

Análise da influência da altitude na vegetação da caatinga Pernambucana através de sensoriamento remoto

Diêgo de Queiroz Andrade ¹
Jairo da Silva dos Santos ²
Matheus Alexandre da Silva ³
Salette Ingracia Araújo Tjin Aton ⁴
Kawa Fernandes Lima da Silva ⁵
Lucas Costa de Souza Cavalcanti ⁶

INTRODUÇÃO

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA) a caatinga é bioma exclusivamente brasileiro e cobre uma vasta área do Nordeste do Brasil, incluindo o estado de Pernambuco, em 80% do seu território. Caracterizada por um clima semiárido, com baixa precipitação e altas temperaturas, a caatinga apresenta uma vegetação adaptada a essas condições extremas. A caatinga Pernambucana, em particular, destaca-se por sua diversidade biológica e variações significativas na composição da vegetação devido a fatores ambientais, sendo a altitude do relevo um dos mais importantes.

A altitude influencia diretamente diversos aspectos ambientais, como temperatura, umidade e precipitação, que, por sua vez, afetam a distribuição e composição da vegetação. Andrade-Lima (2007), em sua obra "Estudos fitogeográficos de Pernambuco", discute a relação entre a topografia e a vegetação, mostrando como áreas mais elevadas podem apresentar uma vegetação distinta em comparação com áreas de menor altitude. Da mesma forma, Rizzini (1997) em "Tratado de Fitogeografia do Brasil" oferece uma análise detalhada da distribuição das espécies vegetais na caatinga, reforçando a importância da altitude na variação da vegetação.

¹ Graduando do Curso de Geografia - Bacharelado da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, diego.queirozandrade@ufpe.br;

² Graduando pelo Curso de Geografia - Licenciatura da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, jairo.ssantos@ufpe.br;

³ Graduando do Curso de Geografia - Bacharelado da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, matheus.alexandresilva@ufpe.br;

⁴ Graduanda pelo Curso de Geografia - Bacharelado da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, salette.araujo@ufpe.br;

⁵ Graduando do Curso de Geografia - Bacharelado da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, kawa.fernandess@ufpe.br;

⁶ Professor orientador: Professor Doutor, Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, lucas.cavalcanti@ufpe.br.

O uso de técnicas de sensoriamento remoto tem se mostrado uma ferramenta valiosa para estudar a influência da altitude na vegetação da caatinga. Imagens de satélite e dados de elevação digital (DEM) permitem mapear com precisão a variação altitudinal e identificar padrões de distribuição de vegetação que seriam difíceis de detectar apenas com trabalhos de campo. Índices de vegetação, como NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) e EVI (Enhanced Vegetation Index), são amplamente utilizados para monitorar a fenologia das plantas e detectar mudanças na cobertura vegetal ao longo do tempo. e Shimabukuro (2012), no livro "Sensoriamento Remoto No Estudo Da Vegetação", demonstram a eficácia dessas técnicas na análise de ecossistemas complexos como a caatinga.

A pesquisa aqui proposta tem como objetivo geral analisar a influência da altitude do relevo na distribuição e composição da vegetação da caatinga Pernambucana utilizando técnicas de sensoriamento remoto. Para isso, pretende-se mapear a variação altitudinal da região de estudo, utilizando dados de elevação digital (DEM) para criar um mapa detalhado da altitude do relevo na caatinga Pernambucana; identificar e classificar tipos de vegetação com base em imagens de satélite de alta resolução; correlacionar dados de altitude e vegetação, analisando a correlação entre a altitude do relevo e a distribuição de diferentes tipos de vegetação na caatinga através de ferramentas estatísticas e de geoprocessamento; e determinar áreas de maior vulnerabilidade e potencial de conservação, identificando áreas que, devido à sua altitude e cobertura vegetal, apresentam maior vulnerabilidade às mudanças climáticas e potencial para ações de conservação.

Compreender a relação entre a altitude do relevo e a vegetação da caatinga é essencial para o avanço do conhecimento científico sobre este bioma único, bem como para a formulação de estratégias de conservação e manejo sustentável. Através da integração de dados de sensoriamento remoto e análises ambientais, este estudo busca contribuir para uma gestão mais eficaz dos recursos naturais da caatinga Pernambucana, promovendo a conservação de sua biodiversidade e a sustentabilidade dos serviços ecossistêmicos que ela proporciona.

METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)

Para analisar a influência da altitude do relevo na distribuição e composição da vegetação da caatinga Pernambucana, foi adotada uma metodologia abrangente que integra revisão bibliográfica, coleta de dados, geoprocessamento e análise estatística.

Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica abrangente, utilizando artigos, livros e outros materiais acadêmicos que abordam a temática da caatinga e a influência da altitude no meio ambiente. A seleção da literatura foi baseada em um corte temporal de 30 anos, priorizando estudos mais recentes e relevantes para garantir a atualidade e pertinência das informações.

Em seguida, foi realizada uma coleta de dados necessários para o estudo. Foram obtidos shapefiles da caatinga, bem como dados de uso e cobertura vegetal, pedologia e geomorfologia, disponíveis através do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Base de Dados de Informações Ambientais (BDiA). Dados de elevação digital e índices de vegetação, como o NDVI, foram coletados para os anos de 2000, 2010 e 2020, através do Google Earth Engine (GEE). Esses dados permitiram mapear a variação altitudinal e monitorar as mudanças na cobertura vegetal ao longo do tempo.

Com os dados coletados, foram criados mapas temáticos detalhados utilizando o software de geoprocessamento QGIS. Esses mapas representam a variação altitudinal da região de estudo, bem como a distribuição da vegetação. A criação desses mapas permitiram uma análise comparativa e aprofundada da relação entre altitude e vegetação na caatinga Pernambucana.

A correlação entre os dados de altitude e vegetação foi analisada utilizando ferramentas estatísticas, como análise de regressão e correlação espacial. Essa etapa permitirá identificar padrões e tendências na distribuição da vegetação em relação à altitude do relevo. A análise estatística será complementada com técnicas de geoprocessamento para visualizar e interpretar os resultados de forma mais eficaz.

Além disso, foram identificadas áreas de maior vulnerabilidade e potencial de conservação com base na análise da cobertura vegetal e da altitude. Essas áreas serão classificadas quanto à sua suscetibilidade às mudanças climáticas e ao seu potencial para ações de conservação, contribuindo para a formulação de estratégias de manejo sustentável e preservação da biodiversidade da caatinga.

Os resultados obtidos serão sintetizados e discutidos com base na literatura revisada, buscando integrar as descobertas do estudo com o conhecimento existente sobre a caatinga e a influência da altitude no meio ambiente. Essa discussão permitirá contextualizar os achados e propor recomendações para a conservação e manejo sustentável do bioma.

REFERENCIAL TEÓRICO

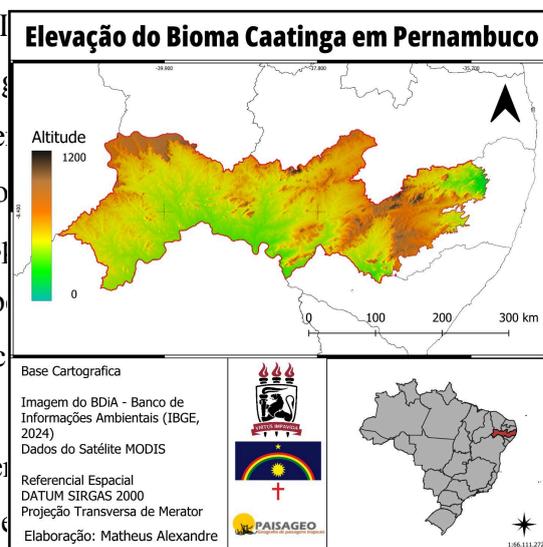
Figura 1: Mapa de elevação do Bioma Caatinga em Pernambuco.

Fonte: Os autores.

A análise dos dados de elevação digital (figura 1) revelou uma significativa variação altitudinal na região de estudo, abrangendo desde áreas planas, em altitudes inferiores a 200 metros, até terrenos elevados, que ultrapassam 800 metros. As áreas mais elevadas, localizadas principalmente no Planalto da Borborema, apresentam relevos mais acidentados, com escarpas e vales profundos, enquanto as áreas de menor altitude são caracterizadas por planícies e depressões suaves. A correlação entre a altitude e as características geomorfológicas é evidente, com as regiões mais altas associadas a terrenos mais diversificados, influenciando diretamente a retenção de umidade e a disponibilidade de nutrientes, fatores que impactam na composição da vegetação.

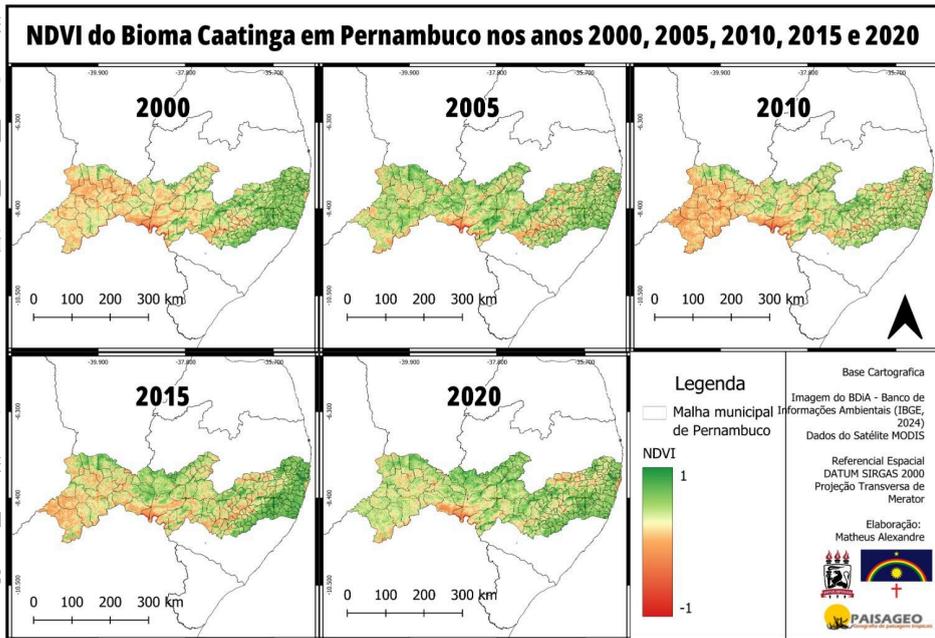
Os mapas temáticos gerados a partir das imagens de satélite e dos índices de vegetação, como o NDVI, demonstram uma maior diversidade de vegetação ao longo do tempo, o que demonstra uma maior diversidade de vegetação por um período prolongado, majoritariamente por espécies amenas proporcionadas por condições suscetíveis às variações climáticas. A vegetação menos densa é composta por espécies xerófitas, que predominam em áreas de menor altitude, mais suscetíveis às variações climáticas.

Estudos de casos e análises de campo demonstram que a altitude influencia a composição e resiliência da vegetação da caatinga. Em altitudes elevadas, a caatinga mantém-se verde durante o período de seca, enquanto em áreas de menor altitude, a vegetação é composta por espécies menos resistentes às condições mais rigorosas. Além disso, as áreas de menor altitude, mais suscetíveis às variações climáticas, apresentam uma maior diversidade de espécies, incluindo cactáceas e outras plantas adaptadas a condições de maior umidade.



superiores a 600 metros, a vegetação apresenta uma maior capacidade de recuperação após eventos climáticos extremos, como secas prolongadas. A diversidade florística também é superior nessas áreas, o que sugere que a altitude proporciona microclimas mais favoráveis ao desenvolvimento de uma maior variedade de espécies. Nas altitudes mais baixas, a vegetação mostra-se altamente vulnerável às mudanças climáticas, com uma composição mais simplificada e uma maior taxa de mortalidade de plantas durante as estiagens.

Esses resultados confirmam a hipótese de que a altitude do relevo é um fator crucial na adaptação da vegetação do Bioma Caatinga em Pernambuco às mudanças climáticas. A observação de uma vegetação mais adaptada às condições atuais é uma importância técnica que proporciona uma resposta à demanda por informações mais precisas e atualizadas sobre o estado do ecossistema.



A análise dos índices de vegetação, especificamente o NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), ao longo dos períodos de 2000, 2005, 2010, 2015 e 2020, revela uma estabilidade surpreendente na cobertura vegetal das áreas de caatinga localizadas em altitudes mais elevadas, como nas regiões do Planalto da Borborema. Em contraste, as áreas de menor altitude, como a Depressão Sertaneja e a Planície do Rio São Francisco, demonstram uma maior variabilidade na densidade de vegetação ao longo do tempo, especialmente em resposta a eventos climáticos extremos, como El Niño e La Niña.

Apesar das variações sazonais típicas do bioma caatinga, as áreas mais elevadas mantêm índices de vegetação relativamente altos e constantes, mesmo em anos marcados por eventos climáticos adversos. Este comportamento pode ser atribuído à capacidade dessas áreas de reter umidade e moderar as temperaturas, criando microclimas que favorecem a permanência da vegetação verde durante a maior parte do ano.

Por outro lado, nas regiões de menor altitude, a vegetação da caatinga mostra-se mais suscetível às mudanças climáticas. Durante os períodos de El Niño (2000, 2010 e 2015), por exemplo, que são caracterizados por secas prolongadas, observou-se uma queda significativa nos índices de vegetação nessas áreas. Da mesma forma, durante os eventos de La Niña (2005 e 2020), que podem trazer chuvas acima da média, houve uma rápida recuperação da vegetação, mas com uma distribuição menos densa e mais esparsa.

Esses resultados indicam que, enquanto a caatinga em regiões de maior altitude demonstra uma resiliência maior, a caatinga em altitudes mais baixas é mais dinâmica e responde de forma mais intensa às variações climáticas. Isso sugere que estratégias de conservação e manejo devem ser diferenciadas conforme a altitude, com uma atenção especial às áreas mais vulneráveis, como a Depressão Sertaneja e a Planície do Rio São Francisco, onde a vegetação é menos estável e mais suscetível às flutuações ambientais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos Resultados, deverá constar a esquematização dos dados encontrados, na forma de categorias analíticas e sistematização dos achados empíricos.

Nesta sessão poderão ser utilizados gráficos, tabelas e quadros para maior clareza.

As discussões (análises) geradas a partir dos resultados deverão ser criativas, inovadoras e éticas, de maneira a corroborar com as instruções de pesquisa científicas do país. Levando em consideração a referência a autores e teorias, bem como referenciando os resultados encontrados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da influência da altitude na vegetação da caatinga pernambucana, por meio de técnicas de sensoriamento remoto, evidenciou a complexidade e a diversidade desse bioma, destacando a relevância do relevo como fator determinante na distribuição e resiliência da cobertura vegetal. As áreas de maior altitude, especialmente no Planalto da Borborema, demonstraram uma vegetação mais densa e diversificada, capaz de manter-se relativamente estável e resistente, mesmo durante eventos climáticos extremos como El Niño e La Niña. Esses microclimas favorecidos pela altitude contribuem para a criação de nichos ecológicos onde espécies mais adaptadas às condições amenas podem prosperar, resultando em uma maior diversidade florística e em uma vegetação mais resiliente.

Em contrapartida, as regiões de menor altitude, como a Depressão Sertaneja e a Planície do Rio São Francisco, mostraram-se mais suscetíveis às oscilações climáticas, com uma vegetação menos densa e mais vulnerável a períodos de seca prolongada. A variabilidade na densidade da cobertura vegetal nessas áreas reflete uma caatinga dinâmica, cuja capacidade de recuperação está intrinsecamente ligada às condições climáticas sazonais. Durante eventos de La Niña, por exemplo, a rápida recuperação da vegetação, embora positiva, é marcada por uma distribuição mais esparsa, o que sugere uma adaptação à aridez extrema, mas com uma menor estabilidade a longo prazo.

Esses resultados têm implicações significativas para a conservação e o manejo sustentável da caatinga pernambucana. As áreas de maior altitude, por sua capacidade de sustentar uma vegetação mais rica e estável, devem ser priorizadas em estratégias de conservação, servindo como refúgios para a biodiversidade. Já as regiões de menor altitude, por sua vulnerabilidade, exigem políticas de manejo que considerem a variabilidade climática e a necessidade de práticas adaptativas que possam mitigar os efeitos das mudanças climáticas.

Palavras-chave: Caatinga; altitude; sensoriamento remoto; NDVI; vegetação.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Caatinga**. Disponível em:
[https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/ecossistemas/biomas/caatinga#:~:text=A%20Caatinga%20ocupa%20uma%20%C3%A1rea,nacional%20\(IBGE%2C%202019\)](https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/ecossistemas/biomas/caatinga#:~:text=A%20Caatinga%20ocupa%20uma%20%C3%A1rea,nacional%20(IBGE%2C%202019).). Acesso em: 23/07/2024.

DE ANDRADE LIMA, Dárdano. **Estudos fitogeográficos de Pernambuco**. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, v. 4, p. 243-274, 2007.

DO CERRADO, Árvores; DE CAMPO, Guia. RIZZINI, CT **Tratado de Fitogeografia do Brasil**. mbito Cultural, 1997. A C MARA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

DO CONSELHO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO da UNIVERSIDADE. Flávio Jorge Ponzoni, et al. **Sensoriamento Remoto No Estudo Da Vegetação**. São Paulo Oficina De Textos, 2012.