

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL

**ESTUDO DA VIABILIDADE DO NDVI PARA ANÁLISE DA
COBERTURA DA VEGETAÇÃO NA APA PANDEIROS**

BORGES MARFRANN DIAS MELO

Borges Marfrann Dias Melo

**ESTUDO DA VIABILIDADE DO NDVI PARA ANÁLISE DA COBERTURA DA
VEGETAÇÃO NA APA PANDEIROS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola e Ambiental.

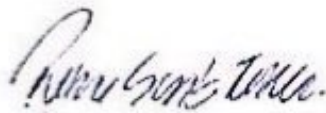
Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Araújo Júnior

Montes Claros

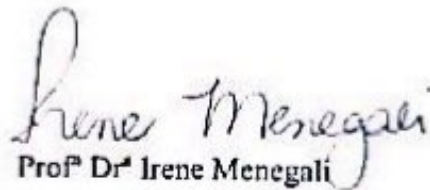
2018

Borges Marfrann Dias Melo. ESTUDO DA VIABILIDADE DO NDVI PARA
ANÁLISE DA COBERTURA VEGETAL NA APA PANDEIROS

Aprovado pela banca examinadora constituída por:



Profª Drª Rubia Santos Fonseca



Profª Drª Irene Menegali



Prof. Dr. Carlos Alberto Araújo Júnior - Orientador ICA/UFM

Montes Claros, 03 de dezembro de 2018

AGRADECIMENTOS

À minha família pelo apoio, mesmo que distante.

À Universidade Federal de Minas Gerais pelo aprendizado proporcionado.

Ao meu orientador Dr. Carlos Araújo por compartilhar seu conhecimento e acreditar em mim, pela grande paciência, atenção e ajuda constante.

Ao laboratório de Pesquisa Operacional e Modelagem Florestal - UFMG por proporcionar toda a pesquisa e suas ferramentas.

À minha tia Geralda que sempre me apoia em qualquer situação, sendo meu amparo em todos os momentos.

Um agradecimento MUITO especial aos meus grandes amigos, Flor, Érick, Aninha e Kayque que compartilhei momentos incríveis e que não me fizeram desistir de forma alguma nesse percurso, cada um com sua contribuição, seja com abraços, risos e conversas. Vocês são incríveis!

À Melissa Alane que foi uma grande amiga que me deu o pontapé desse trabalho e me fez acreditar que sou capaz.

À minha prima Izabela por eu conhecer as suas virtudes e me incentiva sempre a vencer os meus muros e desafios.

#ELENÃO

RESUMO

A vegetação representa um indicador importante das condições ambientais e colabora para conservar a biodiversidade de uma região reduzindo o transporte de sedimentos, o assoreamento dos cursos d'água e aumentando a proteção do solo, vendo que na ausência de vegetação há conseqüentemente uma menor retenção de água das chuvas nos solos. O NDVI é usado na avaliação das atividades de mudança no ambiente natural, o que permite comparações temporais desses perfis, assim como aplicar técnicas onde se trabalham bandas espectrais diferentes para estudo de análise da cobertura vegetal de séries temporais. No presente estudo, buscou-se utilizar técnicas de geoprocessamento com o intuito de mostrar a sua potencialidade como ferramenta de auxílio ao planejamento do ecoturismo. Para isso foram interpretados dados da paisagem de modo a classificar e quantificar mensalmente, através do NDVI, os diferentes níveis de cobertura vegetal, durante o período entre os anos de 2016 a 2018, na Área de Proteção Ambiental (APA) do rio Pandeiros, no norte de Minas Gerais. O estudo foi realizado considerando toda a extensão da APA, localizada na região norte do estado de Minas Gerais e as imagens do Landsat 8/ Sensor OLI são referentes às cenas e órbitas 219/70 e 219/71. Foram obtidas imagens mensais para o período entre agosto de 2016 e agosto de 2018 e determinou quatro classes de vegetação na APA. Na análise do total, pode-se observar que a maior parte da área de estudo é composta por vegetação densa, ou seja, observou que uma boa parte da floresta está conservada. Para o mês de agosto 2016 a vegetação densa da APA Pandeiros apresentou uma cobertura de 64,52%, e em agosto de 2018 ocorreu uma redução de 13,29%. A vegetação esparsa aumentou de 34,9% para 47,6%, com um aumento de 49.901 hectares nessa classificação. As áreas de vegetação rala modificaram de 0,57% para 1,15%. Os resultados mostram que a APA rio Pandeiros passou por um processo de diminuição da sua área de cobertura vegetal natural, observados em certos locais dentro da área. A crítica da mudança temporal da paisagem da APA mostra o quanto vem sofrendo influência das ações do homem, sobretudo a agropecuária de forma desordenada que tem motivado a diminuição da vegetação. É importante conseguir realizar propostas apontando à assimilação do conhecimento técnico-científico sobre o Cerrado e áreas de proteção ambiental. Esse método utilizado faz com que o ecoturismo alcance uma facilidade de atualização desses dados deixando assim uma interpretação na relação do espaço da APA e as mudanças que dela ocorrem.

Palavras-chave: NDVI. Rio Pandeiros. Cobertura Vegetal. Turismo sustentável.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Classes de NDVI..... | 19 |
| Gráfico 1 – Área (ha) da vegetação densa e precipitação de agosto/2016 até agosto/2018..... | 24 |
| Gráfico 2 – Relação da área (ha) da vegetação densa com vegetação esparsa..... | 25 |
| Gráfico 3 – Área (ha) sem vegetação de agosto/2016 até agosto/2018..... | 26 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Caracterização das bandas do Landsat 8..... | 16 |
| Tabela 2 - Classes de cobertura vegetal..... | 17 |
| Tabela 3 - Cenas com porcentagem de nuvens..... | 18 |
| Tabela 4 - Área (ha) de cada classe..... | 23 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APA - Área de Proteção Ambiental

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

DOS - *Dark Object Subtraction*

ETM - *Enhanced Thematic Mapper Plus*

IAF - Índice de Área Foliar

IVP – Infravermelho próximo

MVC- *Maximum Value Composition*

NASA - *National Aeronautics and Space Administration*

ND – Níveis digitais

NDVI – *Normalized Difference Vegetation Index*

OLI - *Operational Land Imager*

SAVI - Índice de Vegetação Ajustado ao Solo

SCP - *Semi-Automatic Classification Plugin*

SIG - Sistema de Informação Geográfica

SIRGAS - Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas

SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza

SR - Sensoriamento Remoto

TM - *Thematic Mapper*

UC - Unidade de Conservação

USGS - *United States Geological Survey*

UV - Ultravioleta

V - Vermelho

VIS - Visível

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 9 |
| 2 REFERENCIAL TEÓRICO..... | 10 |
| 2.1 Geotecnologias..... | 10 |
| 2.2 Landsat..... | 12 |
| 2.3 NDVI..... | 12 |
| 2.4 Áreas de Proteção Ambiental..... | 13 |
| 2.5 Turismo em Áreas de Proteção Ambiental..... | 14 |
| 3 METODOLOGIA..... | 15 |
| 3.1 Área de Estudo..... | 15 |
| 3.2 Procedimentos Metodológicos..... | 15 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 18 |
| 5 CONCLUSÃO..... | 27 |
| REFERÊNCIAS..... | 28 |

1. INTRODUÇÃO

A vegetação representa um identificador importante das condições ambientais e colabora para a conservação da biodiversidade de uma região, reduzindo o transporte de sedimentos, o assoreamento dos cursos d'água e aumentando a proteção do solo, sendo que, na sua ausência, há uma menor retenção de água das chuvas nos solos e maior velocidade de escoamento desta. Contudo, nos últimos tempos, o processo de alteração da paisagem natural em uma paisagem cada vez mais antropizada tem se intensificado sobre as áreas de proteção ambiental, o que resulta em ambientes pouco diversificados (CALEGARI *et al.*, 2010; SUEMI SAITO, 2016).

Os processos de fragmentação do ambiente acontecem naturalmente, no entanto, a intensificação dos mesmos está absolutamente ligada às ações do homem, o que contribui fortemente com os estragos ao meio ambiente e às atribuições ecossistêmicas (DIAS-MOSCHINI-TREVISAN, 2017). Esta é uma das mais profundas alterações causadas pelas atividades humanas aos ecossistemas, transformando habitats originalmente íntegros em paisagens parecidas com manchas espalhadas em sua área, prevalecendo com grandes quantidades de solos expostos.

No Brasil, dentre as principais causas da perda de biodiversidade está a modificação dos habitats devido à conversão da paisagem natural para uma utilização agrícola (ROQUETE, 2018). O cerrado, por exemplo, é um bioma que vem sofrendo terrivelmente com as intensas taxas de alteração da vegetação nativa, resultado de atividades de alto interesse econômico para o mercado nacional e internacional, atividades estas que acontecem desde a década de 50 (DIAS *et al.* 2018).

Considerando todo o problema envolvido pelas mudanças da cobertura vegetal, Saito (2016) menciona que a importância de conhecer esta cobertura é fundamental, assim como a estrutura da paisagem para ajudar diretamente em todo o planejamento e monitoramento do ambiente. Nesse sentido, pode-se trabalhar com dados de sensoriamento remoto para visualizar, detectar, mapear e quantificar os alvos de interesse da superfície terrestre, principalmente com a utilização de imagens orbitais.

O geoprocessamento, assim como o sensoriamento remoto (SR) é uma ferramenta utilizada no estudo dos recursos hídricos por fornecer dados atuais com um custo baixo facilitando análises de parâmetros físicos e biológicos de ocupação do solo (DE ALMEIDA, 2018) e Dos Santos *et al.* afirmam que essa tecnologia do SR é empregada em avaliações de recursos naturais e no monitoramento do meio ambiente a fim de trazer soluções benéficas ao desenvolvimento social e econômico de determinada região.

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) é um parâmetro fornecido por SR e suas geotecnologias, importante para monitorar a evolução da vegetação. Ele é usado na avaliação das atividades de mudança no ambiente natural, o que permite comparações temporais desses perfis, assim como aplicar técnicas onde se trabalham bandas espectrais diferentes para estudo de análise da cobertura vegetal de séries temporais (DOS SANTOS *et al.*, 2017).

Assim, as informações de SR podem fornecer informações para discernir áreas com diferentes níveis de degradação por meio da análise do comportamento espectral dos objetos de interesse (FONSECA *et al.*, 2018).

No presente estudo, buscou-se utilizar técnicas de geoprocessamento com o intuito de mostrar a sua potencialidade como ferramenta de auxílio ao planejamento do ecoturismo. Para isso foram interpretados dados da paisagem de modo a classificar e quantificar mensalmente, através do NDVI, os diferentes níveis de cobertura vegetal, durante o período entre os anos de 2016 a 2018, na Área de Proteção Ambiental (APA) do rio Pandeiros, no norte de Minas Gerais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Geotecnologias

O benefício básico do sensoriamento remoto é a geração de informações com rapidez, agilidade e com o custo moderado. Imagens de satélite têm cobertura, atualmente, de praticamente todo o mundo e com alta resolução para alguns estudos (GIONGO *et al.*, 2010). Isso principalmente pelo fato de que uma malha de estações de superfície seria de difícil gerenciamento, com gasto elevado de manutenção. Assim, as modificações de cobertura vegetal fazem com que o monitoramento seja um dos usos do sensoriamento remoto, possibilitando a obtenção de dados e informações referentes à situação da vegetação e dos recursos naturais em áreas que desejam ser estudadas (VIEGA, 2017).

O uso do sistema de informação geográfica (SIG) difundiu-se com a possibilidade de gerenciar dados, de uma forma básica e, portanto, melhorando o planejamento em diversas áreas, como por exemplo, estudos ambientais (FILHO *et al.*, 1996). Deste modo, justifica-se o interesse pela área do SIG como instrumento para modelar problemas, análise e simulação de mapas (CAVALCANTE *et al.*, 2015). A empregabilidade do SIG permitiu a melhor visualização de novos problemas urbanos e rurais, principalmente aqueles ligados às questões ambientais. Isso permitiu uma melhoria na tomada de decisão dos profissionais responsáveis pela análise de tais questões, auxiliando-os nos estudos e operando como uma ferramenta

eficaz para diminuição do custo e do tempo dos trabalhos (SILVA, 2018 *apud*. PADILHA, 2008).

Assim, pode-se considerar que o espaço geográfico pode e deve ser utilizado como solução para a gestão ambiental, desde que a sociedade, as autoridades e os grupos, em especial, os tomadores de decisões sobre a ordenação do território, sejam conscientizados para uma busca da melhoria na relação com esses espaços. Com isso, a utilização das ferramentas, como o geoprocessamento, coligados a estudos do meio físico, biótico e humano, tem se tornado um dos alicerces da teoria da ecologia de paisagem no Brasil (ULLMAN *et al.*, 2015).

O mapeamento desses dados é um recurso muito utilizado para tornar mais evidente os padrões de uso e ocupação do solo e proporcionar as respectivas aptidões e inaptidões (SEIXAS, 2018), sabendo que a visualização dos fatos de tais espaços enriquece e corrobora a compreensão das interações existentes e determina as ações necessárias. Para que isso seja feito, é necessário, então, obter dados espaciais.

A aquisição de dados realizada por satélites em órbita ao redor da Terra é feita basicamente a partir da radiação eletromagnética emitida por todas as substâncias, sendo essa a base do sensoriamento remoto, por se constituir, segundo Novo (2008), no meio pelo qual a informação é transferida do objeto ao sensor. O conjunto de diferentes tipos de radiação eletromagnética constitui o espectro eletromagnético, que é ordenado de acordo com o comprimento de onda, medido normalmente em micrômetros (μm), sendo dividido em três faixas (bandas) em função das características de cada região: faixa do ultravioleta (UV), visível (VIS) e infravermelho próximo (IVP) (PEREIRA *et al.*, 2002; FERREIRA, 2006).

A faixa do infravermelho próximo tem diversas aplicações, principalmente para cálculo de índices de vegetação, tais como o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI) e Índice de Área Foliar (IAF), uma vez que tal banda contribui com informações primordiais sobre a evapotranspiração das plantas. Segundo Jensen (2009), sua utilização ajuda a aquisição dos parâmetros biofísicos das plantas, como a área foliar e biomassa, além do quanto há de cobertura vegetal sobre o solo. Tais índices tomam um desempenho de coordenar na avaliação dos variados fenômenos meteorológicos e ambientais, servindo de apoio para monitoramento das mudanças climáticas e contribuindo para com as autoridades e a população decisões para a contribuição da preservação do ambiente (DOS SANTOS DUARTE, 2017).

2.2 Landsat

O primeiro satélite lançado em órbita pertence à série Landsat, sendo colocado em órbita na década de 1970 com o objetivo de colher informações sobre os recursos naturais (SILVA, 2018). Desde então, um grande avanço tecnológico iniciou-se, dando partida as novas missões e lançamento de satélites. Ao longo da história do sensoriamento remoto, a série de satélites Landsat foi a que mais resultou em produtos e imagens para todos os tipos de estudos e aplicações por todo o planeta (FIGUEIREDO, 2005).

Os satélites da série Landsat são originários da cooperação entre a *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) e o *United States Geological Survey* (USGS). Atualmente, está em órbita o sensor *Operational Land Imager* (OLI), a bordo do satélite Landsat 8, cujo lançamento ocorreu em 11 de fevereiro de 2013. O mesmo atua em 9 bandas espectrais, com revisita de 16 dias. Ainda, tal sensor possibilita a utilização de informações multiespectrais ópticas que podem ser comparadas com aquelas obtidas desde 1972 com os satélites Landsat antecessores (RODRIGUES, 2016). O satélite Landsat 8 opera a uma altitude de 705 km, em uma órbita heliosíncrona com inclinação de 98,2° em relação ao plano do Equador, semelhante às órbitas das séries Landsat 5 e 7 (USGS, 2013).

O uso de imagens dos satélites Landsat acoplados com os sensores *Thematic Mapper* (TM), *Enhanced Thematic Mapper Plus* (ETM+) e *Operational Land Imager* (OLI) tem sido empregado com grande importância na avaliação dos impactos movidos pela degradação ambiental, tanto antrópica quanto natural sobre os ecossistemas (SILVA, 2018). Isso em virtude de que é possível identificar, nas imagens de satélite, os vestígios de degradação dos espaços ambientais, tornando viável o emprego de até mesmo imagens com baixa resolução temporal e maior resolução espacial, por exemplo. Imagens dos sensores TM e OLI, logo, são aceitáveis para realização de mapeamento de áreas afetada por essa degradação em maiores escalas de detalhes, fornecendo informações com excelente precisão (PESSOA *et al.*, 2015).

2.3 NDVI

Existem vários índices de vegetação, mas o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (*Normalized Difference Vegetation Index* - NDVI), proposto por Rouse *et al.* (1973), é o que tem sido mais utilizado em aplicações práticas e científicas. Segundo Braga (2016), o índice é uma combinação de bandas espectrais que são captadas por sensores capazes de distinguir pigmentos das folhas tratados na região do visível, medindo então a intensidade da atividade clorofiliana. O valor do NDVI, para cada pixel de um raster, é obtido

através da razão entre a diferença das refletividades das bandas do infravermelho próximo (IV) e do vermelho (V) e a soma das mesmas.

$$\text{NDVI} = \frac{\rho_{\text{IV}} - \rho_{\text{V}}}{\rho_{\text{IV}} + \rho_{\text{V}}}$$

em que: ρ_{IV} e ρ_{V} representam respectivamente, as bandas 4 e 3 do Landsat 5 – TM e bandas 5 e 4 do Landsat 8.

O NDVI é um indicador sensível da quantidade e da condição da vegetação verde. Seus valores variam de -1 a $+1$. Para superfícies com alguma vegetação o NDVI é maior que 0 e menor que 1 , já para a água e nuvens o NDVI geralmente é igual ou menor que 0 . Tais valores estão associados ao fato de que, quando se dá o aumento da cobertura vegetal, a abundância de reflectância do vermelho atenua e faz com que a reflectância aumente na faixa de radiação do infravermelho (VEGAS, 2017).

Tal índice tem relação direta com o solo e sua vegetação, possibilitando diferenciar aspectos biofísicos (GAMARRA, 2016), sendo usado com sucesso para classificar a distribuição global de vegetação, concluir sobre variabilidades ecológicas e ambientais, produção de fitomassa, radiação fotossintética viva e a rentabilidade das culturas (LIU, 2015). É, portanto e segundo Rouse *et al.* (1973), útil para gerenciar mudanças na vegetação natural. Esse índice também é utilizado para o monitoramento de ecossistemas em áreas locais ou regionais para a identificação de áreas susceptíveis à perda da cobertura vegetal (ALMEIDA, 2016).

2.4 Áreas de Proteção Ambiental

As áreas de proteção ambiental (APAs) têm como objetivo proteger a diversidade biológica, permitindo que ocorra o processo de ocupação das espécies e garantindo a sustentabilidade no uso dos recursos naturais (DA SILVA BARBOSA *et al.*, 2017). Elas compõem uma importante categoria de Unidade de Conservação (UCs) e, apesar da complexidade das relações políticas, sociais e econômicas presentes nas áreas, podem conter mais de um município (BRASIL, 2000).

As APAs existem para proteção do ambiente natural, precisando estar sempre cobertas com a vegetação original, uma vez que a cobertura vegetal diminui a erosão do solo e os processos de lixiviação. Ainda, colaboram com a redução do assoreamento dos corpos hídricos e reservatórios, contribuindo de forma direta para a fauna e flora, e conseqüentemente, para a população local (COSTA *et al.*, 1996). Sob outro aspecto e segundo

Temoteo (2018), uma das importâncias fundamentais das APAs é fixar zonas voltadas ao trabalho das atividades do homem, respeitando as áreas de maior valor ecológico.

De Paula *et al.* (2015) afirmam que uma área de proteção ambiental é uma unidade de conservação sustentável, ou seja, é uma área onde é permitida a extração dos recursos naturais, de modo que se conserve o equilíbrio e ainda haja sua proteção e conservação.

O monitoramento de vegetações por satélite que estão inseridas em áreas de proteção ambiental é uma das formas mais diligentes para a conclusão de estudos socioambientais. Isso principalmente pelo fato de que a cobertura vegetal nessas áreas vem se tornando cada vez mais escassa.

2.5 Turismo em Áreas de Proteção Ambiental

O turismo foi encarado como um acontecimento altamente positivo tanto pelo seu aspecto econômico quanto por se tratar de um fenômeno sociocultural (BOLSON, 2015). Entretanto, toda atividade voltada ao turismo possui potencial para causar impactos tanto positivos como negativos em todas as áreas visitadas. O ecoturismo nasceu como uma grande estratégia para cooperar na manutenção dos recursos naturais, propiciar divertimento, educação e conscientização ambiental para a sociedade como um todo, sabendo que ele se torna um instrumento muito importante para auxiliar na preservação, levando-o a movimentar a economia dos parques, o que pode ser revertido para sua conservação (DA SILVA SANTOS *et al.*, 2015).

Nesse sentido, a utilização das APAs de forma sustentável é uma das práticas que está inserida no conceito de ecoturismo, segundo o Ministério do Turismo:

Ecoturismo é um segmento da atividade turística que utiliza, de forma sustentável, o patrimônio natural e cultural, incentiva sua conservação e busca a formação de uma consciência ambientalista por meio da interpretação do ambiente, promovendo o bem estar das populações. (BRASIL, 2008, p. 16)

Bolson (2015) ainda afirma que o ecoturismo tem a grande responsabilidade na contribuição de defender o ecossistema. Essa visão tem ganhado espaço nos meios científico, político e social, o que desperta nos governos e nas organizações privadas e não governamentais a busca por novas ideias para o desenvolvimento econômico dessas áreas de preservação. Apesar disso, Temoteo (2018) afirma que alguns pesquisadores têm manifestado uma hesitação perante aos impactos negativos do turismo em APAs, o que os faz discutir a respeito dos verdadeiros poderes que o turismo tem como instrumento para a melhoria do bem-estar da população.

Assim, as precauções para o turismo sustentável e o ecoturismo constituem uma relação que propõe preservar os recursos naturais e o progresso dos benefícios para o desenvolvimento econômico de regiões com áreas de proteção ambiental (BOLSON, 2015). Nesse sentido, é importante que os SIG sejam utilizados para o inventário de recursos naturais e de pontos turísticos, de modo a conciliar tais aspectos de preservação e desenvolvimento econômico. Essa ferramenta pode ser válida para avaliar quais efeitos as alterações no solo e na vegetação podem ser maléficas para o turismo, como por exemplo, uma grande área florestal.

3. METODOLOGIA

3.1 Área de Estudo

O estudo foi realizado considerando toda a extensão da APA do rio Pandeiros, localizada na região norte do estado de Minas Gerais, entre as coordenadas 15° 02' 50" e 15° 43' 38" de latitude S e 45° 17' 26" e 44° 37' 29" de longitude W. Criada pela Lei 11.901 de 01/09/1995, a APA do rio Pandeiros possui 393 mil hectares, abrangendo os municípios de Januária, Bonito de Minas e Cônego Marinho (ALMEIDA, 2016), com predominância do bioma Cerrado.

A área da bacia hidrográfica do rio Pandeiros está à margem esquerda da macrobacia do Rio São Francisco. A APA limita-se com a Serra do Gibão a noroeste, a sudoeste com a Serra das Araras, a nordeste com o divisor de águas do Rio Peruaçu e ao sul com divisor de águas da bacia do Rio Pardo, sabendo que os fundamentais cursos hídricos da APA são: na margem esquerda os rios Pindaibal I, Pindaibal II, São Pedro, Alegre e Mandins, e como afluentes na margem direita, os rios Catolé, Borrachudo, Macaúba e São Domingos (BETHONICO, 2010).

Conforme Fonseca *et al.* (2011), a APA rio Pandeiros passa por vários tipos de influência antrópica, principalmente a monocultura irrigada, pecuária, desmatamento clandestino, queimadas quase sem planejamento, o que vem causando um rápido e severo dano do ambiente natural, justificando estudos científicos nessa área.

3.2 Procedimentos Metodológicos

As imagens utilizadas neste trabalho são oriundas do sensor *Operational Land Imager* (OLI) a bordo do satélite Landsat-8 (TABELA 1), com resolução espacial multiespectral de 30 metros, resolução temporal de aproximadamente 16 dias e com a cena do satélite rastreando uma área de 170 km, no sentido norte-sul, por 183 km, no sentido leste-

oeste. As cenas foram adquiridas, gratuitamente, no site do USGS disponível em (<http://earthexplorer.usgs.gov/>).

Tabela 1 - Caracterização das bandas do Landsat 8

| Bandas L8 | Comprimento de ondas (micrômetro) | Resolução (metros) |
|------------------------|--|---------------------------|
| Banda 2 – Azul | 0.45 – 0.51 | 30 |
| Banda 3 – Verde | 0.53 – 0.59 | 30 |
| Banda 4 – Vermelha | 0.64 – 0.67 | 30 |
| Banda 5 – IVP | 0.85 – 0.88 | 30 |
| Banda 8 – Pancromática | 0.50 – 0.68 | 15 |

Fonte: Adaptado Matias *et al.*, (2015).

As imagens do Landsat 8/ Sensor OLI, referentes às cenas e órbitas 219/70 e 219/71, foram baixadas no mês de agosto de 2018, no laboratório de Pesquisa Operacional e Modelagem Florestal localizado na Universidade Federal de Minas Gerais, *Campus Montes Claros – MG*. Foram obtidas imagens mensais para o período entre agosto de 2016 e agosto de 2018. Buscou-se escolher imagens em datas com baixa incidência de nuvens (< 10%) e no formato “Geotiff”. Os dados foram processados e manipulados em utilizando-se o *software* QGis versão 2.18.

A escolha das imagens em todos os períodos do ano fundamenta-se na principal necessidade de se coletar informações relativas ao valor do índice de vegetação, em distintos regimes pluviométricos. Do mesmo modo, implica-se que um grande conjunto de informações espectrais contribui cada vez mais na distinção de uma realidade dos aspectos e fenômenos naturais da APA rio Pandeiros, que é extremamente complexa, heterogênea e rica.

Inicialmente, realizou-se a correção atmosférica das imagens, conforme mencionado nos trabalhos de Leite *et al.* (2017) e Matias *et al.* (2015). A correção da imagem foi realizada com base no método DOS (*Dark Object Subtraction*) nas bandas 4 (Vermelho) e 5 (Infravermelho - próximo). Para isso, utilizou-se o *plugin* SCP (*Semi-Automatic Classification Plugin*), que é um código aberto gratuito para o QGis e que permite a classificação semi-automática de imagens de sensoriamento remoto, além de fornecer ferramentas para o pré-processamento, pós-processamento e cálculos de rasterização.

Matias *et al.* (2015) confirmam que a relação entre a atmosfera e a radiação eletromagnética provoca modificações no fluxo do objeto (alvo), o que torna fundamental esse tipo de correção atmosférica, que é um tratamento das imagens de sensores remotos considerando os gases, os particulados e as propriedades ópticas da atmosfera.

Feito isso, fez-se a reprojeção das imagens para o hemisfério sul, ou seja, da zona da latitude norte para o sul, uma vez que as cenas são adquiridas na projeção “Datum WGS 1984 UTM Zone 23 N” sendo convertida para “SIRGAS 2000 UTM Zone 23 S”.

Após o pré-processamento, com a utilização do *plugin SCP*, fez-se o recorte da área de estudo com um arquivo vetorial em formato *shapefile* referente aos limites da APA Rio Pandeiros, o que já permitiu a delimitação da área de estudo e a diminuição do tempo de processamento dos dados.

Assim, foi realizado o mosaico das cenas de modo a compor uma única imagem que abrangesse toda a APA. Com isso realizou-se o cálculo do NDVI com o intuito de se analisar as diferentes densidades de vegetação. Segundo Jensen (2009), este índice é um indicador sensível de vegetação verde, apresentando valores que variam entre -1 e +1, sendo que, para locais que mostram alguma vegetação aparente os valores indicados vão de uma escala de 0 a 1 e, quanto aos valores inferiores ou próximos à zero, depara-se com respostas com ausência ou quase nenhuma vegetação ou até mesmo cursos d’água.

Conforme equação proposta por Rouse *et al.* (1973) (EQUAÇÃO 01), o cálculo se baseia na razão entre as bandas correspondentes à região do vermelho (banda 4) e infravermelho próximo (banda 5), possibilitando identificar a distribuição da massa foliar no local examinado.

$$NDVI = \frac{\rho_{IV} - \rho_V}{\rho_{IV} + \rho_V} \quad (\text{equação 01})$$

em que ρ_{IV} e ρ_V são, respectivamente, as bandas 5 e 4 do Landsat 8.

Assim, foram geradas as imagens NDVI em tons de cinza, sendo utilizada uma conversão para falsa cor de modo a destacar as diferentes classes de NDVI, conforme tabela 2.

Tabela 2 - Classes de cobertura vegetal

| Classes do NDVI | Intervalo das classes |
|-------------------|-----------------------|
| Sem vegetação | < 0 |
| Vegetação rala | $0 \geq 0,25$ |
| Vegetação esparsa | $0,25 \geq 0,5$ |
| Vegetação densa | > 0,5 |

Fonte: Adaptado de Dos Santos Duarte (2017)

Foram determinadas quatro classes de vegetação na APA Pandeiros (DOS SANTOS DUARTE, 2017) analisadas no intervalo de 2 anos, entre agosto de 2016 a agosto de 2018. As classes foram agrupadas com ausência de vegetação classificadas abaixo ou igual a 0, como água, nuvens e solo exposto, sendo então os valores negativos; para a classe vegetação rala foram estimadas as vegetações rasteiras e pastagens, quanto à classe vegetação esparsa foram determinadas as áreas de regeneração ou sucessão secundária. Por fim, as áreas de florestas foram enquadradas em vegetação densa.

Assim foi feita a poligonização na função *Raster > Converter > Raster para Vetor (poligonizar)* e com o uso da calculadora de atributos foi possível calcular, em hectare, a área de cada classe específica e quantificar sua porcentagem.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

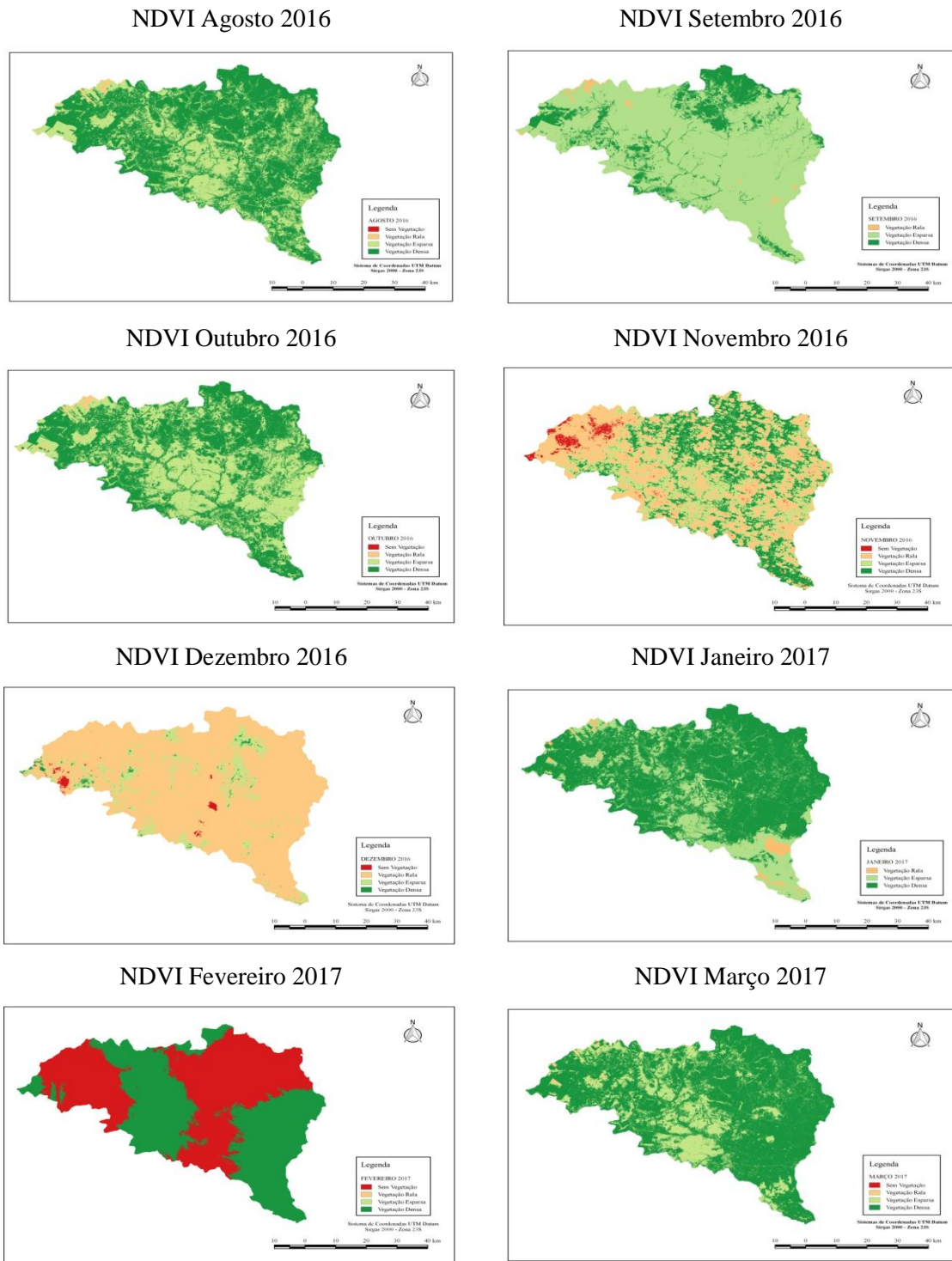
Os meses de novembro e dezembro de 2016, fevereiro, maio, novembro, e dezembro de 2017 e fevereiro, março e abril de 2018 foram desconsiderados do trabalho no cálculo de área, pois possuíam alto índice de cobertura de nuvens (TABELA 3), justificado pela incapacidade de pré-processamento das imagens, o que poderia resultar na distorção da interpretação (FIGURA 1).

Tabela 3 - Cenas com porcentagem de nuvens.

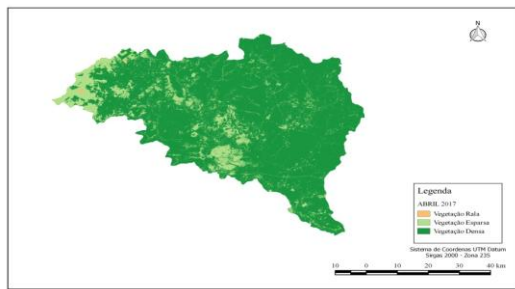
| Meses | 219/70 | 219/71 |
|--------|--------|--------|
| nov/16 | 65.64% | 49.86% |
| dez/16 | 79.92% | 88.39% |
| fev/17 | 67.91% | 72.23% |
| mai/17 | 5.00% | 15.31% |
| nov/17 | 60.72% | 41.95% |
| dez/17 | 52.02% | 81.15% |
| fev/18 | 9.31% | 40.12% |
| mar/18 | 38.60% | 66.52% |
| abr/18 | 5.65% | 18.07% |

Fonte: Do autor, 2018.

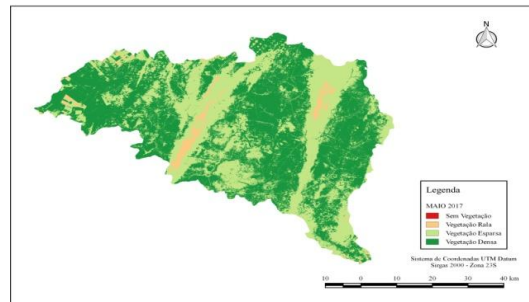
Figura 1 – Classes de NDVI



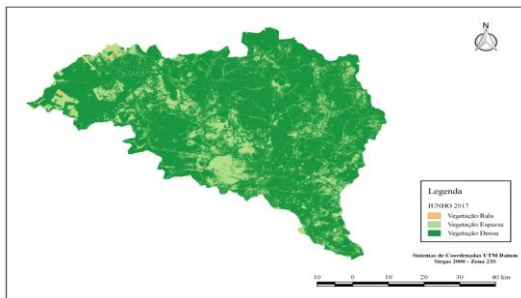
NDVI Abril 2017



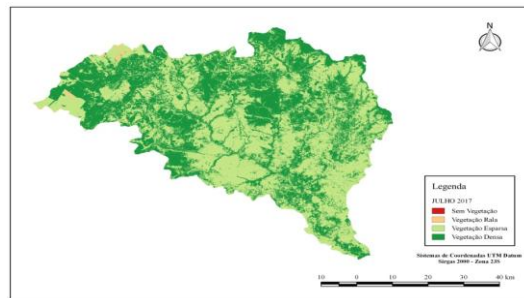
NDVI Maio 2017



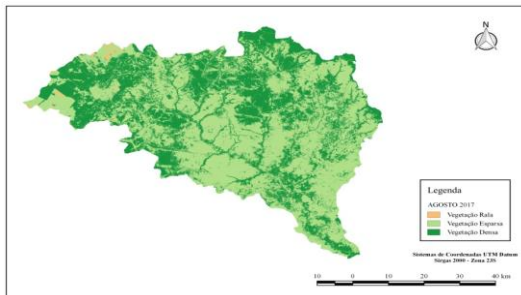
NDVI Junho 2017



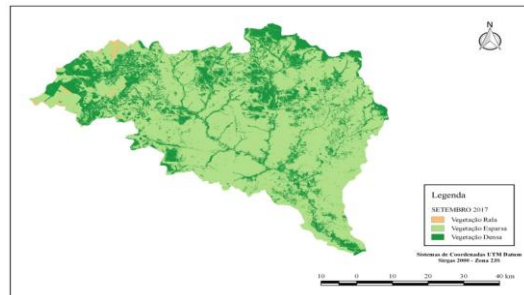
NDVI Julho 2017



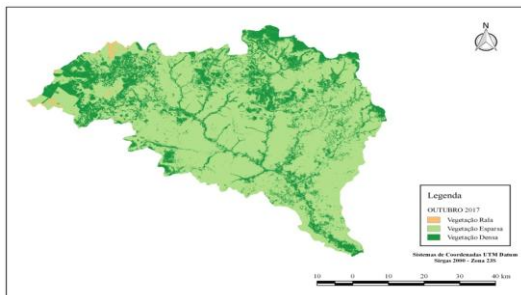
NDVI Agosto 2017



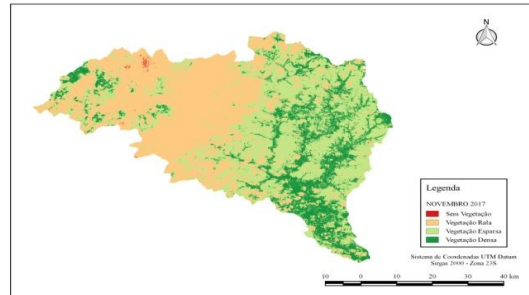
NDVI Setembro 2017



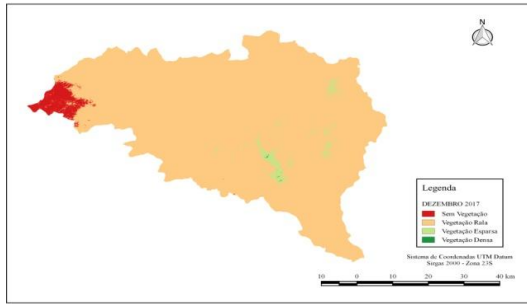
NDVI Outubro 2017



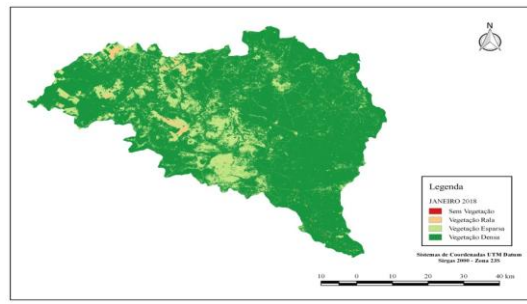
NDVI Novembro 2017



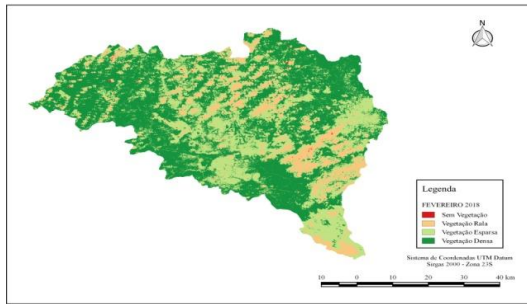
NDVI Dezembro 2017



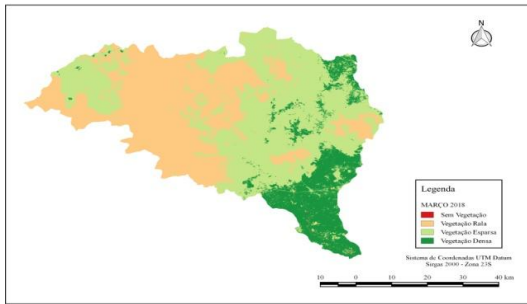
NDVI Janeiro 2018



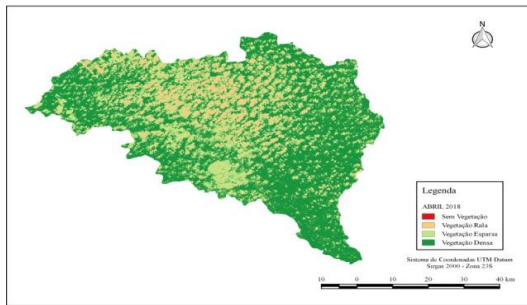
NDVI Fevereiro 2018



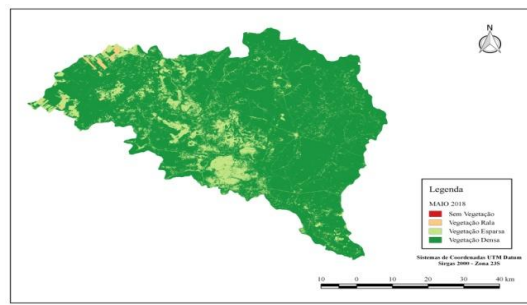
NDVI Março 2018



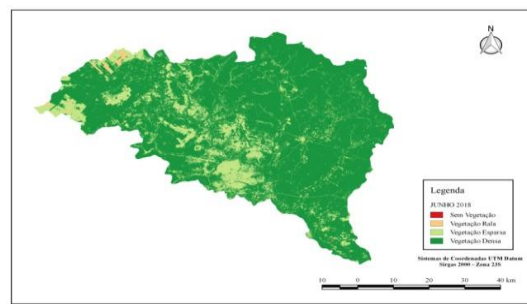
NDVI Abril 2018



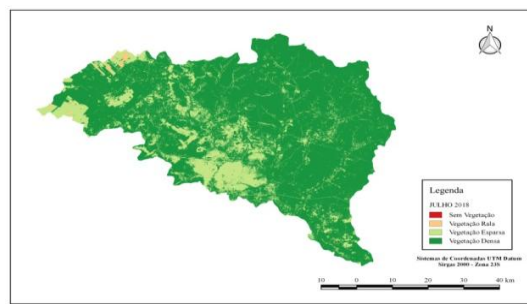
NDVI Maio 2018



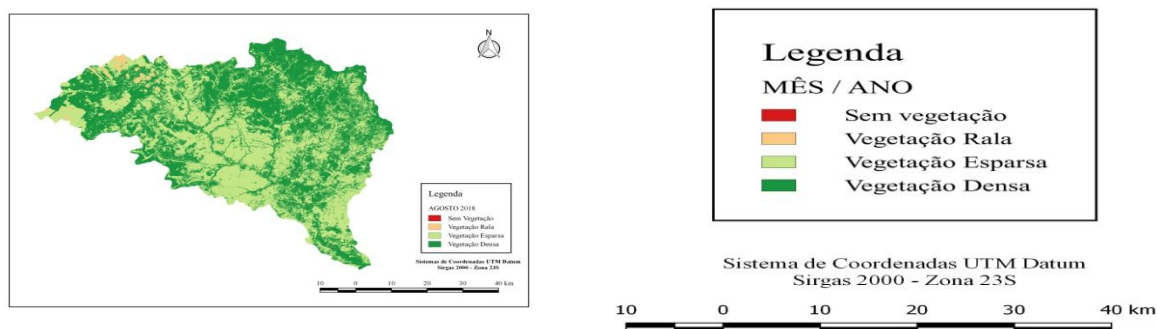
NDVI Junho 2018



NDVI Julho 2018



NDVI Agosto 2018



Fonte: Do autor, 2018.

Segundo Esquerdo (2007), para minimizar a presença de nuvens nas imagens existe a técnica chamada *Maximum Value Composition* (MVC) e que foi inicialmente proposta por NOAA (1983) para atenuar esses efeitos atmosféricos. Em trabalhos com NDVI esse método é feito a partir “de um dado valor máximo de um pixel numa série temporal de imagens e é utilizado para a construção de uma composição máxima” (ESQUERDO, 2007, p. 28). Holben (1983) afirma que com a análise de MVC em produtos de NDVI essa técnica diminui bastante a influência de nuvens em imagens de satélite e minimizando os efeitos de sombra. Ainda, Hochheim e Barber (1998) alegam que pixels contaminados por nuvens causam diferentes tipos de interpretações e expressões no perfil multitemporal de imagens trabalhadas com NDVI, o que distorce a imagem e prejudica completamente sua interpretação.

Ao analisar a APA no total, pode-se observar que a maior parte da área de estudo é composta por vegetação densa (TABELA 4), ou seja, pode considerar que uma boa parte da floresta está conservada, atribuindo de certa forma um aspecto positivo ao rio Pandeiros, a segunda maior classe analisada no local é a de vegetação esparsa, onde podem ocorrer por todo o percurso do rio, e as áreas de vegetação rala, consideradas como pastos, por exemplo, apresentam em menor ocorrência.

Para o mês de agosto 2016 a vegetação densa da APA Pandeiros apresentava uma cobertura de 64,52%, e em agosto de 2018 ocorreu uma redução de 13,29%. A vegetação esparsa aumentou de 34,9% para 47,6%, com um aumento de 49.901 hectares nessa classificação. As áreas de vegetação rala modificaram de 0,57% para 1,15%.

As mudanças na paisagem mostram que houve uma diminuição da cobertura vegetal, resultado de uma supressão de certos locais dentro da APA, a qual ocorreu do seu interior em sentido a borda da área de estudo, resultando em pequenos fragmentos menores.

Nesse período analisado, os resultados mostram que a APA Pandeiros passou por um processo de diminuição da sua área de cobertura vegetal natural, resultado do processo de inserção do homem exercida na região, a práticas de atividades agropecuárias, plantio de eucalipto, assim afetando de forma drástica a biodiversidade local. Dias (2017) relata, em seu trabalho nessa mesma área, que, com a diminuição da percentagem da área coberta por vegetação, encontra-se também um ambiente mais subdividido pela construção de estradas utilizadas para o acesso às comunidades locais e cidades vizinhas, sendo um processo que ocorre por um fator antrópico.

Tabela 4 - Área (ha) de cada classe.

| Meses | Sem vegetação | Vegetação rala | Vegetação esparsa | Vegetação densa |
|--------|---------------|----------------|-------------------|-----------------|
| ago/16 | 7,92 | 2.248,11 | 137.604,00 | 254.006,00 |
| set/16 | 0,18 | 4.079,88 | 318.943,00 | 70.843,00 |
| out/16 | 10,17 | 3.781,00 | 184.696,00 | 205.377,00 |
| jan/17 | 4,95 | 7.889,13 | 102.816,00 | 283.155,00 |
| mar/17 | 45,90 | 2.443,41 | 96.284,40 | 295.092,00 |
| abr/17 | 9,36 | 470,97 | 56.552,80 | 336.883,00 |
| jun/17 | 15,57 | 1.118,79 | 76.478,80 | 316.253,00 |
| jul/17 | 9,90 | 2.042,64 | 209.759,00 | 182.055,00 |
| ago/17 | 8,64 | 1.672,83 | 231.054,00 | 161.130,00 |
| out/17 | 2,61 | 2.516,04 | 291.723,00 | 99.623,90 |
| jan/18 | 69,12 | 3.729,96 | 65.508,60 | 324.558,00 |
| mai/18 | 39,96 | 1.821,6 | 56.766,70 | 335.238,00 |
| jun/18 | 42,30 | 1.921,95 | 67.823,50 | 324.078,00 |
| jul/18 | 29,61 | 1.632,24 | 73.574,00 | 318.630,00 |
| ago/18 | 36,81 | 4.541,94 | 187.505,00 | 201.782,00 |

Fonte: Do autor, 2018.

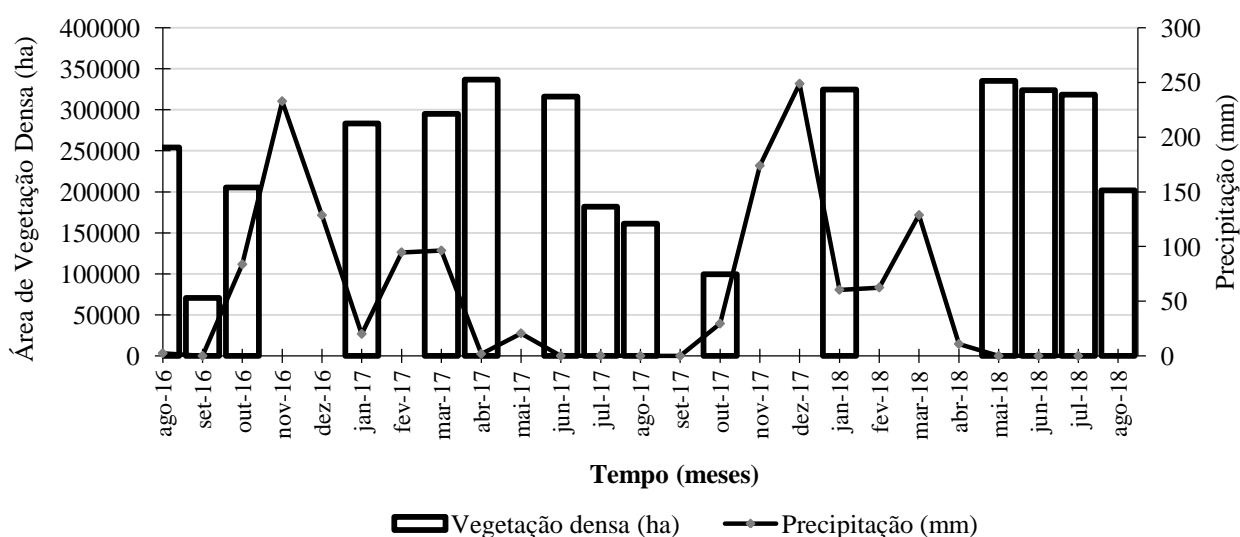
De acordo com as classes de vegetação rala e vegetação esparsa, houve um aumento, o que corrobora esse fato associado a áreas com a ocupação do solo mais exposta, vista que essa mudança é observada nas áreas próximas aos rios e adjacência e na região noroeste da APA, onde se notam áreas de cultura.

Durigan *et al.* (2017) afirmam que tais pressões antrópicas, sobretudo as ligadas às atividades agrícolas, tornam-se ameaças constantes para os remanescentes de vegetação em áreas como essas protegidas por lei, e então para que haja um aumento de propostas conservacionistas.

No gráfico 1 ressalta-se que há maior área de vegetação densa nos meses de maior precipitação, vistos no final de cada ano e nos primeiros trimestres de 2017 e 2018. Para os

meses não listados nos gráficos, principalmente novembro e dezembro, as imagens possuíam um alto valor percentual de nuvens (aproximadamente maiores que 80%), impossibilitando de analisá-las por esses fatores externos do recobrimento de nuvens no céu. Então se discute que tais épocas eram de chuva ocasionando um bom aumento de cobertura vegetal no período à frente.

Gráfico 1 – Área em hectares da vegetação densa e precipitação de agosto/2016 até agosto/2018.



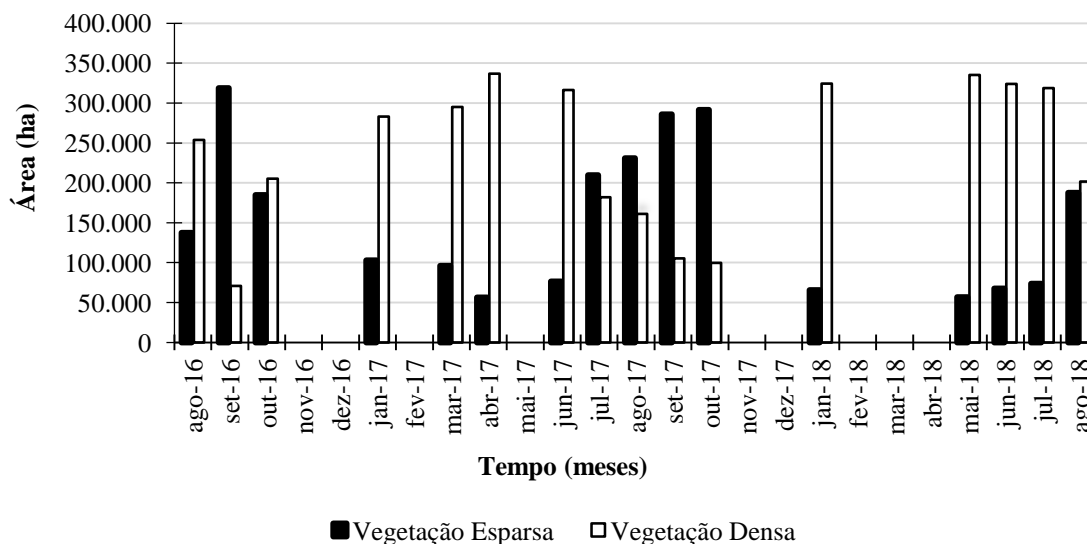
Fonte: Do autor, 2018.

Os maiores meses de precipitação encontram-se no final dos anos de 2016 e 2017, principalmente nos meses de novembro e dezembro, e no ano de 2018. Isso mostra que a vegetação densa nesses períodos está diretamente relacionada com a pluviosidade da região, mostrando a resposta vista no gráfico 1 e nos mapas de NDVI.

Segundo Jardim e De Moura (2018), em trabalhos acerca da precipitação média restritas à APA rio Pandeiros, verificou-se uma precipitação média anual de 898,3 mm, sendo que nos meses de junho a setembro a precipitação não ultrapassou 5 mm, entre 2008 e 2017. Assim, o gráfico 1 mostra que esse período de baixa precipitação está diretamente relacionado com uma diminuição da quantificação de vegetação densa que a APA possui, aproximadamente 100 mil ha, visto que a mesma está inserida em um clima que marca uma maior influência do semiárido, com quatro a cinco meses de seca, podendo chegar a seis meses sem ocorrência de chuvas significativas.

Nos períodos de baixa precipitação, principalmente nos meses de setembro de 2016 e setembro de 2017, verifica-se um baixo valor do cálculo de sua área, o que se infere uma baixa percentagem de cobertura vegetal comparando aos meses de chuva.

Gráfico 2 – Relação da área em hectares da vegetação densa com vegetação esparsa.



Fonte: Do autor, 2018.

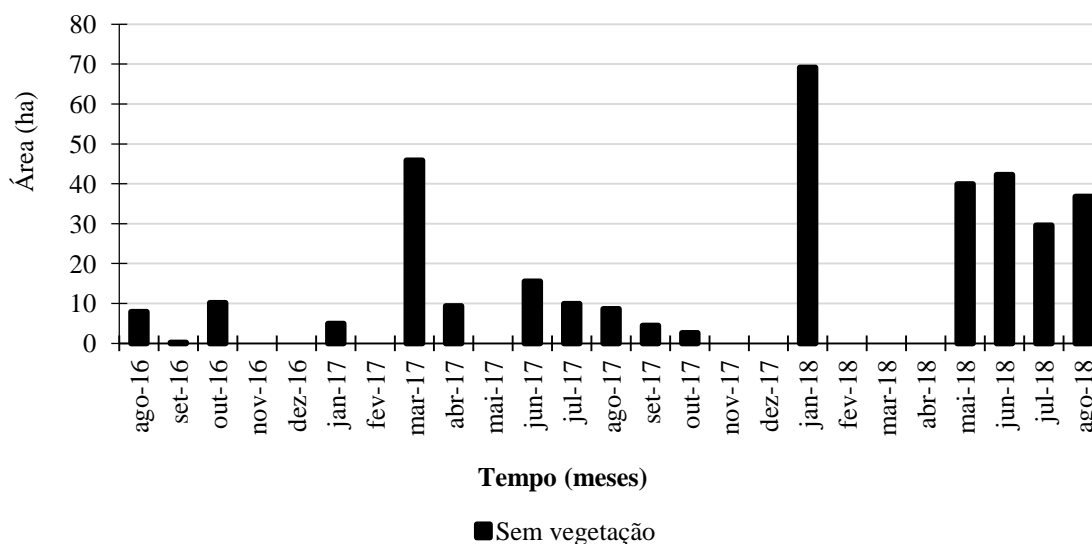
Observa-se no gráfico 2 que a vegetação esparsa está em maior quantidade de área nos meses que há pouca precipitação, nos meses de outubro de 2016, julho 2017 a outubro 2017 e com uma ascensão a partir de julho 2018. Como a classificação vegetação esparsa foi considerada com o NDVI entre 0,25 e 0,5, discute-se que essas áreas possuem pouca cobertura vegetal, uma vez que níveis próximos a 0 são classificados com solo exposto ou baixa quantidade de vegetação, portanto, acontecendo o inverso com a classificação do NDVI para vegetação densa acima de 0,5. O baixo valor vegetativo, expresso pela ausência ou pouca vegetação, mostrou também baixos valores de NDVI em trabalhos realizados nessa mesma área por Fernandes *et al.* (2016).

No gráfico 3 os picos de alta percentagem de área inferem-se que os níveis digitais (ND) classificados como “sem vegetação” foram altos nos períodos de alta precipitação na região, como nos meses de fevereiro 2017 e janeiro 2018, assim o algoritmo está capaz de identificar melhor os níveis de água da área, pois conclui-se que os cursos d’água estão mais visíveis.

Nos outros meses analisados, a discrepância em relação aos picos altos (GRÁFICO 3) pode ser esclarecido de forma que o programa não conseguiu identificar os

cursos d'água como deveriam, e sim como vegetação rala, uma vez que o NDVI para essa classificação está próximo de 0.

Gráfico 3 – Área em hectares sem vegetação de agosto/2016 até agosto/2018.



Fonte: Do autor, 2018.

A área de pântano, assim como as lagoas marginais e a foz do rio têm grande valor socioambiental em qualquer época do ano por toda expansão da APA e nos seus afluentes e Nunes *et al.* (2009) ditam em seu trabalho que essa área possui uma extensão alagável que muda de aproximadamente 3.000 (estação seca) a 5.000 (estação chuvosa) ha por todo ano.

Assim, entende-se que tais área não foram identificadas pelos ND como cursos d'água, pois tal região possui um tipo de vegetação propicia ao local onde recobre os fragmentos da área de rios que enquadram a APA, assim Steffen (2008) afirma que a luz não penetra no alvo ou objeto e responde de forma esperada a energia incidente, em função das suas características biológicas ou físicas ao longo das faixas do espectro eletromagnético.

Os mapas de NDVI admitem a verificação da mudança da vegetação em função das mudanças de estações do ano e as variações climáticas nos períodos de alta ou pouca pluviosidade e Carmo *et al.* afirmam que essas modificações de queimadas na biota da APA podem ser ocasionadas tanto da fragmentação natural como de outras formas mais severas, quando necessário, suspender as atividades turísticas em áreas suscetíveis a queimadas.

No gráfico 3 pode-se inferir que essas áreas propicias a queimadas são quando o solo está quase ou sem nenhum tipo de vegetação, principalmente nos meses de maio a agosto de 2017, o que facilita a ocorrência desse fato. Além disso, mesmo que a atividade turística

espeite as normas e procedimento, as ações antrópicas podem contribuir com esse impacto, dando a grande importância ao monitoramento ambiental de alteração da vegetação através do NDVI.

Faria e Teixeira (2017) falam da possibilidade desses gestores de mapeamento apontarem novas possibilidades de atividades turísticas com técnicas de SIG, indicando novas trilhas e caminhos para a prática de caminhadas ecológicas e atividades em períodos com paisagens mais exuberantes, como cachoeiras e vegetação mais densa, de certa forma, uma paisagem mais viva. A região da APA possui áreas convidativas a incitar o interesse à visitação, com variados roteiros turísticos para locais de ampla beleza natural, principalmente em períodos pós-chuvas (GRÁFICO 1) visto que são épocas propícias a visualização de certas espécies arbóreas para o conhecimento científico ou por lazer, além de visitação de quedas d'água, grutas, cavernas e lapas.

5. CONCLUSÃO

A crítica da mudança temporal da paisagem da APA mostra o quanto vem sofrendo influência das ações do homem, sobretudo a agropecuária de forma desordenada que tem motivado a diminuição da vegetação. Na análise destes 2 anos, o panorama da APA Pandeiros vem mudando e restando poucas áreas com significativo potencial para a conservação.

Estes resultados autenticam a grande importância de medidas cabíveis da fiscalização da área pelos órgãos gestores, associado à população local dependente destes recursos para sobreviver, também aliado com o turismo e atividades de educação ambiental para que entendam a seriedade da conservação desta área e a preservação da biodiversidade local que é rica e diversa.

É importante conseguir realizar propostas apontando à assimilação do conhecimento técnico-científico sobre o Cerrado e áreas de proteção ambiental pelos legisladores e tomadores de decisão, tanto o governo estadual ou organizações não governamentais e assim disseminar o conhecimento sobre a APA rio Pandeiros e sua importância para todos os públicos, com vistas à sustentabilidade vinculada ao ecoturismo.

Esse método utilizado faz com que o ecoturismo alcance uma facilidade de atualização desses dados deixando assim uma interpretação na relação do espaço da APA e as mudanças que dela ocorrem.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. W. L. **Métodos de sensoriamento remoto no mapeamento de veredas na APA Rio Pandeiros**. 2016. 93f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Geociência.

ANDRADE, F. M.; LOURENÇO, R. W. Uso do solo e cobertura vegetal na Bacia Hidrográfica do Rio Una–Ibiúna/SP. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 32, p. 48-60, 2016.

BETHONICO, M. B. M. RIO PANDEIROS: território e história de uma área de proteção ambiental no norte de Minas Gerais. **Acta Geográfica**, v. 3, n. 5, p. 23-38, 2010.

BOLSON, S. B. *et al.* Ecoturismo: contribuições para o desenvolvimento e conservação da APA (Área de Proteção Ambiental) dos Parrachos de Rio do Fogo/RN. **Ciências Sociais Aplicadas em Revista**, v. 15, n. 28, p. 187-204, 2015.

BRAGA, D. P. Análise temporo-espaial do estado de conservação da serra de Maranguape-CE. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 2, p. 1231-1240, 2016.

BRASIL. Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000. **Instituto Sistema de Unidades de Conservação da Natureza**. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm > Acesso em 13 ago.2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA Nº 010** de 14 de dezembro de 1988. Disponível em: < <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res88/res1088.html> > Acesso em: 17 out 2018.

BRASIL. **Ministério do Turismo**. Ecoturismo: orientações básicas. Ministério do Turismo, Secretaria Nacional de Políticas de Turismo, Departamento de Estruturação, Articulação e Ordenamento Turístico, Coordenação Geral de Segmentação. 2. ed. Brasília: Ministério do Turismo, 2008.

CALEGARI, L. *et al.* Análise da dinâmica de fragmentos florestais no município de Carandaí, MG, para fins de restauração florestal. **Revista Árvore**, v. 34, n. 5, p. 871-880, 2010.

CARMO, A. B.; VASCONCELOS, H. L.; ARAÚJO, G. M. Estrutura da comunidade de plantas lenhosas em fragmentos de cerrado: relação com o tamanho do fragmento e seu nível de perturbação. **Revista Brasileira de Botânica**. v. 34, n. 1, p. 31-38, 2011.

CARVALHO, F. M.V.; JÚNIOR, P. M.; FERREIRA, L. G. The Cerrado into-pieces: Habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of central Brazil. *Biological conservation*, **Produção**, v. 142, n. 7, p. 1392-1403, 2009.

CAVALCANTE, R.; SILVA, G. Â. **Apostila de Introdução ao SIG**. 2015. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2015. 38f. Disponível em < <https://www.ufmg.br/proplan/wp-content/uploads/Apostila-de-Introdu%C3%A7%C3%A3o-ao-SIG-Proplan-2015.pdf> > Acesso em: 21 set. 2018.

COSTA, T.C.C.; SOUZA, M.G.; BRITES, R.S. Delimitação e caracterização de áreas de preservação permanente, por meio de um sistema de informações geográficas. 1996, In **Anais VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Salvador, Brasil, 14-19 abril 1996, INPE, p. 121- 127.

COSTA, M. C. C. M.; DIAS, B. **Turismo sustentável nas margens do Tejo-Estudo de aptidão por um sistema de informação geográfica**. 2007. 187f. Mestrado em Ciência e Sistema de Informação Geográfica. Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação da Universidade Nova de Lisboa. Disponível em: < <https://run.unl.pt/bitstream/10362/3618/1/TSIG0023.pdf> > Acesso em: 21 nov. 2018.

DA SILVA BARBOSA, A. H.; DE CARVALHO, R. G.; CAMACHO, R. G. V. Aplicação do NDVI para a Análise da Distribuição Espacial da Cobertura Vegetal na Região Serrana de Martins e Portalegre–Estado do Rio Grande do Norte. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 33, p. 128-143, 2017.

DA SILVA SANTOS, E. *et al.* Desenvolvimento sustentável e o ecoturismo em Unidades de Conservação: discussões sobre o Parque Estadual do Jalapão (TO). **Revista Brasileira de Ecoturismo**. São Paulo, v.8, n.5, nov – 2015/jan - 2016, p. 579-596.

DE ALMEIDA, D. N. O. *et al.* Uso e cobertura do solo utilizando geoprocessamento em municípios do Agreste de Pernambuco. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 4, n. 1, p. 058-068, 2018.

DE PAULA, K. M. M.; DA SILVA, G. S. Crescimento urbano na APA de Santa Rita nos anos de 1985 e 2014, Alagoas-Brasil. **Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-ALAGOAS**, v. 2, n. 3, p. 21-29, 2015.

DIAS, L. C. C.; MOSCHINI, L. E.; TREVISAN, D. P. A Influência das Atividades Antrópicas na Paisagem da Área de Proteção Ambiental Estadual do Rio Pandeiros, MG-Brasil. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 6, n. 2, p. 85-105, 2017.

DOS SANTOS, D. N. *et al.* Análise comparativa do Ndvi com a implantação da SP-21 (Rodoanel): Série histórica para 1985-2010. **South American Development Society Journal**, v. 3, n. 08, p. 50-61, 2017.

DOS SANTOS DUARTE, J. F.; RAMOS, A. J. R.; MACIEL, M. N. M. Avaliação da cobertura vegetal em áreas de preservação permanente em Mojuí dos Campos–PA através do Ndvi, **Revista Seminário Estadual de Águas e Florestas**, Belém, PA, v.1, n.1, 229f, 2017.

ESQUERDO, J. C. D. M. *et al.* **Utilização de perfis multi-temporais do NDVI/AVHRR no acompanhamento da safra de soja no oeste do Paraná**. 2007. 186f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas-SP, 2007.

FARIA, E.; TEIXEIRA, M. Contribuições da Geografia e do Sensoriamento Remoto como ferramenta auxiliar no planejamento espacial do Turismo, um estudo de caso sobre o Parque Nacional da Serra do Cipó-MG. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v.39, n.2, Mai - Ago, p. 285 – 298, 2017.

FERNANDES, A. C. G. *et al.* Utilização de intervalos de índices de vegetação e temperatura da superfície para detecção de queimadas. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 2, p. 30-40, 2016.

FIGUEIREDO, D. **Conceitos Básicos de Sensoriamento Remoto**. Apostila de Sensoriamento Remoto. 2005. 32f. Disponível em: < http://www.andersonmedeiros.com/wp-content/uploads/2013/04/conceitos_sm.pdf > Acesso em: 21 de nov. 2018.

FILHO, J. L.; IOCHPE, C. **Introdução a sistemas de informações geográficas com ênfase em bando de dados**. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. 1996. 54p. Disponível em: < https://www.researchgate.net/profile/Jugurta_Lisboa_Filho/publication/228591435_Introducao_o_a_Sistemas_de_Informacoes_Geograficas_com_Enfase_em_Banco_de_Dados/links/0912f505b6bc13b41d000000/Introducao-a-Sistemas-de-Informacoes-Geograficas-com-Enfase-em-Banco-de-Dados.pdf > Acesso em: 22 nov. 2018.

FONSECA, E. L. *et al.* NDVI aplicado na detecção de degradação de pastagens cultivadas. **Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia**, n. 35, 2018.

FONSECA, D. F.; NASCIMENTO, F.; MIRANDA, W. Uso de Geotecnologias para caracterização espacial da Bacia Hidrográfica do Pandeiros-MG como subsídio para estudos de impacto ambiental. Curitiba. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, p. 5694-5699, 2011.

GAMARRA, R. M. *et al.* **Uso do NDVI na análise da estrutura da vegetação e efetividade da proteção de unidade de conservação no cerrado**. Raega-O Espaço Geográfico em Análise, v. 37, p. 307-332, 2016.

HOCHHEIM, K. P.; BARBER, D. G. Spring wheat yield estimation for Western Canada using NOAA NDVI data. **Canadian journal of remote sensing**, v. 24, n. 1, p. 17-27, 1998.

HOLBEN, B. N. Characteristics of maximum-value composite images from temporal AVHRR data. **International journal of remote sensing**, v. 7, n. 11, p. 1417-1434, 1986.

INMET, **Instituto Nacional de Meteorologia**, 2018. Disponível em < <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas> > Acesso em: 20 nov. 2018.

JARDIM, C. H.; DE MOURA, F. P. Variações dos totais de chuvas e temperatura do ar na bacia do rio pandeiros, norte do estado de minas gerais-brasil: articulação com fatores de diferentes níveis escalares em área de transição climática de cerrado para semiárido. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba-PR, v. 1, 22f, 2018.

JENSEN, J. R., **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestre**. Tradução: José Carlos Neves Epiphanyo (coordenador) *et al.* São José dos Campos, SP: Parêntese, 2009.

LEITE, A. P.; SANTOS, G. R.; SANTOS, J. E. O. Análise temporal dos índices de vegetação NDVI e SAVI na Estação Experimental de Itatinga utilizando imagens Landsat 8. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 6, n. 4, p. 606-623, 2017.

LIU, W. T. H. **Aplicações de sensoriamento remoto**: 2ª edição. Campo Grande, 2006. UNIDERP. 908f. Disponível em: < <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=YNEtCQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT811&dq=Aplica%C3%A7%C3%B5es+de+sensoriamento+remoto&ots=vxeluYMDRo&sig=h49fsjlKnOnMHqPv0Oj7PO7y5KY#v=onepage&q=Aplica%C3%A7%C3%B5es%20de%20sensoriamento%20remoto&f=false> >. Acesso em: 20 nov. 2018.

MATIAS, J. F. G.; STRECK, L.; AGUILAR, D. D. Geração de mapas de produtividade de milho (*Zea mays*) com índice de vegetação NDVI de imagens Landsat 8. XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), João Pessoa-PB. **Anais**, São José dos Campos: INPE, p. 157-162, 2015.

NUNES, Y. R. F. *et al.* **Pandeiros: o pantanal mineiro**. MG. Biota, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 4-17, 2009.

PESSOA, O. A. A.; BAPTISTA, G. M. M.; MENESES, T. A. P. R. Monitoramento da refletância espectral após extinção do fogo e uma proposta para a detecção de áreas queimadas em vegetação campestre de cerrado. **Revista Brasileira de Cartografia**. Rio de Janeiro, nº67/6, p. 1131-1143, 2015.

RODRIGUES, T. W. P. *et al.* Delineamento amostral em reservatórios utilizando imagens Landsat-8/OLI: um estudo de caso no reservatório de Nova Avanhandava (Estado de São Paulo, Brasil). **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 22, n. 2, p. 304 – 323, abr – jun 2016.

ROUSE, J. W. *et al.* **Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of natural vegetation**. Sep. 1972 – Mar. 1973. (Texas A&M Univ.). 120f. Disponível em: < <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19730017588.pdf> > Acesso em: 22 nov. 2018.

ROQUETTE, J. G. Distribuição da biomassa no cerrado e a sua importância na armazenagem do carbono. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 3, p. 1350-1363, 2018.

SEIXAS, S. S. G. *et al.* **O uso e a ocupação da terra e a fisionomia da paisagem dos sistemas hídricos da terra firme da Área de Proteção Ambiental de Nhamundá no Amazonas**. 2018. 191f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018. Disponível em: < https://bdtd.ufam.edu.br/bitstream/tede/6624/5/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Silvio%20Seixas > Acesso em: 22 nov. 2018.

SILVA, F. A. **Avaliação temporal da variação da cobertura vegetal pela ação do fogo no município de Lábrea (AM)**. 2018. 73f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Engenharia Florestal) - Universidade do Estado do Amazonas. Centro De Estudos Superiores De Itacoatiara, Itacoatiara, 2017.

STEFFEN, C. A. **Introdução ao sensoriamento remoto**. São Paulo, 2008. 44f. Disponível em: < <http://www3.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/educasere/apostila.htm> > Acesso em: 18 nov. 2018.

SAITO, N. S. *et al.* Uso da geotecnologia para análise temporal da cobertura florestal. **Revistas Científicas de América Latina y el Caribe**. Cerne, v. 22, n. 1, p. 11-18, 2016.

TEMOTEO, J. A. G.; BRANDÃO, J. M. F.; CRISPIM, M. C. Turismo e Sustentabilidade em Unidades de Conservação: Um Estudo sobre as Alternativas de Emprego e Renda na Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape-PB. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade-GeAS**, v. 7, n. 1, p. 43-61, 2018.

ULLMANN, J. D. **Análise multitemporal do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio marrecas no período de 1970-2015**. 2015. 49f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2015.

USGS. **Geological Survey / Serviço de Levantamento Geológico Americano (2013), EUA**. Disponível em <<http://landsat.usgs.gov>> Acesso em: 07 nov. 2018.

VIEGA, J. F. V. *et al.* **Avaliação das mudanças de cobertura vegetal de áreas ribeirinhas na bacia do Rio Vacacaí Mirim**. 2017. 104f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Maria, 2017. Disponível em: < https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/12300/DIS_PPGEA_2017_VIEGA_JULIANA.pdf?sequence=1&isAllowed=y > Acesso em: 19 nov. 2018.