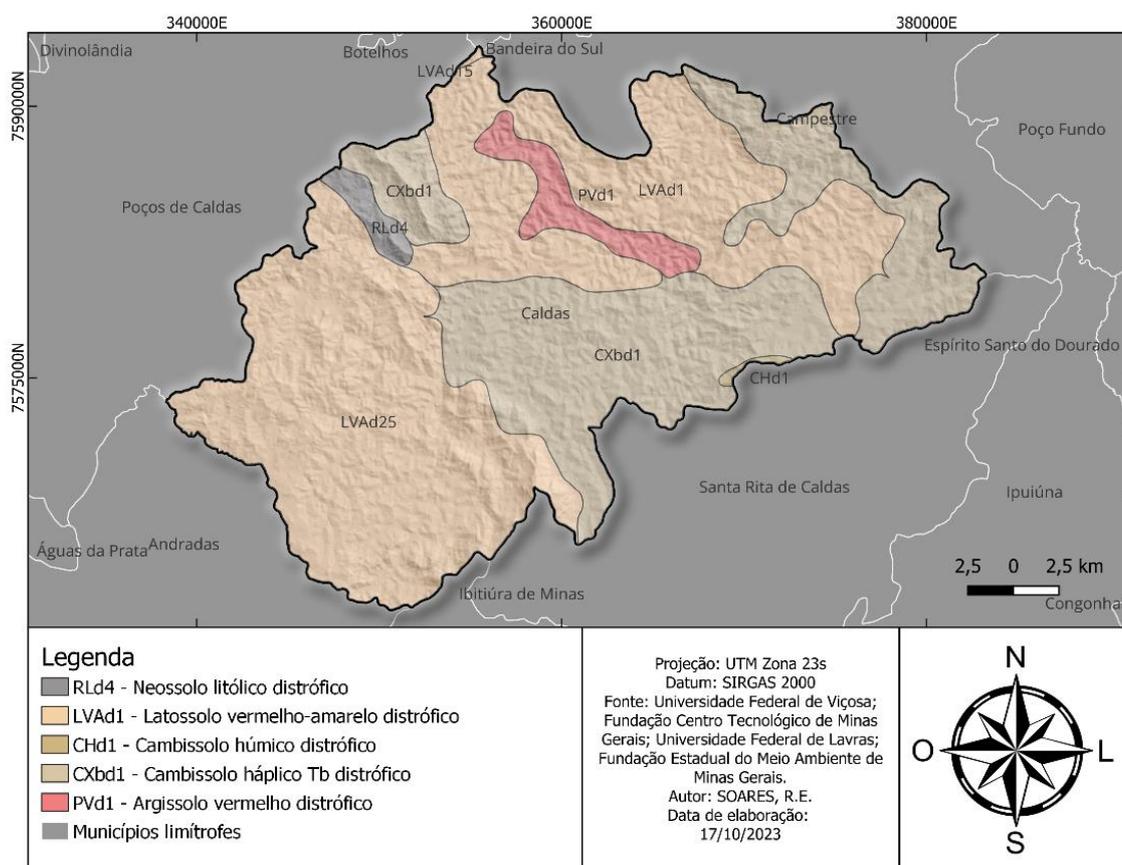


Projeção: UTM Zona 23s  
Datum: SIRGAS 2000  
Fonte: Bing Aerial; IBGE.  
Elaborado por: SOARES, R. E.  
Data de elaboração: 19/10/2023

### 3.2 SOLOS:

Do ponto de vista pedológico, segundo o levantamento realizado pela UFV, o município apresenta domínio do solo LVAd1 – Latossolo vermelho - amarelo distrófico, com grande presença de uma porção da ordem dos cambissolos (CXbd1, CHd1). Além disso, tem uma pequena ocorrência dos solos Neossolo e Argissolo (RLd4, PVd1). Assim, é viável compreender os variados tipos de solos que se encontram na região de pesquisa retratada através da Figura 3:

*Figura 3: Mapa de solos do município de Caldas - MG*



### 3.3 GEOLOGIA:

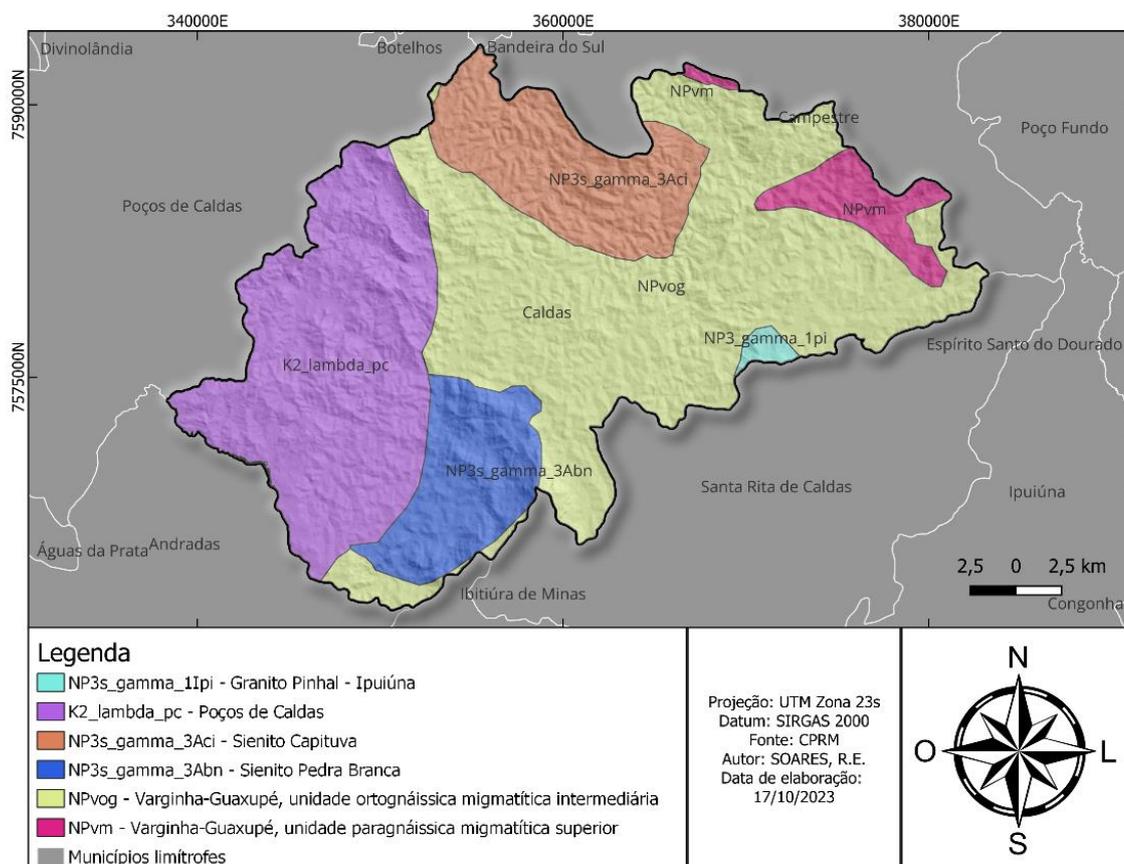
Em relação à geologia do município segundo dados obtidos pelo site do município disponível em: <https://caldas.mg.gov.br/caldas-entre-montanhas-um-coracao-mineiro/>, encontramos alumínio (bauxita), manganês, zircônio e potássio entre os metais, quanto aos não-metais há registros de ocorrências de argila (comum e refratária), cascalho, granito, leucita (rocha de potássio), nefelina sienito, rocha ornamental e zircão.

Caldas faz parte do chamado "Maciço de Poços de Caldas", segundo Ellert

(1959), o maciço é caracterizado pela presença de uma cadeia vulcânica principal quase completa, causada pela intrusão de rochas alcalinas durante o período Cretáceo Superior, especialmente na Campaniano.

Por meio da classificação feita através da Figura 4 (CPRM), foi possível observar que na área correspondente à Caldas e seu entorno, predominam quatro grandes unidades geológicas, sendo elas: unidade de Poços de Caldas (K2\_lambda\_pc); o Varginha-Guaxupé, unidade ortognáissica migmatítica intermediária (NPvog); o Sienito Pedra Branca (NP3s\_gamma\_3Abn); e o Sienito Capituva (NP3s\_gamma\_3Aci). O território ainda conta com a presença de duas pequenas unidades, sendo elas: Varginha-Guaxupé, unidade paragnáissica migmatítica superior (NPvm) e Granito Pinhal-Ipuiúna (NP3s\_gamma\_1Ipi), todas elas fundamentais para se compreender a evolução ocorrida no município em seu ambiente físico e na sua vegetação.

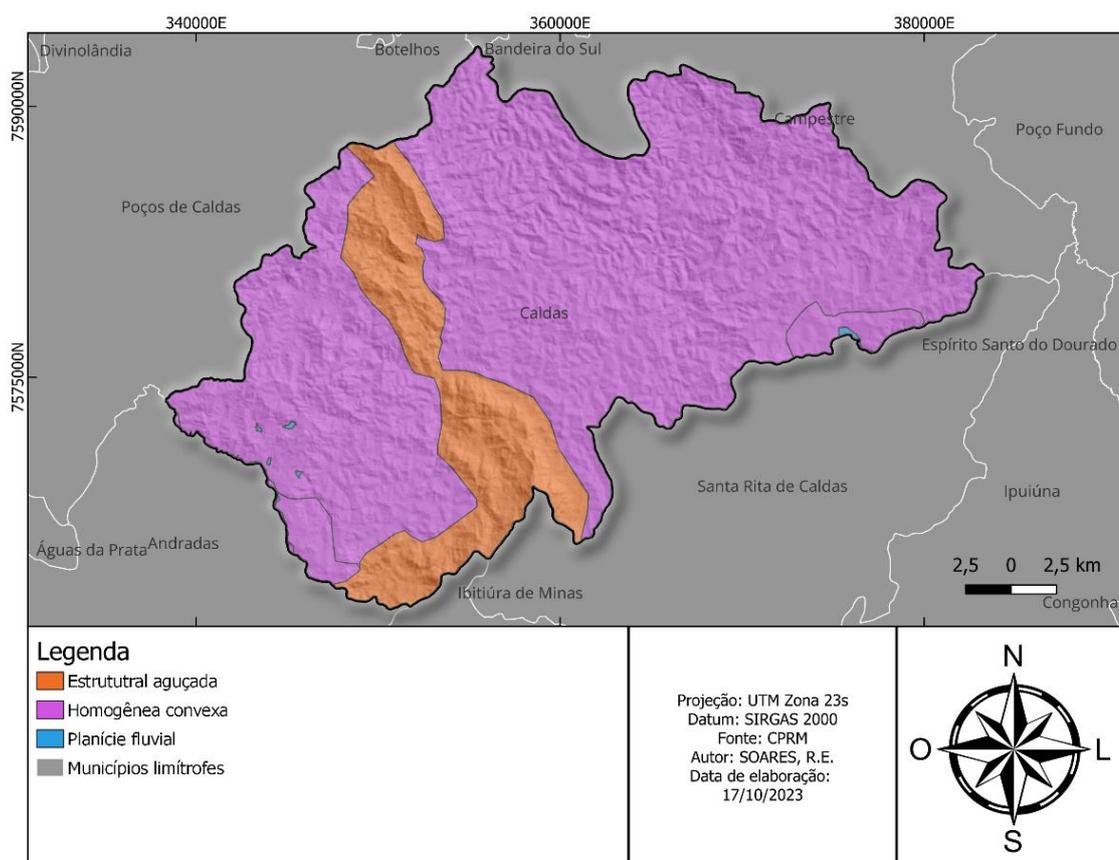
*Figura 4: Mapa das unidades geológicas do município de Caldas-MG*



### 3.4 GEOMORFOLOGIA:

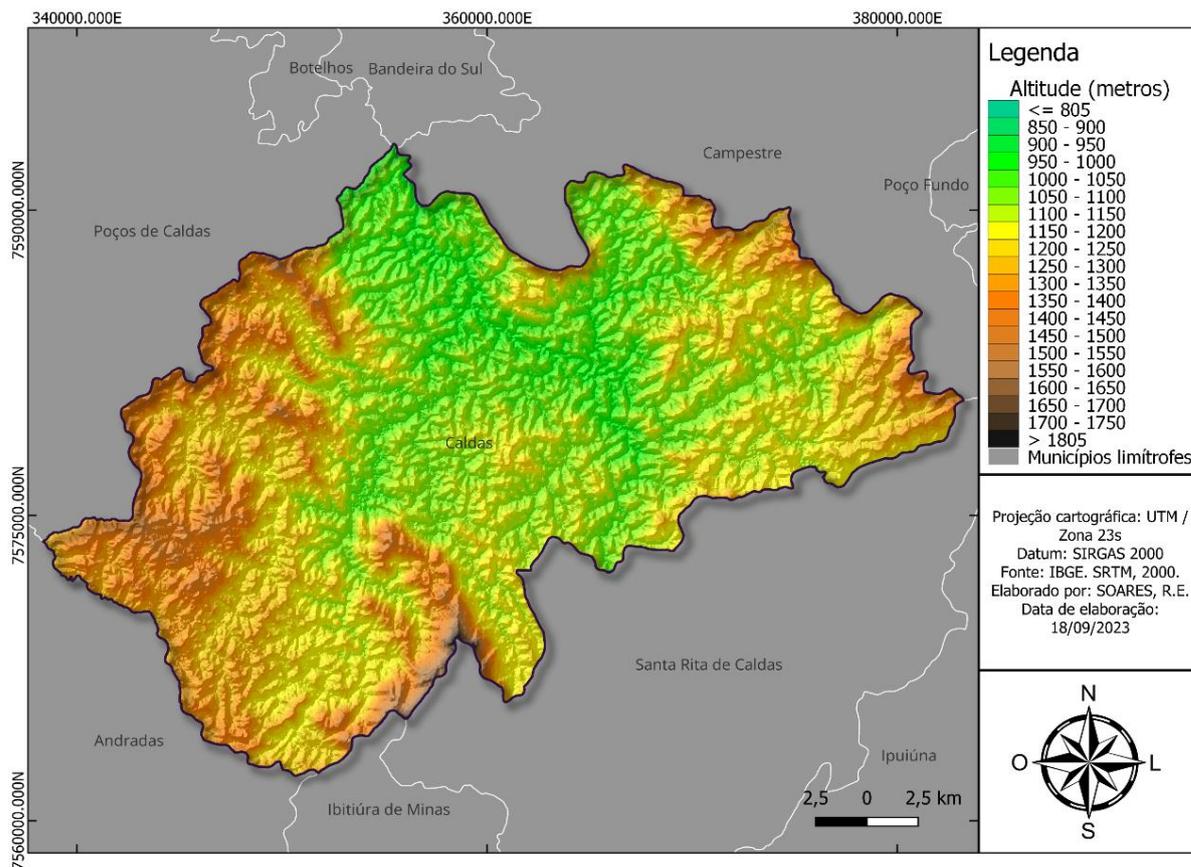
Em relação a geomorfologia, Caldas fica localizada no Planalto de Poços de Caldas, e de acordo com o estudo realizado através da Figura 5 (CPRM), a compartimentação geomorfológica da área é formada por homogênea convexa, com estruturas aguçadas.

*Figura 5: Mapa de compartimentação geomorfológica de Caldas - MG*



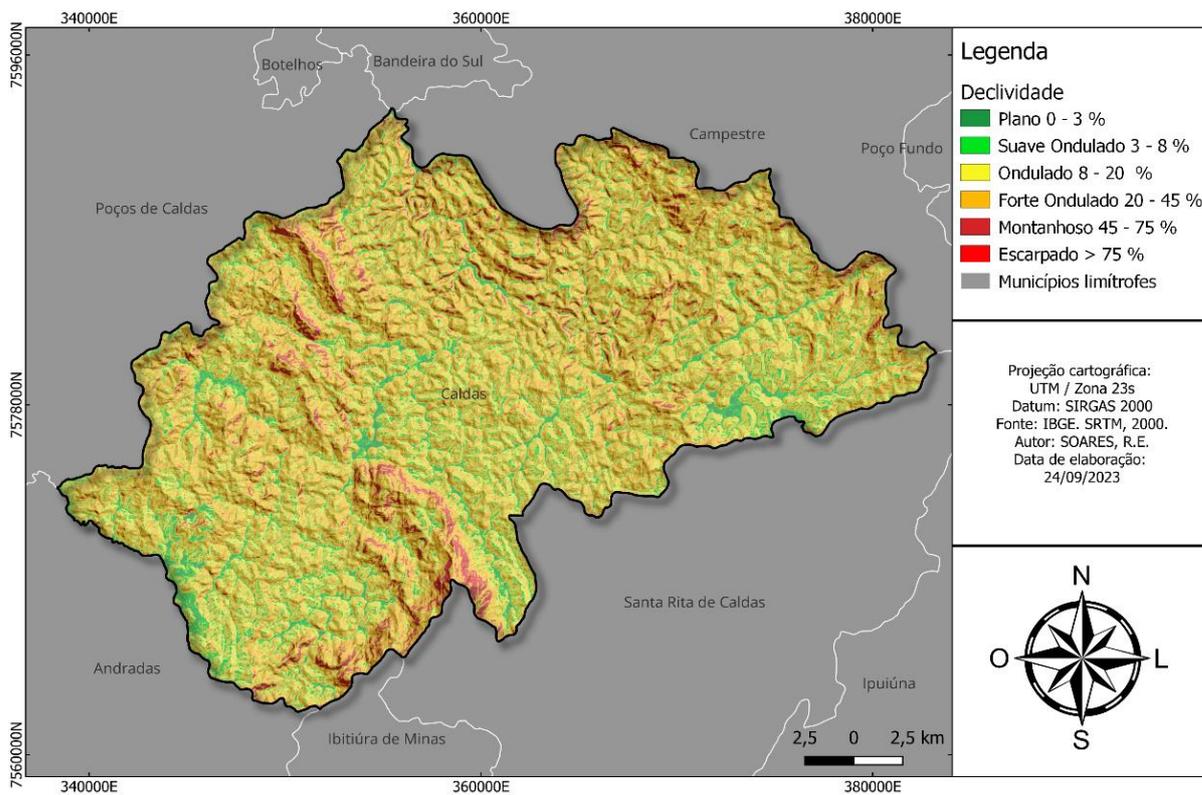
De acordo com o mapa de hipsometria a seguir (Figura 6), o ponto mais alto do município é de 1805 metros, se localizando no cume da Pedra Branca, próximo à divisa com os municípios de Ibitiúra de Minas e Santa Rita de Caldas. Já a área central (zona urbana) e o norte do município, variam de 805 metros a 1000 metros, sendo uma área com pequenas ondulações. O Oeste e Sul de Caldas é de regiões montanhosas, com áreas de 1200 metros a 1800 metros, podemos que o extremo leste, também possui áreas de relevo elevado, com altitudes de 1200 metros a 1450 metros.

Figura 6: Mapa hipsométrico de Caldas - MG



Através do mapa de declividade (Figura 7, SRTM), pode-se notar que a área de estudo é formada por um relevo montanhoso e escarpado, principalmente ao sul na área da APA da Pedra Branca, e ao norte, próximo à divisa com Poços de Caldas.

Figura 7: Mapa de declividade do município de Caldas - MG



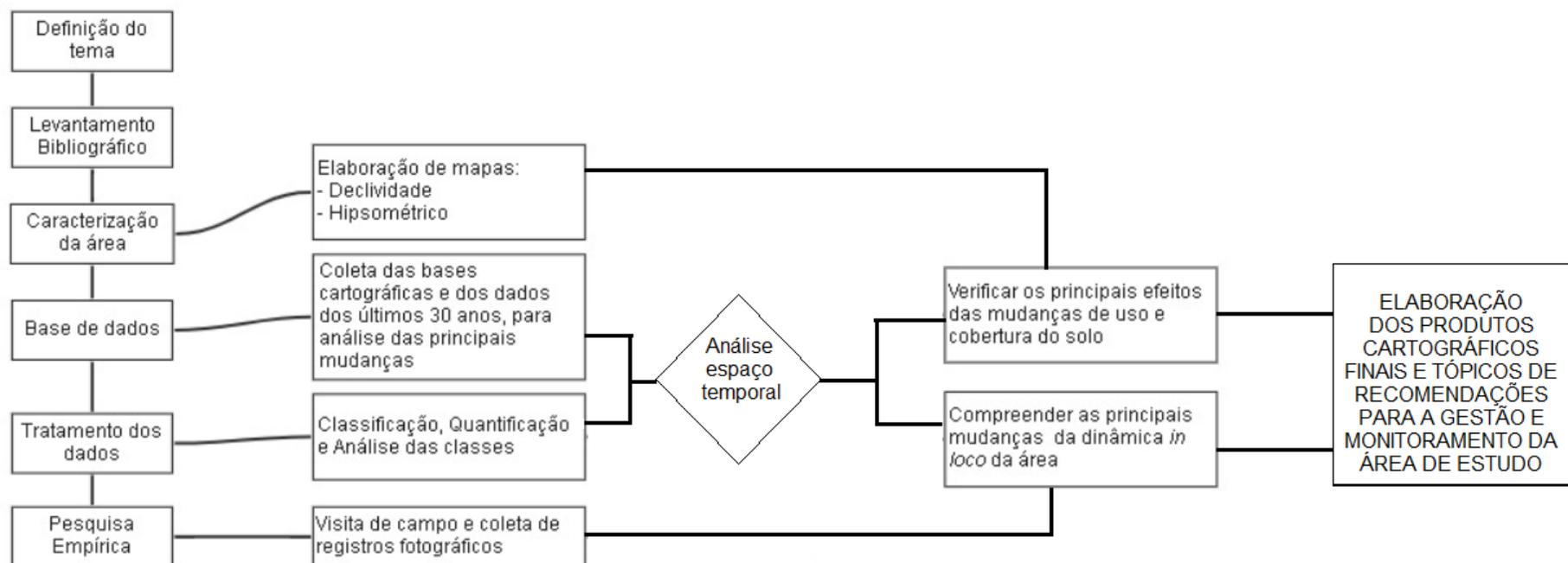
### 3.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia seguiu o seguinte roteiro:

- Coleta das cartas topográficas nas escalas de 1:50000 da área de estudo e coleta dos dados da plataforma Map Biomas, coleção 7.1, no caso as imagens classificadas referentes aos períodos analisados de: 2021, 2011, 2001, e 1991, ou seja, 30 anos de análise com intervalo de 10 em 10 anos para a observação das principais mudanças;
- Utilização de modelo digital de elevação do terreno como o SRTM para elaboração dos mapas hipsométricos e de declividade da área de estudo;
- Separação de níveis de interesse para uso e cobertura da terra de acordo com o manual do uso da terra e sua sistematização hierárquica em relação à dinâmica local da região;
- Quantificação das classes em: floresta natural, agricultura, agropecuária, área urbana, mineração, corpo d'água e áreas não vegetadas. Além da análise comparativa das que mais expandiram e as que mais recuaram dentro dos limites municipais;
- Incursões em campo para o conhecimento da área de estudo, com registro fotográfico e consulta a material disponibilizado por prefeitura e órgãos públicos locais para a validação dos mapas de uso e cobertura da terra;
- Utilização do aplicativo do Google Earth Pro para obtenção de imagens de satélite;
- Confecção dos mapas temáticos multi temporais como produto final através da plataforma do Quantum GIS Firenze 3.28.09, nesse sentido foi utilizado o plugin Map Biomas presente no Quantum GIS e também utilizado o Map Biomas no ambiente do Google Earth Engine; E assim propor ao poder público, medidas de mitigação e contenção dos impactos como extensão da pesquisa.

A Figura 8 ilustra o fluxograma da pesquisa:

Figura 8: Fluxograma do desenvolvimento da pesquisa



#### **4. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO:**

##### **4.1 GEOTECNOLOGIAS E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADAS A ANÁLISE DO MEIO FÍSICO**

Nos dias atuais as tecnologias espaciais estão cada vez mais presentes na sociedade, impactando diretamente e indiretamente no dia a dia das pessoas. Esse avanço tem causado grande impacto na pesquisa geográfica, com destaque para os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), Sensoriamento Remoto e o Geoprocessamento (FITZ, 2008).

As geotecnologias podem ser definidas como um conjunto de técnicas utilizadas para coletar, processar, analisar e fornecer informações georreferenciadas. Sendo compostas por soluções em hardware, software e peopleware que, juntos, formam uma poderosa ferramenta de tomada de decisão (ROSA, 2011).

De acordo com o portal da EMBRAPA a geotecnologia tem um papel essencial na área ambiental, uma vez que, fornece subsídios que vão desde a compreensão dos fenômenos naturais até o monitoramento do cumprimento das leis que regem a interação das atividades humanas com o meio ambiente.

Segundo (FITZ, 2008) os Sistemas de Informações Geográficas - SIG é um sistema formado por um conjunto de programas computacionais, o qual integra dados, equipamentos e pessoas com objetivo de coletar, armazenar, recuperar, manipular, visualizar e analisar dados espacialmente referenciados a um sistema de coordenadas conhecido.

A utilização de SIGs tem crescido nas últimas décadas, pois eles fornecem ao usuário uma forma de visualizar e analisar dados geoespaciais de forma mais fácil e eficiente. Os SIGs também são usados em aplicações como monitoramento de tempo real, gerenciamento de desastres, previsão de desastres, análise de dados ambientais, monitoramento de recursos naturais, análise de marketing e análise de rede. (Usman, 2017).

O desenvolvimento de SIGs têm se beneficiado de avanços na tecnologia de computação, como a capacidade de processamento de dados mais rápida. Além disso, a integração de SIGs com outras tecnologias, como o Global Positioning System (GPS) e o World Wide Web, tornou o uso de SIGs ainda mais fácil. (Usman, 2017).

Os SIG's geralmente têm três aplicações básicas em áreas geográficas:

- Pode ser utilizado como ferramenta para confecção de mapas e também para geração e visualização de dados espaciais;
- Pode ser utilizado como suporte para análise espacial de fenômenos e combinação de informações espaciais, e;
- Pode ser usado como um geodatabase com capacidade de armazenar e recuperar informações espaciais.

Teixeira, Moretti e Christofolletti (1992) definem SIG como:

É um sistema de informação geográfica que utiliza uma base de dados computadorizada que contém informação espacial, sobre a qual atuam uma série de operadores espaciais. Estes sistemas são constituídos por uma série de programas e processos de análise, cuja característica principal é focalizar o relacionamento de determinado fenômeno da realidade com sua localização espacial.

Fornecendo visualizações cartográficas, aplicando operadores espaciais e integrando informações espaciais, os SIGs são uma ferramenta valiosa em vários campos e setores. O potencial para os SIGs desempenharem um papel cada vez mais importante na compreensão e determinação de fenômenos geográficos cresce junto com o progresso tecnológico.

#### **4.2 SENSORIAMENTO REMOTO:**

O sensoriamento remoto pode ser definido como a medição ou aquisição de informações sobre certas propriedades de um objeto ou fenômeno por meio de um dispositivo de registro que não está em contato físico ou próximo com o objeto ou fenômeno que está sendo estudado (JENSEN, 2009).

Sensoriamento remoto é uma tecnologia que permite o estudo da Terra por meio da obtenção de informações e dados a partir de fontes remotas, tais como imagens de satélite, radar e laser. Esta tecnologia de monitoramento permite às pessoas acessar e analisar informações sobre características e mudanças no ambiente terrestre, sem ter que estar presente fisicamente no local que está sendo monitorado (BENEDETTI et al., 2017).

Com essa técnica, imagens e outros tipos de dados da superfície terrestre podem ser obtidos por meio da captura e registro da energia refletida ou emitida pela superfície terrestre. Diferentes sensores acoplados a satélites aumentam a sensibilidade humana, o processamento digital melhora a qualidade da imagem e facilita a identificação de alvos de pesquisa, além da disponibilização de arquivos históricos de imagens (FLORENZANO, 2011). A principal vantagem do sensoriamento

remoto é o fato de permitir o acesso a dados e informações sobre áreas remotas, áreas que normalmente seriam difíceis de serem acessadas por meio de outros métodos (ABRAMOVITZ, 2011). Além disso, como a tecnologia de sensoriamento remoto permite a obtenção de imagens de alta resolução, permite a realização de análises precisas e detalhadas de áreas remotas (SILVA et al., 2008).

Essa técnica tem se tornado cada vez mais importante para a gestão ambiental, pois possibilita o monitoramento das mudanças ambientais, a detecção de desastres naturais, a identificação de áreas de preservação e a realização de diversas análises de interesse da sociedade (NASCIMENTO, 2011).

#### **4.3 USO E COBERTURA DA TERRA:**

O uso e a cobertura da terra correspondem, respectivamente, à destinação que é dada ao solo para fins específicos, como agricultura, urbanização, pastagens, florestas entre outros, e à quantidade de vegetação que cobre a superfície do solo. É um dos fatores que influenciam diretamente na qualidade do ambiente e na qualidade de vida das populações, pois tem uma importante função no equilíbrio ecológico, na paisagem, na manutenção dos ecossistemas, na produção de alimentos e na qualidade de água (NOVAES; PEDRON, 2011).

O uso correto e o manejo adequado da terra são fundamentais para promover o desenvolvimento sustentável. Porém, a modificação do uso e cobertura da terra a partir da urbanização, da expansão da agricultura, da pecuária e da exploração de recursos naturais tem sido responsável pela redução de áreas florestais, principalmente na Amazônia, e pela perda da biodiversidade, da qualidade do solo, além da redução dos serviços ecossistêmicos, entre outros impactos (GOMES et al., 2016).

Assim, é necessário o emprego de técnicas de educação ambiental para o desenvolvimento de atitudes responsáveis e conscientes do uso e cobertura da terra. É necessário ainda o desenvolvimento de políticas públicas que estimulem a conservação dos solos, visando à preservação dos ecossistemas e a garantia de qualidade de vida das populações.

#### **4.4 MATA ATLÂNTICA:**

A Mata Atlântica é considerada uma das florestas mais extraordinárias em diversidade no planeta. Isso se dá devido à riqueza de florestas, manguezais e

vegetação.

Segundo o Instituto Brasileiro de Florestas este bioma ocupa uma área de 1.110.182 km<sup>2</sup>, o que equivale a 15% da área terrestre do país, mas hoje restam apenas 12,5% das florestas que existiam antes. Consiste principalmente em florestas ao longo do litoral do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul. A Mata Atlântica apresenta uma variedade de configurações, incluindo vários ecossistemas florestais com estruturas e composições florísticas distintas, seguindo as características climáticas das regiões em que ocorrem. Cerca de 70% da população do Brasil vive na região da Mata Atlântica. As nascentes e mananciais que abastecem as cidades, é um dos fatores que contribuem para o problema da crise hídrica, relacionado a escassez, desperdício, mau uso da água, desmatamento e poluição.

Nos dias atuais tem-se a ciência de que a humanidade é totalmente dependente dos recursos naturais, causando um esgotamento de tais recursos. Nacionalmente a perda de áreas florestadas, em particular as de Mata Atlântica, está historicamente relacionada à forma de ocupação territorial e ao modo de produção estabelecidos no Brasil rural desde o início da era colonial. Venturi (2006) contribui acerca dessa relação homem-natureza:

Dessa interação, sociedade-natureza, decorrem determinadas formas de organização social sobre o território, influenciadas, tanto pelos processos naturais, que determinam a ocorrência (ou a não ocorrência) e a distribuição territorial dos recursos, como pelos valores sociais vigentes no contexto da apropriação, sendo que quanto mais valorizado é um recurso, maior sua mobilidade sobre o território. De qualquer forma, sempre haverá alguma alteração no ambiente, seja na exploração, apropriação ou no uso dos recursos naturais. Tais alterações podem tornar-se negativamente impactantes se a apropriação dos recursos desconsiderar as dinâmicas naturais, e/ou orientar-se por procedimentos não éticos. Além da demanda, da ocorrência e de meios técnicos, a apropriação e uso dos recursos naturais podem depender, também, de questões geopolíticas, sobretudo, quando se caracterizam como estratégicas, envolvendo disputas entre povos. Se, por um lado, as dinâmicas naturais explicam a riqueza de recursos naturais que algumas nações apresentam, as dinâmicas sociais podem explicar a não correspondência direta entre disponibilidade de recursos naturais e bem-estar e desenvolvimento humano (VENTURI, 2006, p.16-17).

De acordo com dados obtidos através do website da prefeitura municipal de Caldas, o território de estudo faz parte do bioma da Mata Atlântica, destacando-se na região pelos estudos botânicos realizados por Anders Fredrik Regnell, médico e botânico sueco que veio para o Brasil em 1840 e se estabeleceu em Caldas, realizando várias pesquisas que contribuíram para a Pedra Branca se tornar o

Santuário Ecológico.

#### **4.5 SUPRESSÃO DE MATA NATIVA PELA SILVICULTURA DE EUCALIPTO:**

A fauna nas florestas plantadas está diretamente impactada por fatores, tais como: finalidade do plantio que determina o tempo de colheita; utilização das áreas de plantio pelos animais como área de alimentação ou como corredores biológicos ou habitat. Outros fatores, tais como, uso de defensivos agrícolas, venenos e formicidas, também colaboram para a alteração da fauna nativa (LIMA, 1996).

Assim como as florestas nativas, as florestas plantadas demandam um grande volume de água para o seu desenvolvimento. Isto porque o consumo de água de uma planta é proporcional a sua produção de biomassa, logo uma floresta absorve quantidades maiores de água comparada às vegetações de menor porte e às culturas que não utilizam sistema de irrigação (CALDER, 2007).

Já em relação ao balanço hídrico das bacias hidrográficas próximas às plantações Vital (2007) afirma que o eucalipto é considerado um dos maiores problemas, no entanto, essa afirmação se aplica ao verão com consumo médio de 15 litros/dia, enquanto no inverno o valor cai em média 4 litros por dia.

A água não deve ser o único foco, pois a monocultura de qualquer espécie, inclusive eucalipto, sem os devidos cuidados de manejo pode levar ao esgotamento dos nutrientes do solo. Esse problema pode ser minimizado com a reposição de nutrientes e aplicação de técnicas de manejo adequadas. No entanto, os maiores impactos estão associados às mudanças na cobertura do solo e sua compactação, que ocorre principalmente durante a abertura de estradas rurais, semeadura e colheita (VITAL, 2007).

#### **4.6 IMPACTOS AMBIENTAIS PROVENIENTES DA MINERAÇÃO:**

O desmatamento da Mata Atlântica tem sido um dos principais problemas ambientais, ocasionando grandes danos no ecossistema e na biodiversidade dessa região. Uma das principais causas desse problema é a mineração, que é responsável pela degradação de grandes áreas florestais. Segundo GOMES, et al. (2016), a mineração gera grandes impactos ambientais, como erosão, assoreamento, sedimentação, poluição das águas, destruição da vegetação e perda da biodiversidade. Além disso, a mineração requer grandes quantidades de água, o que pode acarretar na redução dos mananciais existentes na região, assim como

aumentar a contaminação dos rios e lagos. O desmatamento da Mata Atlântica também ocorre em decorrência da exploração de madeira, que é utilizada como combustível na extração mineral. Dessa forma, fica evidente que a mineração tem sido uma das principais causas do desmatamento da Mata Atlântica.

Os impactos causados pela mineração ao meio ambiente são variados e negativos. De acordo com Pacheco et al. (2020), a mineração causa danos ao meio ambiente, tais como contaminação de águas subterrâneas e superficiais; destruição da biodiversidade e da paisagem; agravamento dos processos erosivos; e emissão de poluentes ao ar e à água, como partículas, metais pesados, compostos orgânicos, entre outros. Além disso, Silva et al. (2019) afirmam que a mineração ainda é responsável por degradações à saúde humana, como a exposição a materiais tóxicos, aumento da incidência de doenças respiratórias e redução da qualidade de vida das comunidades próximas às áreas mineradas.

É necessário, portanto, que sejam adotadas medidas eficazes para a redução desse impacto, como a adoção de políticas públicas que incentivem a recuperação das áreas degradadas e a criação de novas áreas florestais.

#### 4.7 PLATAFORMA MAP BIOMAS

O Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil ou MapBiomias, é uma iniciativa para mapear e monitorar o uso da terra e a cobertura vegetal no Brasil. Criado por um grupo formado por: instituições de pesquisa, ONGs e universidades. O MapBiomias utiliza tecnologia de sensoriamento remoto, processamento de imagens e análise de dados geoespaciais para mapear mudanças na paisagem e no uso da terra em todo o território brasileiro.

O MapBiomias fornece dados e séries temporais de alta resolução que permitem análises detalhadas de tendências e impactos ambientais ao longo do tempo. Todos os mapas anuais de cobertura e uso da terra do MapBiomias são gerados a partir da classificação pixel por pixel das imagens do Landsat. Todo o processo é realizado usando algoritmos de aprendizado de máquina por meio da plataforma Google Earth Engine, que fornece um enorme poder de processamento em nuvem. Além disso, o MapBiomias fornece séries temporais de 1985 à 2022. Com sua base de dados começando em 2016 com a coleção 1.0 e se atualizando até os dias atuais com a coleção 8.0, fornecendo mapeamentos atualizados de 2022.

Os resultados gerados pelo MapBiomias são amplamente utilizados por

pesquisadores e organizações para apoiar políticas de proteção ambiental, gestão sustentável dos recursos naturais e monitoramento de metas relacionadas à redução do desmatamento e à proteção da biodiversidade do país.

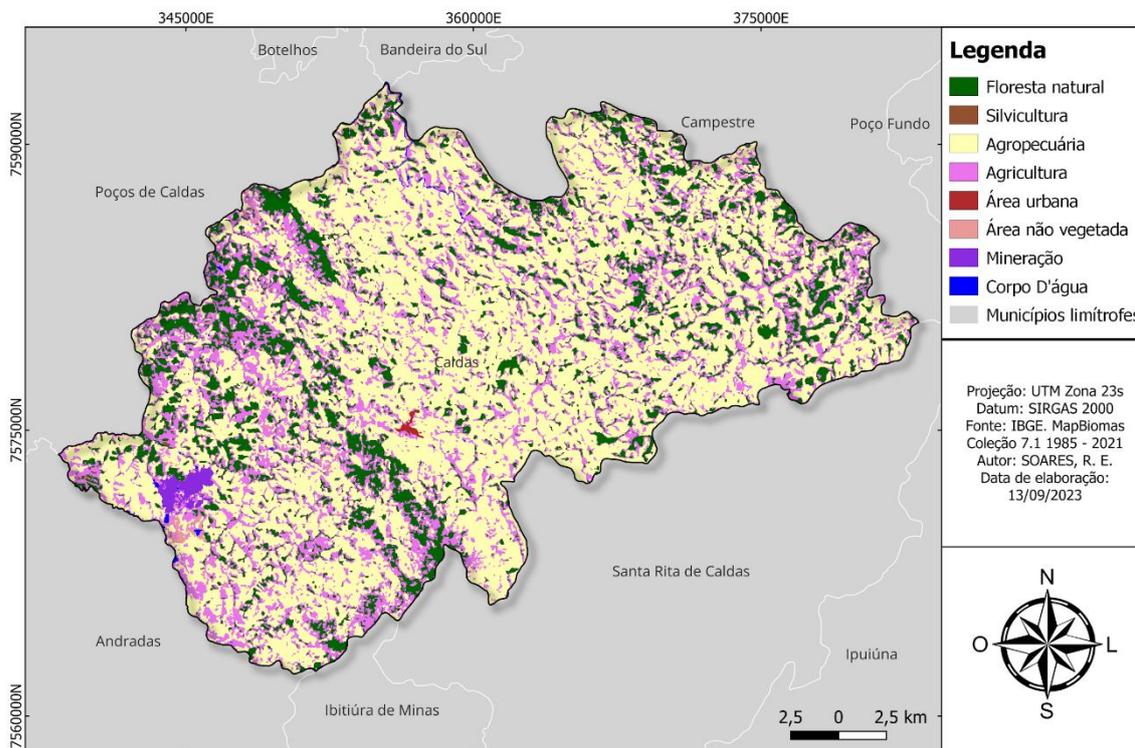
Esta iniciativa é fundamental para compreender e monitorar mudanças na cobertura vegetal, desmatamento, expansão agrícola, queimadas, urbanização e outros aspectos relacionados ao uso da terra no Brasil, sendo essencial para compreender as mudanças ambientais e tomar medidas para proteger os ecossistemas brasileiros e promover o desenvolvimento sustentável.

## **5. RESULTADOS**

A partir dos procedimentos metodológicos adotados foram alcançados os seguintes resultados: Inicialmente a análise multitemporal do município de Caldas no período de 30 anos (1991 a 2021) por meio dos produtos do Map Biomas que foram reclassificados para as seguintes classes: floresta natural, silvicultura, agropecuária, agricultura, área urbana, área não vegetada, mineração e corpo d'água.

E seguida, por meio da Figura 9, foi possível observar a expansão do município de Caldas quanto a dinâmica de transições da classe de uso e cobertura da terra, primeiramente para o ano de 1991 com destaque para o predomínio da agropecuária para esse cenário:

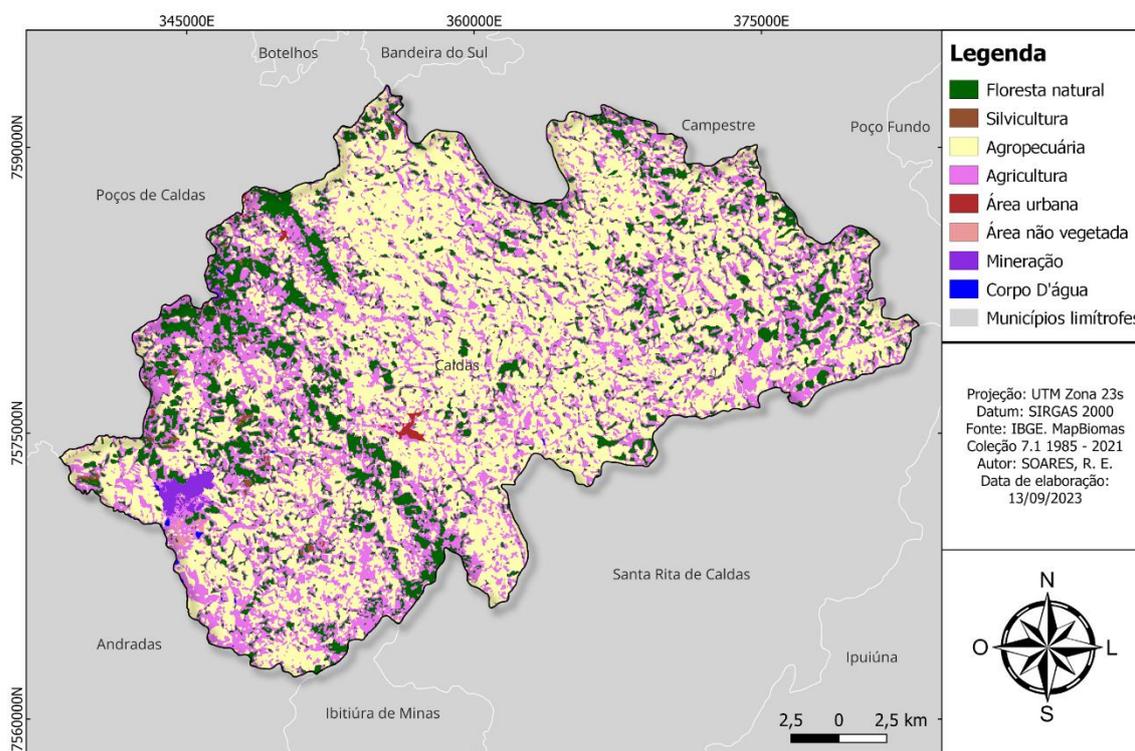
Figura 9: Mapa de uso e cobertura da terra do município de Caldas de 1991



Em Caldas, percebe-se que a presença da agropecuária é dominante em 1991, sendo a maior classe. A mancha urbana do município se localiza na área central e é bem pequena, devido a sua população ser maioria de zona rural. Já sua floresta natural é relativamente grande, de maior concentração ao noroeste, próximo à divisa com o município de Poços de Caldas. A atividade agrícola representada pela classe da agricultura tem uma quantidade considerável no município, com maiores atividades ao sul, oeste e noroeste. Com maior destaque, devemos observar a classe de mineração que é consideravelmente grande e próxima a corpos hídricos. A mineração em Caldas começou em 1985 com a instalação da INB (Indústrias Nucleares do Brasil), sendo explorado o Urânio.

A Figura 10 ilustra o cenário de transição nos 10 anos seguintes, ou seja, para 2001:

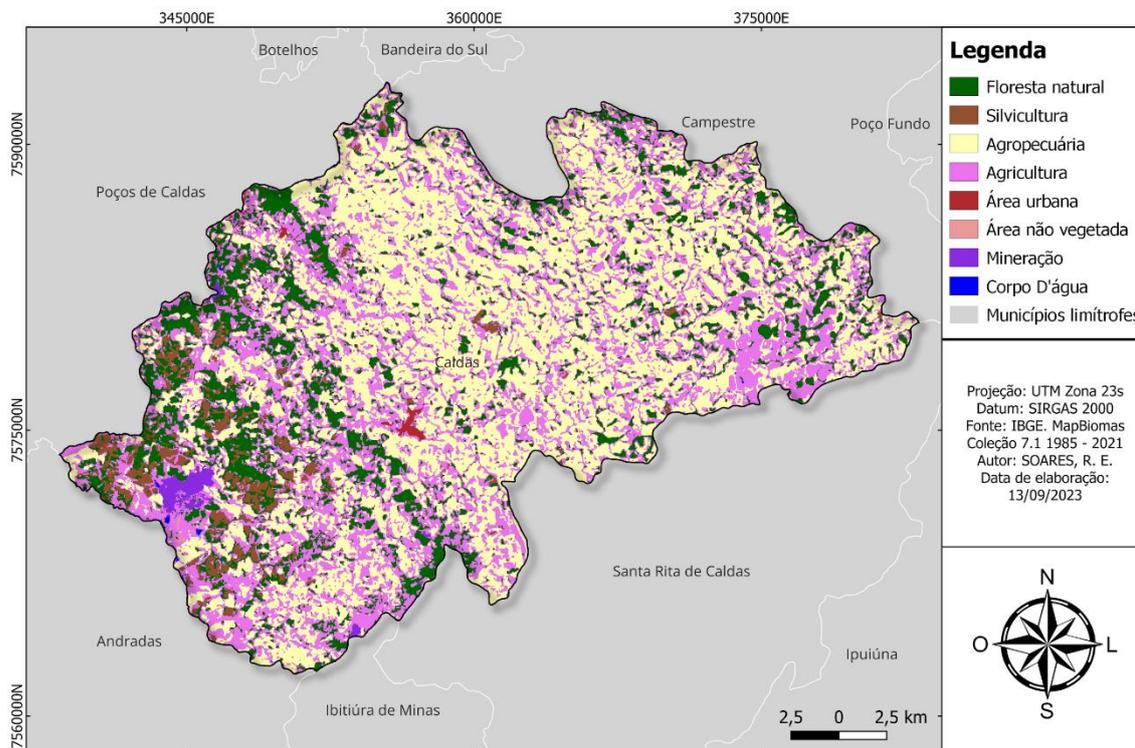
*Figura 10: Mapa de uso e cobertura da terra do município de Caldas de 2001*



Em 2001, podemos observar logo de começo, o início de uma substituição da atividade agropecuária pela agricultura por todo o município. Em relação à floresta natural não há mudanças perceptíveis, já na mancha urbana percebe-se um aumento significativo. Um detalhe importante é o aparecimento da silvicultura de eucalipto, que começa a surgir em pequenas manchas a oeste e noroeste da área central do município.

A Figura 11 por sua vez ilustra a dinâmica do uso e cobertura da terra para o ano de 2011 com as mesmas classes, sendo possível observar diversas transições:

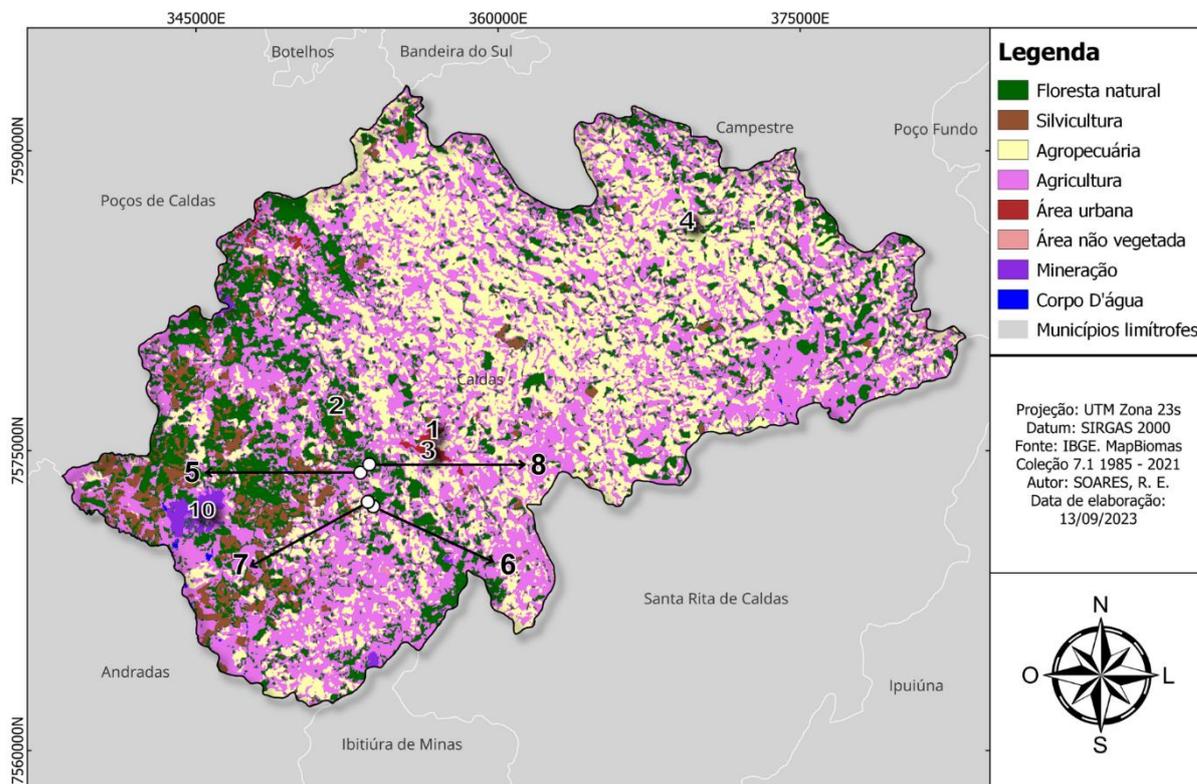
Figura 11: Mapa de uso e cobertura da terra do município de Caldas de 2011



No ano de 2011, representado na figura 11, é notável o grande crescimento da classe de silvicultura, se expandindo a sudoeste, oeste e noroeste da área urbana central do município, além disso, vale destacar a aproximação desse crescimento próximo às florestas naturais. Seguindo o mesmo padrão do ano de 2001, continuou crescendo a troca da atividade agropecuária pela agricultura. Na mineração, a mancha existente em 1991 e 2001 continuou igual, porém pode-se analisar o surgimento de novas manchas de mineração ao sul próximo ao município de Ibitiúra de Minas. Essa nova mineração se dá devido à exploração de mármore e granito. Já o restante das classes, não apresentaram mudanças significativas.

E seguida analisou-se o cenário para 2021, sendo possível observar algumas dinâmicas de transição importantes por meio da Figura 12:

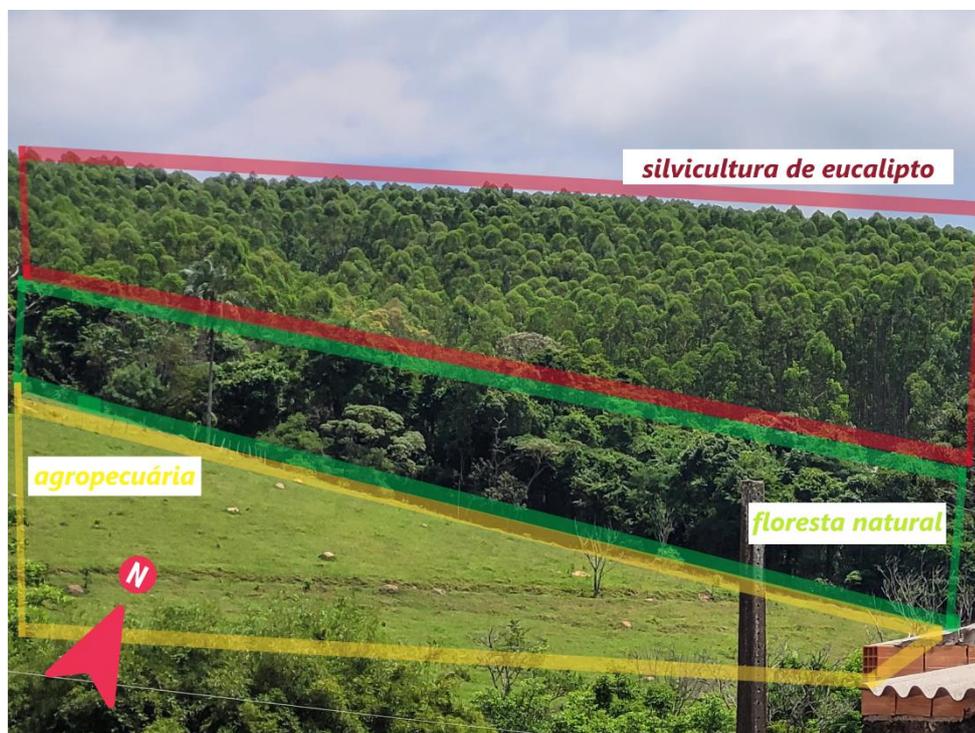
Figura 12: Mapa de uso e cobertura da terra do município de Caldas de 2021



No mapa de 2021, estão representados em números os locais de incursão a campo e de captura de imagens através do Google Earth Pro.

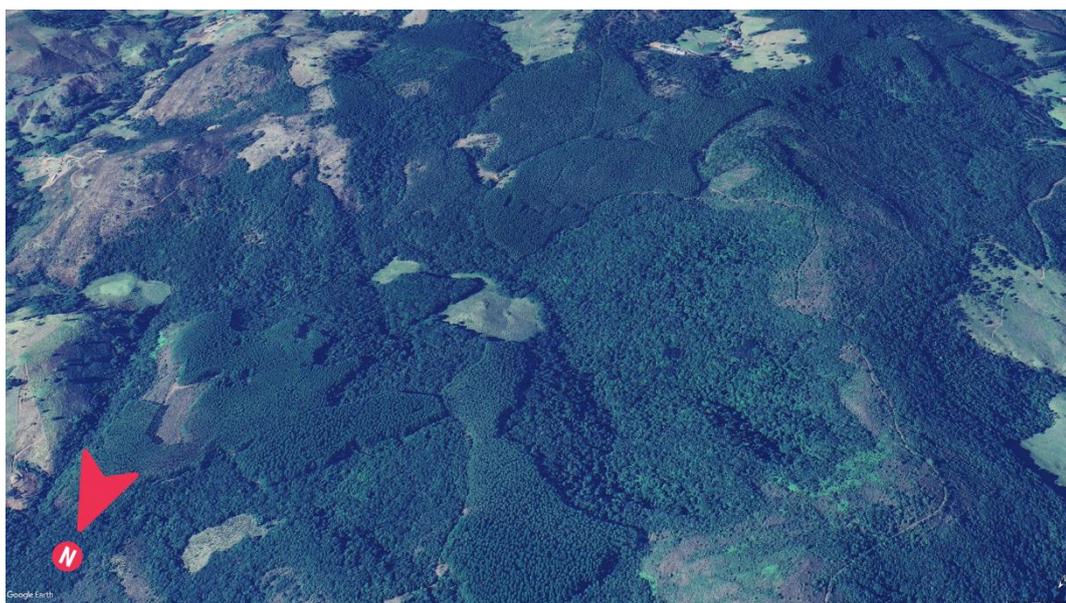
Por fim, ao analisar a evolução de 30 anos, a principal alteração é a expansão da agricultura, substituindo a agropecuária, se tornando a maior classe. Outro ponto a se destacar, é evolução da mancha de silvicultura (Figura 13 e 14), que se torna preocupante, devido as plantações serem próximas as florestas naturais, além de, em muitos casos suprimir as florestas de maneira ilegal.

Figura 13: Área de silvicultura de eucalipto na área de estudo (Ponto 1)



Fonte: O autor, 2023.

Figura 14: Silvicultura de eucalipto associado a regiões de mata nativa (Ponto 2)



Fonte: Google Earth Pro.

Já a área urbana central se expandiu em pequena escala. Vale ressaltar o aumento na mancha urbana presente na divisa com Poços de Caldas, essa área urbana pertence ao distrito Caldense de Laranjeiras, que devido sua aproximação com Poços teve um aumento de população, graças a Poços ser uma cidade desenvolvida, com recursos como turismo, diversão, infraestrutura, hospitais, empregos e negócios. E na mineração, houve um leve crescimento das manchas ao sul do município. As Figuras 15 e 16 ilustram a área urbana de Caldas e do Distrito de São Pedro de Caldas em escala maior com o auxílio da plataforma Google Earth:

*Figura 15: Perímetro urbano de Caldas (Ponto 3)*



Fonte: Google Earth Pro.

*Figura 16: Perímetro urbano do Distrito de São Pedro de Caldas (Ponto 4)*



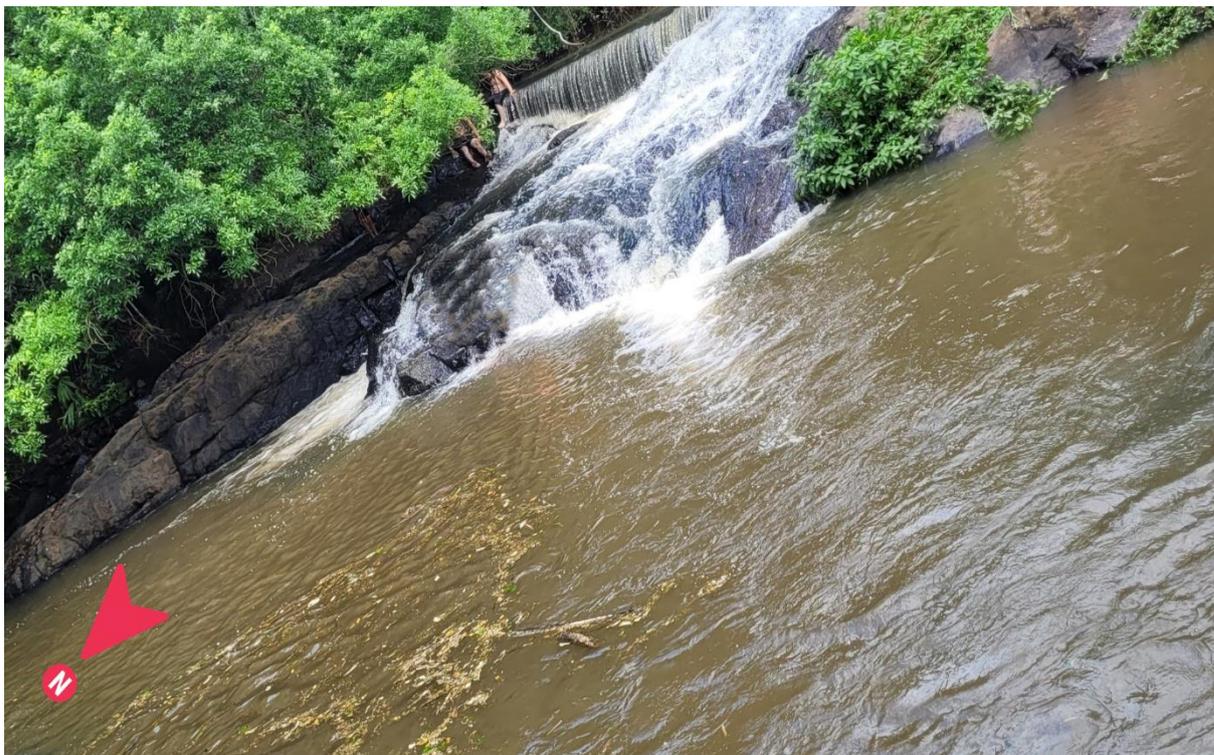
Fonte: Google Earth Pro.

*Figura 17: Balneário de Pocinhos do Rio Verde (Ponto 5)*



Fonte: o autor, 2023.

*Figura 18: Cascata Antônio Monteiro na área em Pocinhos do rio Verde (Ponto 6)*



Fonte: o autor, 2023.

Por meio do software Quantum Gis Firenze 3.28.10, foi possível quantificar as classes em hectares, através da ferramenta r.report, assim obtendo o valor(he) total de cada classe nos anos de 1991, 2001, 2011 e 2021. Sendo possível analisar toda a mudança no uso e cobertura da terra através da Tabela 1:

*Tabela 1: Área total de cada classe em hectares dos anos de 1991, 2001, 2011 e 2021 de Caldas - MG*

<b>Classes</b>	<b>1991</b>	<b>2001</b>	<b>2011</b>	<b>2021</b>
Floresta Natural	12.120	11.581	12.516	14.100
Silvicultura	26,3	230,7	2038,6	2.888
Agropecuária	40.362	35.662	31.352	21.719
Agricultura	17.806	22.841	24.449	31.563
Área Urbana	61,9	126,3	154,1	242,7
Área não vegetada	238,7	196,2	88,7	68,6
Mineração	383,4	415,2	461,1	481,2
Corpo D'água	140,3	85,9	77,7	75,4
<b>Valor Total em Hectares</b>	<b>71.138</b>	<b>71.138</b>	<b>71.138</b>	<b>71.138</b>

Fonte: MapBiomias. Elaboração: O autor, 2023

Por meio dos dados obtidos, podemos identificar que a classe da agropecuária era dominante no município em 1991, essa dominância foi decaindo de acordo com os anos pelo fato do aumento da agricultura, ou seja, troca da pastagem pelas plantações, essa mudança é clara e ao observarmos o ano de 2021, podemos notar que a diminuição da agropecuária foi de 20.000 hectares nos últimos 30 anos, sendo a maior alteração no uso da terra. Já alinhado a isso, a agricultura aumentou em cerca de 14.000 hectares.

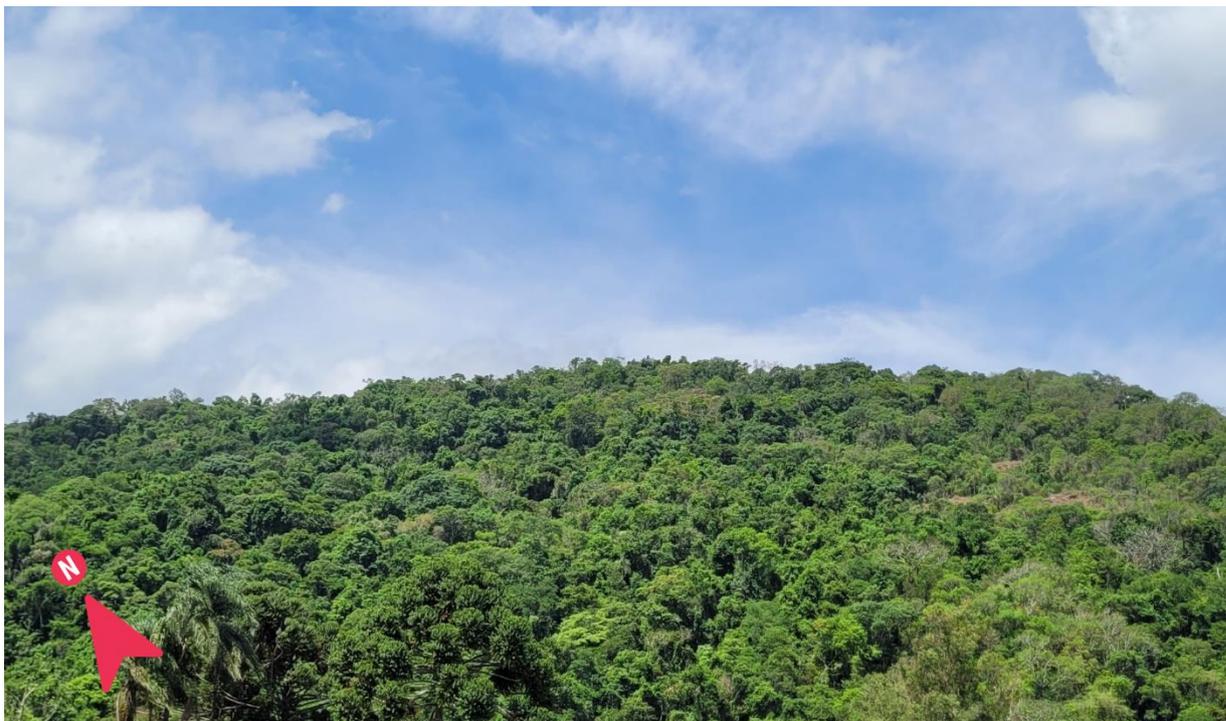
*Figura 19: Cultivo de uvas na área de Pocinhos do Rio Verde (Ponto 7)*



Fonte: O autor, 2023.

As florestas naturais não apresentaram grandes modificações, em 2001 houve uma pequena diminuição de 500 hectares, devido a tendência do desmatamento que ocorria nos séculos passados, onde não haviam políticas de conservação ambiental e pouca preocupação com o meio ambiente, porém, nos próximos 20 anos teve um aumento de 3.000, sendo essencial essa conservação, resultado das políticas de conservação ambientais do século XXI.

*Figura 20: Mata Atlântica na área de estudo (Ponto 8)*



Fonte: O autor, 2023.

Já a área urbana do município seguiu um ritmo de evolução lento, comum para os municípios do sul de minas, havendo um crescimento de quase 200 hectares.

O maior ponto a se analisar na tabela 1, é a silvicultura de eucalipto, que em 1991, era de apenas 26,3 hectares, já em 2021, apresentou 2.888 hectares, um aumento preocupante se levado em conta que maioria da silvicultura presente no município é próximo às florestas naturais e cursos d'água.

Sobre o corpo d'água, podemos notar que houve uma queda de quase metade do seu volume em área (hectare), isso se deve justamente ao aumento significativo da agricultura, que tem uma demanda elevada da água para irrigação. Além disso, a mineração também utiliza de grandes quantidades de recursos hídricos, dessa forma, esses fatores se alinham para a diminuição do corpo hídrico da região.

Em relação a mineração, não houve aumentos significativos, em vista que a maior atividade de mineração é a INB, que está desativada desde a década de 90, as grandes mudanças seriam as aberturas de mineradoras de mármore e granito ao sul do município próximo a Pedra Branca, resultando no aumento de 100 hectares da classe.

*Figura 21: Áreas de mineração da INB na região de estudo (Ponto 9)*



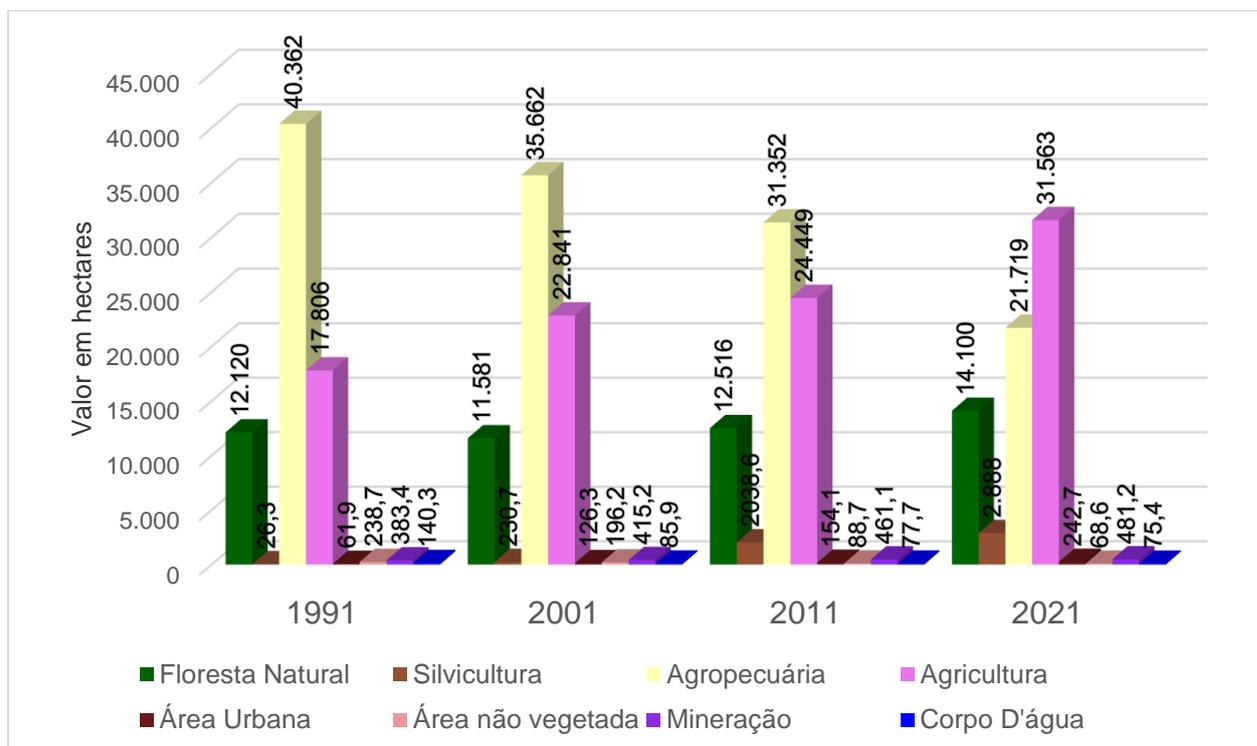
Fonte: Google Earth Pro.

*Figura 22: Mineração de mármore e granito na APA da Pedra Branca (Ponto 10)*



Fonte: Google Earth Pro

Figura 23: Evolução das classes de uso e cobertura da terra de 1991, 2001, 2011 e 2021



Fonte: o autor, 2023.

## 6. DISCUSSÃO

Após analisar os mapas e tabelas, podemos observar uma ligação entre o uso e cobertura da terra com o desenvolvimento do município. Em 1991, havia uma grande área de agropecuária, sendo ela substituída em partes pela expansão da agricultura que se desenvolveu nos últimos 30 anos. A área urbana do município se desenvolveu junto à população, havendo uma ligação entre o aumento da área urbana com a agricultura. Esse ponto está relacionado com o fato de que com o aumento da área urbana (população), há também uma demanda maior de alimentos advindos da agricultura para suprir as necessidades alimentares da população da região. Além do mais, a produção agrícola aumenta o potencial econômico dos municípios, gerando mais oportunidades de empregos em toda região, inclusive instigando a migração interna dentro do estado de Minas Gerais, fazendo com que a região de Caldas e do sul de Minas receba trabalhadores de outras regiões, como do norte do estado, dessa maneira aumentando a população e a economia.

A diminuição da agropecuária na região e sua substituição em partes pela agricultura está relacionada com vários fatores, como citado anteriormente, o principal é o aumento da demanda por produtos agrícolas, outro ponto é a mudança do mercado, que fez com que os produtores trocassem a criação de gado pela agricultura. Além disso, a agricultura é diretamente impulsionada pela procura de produtos agrícolas como cereais, óleos vegetais, açúcar, café, algodão, carne e etc. À medida que a população mundial cresce e o rendimento per capita aumenta, também aumenta a procura de alimentos e produtos agrícolas, e os agricultores são incentivados a expandir as suas operações para satisfazer esta procura. Por outro lado, os preços dos produtos agrícolas são um fator crítico para os agricultores, uma vez que afetam diretamente a sua renda. Quando os preços estão elevados, os agricultores têm um incentivo para expandir as suas colheitas e produzir mais. Levando a um aumento nas terras cultivadas e na expansão da agricultura.

Outro ponto a se ressaltar é o aumento das tecnologias no campo, que facilita a vida dos produtores, tornando a agricultura mais chamativa, fazendo com que a agricultura seja mais eficiente e rentável.

Ademais, na região das Caldas, os incentivos e as políticas públicas direcionadas para a agricultura, tais como o crédito agrícola, os programas de apoio aos agricultores e os subsídios, podem ter desempenhado um papel importante na

transição da agricultura para a agricultura nos últimos 30 anos.

Em relação a mineração, pode-se analisar que o aumento foi maior na divisa territorial com os municípios Ibitiúra de Minas e Santa Rita de Caldas, isso devido a exploração de mármore e granito presente na área da APA da Pedra Branca, que também faz parte desses municípios,

Na região há uma grande presença de Mata Atlântica, que é correspondida nos mapas pela classe de floresta natural. Podemos concluir que houve um balanço positivo, pois, de acordo com os dados obtidos, teve um aumento de quase 2.000 hectares, sendo isso, o resultado de políticas e leis ambientais, criadas para a conservação desse bioma.

## **7. CONCLUSÃO**

Em conclusão, o projeto abordou as transformações no uso da terra e no meio físico, ou seja, foi uma ferramenta importante no auxílio à tomada de decisões relacionadas ao meio físico dos municípios estudados. Ao empregar técnicas de geoprocessamento, sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica, o projeto ofereceu uma compreensão abrangente e detalhada das mudanças ocorridas na paisagem e nos padrões de ocupação da terra ao longo do tempo.

Ao analisar e mapear as transformações no uso da terra, é possível identificar áreas de expansão urbana, desmatamento, degradação ambiental e outros impactos que afetam a qualidade de vida das comunidades e o equilíbrio dos ecossistemas locais.

Ao compreender essas transformações e seus efeitos, os tomadores de decisão podem adotar medidas adequadas para mitigar impactos negativos, promover o desenvolvimento sustentável, preservar áreas sensíveis e aprimorar a qualidade ambiental de Caldas. Além disso, a aplicação das geotecnologias pode ajudar a identificar áreas propícias para a implantação de infraestruturas, projetos de conservação, recuperação de áreas degradadas, entre outros.

Com isso, o projeto fornece uma base sólida para políticas públicas mais eficientes e estratégicas relacionadas ao meio físico.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMOVITZ, J. **Regimes de sensoriamento remoto**. In: ABRAMOVITZ, J. (Ed.), *Introdução ao sensoriamento remoto*. (3ª ed.). São Paulo: Pearson. 2011.

ARAÚJO, J. P. M., MARTINS, L. C., SILVA, L. L., SOUZA, R. S., & SOUSA, R. M. **Efeitos de pesticidas utilizados na cultura do eucalipto nos solos do norte de Minas Gerais**. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 14(2), 120-128, 2019.

BENEDETTI, L. F. et al. **Sensoriamento remoto: fundamentos e aplicações**. São Paulo: Pearson, 2017.

CALDER, I. R. **Forests and water: ensuring forest benefits outweigh water costs**. *Forest Ecology and Management*, v. 251, p. 110-120, 2007. DOI: 10.1016/j.foreco.2007.06.015.

COSTA, C. A. A. **Silvicultura de Eucalipto**. 2014.

EMBRAPA. **Geotecnologias**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-geotecnologias/sobre-o-tema>>. Acesso em: 20 Jan. 2023.

ELLERT, R. **Contribuição à geologia do maciço alcalino de Poços de Caldas**. *Bol. Fac. Fil. Ciên. Letras USP, São Paulo*, v. 237, n.18, p.5-63, 1959.

FERREIRA, T. L., GOMES, C. M., & SANTOS, L. V. (2018). **Impactos ambientais da silvicultura de eucalipto: desafios e soluções**. *Revista Árvore*, 42(1), 1-13.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. 1 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. 3 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

G1. Globo.com. **Contaminação de mina d'água por mineradora na zona rural de Caldas (MG)**. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/sul-de-minas/noticia/2022/12/06/mp-e-policia-civil-investigam-suposta-contaminacao-de-mina-dagua-por-mineradora-na-zona-rural-de-caldas-mg.ghtml>. Acesso em: 09 dez. 2022.

GOMES, L.C.; JACOB, A.A.; BORGES, T.A.; GOMES, L.C.; FREIRE, R.T. **Desmatamento na Mata Atlântica: Uma Análise Sobre os Impactos da Mineração**. *Revista Geográfica Acadêmica*, 2016, v. 2, n. 2, pp. 46-54.

GOMES, E. et al. **Uso e cobertura do solo nas bacias hidrográficas dos municípios de São Félix do Xingu e Altamira, Pará**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 20, n. 6, p. 554-563, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Caldas. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/caldas.html>. Acesso em: 20 de jan. de 2023.

IBGE. Caldas/MG – Panorama. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/caldas/panorama>. Acesso em: 20 de jan. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORESTAS (Brasil). Bioma Mata Atlântica: Mata Atlântica. In: **Bioma Mata Atlântica**. Brasil, 2020. Disponível em: <https://www.ibflorestas.org.br/bioma-mata-atlantica>. Acesso em: 6 fev. 2023.

JENSEN, John R.; EPIPHANIO, José Carlos Neves. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos: Parêntese Editora, 2009.

LIMA, A. C. F. **Desmatamentos e alterações no habitat da fauna: estudo de caso na área de assentamento rural Vale do Caí, RS**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

MAP BIOMAS **O Projeto**. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/o-projeto/>. Acesso em: 30 de out. de 2023.

NASCIMENTO, D. D. **Aplicações da Teledetecção na Gestão Ambiental**. *Revista Ambiente & Sociedade*, 14(2), 127-146. 2011.

NOVAES, E.; PEDRON, S. **Uso e cobertura do solo: o que é, para que serve e por que é importante?** *Ciência Rural*, v. 41, n. 2, p. 287-295, 2011.

PACHECO, M.A.; COSTA, A.F.; CAMPOS, G.A.V.; SILVA, L.A.; AGUIAR, R.C.; BARROS, T.C.; ALVES, L.A. **Impactos Ambientais da Mineração**. In: SUSIN, I.; PIRES, T.B.; NOGUEIRA, A.A. (Orgs.). *Mineração: Processos, Técnicas e Meio Ambiente*. Santa Maria: UFSM, 2020.

PEREIRA, S. S. **Geologia e Recursos Minerais da Região de Caldas, Minas Gerais**. Belo Horizonte: UFMG, 2007.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CALDAS. **Caldas entre montanhas: um coração mineiro**. Caldas, MG, [s.d.]. Disponível em: <https://caldas.mg.gov.br/caldas-entre-montanhas-um-coracao-mineiro/>. Acesso em: 15 jan. 2023.

ROSA, R. **Geotecnologias na Geografia aplicada**. *Revista do Departamento de Geografia*, [S. l.], v. 16, p. 81-90, 2011. DOI: 10.7154/RDG.2005.0016.0009. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47288>. Acesso em: 16 jan. 2023.

SILVA, A.; GUERRA, A.F.; PEDROSA, M.A.S. **Sensoriamento remoto: aplicações em geografia**. São Paulo: Pearson, 2008.

SILVA, N.G.A. et al. **Impactos Ambientais da Mineração em Sergipe**. Revista Geocientífica, v. 7, n. 2, p. 1-12, 2019.

TEIXEIRA, A.L.A.; MORETTI, E.; CHRISTOFOLETTI, A. **Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica**, Rio Claro-SP, 1992.

USMAN, M. (2017). **Sistemas de Informação Geográfica: O que são e como eles podem ajudar**. Geomatics World, 10(4), 10-14.

VENTURI, L. A. B. **RECURSO NATURAL: A CONSTRUÇÃO DE UM CONCEITO**. GEOUSP Espaço e Tempo (Online), [S. l.], v. 10, n. 1, p. 09-17, 2006. DOI: 10.11606/issn.2179-0892.geosp.2006.74004. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/geosp/article/view/74004>. Acesso em: 14 jan. 2023.

VITAL, C. A. **Monoculturas de Eucalipto: Contribuições para o Manejo e Recuperação de Áreas Degradadas**. 2007. Monografia (Especialização em Recursos Naturais e Meio Ambiente). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.