

## **ÍNDICES DE COBERTURA VEGETAL DA BACIA DE DRENAGEM DO RESERVATÓRIO CAIÇARA (MARCELINO VIEIRA/RN)**

**Aluizio Bezerra Júnior<sup>1</sup>, Josiel de Alencar Guedes<sup>2</sup>, Agassiel de Medeiros Alves<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO/UERN). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4455-6935>. E-mail: [aluiziojunior@outlook.com](mailto:aluiziojunior@outlook.com)

<sup>2</sup>Prof. Dr. Departamento de Geografia da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – Campus de Assu. Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO/UERN). ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6436-563X>. E-mail: [josielguedes@uern.br](mailto:josielguedes@uern.br)

<sup>3</sup>Prof. Dr. Departamento de Geografia da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – Campus de Pau dos Ferros. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5045-6442>. E-mail: [agassielalves@uern.br](mailto:agassielalves@uern.br)

### **Resumo**

O uso de índices de vegetação, normalmente, é para realçar a variação da cobertura vegetal, sob diferentes técnicas de Sensoriamento Remoto (SR). A área em estudo é a bacia de drenagem do Reservatório Caiçara, localizado no extremo Oeste Potiguar, estado do Rio Grande do Norte, Brasil. O objetivo da pesquisa foi mapear as variações da biomassa verde, bem como o desempenho dos índices EVI (*Enhanced Vegetation Index*) e EVI 2 (*Enhanced Vegetation Index 2*). Como procedimento metodológico foram utilizadas as imagens espectrais do sensor OLI (*Operational Land Imager*) do satélite LANDSAT 8, órbita 216, ponto 64, disponibilizadas pela USGS (*United States Geological Survey*); com as bandas espectrais, iniciaram-se as técnicas de Processamento Digital de Imagens (PDI), considerando as fases de pré-processamento, processamento e pós-processamento, empregando o SIG Qgis® 3.4 Madeira. Os índices mostraram, basicamente, a variação da cobertura de biomassa verde, podendo ser correlacionados com o tipo de cobertura, ou mesmo a ausência. Também foi possível verificar uma elevada correlação entre os índices, o que significa que ambos são equivalentes entre seus valores. Conclui-se que os índices constituem uma boa ferramenta para o estudo da cobertura vegetal, uma vez que viabilizaram a identificação da variação da cobertura vegetal a partir das diferentes refletâncias de presença ou de ausência da biomassa verde.

**Palavras-chave:** Bacia de drenagem; Índice de vegetação; Cobertura vegetal.

### **INDICES OF VEGETABLE COVERAGE OF THE DRAINAGE BASIN OF THE CAIÇARA RESERVOIR (MARCELINO VIEIRA/RN)**

### **Abstract**

The use of vegetation indexes is usually used to highlight the variation in vegetation cover, under different Remote Sensing (RS) techniques. The study area is the drainage basin of the Caiçara reservoir, located in the extreme West of Potiguar, state of Rio Grande do Norte, Brazil. The objective of the study was to map the variations of green biomass, as well as the performance of the EVI (*Enhanced Vegetation Index*) and EVI 2 (*Enhanced Vegetation Index 2*) indexes. As a methodological procedure, the spectral images of the OLI sensor (*Operational Land Imager*) from the LANDSAT 8 satellite, orbit 216, point 64, made available by the USGS (*United States Geological Survey*) were used; With the spectral bands, Digital Image Processing (PDI) techniques were started, considering the pre-processing, processing and post-processing phases, using the SIG Qgis® 3.4 Wood. The indexes basically showed the variation in green biomass coverage, which can be correlated to the type of coverage or even absence. It is also possible to say that there was a high correlation between the indices, which means that both are equivalent between their values. It is concluded that the indexes are a good tool for the study of

vegetation cover, since it made possible the identification of the variation of vegetation cover from the different reflectances of the presence or absence of green biomass.

**Keywords:** Drainage basin; Vegetation index; Vegetal cover.

## **ÍNDICE DE COBERTURA VEGETAL DE LA CUENCA DE DRENAJE DEL EMBALSE CAIÇARA (MARCELINO VIEIRA / RN)**

### **Resumen**

El uso de índices de vegetación se suele utilizar para resaltar la variación en la cobertura vegetal, bajo diferentes técnicas de Detección Remota (DR). El área de estudio es la cuenca de drenaje del embalse de Caiçara, ubicado en el extremo Oeste de Potiguar, estado de Rio Grande do Norte, Brasil. El objetivo del estudio fue mapear las variaciones de la biomasa verde, así como el desempeño de los índices EVI (Enhanced Vegetation Index) y EVI 2 (Enhanced Vegetation Index 2). Como procedimiento metodológico se utilizaron las imágenes espectrales del sensor OLI (*Operational Land Imager*) del satélite LANDSAT 8, órbita 216, punto 64, puestas a disposición por el USGS (United States Geological Survey); Con las bandas espectrales se iniciaron las técnicas de Procesamiento de Imagen Digital (PDI), considerando las fases de preprocesamiento, procesamiento y posprocesamiento, utilizando el SIG Qgis® 3.4 Wood. Los índices básicamente mostraron la variación en la cobertura de biomasa verde, que puede correlacionarse con el tipo de cobertura o incluso con la ausencia. También se puede decir que hubo una alta correlación entre los índices, lo que significa que ambos son equivalentes entre sus valores. Se concluye que los índices son una buena herramienta para el estudio de la cobertura vegetal, ya que permitió la identificación de la variación de la cobertura vegetal a partir de las diferentes reflectancias de la presencia o ausencia de biomasa verde.

**Palabras clave:** Cuenca de drenaje; Índice de vegetación; Cubierta vegetal.

### **INTRODUÇÃO**

Os estudos acerca de cobertura vegetal por meio das técnicas de Sensoriamento Remoto (SR) tiveram início, basicamente, na década de 1970 (SANO *et al.*, 2019). O uso de SR somente foi possível em razão dos sensores multiespectrais, os quais viabilizaram as múltiplas pesquisas em recursos florestais, sob diferentes escalas (JENSEN, 2019). Sob essa perspectiva, observa-se que as aplicações de SR obtiveram considerável sucesso que, por sua vez, levou à formação de variados *Vegetation Indexs* (VIs). Segundo Matsushita *et al.* (2007), eles são definidos como a combinação aritmética entre duas ou mais imagens espectrais relacionadas às características da cobertura vegetal.

Assim, por meio dos índices, normalmente, busca-se realçar as medidas espectrais da biomassa, sobretudo no que concerne à biomassa verde. De acordo com Sano *et al.* (2019, p.210), “Índices de vegetação correspondem a medidas espectrais que são frequentemente utilizadas como protocolos na análise de diferente variáveis biofísicas e bioquímicas [...]”. Dentre eles são possíveis mencionar, por exemplo, os EVI (*Enhanced Vegetation Index*) e EVI 2 (*Enhanced Vegetation Index 2*) que discriminam as variações espectrais da biomassa verde para, a partir de então, ser possível indicar o estado de sanidade da cobertura vegetal.

Também é fundamental mencionar que as faixas espectrais a serem utilizadas nos cálculos dos respectivos índices, de acordo com Huete *et al.* (2002) e também com Jiang *et al.* (2008), agregam a faixa do azul, do vermelho e do infravermelho próximo, exceto em relação ao EVI

2, que não aplica em seu cálculo a faixa do azul. Nesse sentido, o cálculo desses índices, basicamente, vai estruturar, em formato de imagens, as características da cobertura vegetal e, quando for o caso, espacializar essas características espaciais, podendo ser em mapeamento temático fornecendo, desse modo, a melhor maneira de representação dos dados.

Bacias de drenagens exibem diversas transformações antropogênicas, as quais, respectivamente, alteraram a dinâmica ambiental, sobretudo a cobertura de biomassa verde. Visualmente, os efeitos da biomassa verde na bacia são fortemente motivados por mudanças no tipo de cobertura e, também, por estresse hídrico, cujas modificações transformaram as características de absorção de energia na Radiação Eletromagnética (REM). Para se obter essa variação do comportamento espectral da bacia, torna-se necessária a utilização de dados de sensor orbital; para esse caso, opta-se por utilizar as imagens espectrais do sensor OLI (*Operational Terra Imager*), satélite LANDSAT 8. Conforme salientam Paranhos Filho *et al.* (2016), as características técnicas do sensor OLI oferecem produtos de relativa qualidade e, por essa razão, viabilizam estudar o comportamento da cobertura vegetal.

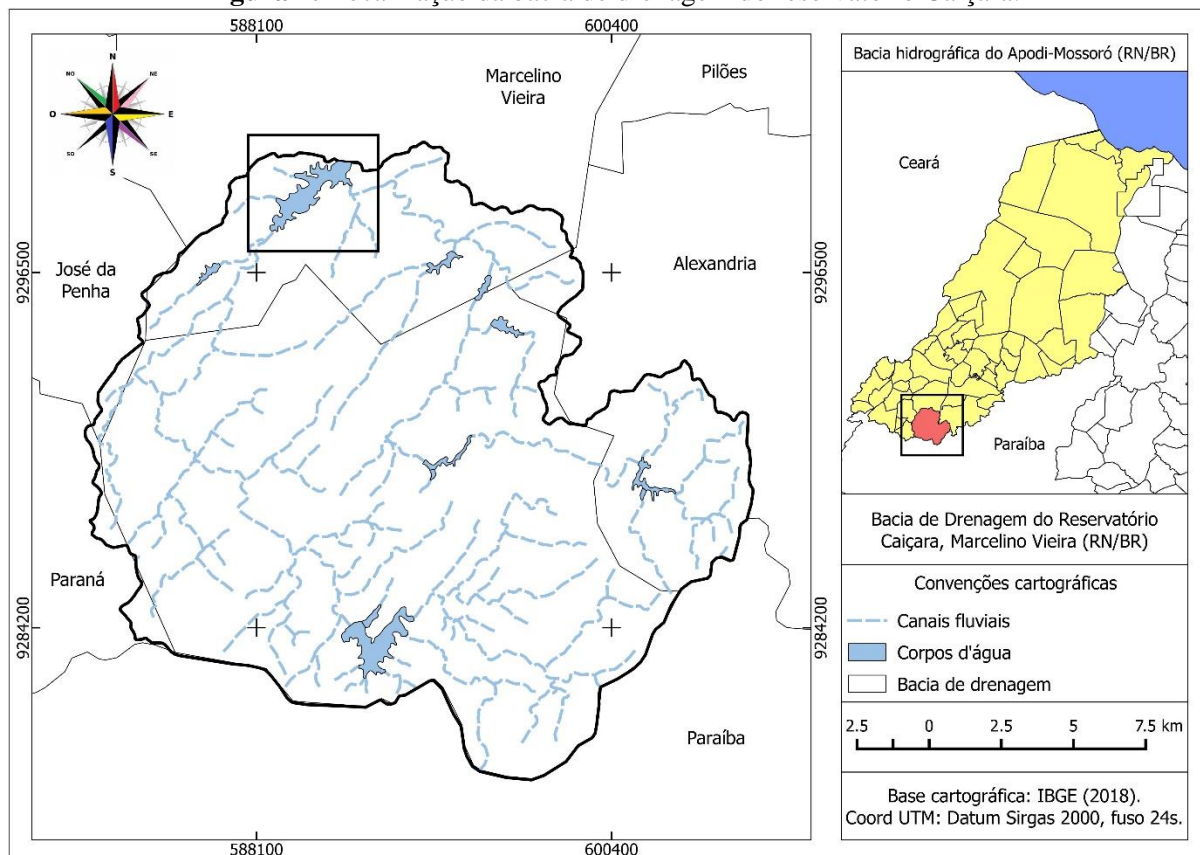
Com o sensor conhecido é possível realizar, a partir das bandas espectrais, os cálculos dos índices, utilizando os SIGs (Sistemas de Informação Geográfica). Fitz (2008) considera que, em um SIG, há a possibilidade de realizar múltiplas operações aritméticas, a fim de se criar dados espaciais georreferenciados. Considerando isso optou-se, nesse estudo, pela utilização do SIG Qgis® que, conforme argumenta Bossle (2015), ele é constituído por um conjunto de componentes que realizam as variadas operações escolhidas por parte do usuário, que, por sua vez, produz os dados espaciais.

Existe, portanto, a necessidade de se conhecer a variação da cobertura vegetal na bacia de drenagem do reservatório empregando as técnicas de SR para índices de vegetação. Logo, o objetivo da presente pesquisa foi mapear as variações da biomassa verde, bem como avaliar o desempenho dos índices EVI e EVI 2 na bacia de drenagem do reservatório Caiçara.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A bacia de drenagem do reservatório Caiçara (Figura 1), no município de Marcelino Vieira, encontra-se situada no extremo Oeste Potiguar, estado do Rio Grande do Norte, entre as coordenadas planas 581475 S / 9301687 W e 606031 S / 9278465 W. Sua extensão é de 32.384,64 em hectares, representando 6% do alto e médio curso superior do rio Apodi-Mossoró (BEZERRA JÚNIOR; GUEDES; ALVES, 2020). Os principais canais fluviais da bacia são os Riachos Albuquerque e Barro Preto (SUDENE, 1965), com regime intermitente, efêmero e padrão de drenagem dentrítica, com ramificações de um conjunto de canais de primeira à quarta ordem na hierarquia fluvial.

**Figura 1:** Localização da bacia de drenagem do reservatório Caiçara.



Fonte: Autores (2021).

No que diz respeito aos procedimentos metodológicos, foram utilizadas as propostas do *Enhanced Vegetation Index* (EVI) e do *Enhanced Vegetation Index 2* (EVI 2), desenvolvidos por Huete *et al.* (2002) e por Jiang *et al.* (2008), respectivamente. Para proceder aos cálculos dos índices, optou-se por utilizar o SIG Qgis® 3.4 Madeira e as imagens do satélite LANDSAT 8 (Quadro 1), sensor OLI (*Operational Terra Imager*), órbita 216, ponto 64, datada de 17 de outubro de 2020, disponibilizado pela USGS (*United States Geological Survey*), sob o sistema de coordenadas planas UTM (Universal Transversa de Mercator), *Datum* WGS 84, fuso 24N.

**Quadro 1:** Características das imagens do LANDSAT 8, sensor OLI.

Bandas Espectrais	Resolução				Área imageada
	Espectral	Espacial	Radiométrica	Temporal	
(B2) Azul	0.45 – 0.51 µm				
(B4) Vermelho	0.64 – 0.67 µm	30 m	16 bits	16 dias	170 km
(B5) Infravermelho	0.85 – 0.88 µm				

Fonte: USGS (2020). Organizado pelos autores (2021).

A partir das bandas espectrais disponíveis foi dado início às técnicas de Processamento Digital de Imagens (PDI), considerando-se as fases de pré-processamento, processamento e pós-processamento. Realizou-se, no pré-processamento, a transformação do sistema de coordenadas, utilizando a ferramenta reprojetar do SIG, sob o SRC alvo SIRGAS 2000, zona 24, hemisfério Sul.

A partir da reprojeção, foi efetuado o processo de conversão na calculadora Raster, a fim de obter a refletância do *Top Of Atmosphere* (TOA), empregando o reescalonamento de radiância do arquivo *Metadada* (MTL), conforme dispõe a equação 1, a seguir:

$$p\lambda = M_p Q_p + A_p \quad (1)$$

Onde:

$P\lambda$  = Refletância do topo da atmosfera;

$M_p$  = Fator multiplicativo a partir do metadado da banda;

$A_p$  = Fator de rescisão a partir do metadado da banda;

$Q_{cal}$  = Banda do Número Digital (DN) por *pixel*.

Com a conversão da refletância já realizada, fez-se necessário o ajuste do ângulo solar do centro da banda, empregando-se, para tal, a equação 2, a seguir. As informações necessárias do ajuste são fornecidas pelo MTL.

$$p\lambda = \frac{p\lambda}{\cos\theta_{SZ}} = \frac{p\lambda}{\sin\theta_{SE}} \quad (02)$$

Onde,

$P\lambda$  = Refletância do topo da atmosfera;

$\theta_{SZ}$  = Cosseno do ângulo da elevação Zenith local;

$\theta_{SE}$  = Seno do ângulo da elevação solar local.

Efetuada as técnicas de pré-processamento nas bandas espectrais, foram aplicadas as técnicas de processamento para os índices de vegetação. Para se obter o EVI, utilizou-se a equação 3. De acordo com Huete *et al.* (2002), o respectivo índice busca reduzir os efeitos do solo e da atmosfera, usando a faixa espectral do azul, como também uma constante L, para, a partir de então, ser possível conhecer a cobertura fisionômica da vegetação.

$$EVI = 2.5 * \frac{piv - pv}{piv + (c1 * pv - c2 * pa) + l} \quad (3)$$

Onde:

$piv$  = Refletância no infravermelho próximo;

$pv$  = Refletância no vermelho;

$pa$  = Refletância no azul;

$c$  = Coeficiente de correções de aerossóis;

$l$  = Constante de ajuste aos efeitos do solo.

Já para o cálculo do EVI 2, usou-se a equação 4, a seguir, a fim de se obter os valores espectrais da cobertura vegetal. Esse índice, segundo Jiang *et al.* (2008), configura uma alternativa aos satélites que não possuem faixa espectral do azul, além de não levar em consideração em seu cálculo as distorções do espalhamento atmosférico da respectiva faixa.

$$EVI2 = 2.5 * \frac{piv - pv}{piv + 2.4 * pv + 1} \quad (4)$$

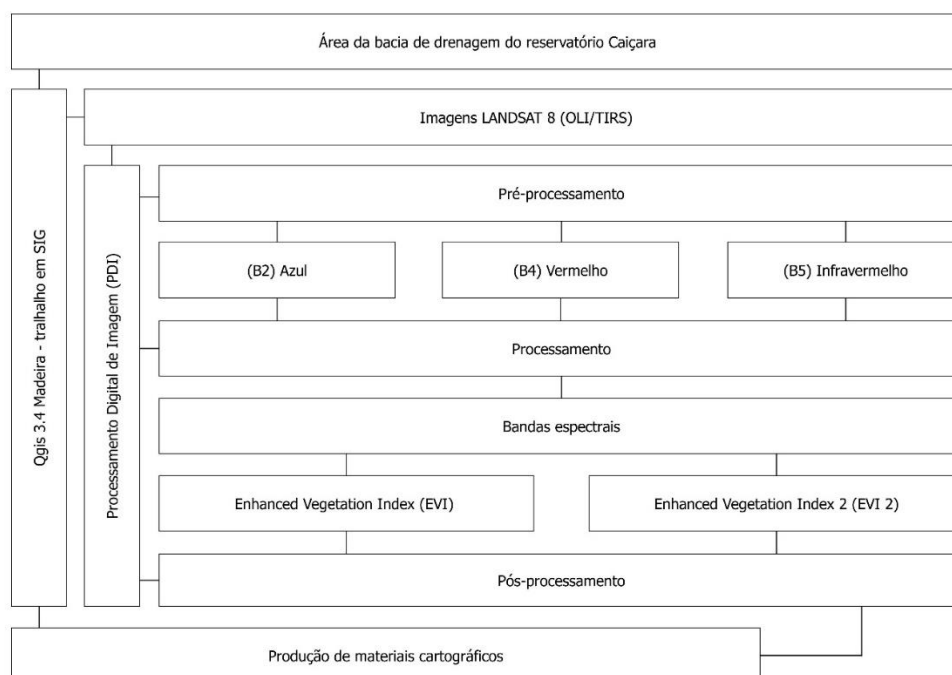
Onde:

$piv$  = Refletância no infravermelho próximo;

$pv$  = Refletância no vermelho.

Calculados os índices de vegetação propostos, foi realizado o pós-processamento, por meio de Pontos de Controle Terrestres (PCTs) captados em imagens de alta resolução por intermédio do Google Earth®. A partir de então, verificou-se a necessidade de ajustes nos índices. Após, efetuou-se a confecção dos mapeamentos temáticos no *layout* do SIG, empregando escala cartográfica 1:100.000. O fluxograma a seguir (Figura 2) sintetiza as etapas do caminho metodológico percorrido.

**Figura 2:** Fluxograma metodológico.



**Fonte:** Autores (2021).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores dos índices de vegetação (Tabela 1) mostram, basicamente, a variação da cobertura de biomassa verde; tais valores podem ser correlacionados ao tipo de cobertura ou mesmo à ausência. Desse modo, é possível considerar que as diferenças entre o mínimo e máximo, por exemplo, encontram-se associadas às distintas modificações no ambiente que, por sua vez, é efeito direto do estresse hídrico o qual, em muitos casos, é motivado por ações antropogênicas resultantes de usos e manejos múltiplos.

**Tabela 1:** Valores dos índices de vegetação.

Índice		Desvio padrão
EVI	EVI 2	
0.13	0.08	-0.05
0.20	0.14	-0.06
0.28	0.20	-0.08
0.35	0.26	-0.09
0.43	0.31	-0.12

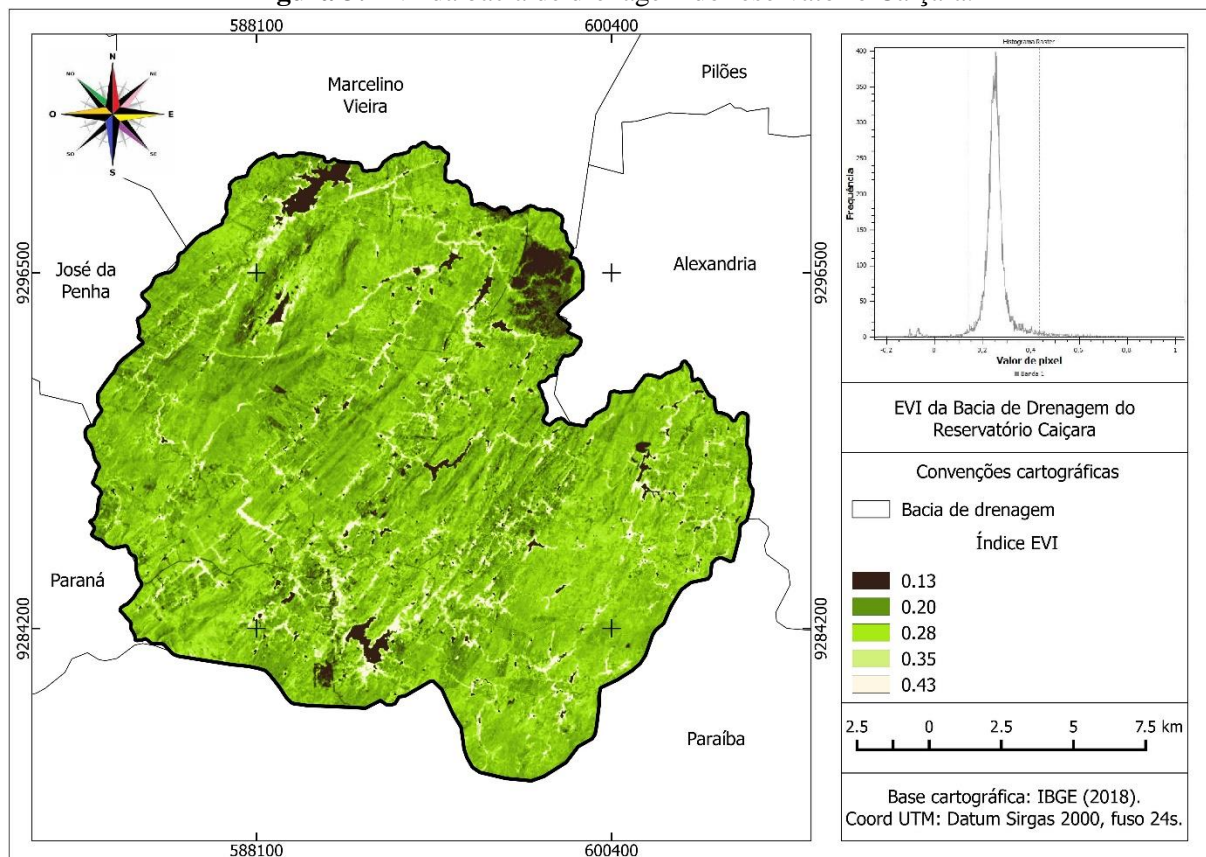
Fonte: USGS (2020). Organizado pelos autores (2021).

Por meio do EVI (Figura 3) foram registradas as variações espectrais de refletância e, em resposta, pôde-se identificar mais detalhadamente a variação da cobertura vegetal. Por sua vez, o ambiente exibiu as mudanças no comportamento da refletância entre os tipos de materiais terrestres e, por essa razão, é possível afirmar que os valores do índice se encontram bem mais elevados nos canais hidrográficos, os quais trazem uma biomassa verde de maior refletância. Isso significa que os valores entre 0.35 e 0.43 foram arranjados aos plantios de culturas temporárias e, sobretudo, os casos típicos de vegetação de capins.

Os valores entre 0.20 e 0.28 condizem com uma vegetação de características fisionômicas de porte arbóreo. Esses baixos valores ocorrem porque, no período seco, há o processo de caducifolia (LEMOS, 2002) na cobertura vegetal, o que faz com que a biomassa verde apresente baixa refletância e, conseqüentemente, registre valores pequenos, mais comum para o período analisado no estudo. Ademais, é possível afirmar que a baixa intensidade de refletância se deu em virtude da topografia, uma vez que o sombreamento dos terrenos elevados afetou, em parte, a refletância da cobertura vegetal. Segundo Sano *et al.* (2019, p. 203), “[...] a topografia do relevo pode exercer diversos tipos de controle que afetam o dossel da cobertura vegetal”.

O valor de 0.13 representa a superfície de corpos d’água e, em menor proporção, a área de queimada. Os corpos d’água, normalmente, reúnem as superfícies aquáticas, natural e artificial (LOEBMANN *et al.*, 2012). Nesse caso em estudo, os corpos d’água são superfícies artificiais de tamanho médio e, principalmente, pequeno; considerando tal aspecto, pode-se concluir que o comportamento da refletância representa o elo entre as propriedades físicas, químicas e biológicas e, em resposta, as interações do elo são responsáveis pela menor curva de refletância.

**Figura 3:** EVI da bacia de drenagem do reservatório Caiçara.



Fonte: Autores (2021).

No EVI 2 (Figura 4) verifica-se uma relativa diminuição nos valores, os quais são correlacionados à não utilização da faixa do azul, que, por sua vez, busca corrigir os efeitos atmosféricos (SANO *et al.*, 2019). Os valores concentrados entre 0.31 e 0.26 mostram refletância de cobertura vegetal nos canais hidrográficos, os quais, respectivamente, exibem elevada quantidade de biomassa verde. Este fato se dá porque os canais hidrográficos reúnem as necessárias variáveis para a cobertura vegetal permanecer sempre verde e, assim, manter a elevada atividade fotossintética.

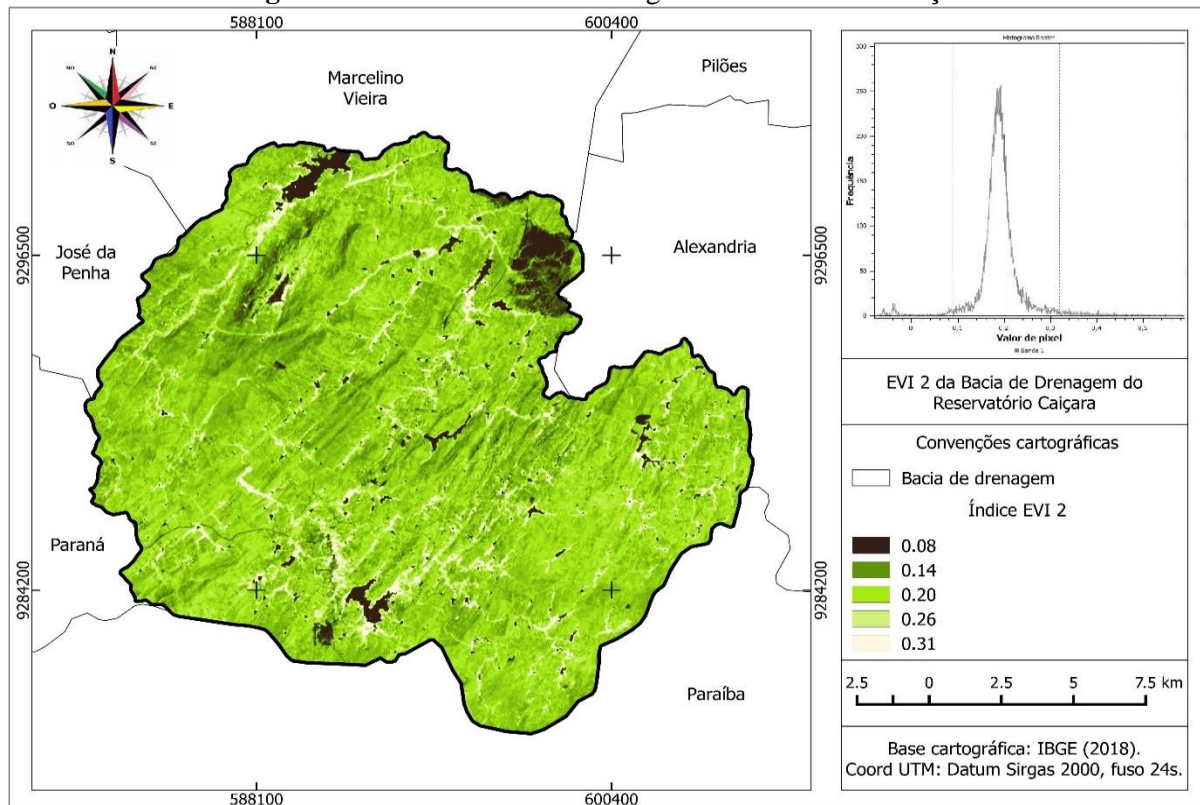
Os valores de 0.14 e 0.20 demonstram uma cobertura vegetal que sofreu algum fator de estresse e, por conseguinte, houve menor absorção de radiação solar, o que fez com que apresentasse menor comportamento espectral de biomassa verde. Segundo Bezerra *et al.* (2014) e Souza *et al.* (2018), a cobertura vegetal, basicamente, exibe um estresse hídrico e, em resposta, causa um aumento na refletância do visível e uma redução na faixa do infravermelho, o que normalmente se inclina a menores valores no índice aplicado.

Considerando o valor 0.13, pode-se observar que a refletância registrada, em grande parte, diz respeito aos corpos d'água, mas, em menor proporção, é referente à área de queimada. Por sua vez, os focos de queimadas ocorreram na cobertura vegetal de característica seca, especialmente de matos, que é área de elevado estresse hídrico. De acordo com Sano *et al.* (2019), o comportamento espectral de área queimada é totalmente alterado quando se compara a uma vegetação de comportamento espectral sadia. Ainda, segundo esses autores, é possível



investigar, por meio do índice, tanto a área de queimada quanto a severidade do fogo, para, a partir de então, conhecer os ricos, bem como a resposta da refletância.

**Figura 4:** EVI 2 da bacia de drenagem do reservatório Caiçara.



Fonte: Autores (2021).

Entre os índices, é possível afirmar que ocorreu um coeficiente de correlação bastante elevada ( $R^2 > 0.92$ ), o que demonstra que ambos os índices são equivalentes entre seus valores, convergindo, portanto, com os dados encontrados por Paula *et al.* (2013) e por Silva e Baptista (2015). Com isso, pode-se afirmar também que a diferença dos índices se dá porque, no EVI original, aplica-se a faixa espectral do azul, o que faz com que ocorra uma pequena influência no valor do índice; por outro lado, é necessário mencionar que o EVI 2 contém uma vantagem sobre o EVI, sendo basicamente a utilização de imagens de sensores que não operam na faixa espectral do azul (SANO *et al.*, 2019). Então, os índices se mostram eficientes em apontar as diferenças de biomassa verde na bacia de drenagem do reservatório.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que os índices aplicados na bacia de drenagem constituem uma boa técnica de pesquisa, haja vista que viabilizou a identificação da variação da cobertura vegetal a partir das diferentes refletâncias de presença e de ausência da biomassa verde. Considerando esse aspecto é possível verificar que as diferenças de biomassa verde são associadas, normalmente, aos múltiplos estresses da vegetação, sobretudo os de característica hídrica. Por outro lado, as áreas de ações antropogênicas são, basicamente, de usos e manejos múltiplos, as quais exercem considerável pressão no ambiente, especialmente no que se refere ao entorno dos corpos d'água.

Os índices mostraram ser um indicador indispensável na medição das respostas espectrais da cobertura vegetal, uma vez que viabilizam os mapeamentos temáticos. Tais índices tornaram possível compreender, em parte, a variação do sistema dinâmico da bacia do reservatório Caiçara e, por consequência, proveram dados fundamentais para o entendimento deste ecossistema, no sentido de recuperação, preservação e conservação ambiental. Ademais, recomenda-se a aplicação de outros indicadores de vegetação, os quais podem ser vistos na literatura de comportamento espectral de vegetação.

## REFERÊNCIAS

- BEZERRA JÚNIOR, A.; GUEDES, J. A.; ALVES, A. M. Caracterização geoambiental do reservatório Caiçara e sua bacia de drenagem (RN/Brasil). **Revista Geosertões**, Cajazeiras, v.5, n.9, p.156-175, jan./jun. 2020.
- BEZERRA, J. M.; MOURA, G. B. A.; SILVA, B.; LOPES, P. M. O.; SILVA, E. F. F. Parâmetros biofísicos obtidos por sensoriamento remoto em região semiárida do estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.1, p.73-84, 2014. Disponível em: <http://www.agriambi.com.br/revista/v18n01/v18n01a10.pdf>. Acesso em: 14 de jan. 2021.
- BOSSLE, R. C. **QGIS e geoprocessamento na prática**. São Paulo: Editora Íthalia, 2015.
- FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de textos, 2008.
- 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 índices. **Remote Sensing of Environment**, v.83, n.2, p.195-213, 2002. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0034425702000962>. Acesso em: 11 de jan. 2021.
- JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos: Parêntese, 2019.
- JIANG, Z.; HUETE, A. R.; DIDAN, K.; MIURA, T. Development of a two-band enhanced vegetation index without a blue band. **Remote Sensing of Environment**, v.122, n.1, p.333-345, 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0034425708001971>. Acesso em: 11 de jan. 2021.
- LEMOS, J. R. Vegetação caducifólia do semi-árido nordestino: aspectos classificatórios. **Essentia**, Sobral, v.3, n.2, p.29-40, dez. 2001/mai. 2002.
- LOEBMANN, D. G. S. W.; MACORANO, R. P.; SILVA, G. B. S.; VICENTE, L. E.; VICTORIA, D. C. **Interpretação de alvos a partir de imagens de satélite de média resolução espacial**. Campinas: EMBRAPA, 2012. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/85516/1/048-12.pdf>. Acesso em: 14 de mar. 2020.

MATSUSHITA, B.; YANG, W.; CHEN, J.; ONDAI, Y.; QIU, G. Sensitivity of the Enhanced Vegetation Index (EVI) and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to Topographic Effects: A Case Study in High-Density Cypress Forest. **Sensors**, Bethesda, v.5, n.7, p.2636-2651, 2007. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28903251/>. Acesso em: 14 de jan. 2021.

PARANHOS FILHO, A. C.; MIOTO, C. L.; MARCATO JUNIOR, J.; CATALANI, T. G. T. **Geotecnologias em aplicações ambientais**. Campo Grande: UFMS, 2016.

PAULA, S. C.; VEDOVATO, L. B.; SILVA, G. B. S.; VICENTE, L. E. Comparação entre os índices espectrais EVI e EVI 2 para discriminação de pastagens plantadas e naturais. Campinas. **Anais...** VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC, p.1-8. Disponível em: [http://oasisbr.ibict.br/vufind/Record/EMBR\\_634981c42b0a6050804b085a892681c8](http://oasisbr.ibict.br/vufind/Record/EMBR_634981c42b0a6050804b085a892681c8). Acesso em: 14 de jan. 2021.

SANO, E. E.; PONZONI, F. J.; MENEZES, P. R.; BAPTISTA, G. M. M.; TONIOL, A. C.; GALVÃO, L. S.; ROCHA, W. J. S. F. Reflectância da vegetação. In: MENESES, P. R.; ALMEIDA, T.; BAPTISTA, G. M. M. (Org.). **Refletância dos materiais terrestres**. São Paulo: Oficina de Textos, 2019. Cap. 6, p.189-223.

SILVA, S. C. P.; BAPTISTA, G. M. M. Análise espectrais da vegetação com dados Hyperion e sua relação com a concentração e o fluxo de CO<sup>2</sup> em diferentes ambientes na Amazônia brasileira. **Boletim de Ciências Geodésicas – On-line**, Curitiba, v.21, n.2, p.354-370, 2015. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/bcg/article/view/41949>. Acesso em: 14 de jan. 2021.

SOUZA, J. C.; LOPES, E. R. N.; SOUSA, J. A. P.; PADOVANNI, N. G.; LOURENÇOS, R. W. Dinâmica espacial e sazonal da temperatura, umidade e estresse hídrico em diferentes tipos de cobertura vegetal. **Revista do Departamento de Geografia da USP**, São Paulo, v.37, n.2, p.80-94, 2018. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/144716>. Acesso em: 14 de jan. 2021.

SUDENE. **Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste**. Folha SB. 24-Z-AII. Pau dos Ferros. Brasília, 1967 (1982, 2º impressão). 1 carta topográfica. Escala 1:100.000.

Artigo recebido em abril/2021 e aceito em abril/2021