



DETECÇÃO DE ECOSSISTEMAS DE EXCEÇÃO NO SEMIÁRIDO: USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA IDENTIFICAÇÃO DE BREJOS DE ALTITUDE NA REGIÃO GEOGRÁFICA IMEDIATA DE PRINCESA ISABEL (PB)

¹Erickson Melo de Albuquerque, ²Nicolle Ohana Alves Marques

¹IFPB Campus Princesa Isabel, e-mail: erickson.albuquerque@ifpb.edu.br; ²UFMG, e-mail: noam@ufmg.edu.br

Grupo temático: Grupo 2: Biodiversidade e preservação

Eixo: Resiliência dos ecossistemas naturais frente aos extremos climáticos e uso de Inteligência Artificial para conservação.

Resumo

Os ecossistemas de exceção podem ser entendidos como aqueles que ocorrem em áreas exceção. Por sua vez, essas são caracterizadas por apresentarem feições diferentes daquelas do seu entorno, como a vegetação e a disponibilidade de água. São também chamadas de brejos de altitude, onde a produção de alimentos ocupa uma tarefa importante, especialmente no Semiárido brasileiro. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi identificar essas áreas na Região Geográfica Imediata de Princesa Isabel, PB, utilizando dados de sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento. Fez uso do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), do Índice de Umidade por Diferença Normalizada (NDMI) - para os quais foram calculados o *Z-Score* -, de dados de altitude, orientação do relevo e do Índice de Posição Topográfica (TPI). As áreas excepcionais foram identificadas como aquelas que apresentaram acima de 1,5 desvios padrão acima da média do NDVI e do NDMI, ressaltando suas diferenças em relação ao entorno no que diz respeito ao vigor da vegetação e à umidade disponível. O relevo dessas áreas foi caracterizado, bem como o comportamento do NDVI e do NDMI em relação ao entorno. Por fim, considera-se que os resultados alcançados sugerem um potencial para a conservação das áreas de exceção.

Palavras-chave: Áreas de exceção, Caatinga, Sensoriamento Remoto.

Introdução

Os brejos de altitude são áreas ambientais de exceção caracterizadas por elevada altitude e disponibilidade de água diferenciada do entorno, o que as tornam especialmente importantes no Semiárido brasileiro por propiciarem espaços vocacionados à produção de alimentos (AB'Saber, 1999).

Neste sentido, a identificação desses brejos ganha arcabouço metodológico ao longo do tempo, podendo ser feita a partir da integração de variáveis ambientais em abordagens variadas, com foco morfoclimático, fitogeográfico ou sistêmico, por exemplo (Medeiros; Cestaro, 2019). Como aliadas a essa temática estão as geotecnologias, a exemplo do Sensoriamento Remoto e o Sistema de Informações Geográficas, que são capazes de produzir



e integrar dados ambientais com o objetivo de se compreender o comportamento de determinados fenômenos espaciais, com a vantagem de abranger escalas espaço-temporais mais amplas e facilitar a produção de resultados. Assim, tornam-se poderosas aliadas no estudo dos brejos de altitude (Marques; Silva; Silva, 2014).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi detectar brejos de altitude, enquanto ecossistemas de exceção, em uma área do Semiárido paraibano. Para isso, propôs-se analisar condições da vegetação, da disponibilidade de água e da geomorfologia da Região Geográfica de Princesa Isabel - PB.

Metodologia

A metodologia descrita a seguir foi aplicada à Região Geográfica de Princesa Isabel, localizada no Sertão da Paraíba e composta pelos municípios de Juru, Tavares, Princesa Isabel, São José de Princesa e Manaíra, apresentando altitude média de 680 m, com valor mínimo de 314 m e máximo de 1.160 m, segundo dados das imagens SRTM (Farr *et al.*, 2007).

Os dados utilizados compreenderam imagens das bandas espectrais do vermelho (0.636-0.673 μm), infravermelho próximo (0.851-0.879 μm) e infravermelho médio (1.566-1.651 μm), do satélite Landsat 9, sensor OLI, produto de reflectância da superfície com nível de correção L2SR, 30 m de resolução espacial, do ano de 2024, cortesia do U.S. *Geological Survey*. Além desses, foram utilizadas imagens SRTM (Farr *et al.*, 2007), com 30 m de resolução espacial.

O Google *Earth Engine* foi utilizado para a processamento das imagens e cômputo do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada - NDVI (Rouse *et al.*, 1973) e o Índice de Umidade por Diferença Normalizada - NDMI (Gao, 1996). A identificação das áreas excepcionais, isto é, com vigor da vegetação e umidade do dossel diferenciadas do entorno, foi obtida a partir do cômputo da média do *Z-Score* do NDVI e do NDMI, destacando os valores que se encontraram acima da média na região.

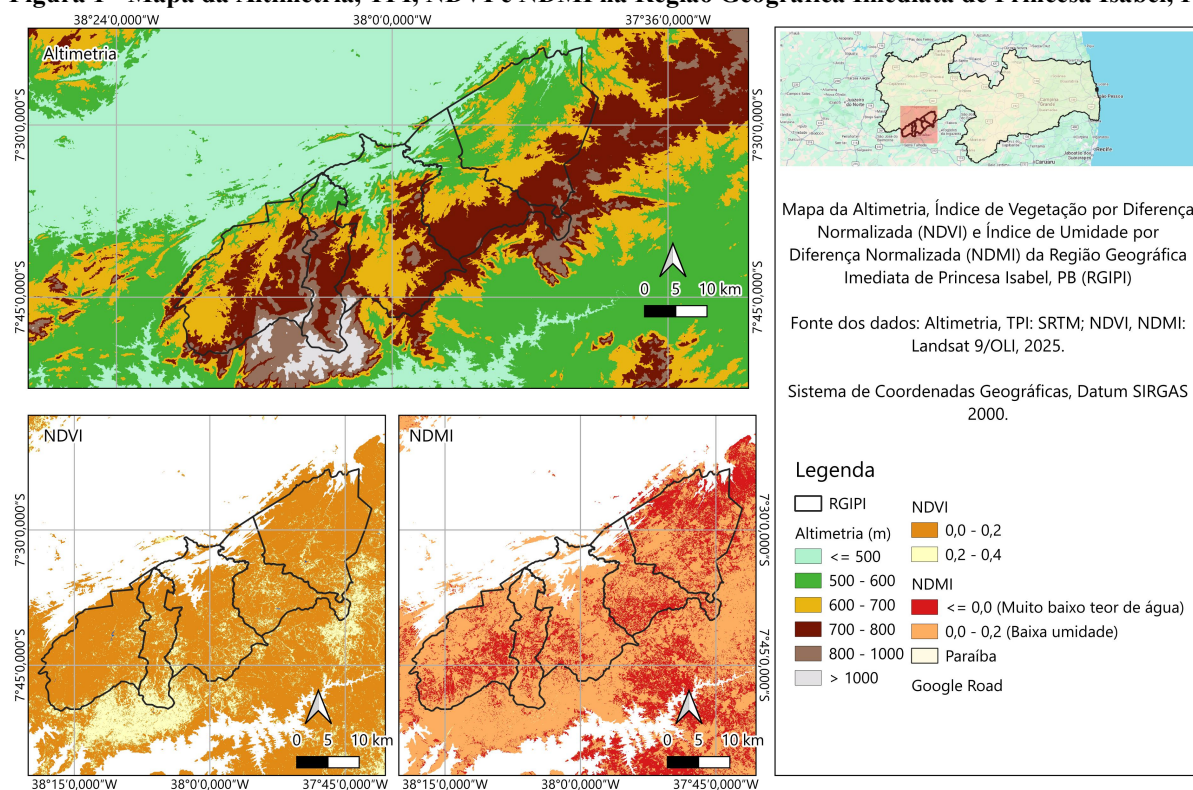
As áreas excepcionais foram classificadas conforme os seguintes valores: < -1 , improvável ocorrência dos brejos de altitude; entre -1 e 0, baixa probabilidade de ocorrência; entre 0 e 0,5, probabilidade moderada; de 0,5 a 1, alta probabilidade; entre 1 e 1,5, muito alta probabilidade; e $> 1,5$, áreas excepcionais. Os brejos potenciais foram identificados a partir da sobreposição das áreas excepcionais ($> 1,5$) com elevação acima de 500 m.

Resultados e Discussão



Por estar situada na Serra do Teixeira, na Região Geográfica Imediata de Princesa Isabel - RGIPI predominam altitudes acima de 500 m, chegando a mais de 1.000 m em algumas áreas. Esses dados se mostram representados nos mapas da Figura 1. Essa característica geográfica influencia na oscilação da temperatura do ar ao longo do ano, sendo quente no verão - podendo chegar a mais 35°C - e frio no inverno - podendo cair a menos de 15°C em determinados períodos do dia. No entanto, a distribuição das chuvas segue o esperado para o semiárido, com média anual de 805,3 mm, sendo os meses mais chuvosos: fevereiro, março e abril, e os mais secos: agosto, setembro e outubro (AESAPB, [s.d.]).

Figura 1 - Mapa da Altimetria, TPI, NDVI e NDMI na Região Geográfica Imediata de Princesa Isabel, PB.



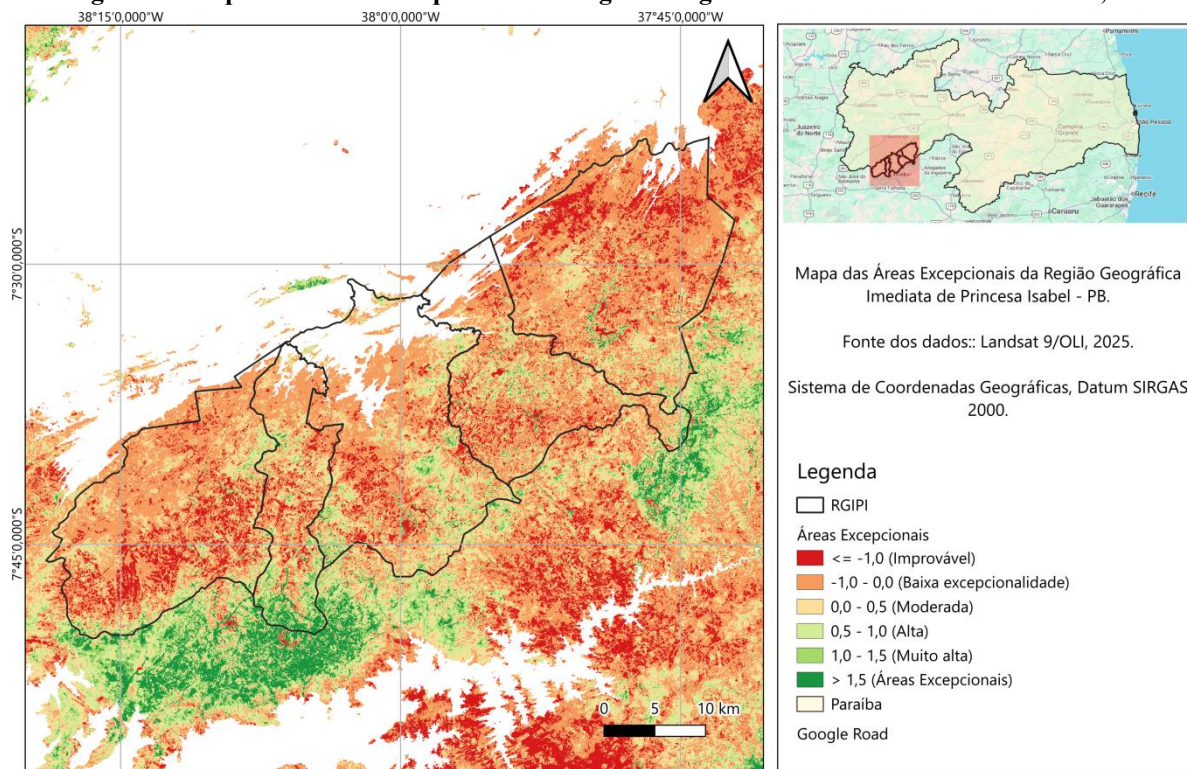
Fonte: Elaboração própria (2026).

Percebe-se que a altimetria predominante está acima de 500 m, com manchas de altitude acima de 1.000 m na zona sul da região. Esse fator já favorece a existência dos brejos, ainda que não a determine (Lins, 1989, citado por Medeiros; Cestaro, 2014). Na zona sudoeste da região, extrapolando os seus limites políticos, se apresentou, em destaque, uma mancha de vigor da vegetação ($0,2 < \text{NDVI} < 0,4$). Isso indica a predominância desse vigor ao longo do ano, ainda que possa oscilar. Esse também é um fator que favorece a ocorrência dos brejos de altitude, especialmente por se caracterizar como uma área de exceção em relação ao seu entorno (Ab'Sábber, 1999).



Nesse sentido, a integração do vigor da vegetação com a umidade, por meio do cômputo do *Z-Score*, nas altitudes acima de 500 m, delimitou as áreas excepcionais dentro e no entorno da RGIPI, como se pode observar no mapa da Figura 2.

Figura 2 - Mapa das Áreas Excepcionais da Região Geográfica Imediata de Princesa Isabel, PB.



Fonte: Elaboração própria (2026).

Na Figura 2, as áreas excepcionais se destacam em verde, com 1,5 ou mais desvios padrão acima da média entre o NDVI e NDMI, indicando a permanência de áreas vegetadas e úmidas acima da média do entorno com potencial para a ocorrência de uma biodiversidade também excepcional, uma vez “projetadas para todo um subconjunto de paisagens e ecossistemas relacionadas às serras úmidas” (Ab’Sábber, 1999, p. 20).

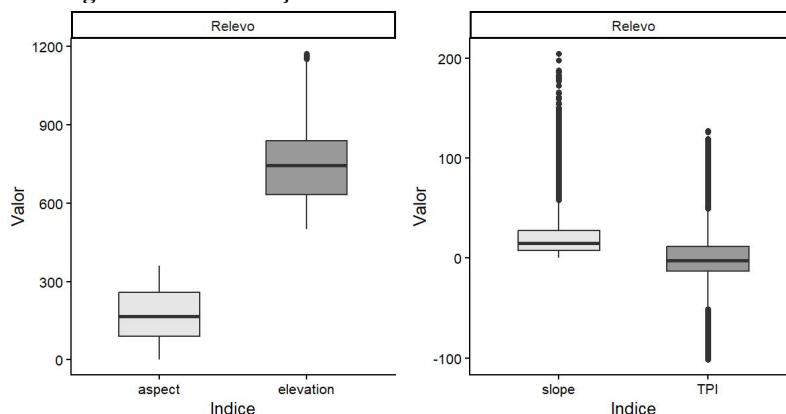
Na Figura 3 se observa a distribuição estatística básica (mínimo, mediana, primeiro e terceiro quartis e máximo) dos dados de relevo (aspecto ou orientação, elevação, declividade e TPI) nas áreas excepcionais. a orientação do relevo apresentou uma mediana de 165°, enquanto a altimetria mediana foi de 745 m, ambas tendendo ao centro do intervalo interquartil, isto é, as áreas excepcionais se localizam em relevo alto e orientadas a sudeste.

Por sua vez, a declividade apresentou uma mediana positiva, enquanto o TPI apresentou uma mediana ligeiramente negativa. Isso indica que, nas áreas excepcionais, os pixels tendem a apresentar declividades moderadas, enquanto o TPI sugere que a maior parte



da superfície está em posições topográficas ligeiramente inferiores à média da vizinhança, podendo ser entendidas como escarpas.

Figura 3 - Distribuição estatística básica dos dados de relevo.



Fonte: Elaboração própria (2026).

O intervalo interquartil da altimetria e da orientação do relevo se mostrou relativamente largo, refletindo a diversidade de valores. Já o da declividade se mostrou relativamente pequeno em relação à amplitude total dos dados, assim como o TPI. Isso significa que a maior parte dos pixels está concentrada em uma faixa relativamente estreita de valores, ou seja, são áreas sem grandes oscilações na forma do relevo.

A altimetria, a declividade e o TPI apresentaram distribuições assimétricas. A altimetria revelou valores acima de 1.000 m pouco frequentes e a declividade com muitos *outliers* acima do terceiro quartil, poucos valores extremos inferiores e cauda longa para valores elevados. Isso indica que a maior parte da área possui baixas ou médias declividades, enquanto uma pequena fração apresenta encostas bastante íngremes.

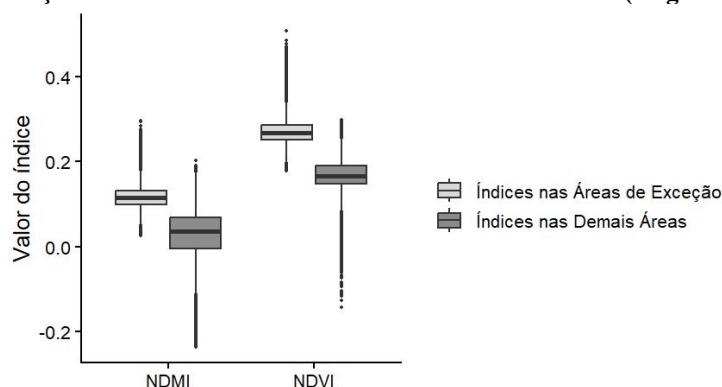
Por sua vez, o TPI apresentou uma distribuição aproximadamente simétrica, porém com caudas longas em ambas as direções, isto é, existem muitos valores muito positivos e muitos valores muito negativos. Os primeiros representam posições topográficas elevadas (cristas e topos), enquanto os segundos representam depressões e vales. Como a mediana é próxima de zero, predominam superfícies próximas da altitude média da vizinhança.

Sobre o vigor da vegetação e a umidade do dossel, na Figura 4 são apresentadas as comparações destes índices nas áreas excepcionais com as demais áreas.

Percebe-se que nas áreas de exceção os valores mínimos, medianos e máximos dos índices se apresentaram, de fato, maiores do que as áreas do entorno, corroborando a ideia de que a vegetação e a umidade dos brejos de altitude apresentam condições diferenciadas e propícias à existência de ecossistemas de exceção.



Figura 4 - Distribuição estatística básica dos valores de NDVI e NDMI (originais e padronizados).



Fonte: Elaboração própria (2026).

Considerações Finais

A pesquisa desenvolvida permitiu detectar áreas de exceção, caracterizadas na RGIPI como brejos de altitude. Os critérios adotados permitiram identificar a condição da vegetação e a disponibilidade de umidade em faixas de relevo acima de 500 m de altitude, sendo algumas delas diferenciadas em relação ao entorno. Os resultados ressaltam a existência das áreas de exceção no Semiárido e podem sugerir uma atenção especial à conservação dessas áreas.

Referências

Ab'Sáber, A. N.. Sertões e sertanejos: uma geografia humana sofrida. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 13, n. 36, p. 7–59, 1999.

AESA-PB. Dados de climatologia da chuva em Princesa Isabel. João Pessoa: Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba, [s.d.]. Disponível em: <https://www.aesa.pb.gov.br/chuvas/>. Acesso em: 30 jun. 2026.

Farr, T.G., *et al.*, 2007, The shuttle radar topography mission: **Reviews of Geophysics**, v. 45, no. 2, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1029/2005RG000183>.

Marques, A. de L.; Silva, J. B. da; Silva, D. G. Refúgios úmidos do semiárido: um estudo sobre o brejo de altitude de Areia-PB. **Geo Temas**, v. 4, n. 2, 2014.

Medeiros, J. F. de; Cestaro, L. A. As diferentes abordagens utilizadas para definir brejos de altitude, áreas de exceção do Nordeste brasileiro. **Sociedade e Território**, Natal, v. 31, n. 2, p. 97-119, jul./dez. 2019.

Rouse, J. W. et al. Monitoring the vernal advancement and retrogradation of natural vegetation. In: **Symposium on Machine Processing of Remotely Sensed Data**, 1973, West Lafayette. *Proceedings...* West Lafayette: Purdue University, 1973. p. 309-317.

Gao, Bo-Cai. NDWI: a normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. **Remote Sensing of Environment**, v. 58, n. 3, p. 257-266, 1996.