

AValiação Fenológica de um Fragmento de Mata Seca Mediante Tratamento de Imagens

**Gabriel Castro Barbosa¹, Camila Lopo de Souza², Karla Nunes Oliveira³
Hamilton dos Reis Sales⁴**

¹Discente, Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, Januária, Brasil
(lordskaywolker.com@gmail.com)

²Discente, Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, Januária, Brasil

³TAE, Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, Januária, Brasil

⁴Docente, Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, Januária, Brasil

Resumo: As atividades antrópicas têm provocado impactos significativos nas florestas tropicais, muitos deles relacionados à retirada da vegetação e à alteração do uso da terra. As matas secas constituem uma tipologia vegetal de grande importância para a conservação e a recuperação ambiental, especialmente no norte de Minas Gerais. O presente trabalho teve como objetivo avaliar temporalmente a dinâmica da cobertura vegetal de um fragmento de floresta estacional decidual por meio do processamento de imagens de satélite e da análise do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). Foram analisadas 15 imagens correspondentes ao período de 2008 a 2022, utilizando ferramentas computacionais para comparar as variações percentuais entre os diferentes períodos. Os resultados demonstraram oscilações na cobertura vegetal, com períodos de aumento e redução dos valores analisados, possivelmente associados à sazonalidade climática e às condições ambientais da região. O uso de imagens de satélite mostrou-se uma alternativa relevante para o acompanhamento temporal da vegetação e para o apoio às ações de conservação e manejo ambiental.

Palavras-chave: Floresta Estacional Decidual; Sensoriamento remoto; NDVI; Cobertura vegetal; Análise temporal.

INTRODUÇÃO

A fenologia estuda a ocorrência e a periodicidade de eventos biológicos, como brotamento, queda foliar, floração e frutificação, bem como sua relação com fatores ambientais. Em formações sazonais, a precipitação, a temperatura e o fotoperíodo influenciam diretamente a dinâmica da vegetação (Pedroni et al., 2002; Spina et al., 2001).

As florestas estacionais deciduais, também denominadas matas secas, apresentam perda acentuada de folhas durante o período de estiagem. Essa característica produz contrastes marcantes entre as estações seca e chuvosa e torna o acompanhamento temporal da cobertura vegetal relevante para estudos ecológicos e ações de conservação de áreas de vegetação nativa (Rodrigues et al., 2003).

O sensoriamento remoto amplia a capacidade de observação dessas mudanças em diferentes escalas espaciais e temporais. Entre os indicadores mais empregados está o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), que sintetiza a resposta espectral da vegetação e pode auxiliar na identificação de variações sazonais e interanuais da atividade fotossintética (Huete et al., 2002; Pettorelli et al., 2005).

A interpretação do NDVI, contudo, exige cautela, pois diferenças de sensores, resolução espacial, cobertura de nuvens, geometria de aquisição, estágio sazonal e

condições atmosféricas podem alterar os valores obtidos. Em ambientes deciduais, comparações entre meses diferentes podem refletir tanto mudanças reais na cobertura quanto a sazonalidade natural da vegetação, reforçando a necessidade de procedimentos padronizados (D'Eça-Neves e Morellato, 2004).

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar, de forma exploratória, a variação temporal do NDVI em um fragmento de mata seca situado no município de Januária/MG, identificando os principais períodos de aumento e redução do índice e discutindo as limitações da série utilizada.

MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliar temporalmente as alterações na cobertura vegetal da área estudada foram inicialmente consultadas quinze imagens de satélite de acesso livre disponibilizadas em formato GeoTIFF, para a obtenção dos valores NDVI. Em seguida, as imagens foram organizadas cronologicamente e verificada a compatibilidade das dimensões comuns entre os pares analisados. Posteriormente, foi aplicada a máscara para pixels inválidos e denominadores iguais a zero. Assim, foi possível realizar o cálculo da variação percentual por pixel e da média para cada intervalo. Por fim, foi realizada a comparação dos resultados com as datas e com a inspeção visual da área.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A série temporal montada apresentou alternância entre aumentos e reduções dos valores de NDVI. A maior variação positiva ocorreu entre maio e julho de 2019 (38,02%), enquanto a maior redução foi registrada entre julho de 2020 e maio de 2021 (-7,02%). Na comparação entre agosto de 2008 e setembro de 2022, foi obtida variação positiva de 39,08% (Tabela 1). Esses valores indicam mudanças na resposta espectral da cobertura vegetal, embora não permitam, isoladamente, atribuir as oscilações de NDVI a processos de regeneração, degradação ou mudança de uso do solo.

Tabela 1. Variação percentual média entre imagens NDVI consecutivas, precipitação acumulada (Prec), temperatura média máxima e mínima (Tmax e Tmin, respectivamente). Fonte: dados do autor, 2023-2026.

Período	NDVI %	Prec. (mm)	T Máx °C	T Min °C
08/2008 - 05/2010	-6,69	2003,8	32,16	19,32
05/2010 - 09/2011	+5,17	1386,3	31,64	16,94
09/2011 - 09/2013	+4,50	1866,4	32,29	18,50
09/2013 - 10/2016	+9,09	232,8	33,28	19,06
10/2016 - 10/2016	+27,27	232,8	36	22,2
10/2016 - 09/2017	+1,23	565,8	32,59	18,83
09/2017 - 07/2018	+2,64	1014,7	31,92	18,75
07/2018 - 05/2019	+10,21	699,3	33,5	19,87
05/2019 - 07/2019	+38,02	1,9	31,8	15,05
07/2019 - 07/2020	+0,55	937,9	32,83	19,14
07/2020 - 05/2021	-7,02	508,9	33,11	18,56
05/2021 - 06/2021	+0,66	0,0	31,7	14,7
06/2021 - 05/2022	+12,72	1162,8	32,00	18,35
05/2022 - 09/2022	+4,77	15,3	32,30	14,55
08/2008 a 09/2022	+39,08			

O aumento observado entre maio e julho de 2019 não corresponde ao comportamento normalmente esperado para o período, uma vez que esses meses estão inseridos na estação seca da região e nos meses anteriores a precipitação acumulada foi relativamente baixa (699,3 mm) (Tabela 1). Dessa forma, a variação positiva do NDVI não pode ser atribuída à maior disponibilidade hídrica imediatamente anterior ao período, sem o apoio de dados de precipitação anteriores. Esse resultado também pode estar relacionado às condições específicas da vegetação, às diferenças de aquisição e processamento das imagens ou às características do cálculo utilizado. Portanto, sem uma série padronizada por mês e sensor e sem dados climáticos complementares, não é possível determinar com precisão a causa dessa variação.

A comparação visual das imagens obtidas na área analisada durante o período de execução do projeto de avaliação evidencia o contraste sazonal característico da mata seca. No período úmido, a cobertura apresenta maior intensidade de verde. Já no período seco, a perda foliar altera a resposta espectral, o que reduz o

NDVI mesmo sem ocorrência de desmatamento (Figura 1).

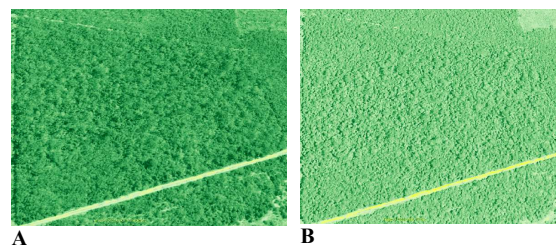


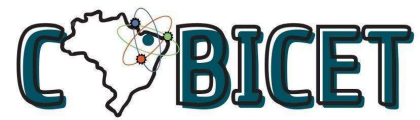
Figura 1. Vista da área estudada em imagem de satélite no período úmido (A) e no período seco (B).

Fonte: Google Earth, adaptado pelos autores.

Os resultados devem ser interpretados com cautela, uma vez que diferentes fatores podem influenciar os valores de NDVI ao longo do tempo. O NDVI observado no mês 09/2013 foi de +9,09% para uma pluviosidade acumulada anteriormente de 1886,4 mm, um valor relativamente baixo para precipitação acumulada. A sazonalidade e as condições climáticas, como períodos de chuva, estiagem e variações de temperatura, afetam diretamente o brotamento, a queda foliar e a atividade fotossintética da vegetação. Dessa forma, imagens adquiridas em meses distintos podem representar fases diferentes do ciclo fenológico, dificultando comparações diretas entre os períodos analisados.

Além disso, a confiabilidade da análise depende da padronização das imagens utilizadas. Comparações mais consistentes exigem, sempre que possível, o uso do mesmo sensor, da mesma resolução espacial, do mesmo sistema de referência, da mesma área de recorte e de períodos semelhantes do ano, além da aplicação de procedimentos de correção atmosférica e remoção de nuvens. As variações nos valores de NDVI indicam mudanças na resposta espectral da vegetação, mas não permitem, isoladamente, identificar suas causas. Embora aumentos desse índice geralmente estejam associados à maior presença de vegetação ativa, o crescimento observado entre maio e julho de 2019 ocorreu durante o período seco, quando seria esperada maior perda foliar na mata seca. Esse comportamento pode estar relacionado às características de aquisição e processamento das imagens, às condições atmosféricas ou às particularidades da vegetação local. Por esse motivo, não é possível atribuir cada variação observada a uma única causa sem o apoio de informações adicionais.

Outro aspecto a ser considerado é a sensibilidade do cálculo percentual quando os valores anteriores de NDVI estão próximos de zero. Nesses casos, pequenas diferenças podem resultar em variações percentuais elevadas. Em estudos futuros, a análise poderá ser complementada com a diferença absoluta entre os



valores de NDVI e com medidas estatísticas, como mediana e intervalo interquartil. A incorporação de dados de precipitação, temperatura, ocorrência de queimadas e observações de campo também contribuiria para uma interpretação ecológica mais segura. Apesar dessas limitações, o método empregado permite identificar períodos e áreas que merecem maior atenção, podendo auxiliar ações de monitoramento e conservação de fragmentos de mata seca.

CONCLUSÃO

A análise temporal de um fragmento de mata seca localizado em Januária, Minas Gerais, utilizando imagens de satélite e técnicas de processamento de dados geoespaciais, permitiu identificar alterações na cobertura vegetal ao longo do período estudado. A utilização do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada possibilitou observar momentos de aumento e redução da atividade da vegetação, evidenciando a dinâmica sazonal da área analisada. Os resultados demonstram a importância do sensoriamento remoto e do processamento de imagens para o acompanhamento de fragmentos de vegetação nativa. Entretanto, as variações observadas devem ser interpretadas com cautela, pois podem estar relacionadas a diferenças sazonais, precipitação, período de aquisição das imagens e características dos sensores utilizados. Estudos futuros poderão incluir imagens obtidas em períodos padronizados, dados climáticos e novos testes com o protótipo de drone após a correção de seus componentes estruturais.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à equipe de pesquisa do Laboratório de Interações Biológicas (LIB) e ao Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG), Campus Januária, pelo apoio ao desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

D'EÇA-NEVES, F. F.; MORELLATO, L. P. C. Métodos de amostragem e avaliação utilizados em estudos fenológicos de florestas tropicais. *Acta Botanica Brasilica*, v. 18, n. 1, p. 99-108, 2004.
HUETE, A.; DIDAN, K.; MIURA, T.; RODRIGUEZ, E. P.; GAO, X.; FERREIRA, L. G. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. *Remote Sensing of Environment*, v. 83, n. 1-2, p. 195-213, 2002. DOI: 10.1016/S0034-4257(02)00096-2.
PEDRONI, F.; SANCHEZ, M.; SANTOS, F. A. M. Fenologia da Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf. -

Leguminosae, Caesalpinioideae) em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 25, n. 2, p. 183-194, 2002.

PETTORELLI, N.; VIK, J. O.; MYSTERUD, A.; GAILLARD, J.-M.; TUCKER, C. J.; STENSETH, N. C. Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. *Trends in Ecology & Evolution*, v. 20, n. 9, p. 503-510, 2005. DOI: 10.1016/j.tree.2005.05.011.

RODRIGUES, L. A.; CARVALHO, D. A.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; BOTREL, R. T.; SILVA, E. A. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um fragmento florestal em Luminárias, MG. *Acta Botanica Brasilica*, v. 17, n. 1, p. 71-87, 2003.

SPINA, A. P.; FERREIRA, W. M.; LEITÃO FILHO, H. F. Floração, frutificação e síndromes de dispersão de uma comunidade de floresta de brejo na região de Campinas (SP). *Acta Botanica Brasilica*, v. 15, n. 3, p. 349-368, 2001.