



DIEGO TOBIAS MENDONÇA

**USO CONFLITIVO DE FRAGMENTO DE VEGETAÇÃO
NATIVA: O CASO DO BAIRRO NILTON TEIXEIRA,
MUNICÍPIO DE LAVRAS- MG**

**LAVRAS - MG
2021**

DIEGO TOBIAS MENDONÇA

**USO CONFLITIVO DE FRAGMENTO DE VEGETAÇÃO NATIVA: O CASO DO
BAIRRO NILTON TEIXEIRA, MUNICÍPIO DE LAVRAS- MG**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte
das exigências do curso de Engenharia
Ambiental e Sanitária para a obtenção do título
de bacharel.

Prof. Dr. Luis Antônio Coimbra Borges
Orientador

**LAVRAS – MG
2021**

DIEGO TOBIAS MENDONÇA

**USO CONFLITIVO DE FRAGMENTO DE VEGETAÇÃO NATIVA: O CASO DO
BAIRRO NILTON TEIXEIRA, MUNICÍPIO DE LAVRAS- MG**

**CONFLICTING USE OF FRAGMENT OF NATIVE VEGETATION: THE CASE OF
THE NEIGHBORHOOD NILTON TEIXEIRA, MUNICIPALITY OF LAVRAS-MG**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte
das exigências do curso de Engenharia
Ambiental e Sanitária. para a obtenção do título
de graduado.

APROVADO em 19 de novembro de 2021.

Me. Lucas Coelho Victória – UFLA/MG
Me. Gracielly Tomaz Barbosa – UFLA/MG

Prof. Dr. Luis Antônio Coimbra Borges
Orientador

**LAVRAS – MG
2021**

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a Deus pela essa oportunidade de concluir essa graduação.

À minha mãe, Cenilda, por ter me ajudado em toda caminhada.

À minha amiga Pietra, por nunca ter deixado desistir, mesmo em momentos difíceis, por sempre me motivar e por confiar no meu potencial.

À minha família e amigos e a todos que contribuíram diretamente ou indiretamente.

Ao meu orientador de projeto e também presidente da banca, Dr. Luis Antônio Coimbra Borges, por todo ensinamento passado em toda minha graduação.

Aos professores participantes da banca avaliadora, Dr. Luis Antônio Coimbra Borges, Mestre Gracielly Tomaz Barbosa.

À Universidade Federal de Lavras-UFLA.

Muito obrigado!

RESUMO

O uso do geoprocessamento vem se tornando, nos últimos tempos, um importante meio para fazer análises de ocorrências ambientais, permitindo a identificação de áreas em estados críticos e também servindo para melhoria dessas áreas. Desta forma, o presente trabalho consiste em um estudo de uso conflitivo de fragmento de vegetação nativa, onde foi analisado a vegetação e o solo exposto no decorrer de 20 anos. A área estudada é localizada no bairro Nilton Teixeira, no município de Lavras, Minas Gerais (MG). No estudo foi utilizado softwares de *Sistema de Informação Geográfica* (SIG), onde as análises foram feitas através do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e por Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI). Através dos índices calculados percebe-se um aumento do nível de vegetação no decorrer dos anos e uma diminuição dos níveis de solo exposto. Porém com visitas em campo, observou-se a influência do aumento das cidades na nascente presente no fragmento, no qual foi constatado despejo de esgoto e animais mortos no curso d'água.

Palavras-chave: Índices espectrais; Geoprocessamento; Fragmento de vegetação nativa.

ABSTRACT

The use of geoprocessing has become, in recent times, an important means of analyzing environmental occurrences, allowing the identification of areas in critical conditions and also serving to improve these areas. Thus, the present work consists of a study of the conflicting use of a fragment of native vegetation, where the vegetation and soil exposed over 20 years were analyzed. The studied area is located in the Nilton Teixeira neighborhood, in the municipality of Lavras, Minas Gerais (MG). In the study, Geographic Information System (GIS) software was used, where the analyzes were performed using the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and the Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI). Through the calculated indices, an increase in the level of vegetation can be seen over the years and a decrease in the levels of exposed soil. However, with field visits, the influence of the increase of cities in the source present in the fragment was observed, in which sewage and dead animals were discharged into the watercourse.

Keywords: Spectral indices; Geoprocessing; Fragment of native vegetation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1– Mapa do município de Lavras, MG.	17
Figura 2– Imagem da nascente presente na área.	18
Figura 3–Imagem da nascente canalizada saindo do outro lado da rua.....	19
Figura 4–Animais mortos presente no curso d’água	19
Figura 5 –Despejo de esgoto.	20
Figura 6 –Imagem do site USGS da área estudada	21
Figura 7 –Fluxograma de atividades	22
Figura 8 – Índice NDVI referente a data 09/06/2020, satélite LANDSAT 8.....	23
Figura 9– Índice SAVI referente a data 09/06/2020, satélite LANDSAT 8.....	24
Figura 10– Índice NDVI referente a data 03/06/2009, satélite LANDSAT 7.....	25
Figura 11 –Índice SAVI referente a data 09/05/2009, satélite LANDSAT 7.....	26
Figura 12 – Índice NDVI referente a data 09/05/2000, satélite LANDSAT 7.....	26
Figura 13– Índice SAVI referente a data 09/05/2000, satélite LANDSAT 7.....	27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS	10
2.1 Objetivo Geral	10
2.2 Objetivos Específicos.....	10
3 REFERENCIAL TEORICO	11
3.1 Área de Preservação Permanente	11
3.2 Sistemas de informação geográfica	13
3.3 Sensoriamento remoto.....	14
3.4 Índices vegetação espectral	15
4 MATERIAL E MÉTODOS	17
4.1 Caracterização do município.....	17
4.1.1 Área do município	17
4.1.2 Território e ambiente	17
4.1.3 Relevo.....	18
4.1.4 Caracterização da área de estudo	18
4.2 Etapas para realização do trabalho	20
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
6 CONCLUSÃO.....	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a população mundial vem crescendo de maneira rápida, resultando na modificação do meio ambiente. De acordo com Leite & França (2007), a alteração ambiental não racional resulta na falta de abastecimento e a ausência de um sistema de saneamento básico adequado.

A fim de proteger o ambiente devido aos crescentes impactos do aumento populacional, foram criadas no ordenamento ambiental brasileiro, um sistema de áreas protegidas, dentre elas as Áreas de Preservação Permanente (APP), estabelecidas pela Lei Federal Nº 12.651 de 2012, as quais exercem uma função ambiental de grande importância (BRASIL, 2012) e não podem ser alteradas para o uso da terra em função da alta vulnerabilidade destes ambientes em função da sua localização.

Tendo como papel de proteger os recursos hídricos, a conservação da fauna e flora e controle de erosão do solo e dos cursos d'água, as APP's de perímetro vêm sofrendo degradação devido a ocupação de espaços inapropriados nas cidades. De acordo com Mota (2003), a urbanização irá sempre fazer alteração ambiental. Como um meio de proteger o avanço descontrolado é necessário a implantação de uma urbanização pautada na gestão do território, fazendo um desenvolvimento baseado na sustentabilidade.

Para se fazer a melhor gestão do território, o Sistema de Informações Geográficas (SIG) vem nas últimas décadas ajudando no controle das áreas ambientais. Por meio de imagens de satélite é possível observar a ocupação inapropriadas dessas áreas inapropriadas, principalmente àquelas que deveriam ser mantidas protegidas e que estão sofrendo degradação.

A combinação dos sistemas SIG com softwares de geoprocessamento possibilita realizar análises de índices vegetativos e até mesmo índices de solo exposto de determinada área.

Assim, este trabalho tem como foco realizar a análise de uma APP urbana no município de Lavras, Minas Gerais, visando identificar o uso conflitivo por meio do uso do índice vegetativo e índice de solo exposto nos anos de 2000,2009 e 2020.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar a antropização da Área de Preservação Permanente situada no meio urbano no bairro Nilton Teixeira no município de Lavras-MG, nos anos de 2000, 2009 e 2020, a fim de demonstrar a importância das análises espectrais para o monitoramento de fragmento de APP's urbanas e vegetação nativa.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar o índice vegetativo a partir da análise de imagens de satélite e ferramenta de Sistemas de Informação Geográfica.
- Comparar os níveis de vegetação durante os anos 2000, 2009 e 2020 na APP urbana, por meio dos índices de vegetação NDVI.
- Identificar o solo exposto através do índice de vegetação ajustado ao solo.

3 REFERENCIAL TEORICO

3.1 Área de Preservação Permanente

A ocupação das cidades, é o local de maior contato do homem com a natureza, onde causa a perturbação do meio natural. Dentre as inúmeras consequências desta perturbação, destacam-se àquelas relacionadas à expansão da urbanização em direção às áreas ambientalmente frágeis, como as APP's (BILAC; ALVES, 2014).

As perturbações urbanas no meio ambiente, causam mudanças características nos solos, relevo e vegetação, colaborando para o desequilíbrio ambiental do local. Onde esse desequilíbrio representa a redução da qualidade ambiental das cidades (RICETO, 2011).

As mudanças no meio ambiente causam alterações na infiltração dá água para se fazer o abastecimento do lençol freático, o que pode levar a diminuição de vazão de rios. Com o problema de drenagem pluvial, ocasiona o aumento das situações de alagamentos (RICETO, 2011).

De acordo com Ackerman e Bitar (2005 apud LIMONAD; ALVES, 2008), as áreas de APP urbanas precisam ter normas diferentes comparado com as APP's rurais.

Uma maneira de equilibrar o desenvolvimento urbano com a proteção ambiental, é através de instrumentos das cidades, o chamado Plano Diretor, onde torna o município responsável pelo seu desenvolvimento de políticas urbanas. Onde esse instrumento objetiva a interferência no processo de desenvolvimento local a partir das particularidades do município (OLIVEIRA, 2001, LIMONAD; ALVES, 2008).

De acordo com Hachisu (2017), o Plano Diretor tem como objetivo fazer a preservação do meio e promover a qualidade de vida da população, tornando necessário a presença da população para se ter melhorias nos pontos analisados no Plano Diretor de cada cidade.

Para Tucci (2004), o Plano Diretor é um meio de se evitar a ocupação de áreas de maneira inadequada. E para manter a eficiência do instrumento, é necessário utilizar Cartografia Cadastral, para identificar áreas e as possíveis expansões urbanas.

Para se evitar a ocupação inadequada de áreas ambientais, o Novo Código Florestal (BRASIL, 2012), lei 12.651, de 25 de maio de 2012, traz regras gerais a respeito da Proteção da Vegetação Nativa, onde inclui as Áreas de Preservação Permanente, Reserva Legal e de Uso Restritivo.

De acordo com Antunes (2015), o Código Florestal é um sistema de proteção ambiental, destinado ao âmbito geral do os ecossistemas e o bioma. E também existe outro sistema de

proteção ambiental que é destinado a proteção ambiental urbana, onde se faz a implementação de políticas urbanas.

Segundo o Novo Código Florestal (BRASIL, 2012), ficou inquestionável que as regras aplicadas às APP's localizadas em meio urbano, tem o mesmo efeito de proteção legal, como as APP's em zonas rurais.

Para Silva (2012), o foco da lei não deve ser limitado a delimitação das APP's, mas sim no objetivo da legislação que é a criação da materialização da preservação desses espaços. De acordo com Silva (2012), fazer a manutenção estativa do espaço sem uma ação e o uso do homem no perímetro urbano, é inviável. Entende-se que a proteção das APP's será efetiva, se a população estiver confortável, pois assim irá contribuir para uma paisagem mais harmoniosa, onde a interação com a sociedade irá atingir elementos naturais, artificiais e culturais.

As Áreas de Preservação Permanente de acordo com a atual legislação brasileira são os espaços territoriais protegidos, sendo coberto ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar da população humana (BRASIL, 2012).

As APP's foram criadas no Brasil por meio da Lei Federal nº 4.771 de 15 de setembro de 1965, que institui o Código Florestal Brasileiro, sendo o primeiro com intuito de proteção aos elementos naturais que não apenas árvores e as florestas (Ribeiro, 2011).

Com a chegada da Lei Federal 12.651 de 25 de maio de 2012, a lei nº 4.771/1965 foi revogada, a mesma, tem como objetivo manter a proteção dos diversos elementos naturais, estabelecendo novas normas mais gerais sobre a proteção da vegetação, tratando sobre APP, áreas de Reserva Legal, a exploração florestal, o suprimento de matéria prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, além de prever instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos (BRASIL, 2012).

De acordo com o novo código florestal, em seu Art 4º, são as áreas são consideradas APP's, em zonas rurais e urbanas:

I – as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;

- b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
 - c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
 - d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
 - e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;
- II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:
- a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;
 - b) 30 (trinta) metros em zonas urbanas;
- III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;
- IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;
- V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive;
- VI - as restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;
- VII - os manguezais, em toda a sua extensão; VIII - as bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;
- IX - no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação;
- X - as áreas em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação;
- XI - em veredas, a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 (cinquenta) metros, a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado. (CÓDIGO FLORESTAL, lei número 12.651/2012, art. 4).

Às APP's são de suma importância para o meio ambiente. Rebollar (2010), destaca que áreas verdes urbanas das APP's, proporcionam uma maior qualidade de vida e um conforto ambiental para a população. Pensando na preservação, recuperação, conservação das APP's, elas tornam o visual das cidades um ambiente agradável. Com a introdução de elementos naturais há a mitigação da poluição visual das cidades que, via de regra, se caracteriza por um ambiente excessivamente adensado (MMA, 2011).

3.2 Sistemas de informação geográfica

De acordo com Fan e Collischonn (2012), os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) possuem a capacidade de gerar bancos de dados espaciais, e fazer o processamento informações

georreferenciadas. Os SIG permitem a construção de banco de dados e imagens, sendo obtidas através de satélites ou outros sensores remotos. Dentre outras variáveis de obtenção de dados dos SIG, pode-se citar: tipo e uso do solo, classificação da cobertura vegetal, informações sobre o relevo e distribuição de feições hidrológicas (MELO et al., 2008).

Os sistemas SIG são ferramentas que ajudam a resolver problemas de espacialização, como identificar a expansão humana e alterações no meio ambiente, que tende a sofrer alterações com a expansão desenfreada das cidades. Assim, esse instrumento pode auxiliar nas decisões e o monitoramento dos impactos das políticas e da gestão pública como um todo (DOMINGUES, 2005; FARINA, 2006).

De acordo com Rosa (2013), os sistemas de informação geográfica vêm sendo disseminado no território brasileiro com a proposta baseada em coordenadas geográficas, para se fazer escolhas corretas para o desenvolvimento do território municipal, urbano e populacional, além de suprir necessidades.

Os sistemas de informação geográfica e o geoprocessamento são ferramentas que dão suporte para o planejamento e gestão ambiental, trazendo uma facilidade na avaliação espacial do território, de forma a sistematizar e integrar mais facilmente as informações sobre uma localidade, além de diminuir os custos (VASCONCELLOS, 2002).

3.3 Sensoriamento remoto

De acordo com Lillesand e Kiefer (1994), Sensoriamento Remoto (SR) é a ciência e a arte de obter informações sobre um objeto, para se fazer análise de dados a partir de aparelhos que não estão em contato direto com o objeto, já para Barret e Curtis (1992) é a ciência de observação a distância, e Novo (1992), define como a utilização de sensores para obtenção de informações de objetos ou fenômenos, sem haver contato direto entre eles.

Para Ribeiro de Almeida (1999), o SR tem grande aplicação em estudos de vegetação, pois as folhas possuem comportamento espectral definido na faixa do visível (VIS) do infravermelho próximo (NIR) e ondas curtas (SWIR), com vastos estudos presentes do tema, relacionado a espectrometria de reflexão como aplicações ao sensoriamento remoto.

Com o aumento da degradação ambiental, problemas de recursos naturais não sendo utilizados de maneira sustentável e também problemas relacionados as mudanças climáticas, vem causando preocupação de diversos cientistas (IPCC, 2007a).

Problemas relacionados ao uso não sustentável e mudanças climáticas necessitam de monitoramentos sistemáticos e sinóptico, assim o sensoriamento remoto se destaca como uma

ferramenta para análise e monitoramento ambiental (MASCARENHAS; FERREIRA; FERREIRA, 2009).

De acordo com Mascarenhas, Ferreira e Ferreira (2009), o desenvolvimento tecnológico permitiu lançamento de satélites com tecnologias para o monitoramento terrestre-ambiental, a nível global, sendo possível fazer a coleta de dados qualitativamente e quantitativamente sobre degradação ambiental, monitoramento de biomas ameaçados de extinção e mudanças climáticas.

Para Mascarenhas, Ferreira e Ferreira (2009,) quando é relacionado à vegetação, a utilização dos índices de vegetação possibilita fazer o monitoramento e quantificar as condições sobre a biofísica e a distribuição espacial. Sendo uma técnica aplicada em várias análises, como acompanhamento de cultura agrícola, umidade do solo e estiagens (LIU, 2006).

3.4 Índices vegetação espectral

Com o intuito de explorar as assinaturas espectrais de vegetação, vem sendo proposto na literatura inúmeros estudos relacionados aos índices de vegetação, principalmente nas regiões do visível e do infravermelho (Rouse et al., 1974; Kauth & Thomas, 1976; Tucker, 1979; Jackson, 1983).

Os índices de vegetação estão relacionados com parâmetros biofísicos da cobertura vegetal, biomassa e índices de área foliar, tendo o papel de diminuir os efeitos de iluminação das cenas, o que influencia nas respostas espectrais das bandas dos sensores remotos (SHIMABUKURO; NOVO; PONZONI,1998).

De acordo com os autores, as baixas de reflectâncias encontradas nas folhas na região do visível, é decorrência da absorção da radiação solar pelos pigmentos, já a elevada reflectância na região do infravermelho próximo é ocasionado devido a difusão de radiação no interior das folhas, decorrência da estrutura celular. (SHIMABUKURO; NOVO; PONZONI,1998).

Estes índices de vegetação são a combinação de duas ou mais bandas, escolhidas com o intuito de sintetizar e melhorar a relação dos dados com os parâmetros biofísicos da vegetação (MOREIRA, 2000).

Dentre os vários índices de vegetação, o índice de vegetação normalizada (NDVI) é um dos mais utilizados, sendo utilizado nesse trabalho.

O índice de vegetação normalizada (NDVI) foi apresentado por ROUSE et al. (1973), calculado pela diferença do vermelho, dividida por sua soma. O NDVI vindo sendo utilizado

por diversas áreas, como agricultura de precisão, avaliações de produtividade, classificação espectrais (MIURA et al., 20021). E de acordo com TUCKER (1979), o NDVI possui uma boa relação com a biomassa.

Equação de obtenção de NDVI, Rouse et al., 1973:

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R}$$

NDVI= índice de vegetação da diferença normalizada;

NIR= valor numérico do pixel na banda do infravermelho-próximo;

R= valor numérico do pixel na banda do vermelho.

O índice de vegetação *Soil Adjusted Vegetation index*¹ foi apresentado por Huete (1988), que é uma adaptação do índice NDVI, tem o intuito de minimizar os efeitos de solo, quando se obtém o sinal de vegetação.

Equação de obtenção do SAVI, Huete, 1988:

$$SAVI = \frac{NIR - R}{NIR + R + L} \times (1 + L)$$

SAVI= índice de vegetação ajustado ao solo;

NIR= valor numérico do pixel na banda do infravermelho-próximo;

R= valor numérico do pixel na banda do vermelho.

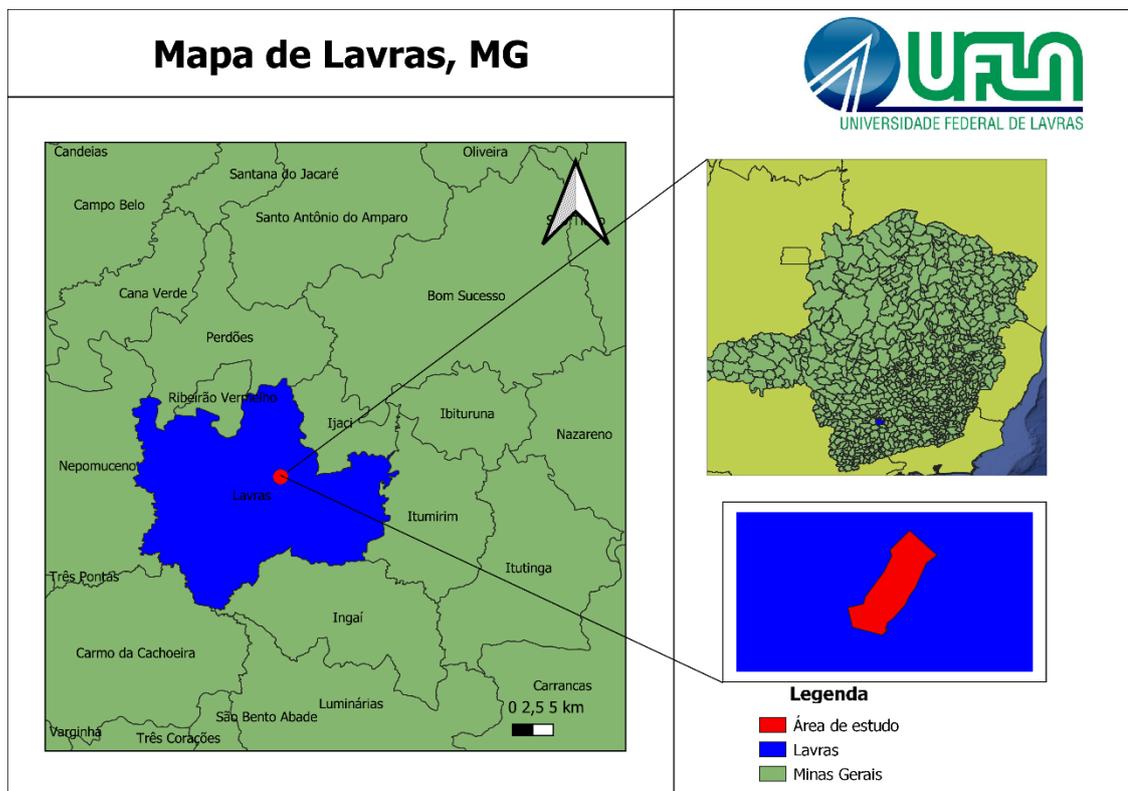
¹ Tradução: Índice de Vegetação Ajustado ao solo.

4 MATERIAL E METÓDOS

4.1 Caracterização do município

O município de Lavras está localizado na região dos Campos das Vertentes, que faz parte do estado de Minas Gerais. Sendo localizado a uma latitude de 21° 14' 43" sul e uma longitude de cerca de 44° 59' 59" oeste.

Figura 1– Mapa do município de Lavras, MG.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

4.1.1 Área do município

O município possui uma área de cerca de 566,744 km² e uma população estimada de 104.783 pessoas (IBGE, 2020).

4.1.2 Território e ambiente

Apresenta 94.6% de domicílios contam com esgotamento sanitário adequado, 18.9% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 37.4% de domicílios urbanos em vias

públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio) (IBGE,2020). Quando comparado com os outros municípios do estado, fica na posição 27 de 853, 792 de 853 e 255 de 853, respectivamente. Já quando comparado a outras cidades do Brasil, sua posição é 218 de 5570, 5144 de 5570 e 857 de 5570, respectivamente. (IBGE,2020).

4.1.3 Relevô

O município de Lavras é formado por duas litologias dominantes, onde a primeira é constituída por rochas gnássicas e magnéticas, com eventuais diques metabásicos, e a segunda representada pelos micaxistos e quartzitos. (Márcio Silva Balão, 2021).

4.1.4 Caracterização da área de estudo

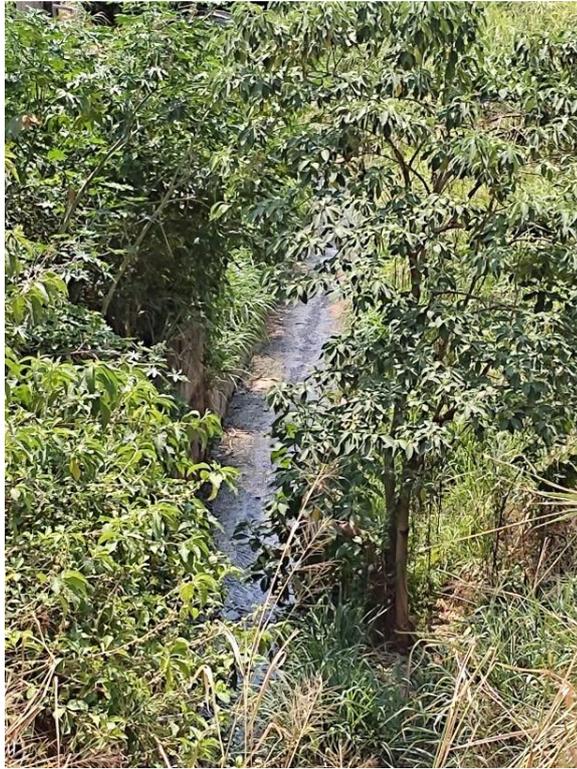
Á área de estudo está localizada no Bairro Nilton Teixeira, com uma latitude de 21°14'33.34" sul e longitude 45° 0'14.99" oeste, com uma altitude de 891 metros. No fragmento foi encontrado a presença de uma nascente, que atravessa a rua. Percorrendo o curso da nascente, foi possível averiguar descarte de animais mortos e até mesmo esgoto.

Figura 2– Imagem da nascente presente na área.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Figura 3—Imagem da nascente canalizada saindo do outro lado da rua.



Fonte: Do autor (2021).

Figura 4—Animais mortos presente no curso d'água



Fonte: Do autor (2021).

Figura 5 –Despejo de esgoto.



Fonte: Do autor.

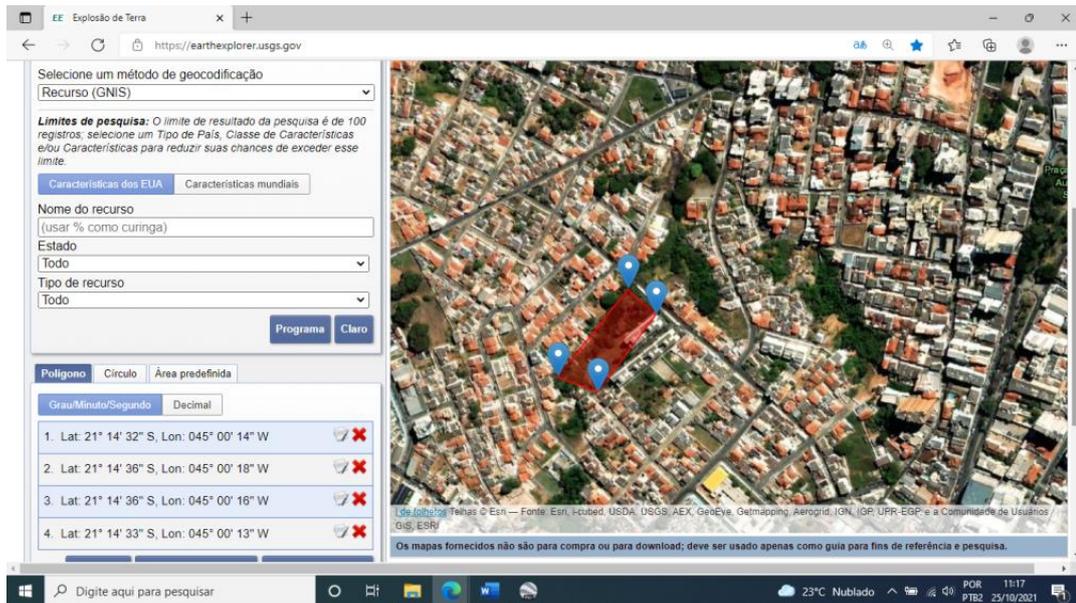
4.2 Etapas para realização do trabalho

Para realização do trabalho, foi definida a área de estudo para fazer o monitoramento, onde utilizou Sistema de Informação Geográfica (SIG), com o programa Qgis, a fim de delimitar a área. A área escolhida localiza-se no município de Lavras, MG, com uma latitude de 21°14'33.34" sul e longitude 45° 0'14.99" oeste, com uma altitude de 891 metros, sendo escolhida por estar presente no perímetro urbano. Trata-se de um fragmento de Área de Preservação Permanente (APP) com aproximadamente 3944m².

No segundo passo, depois da delimitação da área, obteve-se as imagens de satélite por meio do site *United Geological Survey* (USGS). A agência USGS tem o registro mais longo de colecionar dados SIG gratuitamente (imagens de satélite gratuitas, aéreas e VANT), que está disponível através do seu Earth Explorer (USGS,2021).

Foram obtidas imagens do satélite LANDSAT 8 para o ano de 2020, e para o ano 2000, 2009 foi utilizado imagens do satélite LANDSAT 7, devido à ausência de imagens visto que o LANDSAT 8 não possui imagens anteriores ao ano de 2003. A escolha dos 3 anos, foi para mostrar a evolução da antropização da área, assim demonstrar a eficiência do monitoramento por meio de imagens SIG.

Figura 6 –Imagem do site USGS da área estudada



Fonte: Do autor (2021).

Na terceira etapa, após as imagens baixadas foi feito a reprojeção das imagens de satélite para o hemisfério sul, e logo após, foi feita a conversão das imagens de radiancia para reflectância planetária no topo da atmosfera, pois os sensores que estão a bordo dos satélites vão medir uma intensidade de energia que é proveniente da superfície terrestre, e essa energia é denominada de aparente, porque ela inclui influência da atmosfera e também dos elementos que estão na vizinhança daquilo que estou estudando. Desta forma o sensor converte essa radiancia em número digital.

E esse nível digital é também função da resolução radiométrica do sensor, porém, quando é calculado o nível digital, faz-se necessário estudar a resposta espectral do alvo de fato, e não aquilo que é proveniente da superfície terrestre.

Ou seja, não é possível trabalhar com o nível digital de forma direta, que é chamado de aparente. Deste modo, é preciso converter os níveis digitais que estão em reflectância aparente em reflectância da superfície, por isso é chamado de conversão de irradiância para reflectância no topo da atmosfera.

Para se fazer a conversão foi utilizado as fórmulas disponibilizadas no site da *United Geological Survey* (USGS):

Onde, escrevendo as fórmulas combinadas, temos:

$$\rho'_{\lambda} = ((M_p \cdot Q_{cal}) + A_p) / \theta_{SE}$$

Onde:

ρ'_{λ} = Reflectância no topo da atmosfera;

M_p = Parâmetro metadado REFLECTANCE_MULT_BAND_x, onde x é o número da banda;

A_p = Parâmetro metadado REFLECTANCE_ADD_BAND_x, onde x é o número da banda;

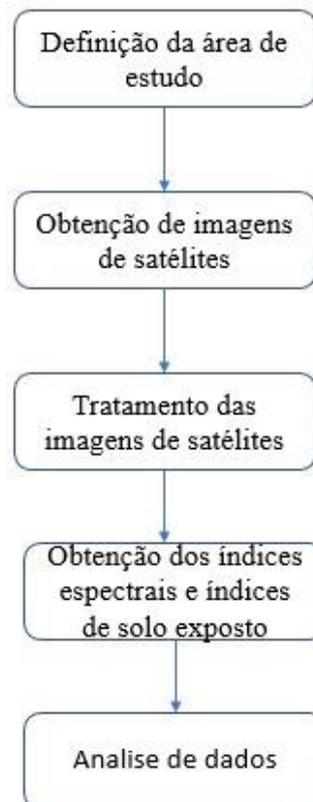
Q_{cal} = É o valor do número digital de cada pixel (DN), ou seja, a própria banda;

θ_{SE} = Ângulo de elevação do sol.

Na quarta etapa, após a correções das imagens e da reprojeção, foram gerados os índices espectrais de vegetação (NDVI) através do Qgis e também o índice de solo exposto através da ferramenta SCP do QGIS.

A última etapa, foi a análise dos resultados e comparação dos 3 anos, demonstrando a evolução. E para facilitar o entendimento dos passos da pesquisa, foi elabora um fluxograma:

Figura 7 –
Fluxograma de
atividades



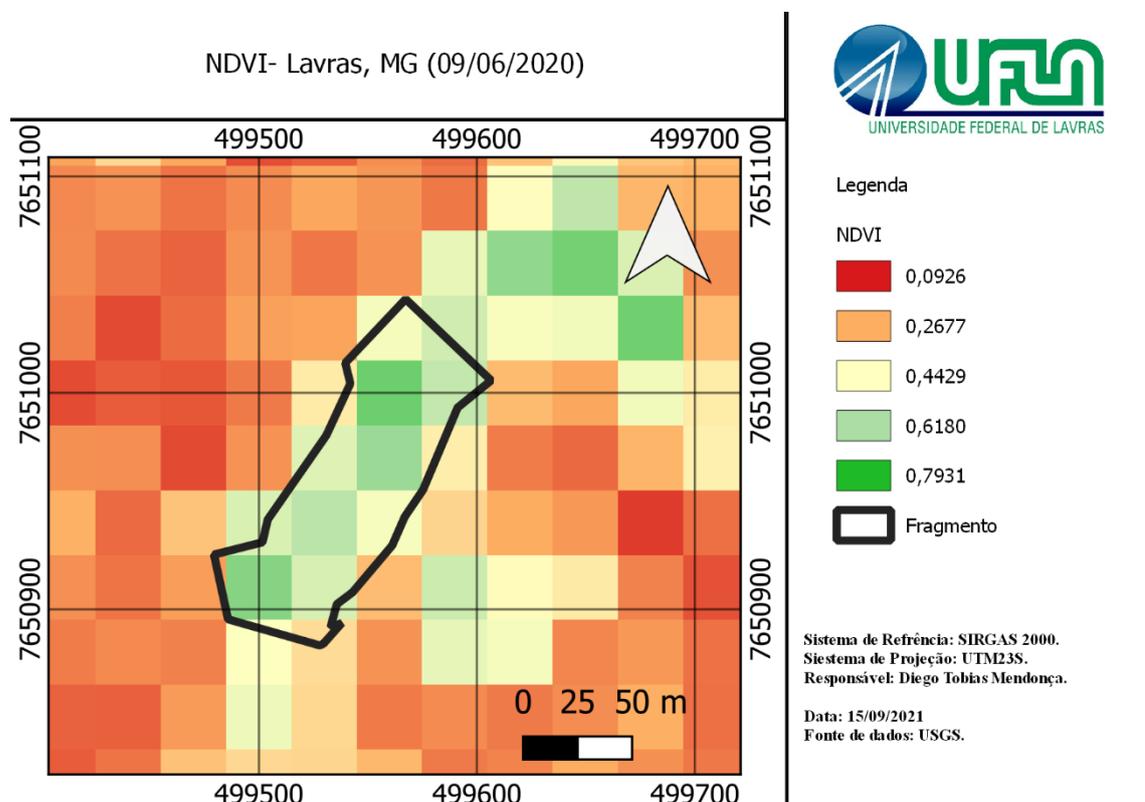
Fonte: Do autor (2021).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

É exibido na figura 8, imagens referentes a cálculo de NDVI, que corresponde ao dia 09/06/2020. Percebe-se ao consultar a legenda, os menores valores de NDVI na tonalidade vermelha e os maiores valores de NDVI associados a cor verde. No intermédio das duas cores, nota-se a tonalidade de áreas com solo exposto ou próximo ao exposto.

No fragmento analisado no trabalho, é possível ver a disponibilidade de área vegetada e uma parcela de solo exposto, além de que a área, nessa época do ano, está com espécies de porte arbustivo e arbóreo.

Figura 8 – Índice NDVI referente a data 09/06/2020, satélite LANDSAT 8.

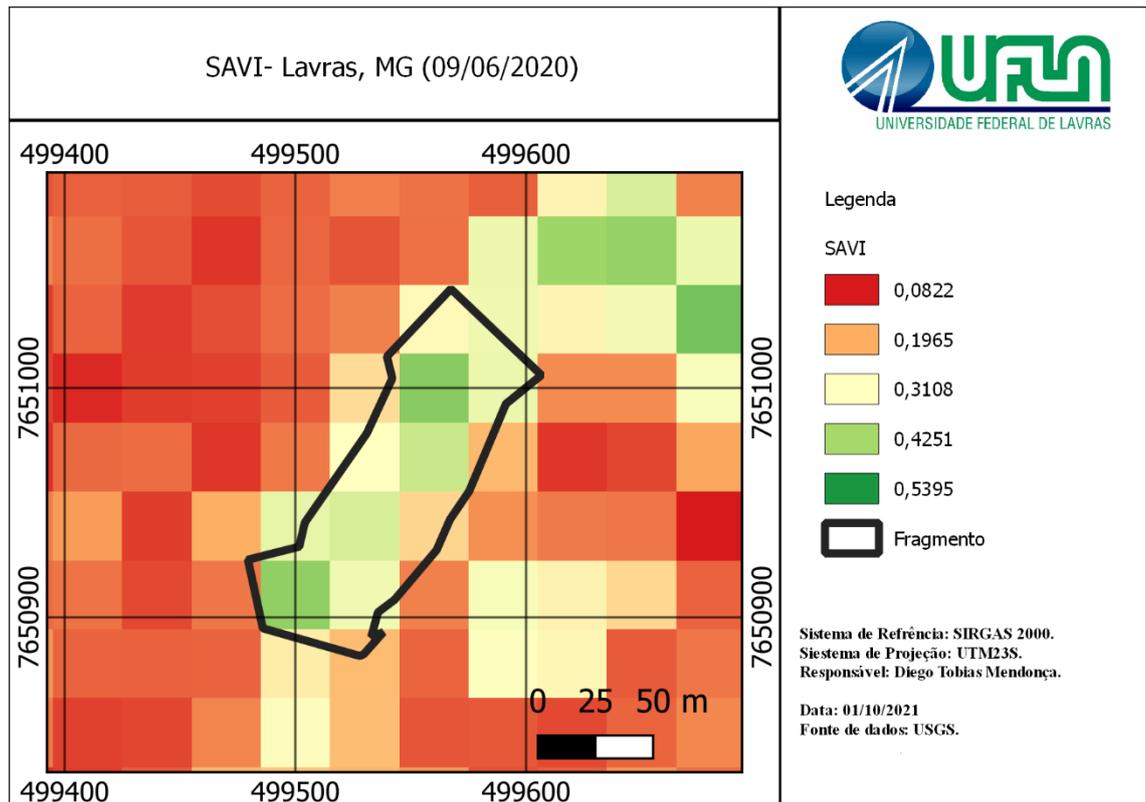


Fonte: Do autor (2021).

De acordo com Rosendo (2005), quanto mais próximo de 1 o valor calculado do NDVI, mais densa será a vegetação e valores próximos a 0, é indicativo de uma superfície não vegetada. De acordo com Jensen (2009), a utilização do NDVI é de grande importância para fazer o monitoramento de alterações sazonais e a respeito do desenvolvimento vegetativo; e um dos pontos negativos colocados pelo autor, é a presença de nuvens e sombras, o que podem influenciar nos cálculos de NDVI.

A figura 9, demonstra os cálculos referente ao índice de vegetação ajustado ao solo (SAVI). Que procura fazer a minimização da reflectância do solo ao se considerar a incorporação de um fator de ajuste dependente da densidade de vegetação (GILABERT et al, 2002; EASTMAN, 2006).

Figura 9– Índice SAVI referente a data 09/06/2020, satélite LANDSAT 8



Fonte: Do autor (2021).

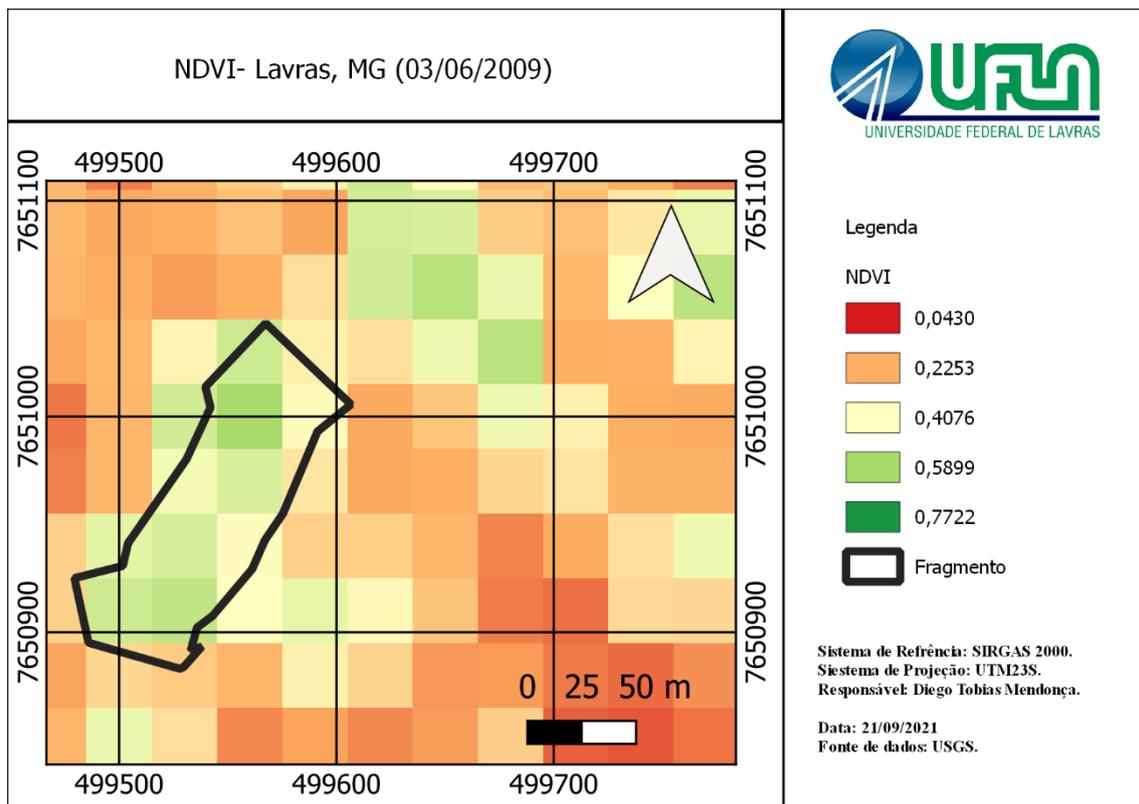
Como o papel dos cálculos do SAVI é focalizar em áreas de solo exposto, pode-se observar os níveis de solo exposto ou de áreas com maior presença de áreas expostas no mapa de SAVI, quando comparado com os cálculos de NDVI que também possui solo exposto para o mesmo dia e ano.

A figura 10, demonstra os cálculos realizados do índice de diferença normalizada (NDVI), referente ao dia 03/06/2009. Analisando a legenda, é possível perceber que o vigor vegetativo da área neste ano não está em boas condições, visto que sua tonalidade está entre os valores de 0,5899 e 0,7722, demonstrando que a área nessa época analisada estava apenas com espécies de porte arbustivo.

O NDVI é amplamente usado para se fazer o acompanhamento de ecossistemas, porque ele é capaz de medir mudanças na quantidade de clorofila que está presente na vegetação, sendo

utilizado especialmente na identificação e quantificação de secas, onde valores baixos de NDVI, próximos a 0 representam menor vigor e capacidade fotossintética da vegetação, o que é um atributo de regiões em estiagem (YINGXIN et al., 2007).

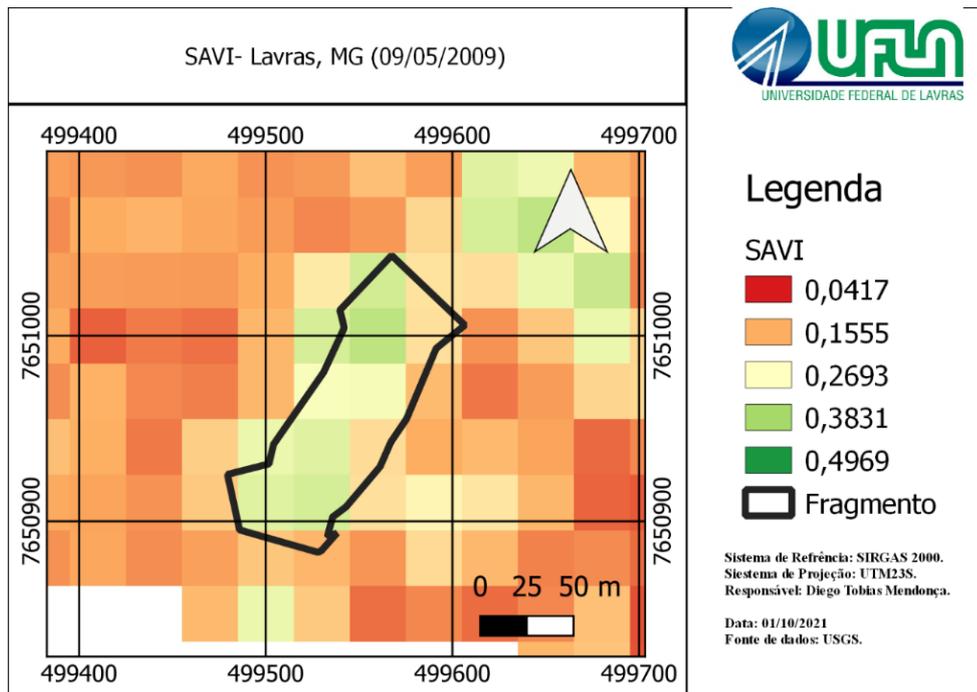
Figura 10– Índice NDVI referente a data 03/06/2009, satélite LANDSAT 7.



Fonte: Do autor (2021).

A figura 11, faz referência ao cálculo do índice SAVI referente a data de 09/05/2009, sendo possível notar um aumento dos índices de solo exposto, quando comparado com o ano de 2020, vislumbrando-se um valor entre 0,1555 e 0,2693. Fazendo a comparação entre o NDVI e SAVI referente ao mesmo ano, percebe-se que o NDVI consegue fazer a melhor representação do índice de vegetação.

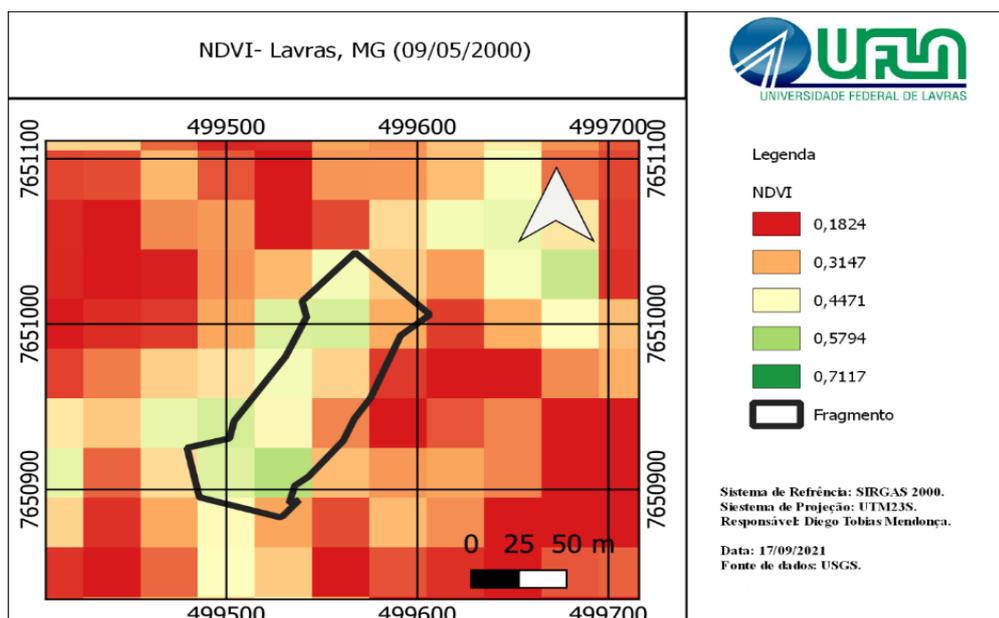
Figura 11 – Índice SAVI referente a data 09/05/2009, satélite LANDSAT 7.



Fonte: Do autor (2021).

A figura 12 referente ao ano de 2000, ela representa os altos índices de solo exposto presente na área, sendo possível ver no talhão analisado as cores de tons mais fortes referentes a exposição do solo, indo de 0,3147 a 0,4471.

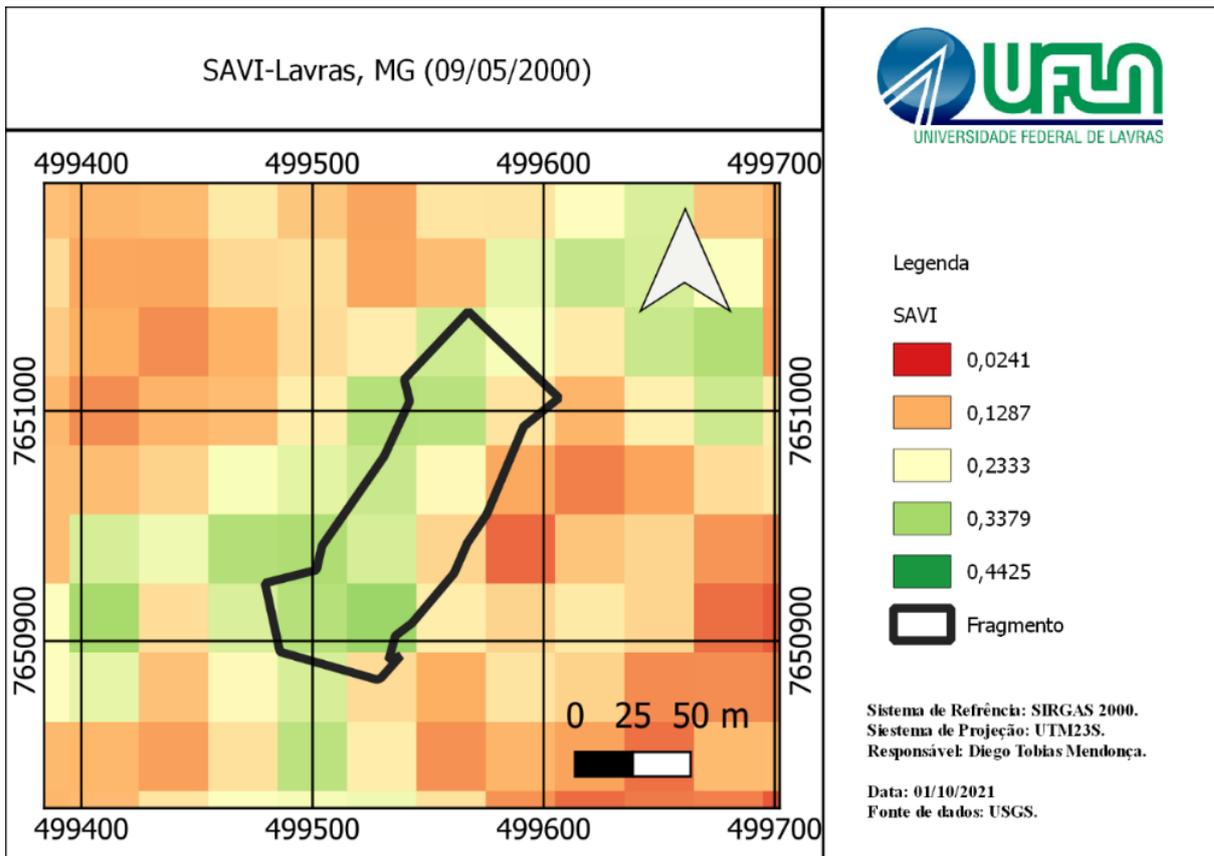
Figura 12 – Índice NDVI referente a data 09/05/2000, satélite LANDSAT 7.



Fonte: Do autor (2021).

A figura 13, demonstra o cálculo do índice SAVI para o ano de 2000, sendo possível ver pela legenda e mapa da área, vários pontos com elevada exposição do solo. Quando examina-se os outros mapas do SAVI da mesma área (FIGURAS 9 e 11), percebe-se que no ano de 2000, a área apresentava menores índices de vegetação e um maior nível de solo exposto.

Figura 13– Índice SAVI referente a data 09/05/2000, satélite LANDSAT 7.



Fonte: Do autor (2021).

Analisando os mapas relacionados ao NDVI dos 3 anos estudados, 2000, 2009, 2020, observa-se um aumento do nível de vegetação, sendo de vegetação mais arbustiva saindo de 0,5994 a 0,6180, de 2000-2020. E uma vegetação mais densa, e arbórea parte-se de um valor calculado de 0,7117 para 0,7931, sendo um aumento considerável.

A utilização do índice SAVI, teve como proposta, verificar o solo exposto da área durante os anos de 2000 a 2020, de forma a se analisar os valores expressos, e os níveis de solo exposto durante esse período.

Conforme as figuras referentes aos mapas gerados, apresentam-se 4 tabelas comparativas dos índices de cálculo de NDVI e SAVI.

Tabela 1– Comparativo dos índices de NDVI, durante os anos analisados.

NDVI	2000	2009	2020
	0,1824	0,043	0,0926
	0,3147	0,2253	0,2677
	0,4471	0,4076	0,4429
	0,5794	0,5899	0,618
	0,7117	0,7722	0,7931

Fonte: Do autor (2021).

Tabela 2– Tabela comparativa com os níveis vegetativos de NDVI, durante os anos analisados com porcentagem.

NDVI	2000	2009	2020
	0,1824	0,043	0,0926
%	57,36%	13,52%	29,12%
	0,3147	0,2253	0,2677
%	38,96%	27,89%	33,14%
	0,4471	0,4076	0,4429
%	34,46%	31,41%	34,13%
	0,5794	0,5899	0,618
%	32,42%	33,01%	34,58%
	0,7117	0,7722	0,7931
%	31,26%	33,91%	34,83%

Fonte: Do autor (2021).

Tabela 3– Comparativo dos índices SAVI, durante os anos analisados.

SAVI	2000	2009	2020
	0,0241	0,0417	0,0822
	0,1287	0,1555	0,1965
	0,2333	0,2693	0,3108
	0,3379	0,3831	0,4251
	0,4425	0,4969	0,5395

Fonte: Do autor (2021).

Tabela 4– Comparativo dos índices ajustado ao solo SAVI, durante os anos com porcentagem.

SAVI	2000	2009	2020
	0,0241	0,0417	0,0822
%	7,58%	13,11%	25,85%
	0,1287	0,1555	0,1965
%	15,93%	19,25%	24,33%
	0,233	0,2693	0,3108
%	17,96%	20,75%	23,95%
	0,3379	0,3831	0,4251
%	18,91%	21,43%	23,78%
	0,4425	0,4969	0,4251
%	19,43%	21,82%	18,67%

Fonte: Do autor (2021).

De acordo com a tabela 2, é possível averiguar a progressão dos níveis de vegetação durante os anos, tanto na cor de tonalidade verde mais claro que é de uma vegetação menos robusta, como da cor de tonalidade de verde maias escuro, que seria de uma vegetação mais arbórea.

Através da tabela 1 é possível constatar que os níveis de solo exposto aumentaram, e seguindo os métodos de análises de NDVI, quanto mais próximo de 1, maior é a presença de níveis de vegetação. Como citado por Boratto (2013), os maiores níveis de NDVI representam um nível maior de vigor vegetativo.

No trabalho de Boratta (2013), foi realizado cálculos de índices de NDVI no Norte de Minas, sendo calculado em dois períodos distintos, período seco e úmido. No período seco, os maiores valores de NDVI ficaram entre (0,48 e 0,81), enquanto no período úmido ficaram entorno de (0,70 e 0,94), enquanto neste trabalho, foi realizado análises referente a datas sem a probabilidade de chuva, onde vê-se na tabela, valores de NDVI que representam o teor vegetativo indo de (0,5794 a 0,7931). Ressalta-se que, fossem realizados os NDVI durante períodos chuvosos, os valores dos cálculos seriam ainda maiores. O que mostraria, uma maior evolução da vegetação durante os anos.

Brito (2015), apresentou em seu trabalho cálculo de índices de NDVI e SAVI, na caracterização da cobertura vegetal do Distrito de Irrigação dos Tabuleiros Litorâneos do Piauí, e para os níveis de NDVI seus valores foram de (0,701791 a 0,852295) e para o SAVI, apresentou valores de (0,437485 a 0,529404), como se trata de uma área irrigada, os índices estão bastantes elevados. E como apresentado neste trabalho, quando se comparado que não foi calculado em período úmido, os valores estão em concordância com os outros autores citados.

A tabela 4, consegue demonstrar o aumento do índice SAVI durante os períodos analisados, representando uma diminuição dos níveis de solo, pois quanto mais próximo de 1, maior o nível vegetativo.

Os níveis calculados de NDVI e SAVI apresentaram valores aproximados de outros autores, e podemos destacar o papel importante dos índices estudados para se fazer o gerenciamento e o monitoramento florestal de espécies plantadas e de espécies nativas, onde através dos índices é possível detectar mudanças na cobertura vegetal com eficiência, rapidez e baixo custo.

6 CONCLUSÃO

A utilização de técnicas atuais de sensoriamento remoto é de grande importância para estudos ambientais. E o presente trabalho conseguiu demonstrar uma investigação a respeito da cobertura vegetal, através dos índices de diferença normalizada (NDVI) e o índice ajustado ao solo (SAVI). Outro ponto a se destacar foi a importância dos dados disponíveis gratuitamente através do site USGS, sendo possível realizar o tratamento de imagens de satélite, assim realizando os cálculos de NDVI e SAVI.

Com a pesquisa, foi possível perceber que mesmo com o crescimento da cidade ao entorno da área analisada, manteve-se em desenvolvimento no decorrer dos anos. Onde áreas não vegetadas passaram a ter seus índices de vegetação aumentado durante esse período de 20 anos.

Mesmo com a vegetação da área estar se vigorando com o passar dos anos, a visita em campo foi possível verificar que com o crescimento da cidade entorno, está causando poluição da nascente, sendo despejado esgoto e até animais. Portanto, uma análise de fragmento de vegetação em área urbana por imagem de satélite não pode estar desacompanhada de uma vistoria in loco, pois apenas as imagens não conseguem demonstrar as intervenções sob a vegetação arbórea.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALÃO, M. **Tudo sobre Lavras** - Estado de Minas Gerais. Cidade do meu Brasil, [S. l.], p. 1-1, 7 ago. 2019. Disponível em: <https://www.cidadesdomeubrasil.com.br/mg/lavras>. Acesso em: 22 set. 2021.
- BENVENUTI, F. **Relação de índices espectrais de vegetação com a produtividade da cana-de-açúcar e atributos edáficos**. Universidade Estadual de Campinas. [s. l.], p. 1-120, 2005 Acesso em: 8 jul. 2021.
- BORATO, I. M. de P.; GOMIDE, R. L. Aplicação dos índices de vegetação NDVI, SAVI e IAF na caracterização da cobertura vegetativa da região Norte de Minas Gerais. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 2013, INPE.
- BRASIL. **Lei Nº 12.651, de 25 de Maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 25 de maio de 2012. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em: 17 de out. 2021.
- FAN, F.; COLLISCHONN, W. Integração do Modelo MGB-IPH com Sistema de Informação Geográfica. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 19, p. [s. l.], p. 243-254, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/272524013_Integracao_do_Modelo_MGB-IPH_com_Sistema_de_Informacao_Geografica. Acesso em: 1 out. 2021.
- HUETE, A.R. A soil-adjusted vegetation index. *Remote Sensing of Environment*, Elsevier **Science Publishing Co.**, New York, USA. 25:295-309.1988.
- ULIANA, Suzelly. **Área de preservação permanente e urbanização consolidada**: estudo de caso na bacia hidrográfica do rio Passa Vinte, município de Palhoça/SC. Repositório UFSC, [s. l.], p. 1-124, 2018. Acesso em: 8 jul. 2021.
- JACINTHO, L. R. de C. **Geoprocessamento e sensoriamento remoto como ferramentas na gestão ambiental de unidades de conservação**: o caso da área de proteção ambiental (APA) do Capivari-Monos. SÃO Paulo, 2003.
- Jensen, J. R. (1949) **Sensoriamento remoto do ambiente**: uma perspectiva em recursos terrestres / tradução José Carlos Neves Epiphany et al. São José dos Campos. SP. 2009.
- MASCARENHAS, L.; FERREIRA, M.; FERREIRA, L. Sensoriamento remoto como instrumento de controle e proteção ambiental: análise da cobertura vegetal remanescente na bacia do rio Araguaia. **Sociedade & Natureza**, [s. l.], p. 1-14, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/TDprhVvNMFrFrSZCPPgsSMJ/>. Acesso em: 1 out. 2021.
- MELO, H. A., CUNHA, J. B. L., NÓBREGA, R. L. B., RUFINO, I. A. A. e Galvão, C. O. Modelos Hidrológicos e Sistemas de Informação Geográfica (SIG): Integração possível. **IX Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste**, 2008.
- OLIVEIRA, I.C.E. **Estatuto da Cidade**; para compreender. Rio de Janeiro: IBAM/DUMA, 64p. 2001.
- RIBEIRO, G. A origem histórica do conceito de Área de Preservação Permanente no Brasil. **Revista Thema** [s.1], p. 1-13, 2011. Disponível em: <https://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/pdf/origem-historica-do-conceito-de-area-de-preservacao-permanente-no-brasil.pdf>. Acesso disponível em: 19 set. 2021.
- RIBEIRO DE ALMEIDA, J.; MORAES, F.E.; SOUZA, J.M.; MALHEIROS, T.M. 1999. **Planejamento Ambiental**: caminho para a participação popular e gestão ambiental para nosso futuro comum, uma necessidade, um desafio. 2. Ed. Rio de Janeiro: Thex Ed.: Biblioteca Estácio de Sá. 180 p.
- RICETO, A. As Áreas de Preservação Permanente (APP) urbanas: Sua importância para a qualidade ambiental nas cidades e suas regulamentações. **Revista da Católica**, v. 3 n.5, 2011. Disponível em:

<http://docplayer.com.br/634634-As-areas-de-preservacao-permanente-app-urbanas-sua-importancia-para-a-qualidade-ambiental-nas-cidades-e-suas-regulamentacoes.html> . Acesso em: 23 de agosto de 2021.

SHIMABUKURO, Y.; NOVO, E. M; PONZONI, F. Índice de vegetação e modelo linear de mistura espectral no monitoramento da região do pantanal. **Pesquisa agropecuária brasileira**, [s. l.], 1998. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/5057>. Acesso em: 6 set. 2021.

SILVA, M. V. As Áreas de Preservação Permanentes Urbanas: usos sustentáveis e usos alternativos na Lei 12.651/2012. In: **XXI Encontro Nacional do Conselho Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Direito** - CONPEDI., 2012, Niterói. Anais do XXI Encontro Nacional do Conselho Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Direito - CONPEDI. Florianópolis: FUNJAB, 2012. p. 347-376.

AGLIARINI, F. **Imagens de drone e índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) para classificação segmentada em áreas de preservação permanente (APP)**. Unesp, [s. l.], p. 1-150, 2020. Acesso em: 29 set. 2020.

VASCONCELLOS, R. P. **O Uso do Geoprocessamento na Quantificação de Fragmentos Naturais e Mapeamento de Áreas de Preservação Permanente em Unidades De Conservação**. Belo Horizonte. 2002. 56p. Monografia (Especialização) - Programa de pesquisa e pós-graduação em Cartografia. UFMG. 2002.

TUCCI, C.E. M. **Águas urbanas. Estudos Avançados. Portal de revista da USP**, v. 22 n. 63, 2008. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10295>. Acesso em: 22 de agosto de 2021.

ROSA, Roberto. **INTRODUÇÃO AO GEOPROCESSAMENTO**. Tese (Doutorado) – Curso de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia. UFU. 2013.

ANTUNES, P.B. Áreas de Preservação Permanente Urbanas: O novo Código Florestal Judiciário. **Revista de Informação Legislativa**, v. 52, n. 206, p. 83-102, 2015. Acesso em: 10 de agosto de 2021.

HACHISU, Aline. **A importância do Plano Diretor para os municípios**. Ceteclins, [S.1], p.1-1, 2017. Disponível em: A importância do Plano Diretor para os municípios – CETECLIns. Acesso em: 18 de set. 2021.

BRITO, R.R. Índices de vegetação SAVI, NDVI e temperatura de brilho na caracterização da cobertura vegetativa do Distrito de Irrigação dos Tabuleiros Litorâneos do Piauí – DITALPI. In: **XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto** - SBSR, 2015, João Pessoa. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. João Pessoa: 2015. P. 1-6.