

Análise temporal do NDVI como ferramenta para o planejamento do ecoturismo na APA do Rio Pandeiros, norte de Minas Gerais

Borges Marfrann Dias Melo¹, Paulo Ricardo Santos Miranda², Thais Sales Gonçalves³, Adriana Leandra de Assis⁴, Christian Dias Cabacinha⁵, Gustavo Eduardo Marcatti⁶, Renato Vinícius Oliveira Castro⁷, Carlos Alberto Araújo Júnior⁸

Resumo

O turismo ecológico tem se mostrado capaz de melhorar o entendimento da população acerca dos benefícios da conservação ambiental. Para que isso seja feito, é necessário dar condições adequadas ao visitante, de maneira que a experiência vivida seja a melhor possível. Neste sentido, a gestão de unidades de conservação passa pelo planejamento minucioso acerca dos melhores períodos para visitação. Assim, objetivou-se analisar o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada para a APA do Rio Pandeiros de modo a contribuir para o planejamento do ecoturismo no local. Foram consideradas imagens do satélite Landsat-8 obtidas mensalmente entre agosto de 2016 e agosto de 2018. Os dados foram processados utilizando-se o *software* QGIS e os resultados foram correlacionados com o regime pluviométrico da região. Foi possível observar uma estreita relação entre a condição da vegetação e a quantidade de chuva ocorrida. Para o período de junho a outubro, há maior concentração de vegetação mais esparsa e para os meses de dezembro até abril há maior concentração de vegetação densa, nos dois períodos analisados. Conclui-se que é possível utilizar o índice de vegetação por diferença normalizada para indicar períodos de visitação turística no local, permitindo um planejamento de viagem que atenda as demandas do visitante em relação às cenas paisagísticas que serão contempladas.

Palavras-chave: Geoprocessamento. Análise de Vegetação. Sistema de Informação Geográfica.

NDVI temporal analysis as a tool for ecotourism planning in the Pandeiros River EPA, norte de Minas Gerais

Abstract

Ecotourism can be considered as a tool to teach people about environmental conservation. It is necessary to create conditions to visitants in conservation units in order to improve their experience. In this way, the conservation unit management needs to plan the activities carefully, mainly about the visitation periods. This paper evaluates the normalized difference vegetation index for the Environmental Preservation Area of the Pandeiro's River in order to contribute to the ecotourism planning. It was considered Landsat images obtained monthly since 2016 August to

Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Agrárias - Montes Claros, MG. Brasil

¹<https://orcid.org/0000-0001-7272-5674>

Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Agrárias - Montes Claros, MG. Brasil

²<https://orcid.org/0000-0003-2305-2244>

Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Agrárias - Montes Claros, MG. Brasil

³<https://orcid.org/0000-0003-2053-7094>

Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Agrárias - Montes Claros, MG. Brasil

⁴<https://orcid.org/0000-0002-0723-6935>

Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Agrárias - Montes Claros, MG. Brasil

⁵<https://orcid.org/0000-0002-8148-083X>

Universidade Federal de São João del-Rei. Campus Sete Lagoas - Sete Lagoas, MG. Brasil.

⁶<https://orcid.org/0000-0003-1455-4859>

Universidade Federal de São João del-Rei. Campus Sete Lagoas - Sete Lagoas, MG. Brasil.

⁷<https://orcid.org/0000-0001-9018-7793>

Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Agrárias - Montes Claros, MG. Brasil

⁸<https://orcid.org/0000-0003-0909-8633>

*Autor para correspondência: araujocaj@gmail.com

Recebido para publicação em 27 de junho de 2019. Aceito para publicação em 08 de setembro de 2019.

e-ISSN: 2447-6218 / ISSN: 2447-6218 / © 2009, Universidade Federal de Minas Gerais, Todos os direitos reservados.

2019 August. Data were processed by QGIS software and the results were correlated with the monthly precipitation. It was possible to observe that there is a sensible relationship between vegetation condition and amount of rain. For the period between June and October, there is more sparse vegetation and for the months between December and April there is more dense vegetation. It was possible to conclude that the normalized difference vegetation index can be applied to indicate visitation periods for the local studied.

Keywords: Geoprocessing. Vegetation analysis. Geographic Information System.

Introdução

A vegetação representa um identificador importante das condições ambientais e colabora para a conservação da biodiversidade de uma região. Ela promove uma redução no transporte de sedimentos para os cursos d'água e um aumento na proteção do solo. Na sua ausência, há uma menor retenção de água das chuvas nos solos e uma maior velocidade de escoamento desta.

Apesar dos benefícios da vegetação, sobretudo a natural, o processo de antropização da paisagem tem se intensificado, o que gera ambientes pouco diversificados (Calegari *et al.*, 2010; Saito *et al.*, 2016) e com elevado risco de prejuízo aos componentes ambientais. 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 (Roquette, 2018). Para que tal cenário seja revertido, é fundamental o conhecimento acerca da cobertura vegetal e da estrutura da paisagem (Saito *et al.*, 2016). Isso proporciona um melhor monitoramento do ambiente e um planejamento adequado para ações de melhoria das condições locais, o que inclui, por exemplo, os trabalhos de educação ambiental e aprimoramento do turismo sustentável e conservacionista (Mendes *et al.*, 2016).

Nesse sentido, pode-se trabalhar com dados de sensoriamento remoto para visualizar, detectar, mapear e quantificar os alvos de interesse da superfície terrestre (Souza *et al.*, 2007), tais como a cobertura vegetal e as atividades antrópicas. Assim, o sensoriamento remoto torna-se uma tecnologia importante por fornecer dados atuais com um custo relativamente baixo, o que facilita a análise de parâmetros físicos e biológicos de ocupação do solo (Almeida *et al.*, 2018). Adicionalmente, ela 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 (Santos *et al.*, 2017).

Uma das saídas das análises de dados orbitais obtidos por sensoriamento remoto é o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), sendo importante para avaliar as características da vegetação para um local de interesse (Saito *et al.*, 2016; Santos *et al.*, 2017; Leite *et al.*, 2018). Proposto por Rouse *et al.* (1973), ele é usado para uma infinidade de aplicações, dentre elas, na avaliação das atividades de mudança no ambiente natural, o que permite comparações temporais desses

perfis, assim como aplicar técnicas de séries temporais para analisar a cobertura vegetal. (Santos *et al.*, 2017).

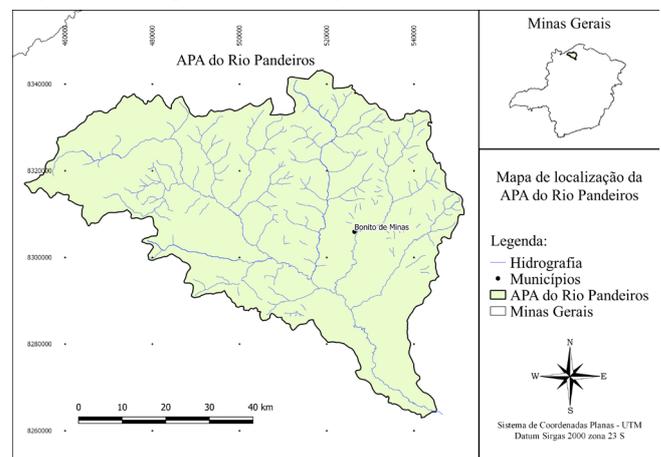
Dessa maneira, o presente estudo busca utilizar o sensoriamento remoto com o intuito de mostrar a sua potencialidade como tecnologia de auxílio ao planejamento do ecoturismo, indicando datas oportunas para visitação de locais turísticos na Área de Proteção Ambiental (APA) do Rio Pandeiros, no norte de Minas Gerais.

Material e métodos

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 (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de localização da APA do Rio Pandeiros



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

Imagens de satélite

As imagens utilizadas neste trabalho são oriundas do sensor *Operational Land Imager* (OLI) a bordo do satélite Landsat-8, com resolução espacial 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 imagens foram adquiridas gratuitamente do site do *United States Geological Survey* (USGS), acessado pela plataforma Earth Explorer (<http://earthexplorer.usgs.gov/>), e correspondem às cenas/órbitas 219/70 e 219/71. 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 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 por diferença normalizada em distintos regimes pluviométricos.

Pré-processamento das imagens

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 de código aberto 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.

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. Foi criado um mosaico das cenas de modo a compor uma única imagem que abrangesse toda a APA.

Índice de Vegetação por Diferença Normalizada

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) (Eq. 1), 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.

$$NDVI = \frac{\rho_{IV} - \rho_V}{\rho_{IV} + \rho_V} \quad (\text{Eq. 1})$$

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 (Tabela 1). Foram determinadas quatro classes de vegetação na APA Pandeiros a partir de uma adaptação do trabalho de Araújo *et al.* (2009), sendo elas: Classe I, representando áreas que possuem água, nuvens e solo exposto; Classe II para a vegetação rala, a exemplo da vegetação rasteira e de pastagens; Classe III para vegetação esparsa, sendo exemplos as áreas de regeneração ou sucessão secundária; e Classe IV para as áreas de vegetação mais densa.

Tabela 1 – Classes de cobertura vegetal para cada intervalo de valores de NDVI

Classe	Intervalo de valores
I	-1,00 - 0,00
II	-0,00 - 0,25
III	-0,25 - 0,50
IV	-0,50 - 1,00

Com a criação do raster de NDVI para cada mês, os mesmos foram convertidos para vetores, de maneira a calcular a área de cada classe e quantificar sua porcentagem em relação à ocupação da área da APA. Avaliou-se a correlação entre os percentuais de área de cada classe com a precipitação do mês corrente e com a do mês imediatamente anterior.

Resultados e discussão

As estimativas para o valor de NDVI ficaram comprometidas em função da ocorrência de nuvens em grande parte das cenas para os períodos de novembro (57,75%) e dezembro (84,16%) de 2016, fevereiro (70,07%), maio (10,16%), novembro (51,34%) e dezembro (66,59%) de 2017 e fevereiro (24,72%), março (52,56%) e abril (11,86%) de 2018 (Figura 2 e Figura 3). Em função disso, as mesmas foram desconsideradas das análises seguintes. As demais cenas possuíam menos que 10,00% da área com ocupação por nuvens.

Figura 2 – Imagens representando as classes de condição da vegetação da APA do Rio Pandeiros em função dos valores de NDVI para o primeiro ano de análise

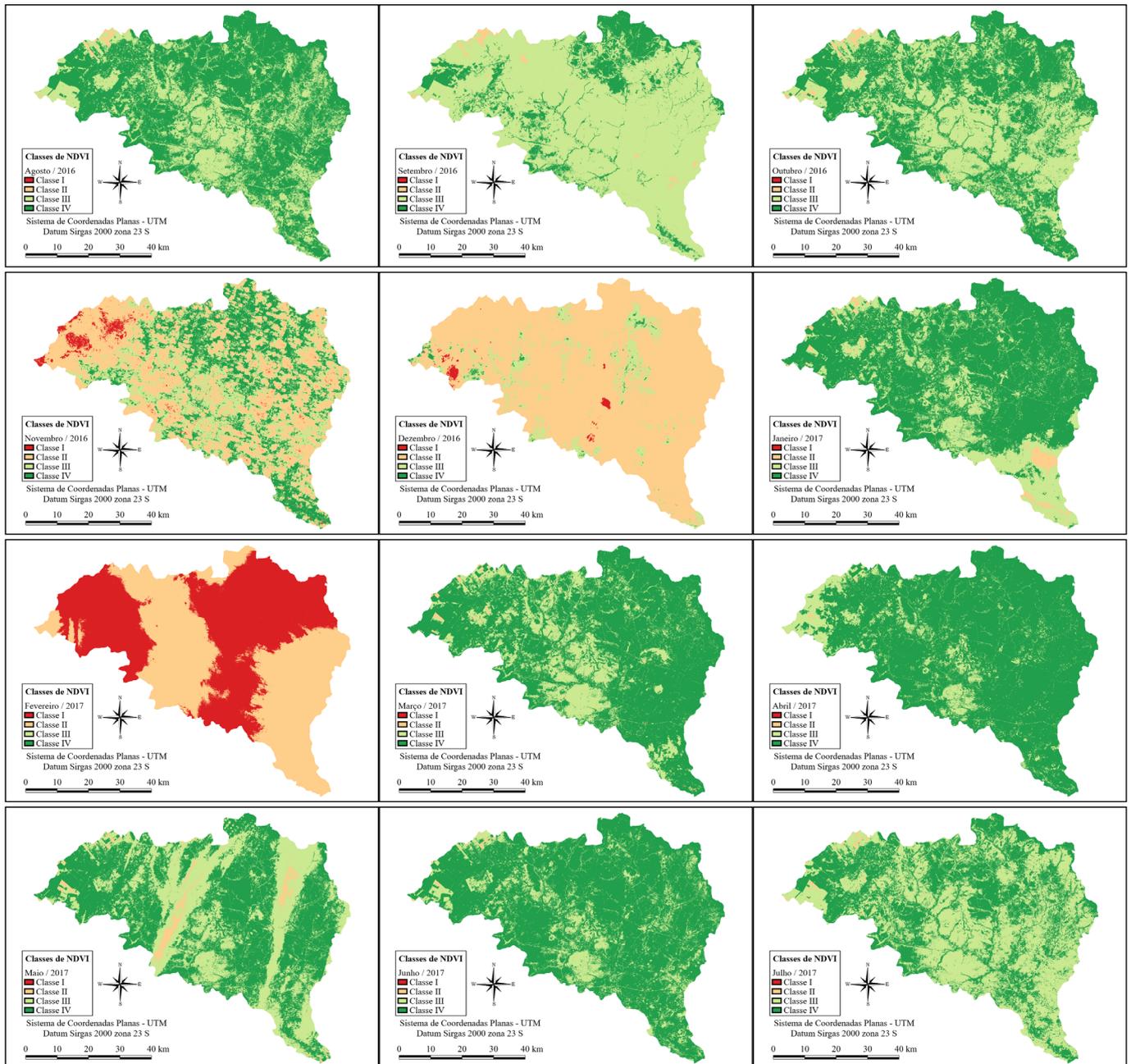
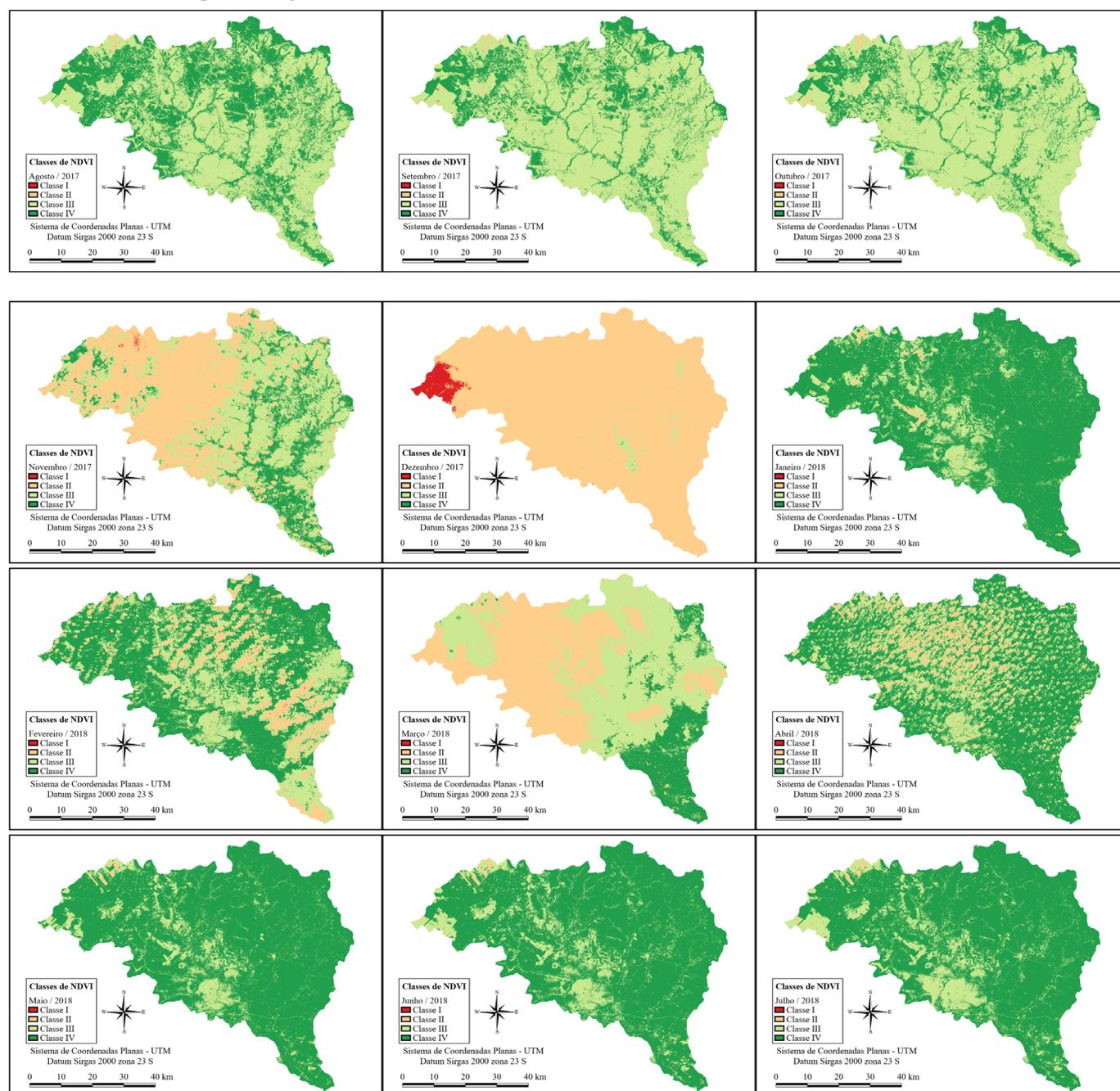


Figura 3 – Imagens representando as classes de condição da vegetação da APA do Rio Pandeiros em função dos valores de NDVI para o segundo ano de análise

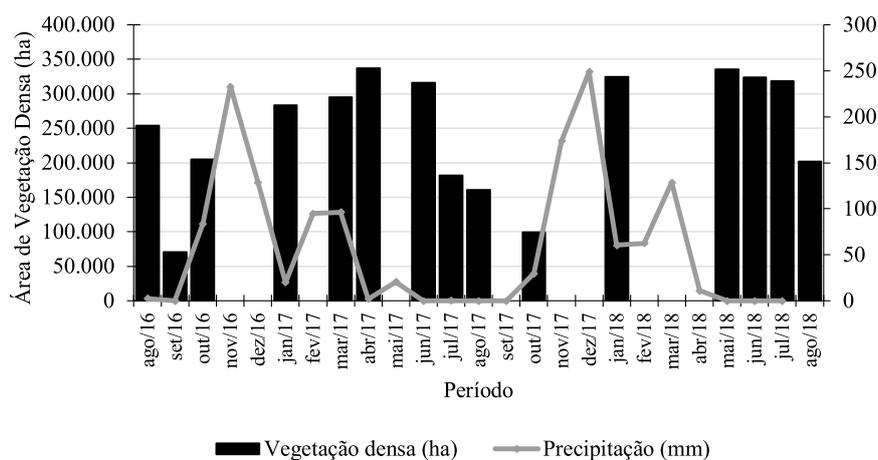


A presença de nuvens está relacionada com a quantidade de precipitação registrada nas estações climatológicas analisadas (Figura 4). Assim, pode-se inferir que o aumento na proporção de vegetação mais densa nas situações descritas acima tem como causa fundamental a ocorrência de chuvas na região, o que faz com que a vegetação tenha condições para produzir mais folhas.

Segundo Jardim e 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, pode-se considerar que esse período de baixa precipitação está

diretamente relacionado com uma diminuição da quantificação de vegetação densa que a APA possui (Figura 4). Isso é destacado para o mês de setembro de 2017 e setembro de 2018. Tal resposta da vegetação à diminuição no índice de chuvas está relacionada com o fato de que a mesma está inserida em um clima que marca uma maior influência do semiárido, com quatro a seis meses de seca. Ainda, há o efeito das características dos solos da região, os quais, em sua maioria, possuem textura arenosa (Oliveira, 2013) e não possuem capacidade de armazenamento de água.

Figura 4 – Área em hectares da vegetação densa e precipitação mensal para o período de agosto de 2016 até agosto de 2018



Ainda que as áreas ocupadas pelas diferentes classes de vegetação ao longo dos meses sofram elevada influência da precipitação ocorrida, nota-se que há um padrão em relação à predominância das classes III e IV sobre as classes I e II para todos os períodos analisados. Observa-se que a maior parte da área de estudo é composta por vegetação densa (Classe IV) (Tabela 2). Isso é um indicativo do grau de conservação do estrato florestal da APA, fato reforçado pelo fato de o NDVI é um bom

indicador da biomassa florestal em florestas decíduas e secas (Freitas *et al.*, 2005), semelhantes à realidade encontrada na APA do Rio Pandeiros. Nos períodos de seca, as áreas de vegetação mais densa se concentram ao longo dos cursos d'água e parte de sua extensão é substituída pela vegetação pertencente à Classe III (vegetação esparsa). Essa é a segunda maior classe encontrada no local.

Tabela 2 – Percentual da área total para cada classe de cobertura do solo de acordo com os valores de NDVI em cada período analisado

Ano	Mês	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV
2016	08	0.0020%	0.5708%	34.9368%	64.4905%
	09	0.0000%	1.0359%	80.9775%	17.9866%
	10	0.0026%	0.9600%	46.8933%	52.1441%
	11	-	-	-	-
	12	-	-	-	-
2017	01	0.0013%	2.0030%	26.1044%	71.8914%
	02	-	-	-	-
	03	0.0117%	0.6204%	24.4460%	74.9220%
	04	0.0024%	0.1196%	14.3566%	85.5215%
	05	-	-	-	-
	06	0.0040%	0.2841%	19.4175%	80.2945%
	07	0.0025%	0.5186%	53.2564%	46.2225%
	08	0.0022%	0.4247%	58.6632%	40.9099%
	09	-	-	-	-
	10	0.0007%	0.6388%	74.0666%	25.2939%
	11	-	-	-	-
	12	-	-	-	-

Continua

Ano	Mês	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV
2018	01	0.0175%	0.9470%	16.6322%	82.4032%
	02	-	-	-	-
	03	-	-	-	-
	04	-	-	-	-
	05	0.0101%	0.4625%	14.4127%	85.1147%
	06	0.0107%	0.4880%	17.2200%	82.2813%
	07	0.0075%	0.4144%	18.6800%	80.8981%
	08	0.0093%	1.1532%	47.6063%	51.2312%

Houve correlação positiva entre a precipitação e o percentual de área das classes I, II e IV (Tabela 3). Já para a classe III a correlação foi negativa. Para todos os casos, os valores foram maiores, em módulo, para a correlação considerando a precipitação no mês anterior. Para a classe I, o resultado pode ser explicado pelo aumento das áreas alagadas durante o período de chuvas. Para a classe IV, há uma elevada correlação entre a precipitação do mês

anterior com a área ocupada pela vegetação mais densa, o que indica uma resposta das plantas à disponibilidade hídrica proporcionada pelas chuvas. A correlação negativa para a classe III indica que o aumento na precipitação faz com que a vegetação inicialmente esparsa se torne mais densa a medida em que há disponibilidade de água, diminuindo a proporção de área nessa classe.

Tabela 3 – Correlação de Pearson entre precipitação e percentual de área ocupada por cada classe de NDVI

Período de precipitação	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV
Mês atual	33,34% ^{ns}	22,99% ^{ns}	-6,10% ^{ns}	5,59% ^{ns}
Mês anterior	49,53%*	31,29% ^{ns}	-45,25%*	44,41%*

*indica correlação significativa à 15% de probabilidade. ns indica correlação não significativa.

Durante o período de maior disponibilidade hídrica, as áreas da classe III (vegetação esparsa) se concentram em locais com indicativo de presença de pastagens. Tal avaliação foi feita comparando os resultados deste trabalho com os mapas elaborados por [Leite et al. \(2018\)](#). Em seu trabalho, os autores indicam as diferentes classes de uso e ocupação do solo na APA do Rio Pandeiros, sendo a parte oeste a que possui maior concentração de áreas de pastagem e uso antrópico.

De acordo com Nunes *et al.* (2009), a área de alagamento do pântano do rio Pandeiros varia de tamanho em função do período do ano, sendo aproximadamente igual a 3.000 ha na época seca e 5.000 ha na época chuvosa. Apesar de possuir uma área considerável, não houve indicação de áreas com NDVI menores que zero em igual extensão. Isso pode ser explicado por dois fatores, sendo o primeiro a resolução espacial das imagens utilizadas, não captando a largura de maior parte dos corpos d'água, e o segundo pela interferência da vegetação existente nas áreas alagadas, tal como citado por Sales *et al.* (2013) acerca das macrófitas flutuantes que são detectáveis no período de máxima inundação. Sendo assim, não foi possível avaliar o avanço das áreas de alagamento ao longo dos meses pelo índice de vegetação considerado.

Nesse caso, pela importância que as áreas alagadas possuem para o potencial turístico da região, é

necessário que novos trabalhos, com uso de imagens de maior resolução espacial, sejam realizados para que haja um melhor mapeamento do comportamento do avanço das águas ao longo dos meses, a exemplo do NDWI (Normalized Difference Water Index).

A utilização do NDVI para planejamento e avaliação das atividades de ecoturismo já foi considerada em outros estudos, a exemplo dos trabalhos de [Faria e Teixeira \(2017\)](#) e [Picharillo e Ogashawara \(2013\)](#). Os primeiros mencionam que tal índice permite que gestores de parques florestais possa avaliar o impacto dos turistas nas áreas de visitação, além de permitir que áreas suscetíveis às queimadas possam ter as atividades suspensas em períodos mais críticos.

Tais considerações podem ser aplicadas para o gerenciamento da APA do Rio Pandeiros no tocante às atividades de ecoturismo. Ao avaliar as Figuras 2 e 3, pode-se notar uma maior área composta por vegetação mais esparsa nos meses de julho até outubro, nos dois anos avaliados, que coincide com o período de seca na região (Figura 4). Isso indica a necessidade de se reforçar a vigilância em relação aos possíveis focos de incêndio no local e uma melhor orientação dos turistas quanto aos riscos da utilização do fogo durante a visitação à unidade de conservação, principalmente nas áreas mais distantes dos corpos d'água.

Outro aspecto relevante da utilização do NDVI é possibilidade de indicação de períodos de visitaç o tur stica no tocante ao aspecto da vegeta o. Demandas tur sticas estão relacionadas com o que Neiman et al. (2011) definem como Imagem de Destino, a qual corresponde a percep o do turista em rela o aos ganhos obtidos com a viagem e que e constru da a partir das informa es sobre os locais de destino. Nesse sentido, a es de divulga o do ecoturismo na região podem ser mais efetivas se houver um relacionamento entre o per odo do ano e as paisagens que serão observadas pelo turista. Avaliando-se as Figuras 2 e 3 e poss vel definir os per odos de dezembro até abril como sendo aquele cuja vegeta o estara mais vigorosa. Já o per odo de junho a outubro e aquele cuja vegeta o estara mais seca.

Conclusão

Diante dos resultados encontrados, e poss vel concluir que:

- a vegeta o na APA do Rio Pandeiros sofre grande influ ncia do regime pluviom trico;

- há uma distin o evidente entre a cobertura da vegeta o ao longo dos meses;

- as cenas paisag sticas observadas pelos turistas variam em fun o da epoca de visita o da APA;

- o  ndice de vegeta o por diferen a normalizada pode auxiliar gestores de unidades de conserva o quanto ao planejamento das atividades de ecoturismo.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Universidade Federal de Minas Gerais e a Funda o de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais pelo apoio t cnico e financeiro.

Financiamento

O trabalho foi financiado com recursos da chamada FAPEMIG 11/2016 - Sustentabilidade da Bacia do Rio Pandeiros, processo n mero APQ-04498-16.

Refer ncias

- Almeida, J. W. L. 2016. M todos de sensoriamento remoto no mapeamento de veredas na APA Rio Pandeiros. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 93 f. Disserta o Mestrado.
- Almeida, N. O.; Oliveira, L. M. M. O.; Candeias, A. L. B.; Bezerra, U. A.; Leite, A. C. S. 2018. Uso e cobertura do solo utilizando geoprocessamento em munic pios do agreste de Pernambuco. Revista Brasileira de Meio Ambiente, 4: 58-68.
- Araujo, A. L., Braga, C. C., Silva, B. B. 2009. Varia o do NDVI na Chapada do Araripe com dados Landsat 5 – TM. In: III S mpoio Internacional de Climatologia, 2009. Sociedade Brasileira de Meteorologia.
- Calegari, L.; Martins, S. V.; Gleriani, J. M.; Silva, E.; Busato, L. C. 2010. Análise da dinâmica de fragmentos florestais no munic pio de Caranda - MG, para fins de restaura o florestal. Revista rvore, 34: 871-880. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622010000500012>.
- Faria, E.; Teixeira, M. 2017. Contribui es 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 Cip  - MG. Ci ncia e Natura, 39: 285-298. Doi: <http://dx.doi.org/10.5902/2179460X24158>.
- Fonseca, D. F.; Nascimento, F.; Miranda, W. 2011. Uso de geotecnologias para caracteriza o espacial da Bacia Hidrográfica do Pandeiros - MG como subs dio para estudos de impacto ambiental. In: XV S mpoio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2011. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).
- Freitas, S. R.; Mello, M. C. S.; Cruz, C. B. M. 2005. Rela es entre maturidade estrutural da floresta e  ndices de vegeta o na Mata Atlântica. In: XII S mpoio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).
- Jardim, C. H.; Moura, F. P. 2018. Varia es dos totais de chuvas e temperatura do ar na bacia do rio Pandeiros, norte do estado de Minas Gerais- Brasil: Articula o com fatores de diferentes n veis escalares em área de transi o climática de cerrado para semiárido. Revista Brasileira de Climatologia, 1: 172-189. Doi: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v1i0.61013>.
- Jensen, J. R. 2009. Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres. 2. ed. São José dos Campos: Par nteses.
- Leite, A. P.; Santos, G. R.; Santos, J. E. O. 2017. Análise temporal dos  ndices de vegeta o NDVI e SAVI na esta o experimental de Itatinga utilizando imagens Landsat 8. Revista brasileira de energias renováveis, 6: 606-623. Doi: <http://dx.doi.org/10.5380/rber.v6i4.45830>.
- Leite, M. E.; Silva, L. A. P.; Leite, M. R.; Fonseca, G. S. 2018. Geotecnologias aplicadas à estimativa da temperatura de superf cie em diferentes usos e ocupa es do solo na área de Prote o Ambiental do Rio Pandeiros - Minas Gerais. Caderno de Geografia, 28: 490-509. Doi: <https://doi.org/10.5752/P2318-2962.2018v28n53p490-509>.
- Matias, J. F. G.; Streck, L.; Aguilar, D. D. 2015. Gera o de mapas de produtividade de milho (*Zea mays*) com  ndice de vegeta o NDVI de imagens Landsat 8. In: XVII S mpoio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2015. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).
- Mendes, A. L. S.; Costa, S. P. B.; Melo C. S. M.; Bezerra, M. H. M.; Vidal, F. A. B.; Moreira, R. N. 2016. Turismo sustentável e conservacionista no sertão do Ceará. Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental, 5: 559-584. Doi: <http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v5e22016559-584>
- Neiman, Z.; Geerdink, S.; Pereira, J. 2011. A imagem como agente motivador para o ecoturismo. Revista Turismo Em Análise, 22: 71-95. Doi: <https://doi.org/10.11606/issn.1984-4867.v22i1p71-95>.
- Nunes, Y. R. F.; Azevedo, I.F. P.; Neves, W. V.; Veloso, M. D.M.; Souza, E. A.; Fernandes, G. W. 2009. Pandeiros: o pantanal mineiro. MG. Biota, 2: 4-17.

- Oliveira, F. M. 2013. Relações solo-vegetação em áreas desenvolvidas sobre o arenito Urucia na APA do Rio Pandeiros. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 64 f. Dissertação Mestrado.
- Picharillo, C.; Ogashawara, I. 2013. Análise multitemporal da expansão turística e o seus reflexos nas mudanças da cobertura do solo do município de Bonito-MS por meio de imagens de satélite. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2013. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).
- Roquette, J. G. 2018. Distribuição da biomassa no cerrado e a sua importância na armazenagem do carbono. *Ciência Florestal*, 28: 1350-1363. Doi: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509833354>.
- Rouse, J. W.; Haas, R.H.; Schell, J.A., Dering, D.W. 1973. Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of natural vegetation. *Texas A&M University Remote Sensing Center*, 2: 1-112. Disponível em: <http://bit.do/eVcT7>.
- Rouse, J. W.; Haas, R. H.; Schell, J. A.; Deering, D. W. 1973. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. *Third ERTS Symposium*, 1: 309- 317.
- Saito, N. S.; Arguello, F. V. P.; Moreira, M. A.; Dos Santos, A.R; Eugenio, F. C.; Figueiredo, A.C. 2016. Uso da geotecnologia para análise temporal da cobertura florestal. *Cerne*, 22,11-18. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/01047760201622011935>.
- Sales, G. B.; Miranda, J. R.; Filgueiras, R.; Nascimento, C. R. 2013. Uso de séries temporais de imagens Landsat/TM para estudo do processo de degradação ambiental de áreas de várzeas no semiárido mineiro. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2013. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).
- Santos, N. D.; Oliveira, K. V.; De Oliveira, M. A.; Formigoni, A. 2017. Análise comparativa do NDVI com a implantação da SP-21 (rodoanel): série histórica para 1985-2010. *South American Development Society Journal*, 3: 50-61. Doi: <http://dx.doi.org/10.24325/issn.2446-5763.v3i8p50-61>.
- Souza, C. C.; Moreira, A. A.; Schimith, R. S.; Brandão, P. C.; Silva, E. 2007. Técnicas de sensoriamento remoto como subsídios aos estudos de florestas implantadas no Brasil – uma revisão bibliográfica. *Ciência Florestal*, 17: 409-417. Doi: <http://dx.doi.org/10.5902/198050981972>.