ANÁLISE TEMPORAL DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA (NDVI) NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (APA) DO CARIRI – PB (1995-2023)

Douglas Vidal Costa[1]
Rafael Albuquerque Xavier[2]

INTRODUÇÃO

O bioma Caatinga é exclusivamente brasileiro e apresenta uma alta biodiversidade adaptada as condições de semiaridez do clima semiárido da região nordeste do Brasil. Andrade e Lima (1982) discorres sobre a diversidade de espécies no bioma Caatinga, inclusive espécies endêmicas que sofrem riscos de extinção pele alto nível de desmatamento. Souza (2008) destaca a região do cariri pelo manejo inadequado de seus solos que acelera o processo de degradação ambiental e desertificação. Diante desse cenário a criação e a manutenção de Unidades de Conservação são imprescindíveis para proteção da fauna e flora local.

O objetivo geral do estudo é analisar a dinâmica da cobertura vegetal na Área de Proteção Ambiental (APA) do cariri paraibano, realizando uma comparação entre os anos de 1995, 2005 e 2023. De forma específica avaliou-se a variação sazonal de chuvas com o intuído de buscar as imagens dos períodos secos e chuvosos para a partir dessa fase caracterizar o vigor vegetativo nas categorias Ruim, Médio e Bom a partir do NDVI resultante. Com base desses dados foi possível identificar padrões de degradação e de áreas com caatinga ainda preservada.

Compreende-se a importância do estudo pois na literatura podemos classificar a quantidade de trabalhos sobre as APA's criadas nos últimos anos como poucos. Por isso, acompanhar como a paisagem dessas Unidades de Conservação mudou ao longo do tempo é essencial. Isso não só nos ajuda a entender a real situação da nossa vegetação, mas também traz dados concretos que podem direcionar a fiscalização e ajudar os órgãos públicos a melhorar a gestão dessas áreas.

ÁREA DE ESTUDO

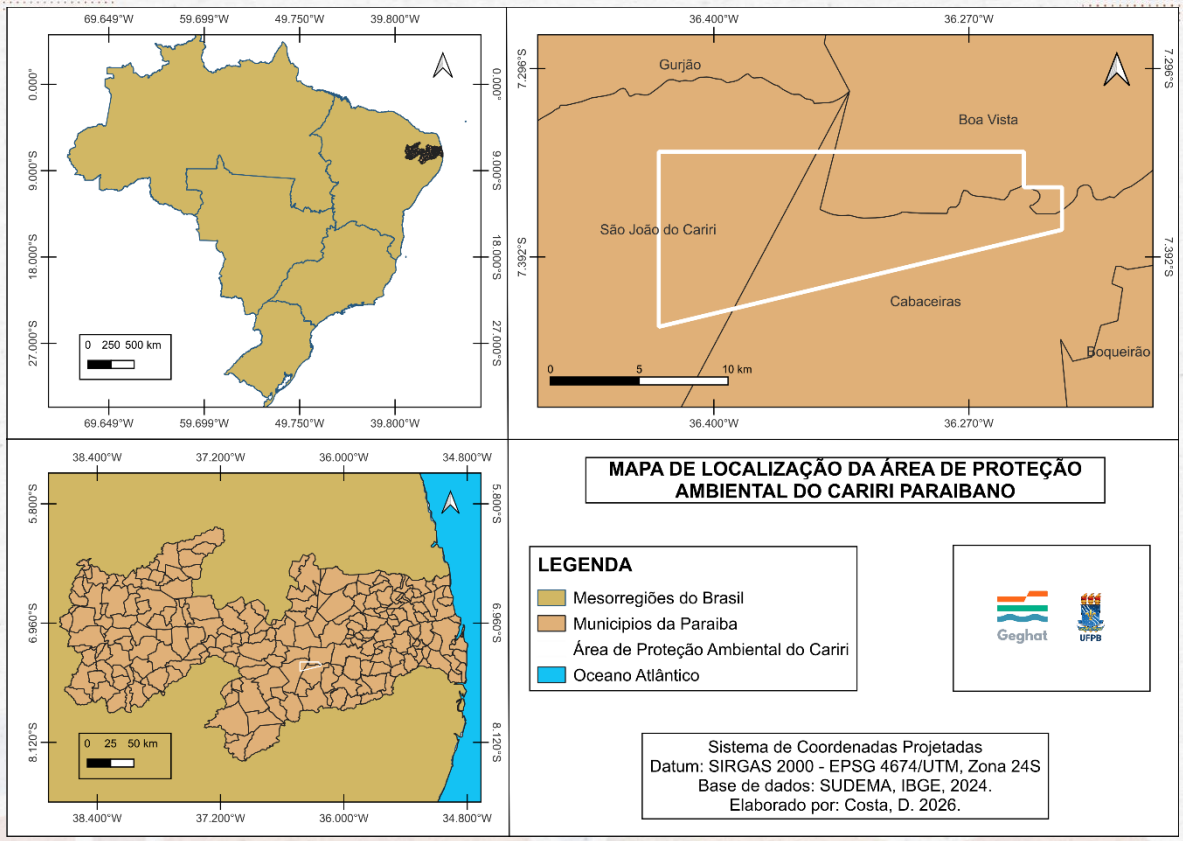
A Área de Proteção Ambiental (APA) é uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável, localizada entre os limites dos municípios de Cabaceiras, São João do Cariri e Boa Vista mais precisamente no Cariri do estado da Paraíba a 185km/210km (dependendo do município de partida) da capital João Pessoa. (Figura 01).

Criada pelo Decreto Estadual de número 25.083, de 08 de Junho de 2004 a APA busca conservar a fauna e flora da área delimitada promovendo melhor qualidade de vida e menos alterações antrópicas. Possui uma área de 18. 560 ha e está sob responsabilidade da Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA). Lima et al (2024) destaca a criação de um plano de manejo para a APA já que a unidade não o possui a elaboração do plano traria benefícios como o zoneamento ambiental, controle de atividades econômicas e as condições necessárias de isolamento que forneceriam a reabilitação da vegetação nativa.

O clima segundo Lima e Almeida (2017), caracteriza-se como semiárido quente e seco com temperaturas entre 25º e 27º. Seu relevo descrito por Xavier *et al* (2022) tem predominância de feições onduladas com morrotes, colinas amplas suaves e superfícies aplainadas, possuindo em sua geologia classificada por Ballén *et al* (2016) como um embasamento cristalino com predominância de granitos e gnaisses variados.

Figura 01 – Localização da Área de Proteção Ambiental (APA) do cariri paraibano

[1] Mestrando em Geografia no Programa de Pós Graduação em Geografia (PPGG) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus I, João Pessoa, PB, profdouglasgeo14@gmail.com;
[2] Professor Associado do Departamento de Geografia da Universidade Estadual da Paraíba, Campus I, Campina Grande-PB, rafaelxavier@servidor.uepb.edu. br;



Fonte: IBGE, SUDEMA (2024). Elaborado por Douglas Vidal Costa.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa é de cunho quali-quantitativa com abordagem sistêmica e processada em gabinete pois como analisa Machado (2023), uma forma um elo entre a teoria e a realidade enquanto a outra em posse dos dados busca um vínculo entre os números e o objeto de estudo.

Para obtenção das imagens de satélite foi utilizada à plataforma do Serviço Geológico Americano (United States Geological Survey – USGS) (https://espa.cr.usgs.gov/), dos anos de 1995, 2005 e 2023. As imagens de 1995 e 2005 pertencem ao Landsat 4-5 de nível 2 (elas possuem o índice de reflectância), as imagens de 2023 foram da coleção 8-9. O ano de 1995 foi escolhido por ser o primeiro a possuir dados pelo satélite em questão, assim como 2023 que possuem as últimas imagens disponibilizadas pelo site.

Em seguida as imagens foram processadas em ambiente Q-GIS, utilizando o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) que possui a fórmula:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

NIR: Valor de reflectância na banda do infravermelho e RED: Valor de reflectância na banda do vermelho.

As imagens de 1995 e 2005 foram tratadas na Calculadora Raster com a fórmula: (Band4 – Band3) / (Band4+Band3) e a de 2023 utilizou a seguinte (Band5 - Band4) / (Band5+Band4) resultando no processo do NDVI. Vale ressaltar que as imagens foram escolhidas nos meses em que estavam com a menor quantidade de nuvens seguindo o critério de escolha pelos dados de pluviosidade divulgados pelo governo do estado da Paraíba pelo atlas pluviométrico de Becker e Bandeira (2025). Os meses das imagens escolhidas das estações secas dos referidos anos foram: 09/1995 - 10/2005 – 10/2023. Para estação chuvosa: 04/1995 – 03/2005 – 07/2023.

REFERENCIAL TEÓRICO

A qualidade da vegetação de um local pode ser considerado um bioindicador dos fatores que estão interferindo no meio, seja ele positivo ou negativo. Bertanlanffy (1968) elabora a Teoria Geral de Sistemas (TGS), apontando que todo organismo se relaciona com outros fatores formando assim uma cadeia de interação contínua em que se algo é alterado provavelmente as modificações gerarão um efeito cascata alterando no caso do estudo em questão a distribuição da vegetação, tornando sua saúde um espelho fiel da qualidade do ambiente como um todo.

A ocupação histórica do Cariri paraibano descrita por Souza (2008), desenvolvida pela ação antrópica em atividades como: agricultura de subsistência, pecuária, além da criação de grandes carvoeiras (madeira queimada para gerar carvão) e a retirada de madeira para criar cercas necessitando de desmatar a Caatinga preservada, gerou consequências como o processo de desertificação do solo evidenciada na área dos cariris velhos ao qual a Área de Proteção Ambiental (APA) em questão está localizada como evidenciou Souza e Lima (2015).

Várias técnicas podem ser utilizadas com o objetivo de analisar a qualidade de vegetação de um local a escolhida para realizar tratar as imagens de uma série temporal foi o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), que calcula a qualidade da vegetação de uma área levando em consideração o regime de chuvas anual e a ação antrópica. Silva e Rivaildo (2020) e Ribeiro (2014) nos ajudam a entender a importância do índice e a como calculá-lo em ambiente de Caatinga.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o processamento das imagens e a elaboração dos 06 mapas seguindo os dados de pluviosidade (não contidos aqui por causa das normas de numeração de páginas), foi possível analisar o valor do NDVI e classificá-lo em Ruim, Médio e Bom (Tabela 02).

Tabela 01- Classificação do resultado do NDVI

Mês – Ano	Período	Resultado do NDVI
09/1995	Seco	Ruim: 6.510 ha / Médio: 1.860 ha / Bom: 4.650 ha
04/1995	Chuvoso	Ruim: 186 ha / Médio: 5.580 há / Bom: 4.464 ha
10/2005	Seco	Ruim: 9.672 há / Médio: 6.510 há / Bom: 372 ha
03/2005	Chuvoso	Ruim: 8.928 há / Médio: 4.278 há / Bom: 372 ha
10/2023	Seco	Ruim: 8.370 há / Médio: 3.534 há / Bom: 186 ha
07/2023	Chuvoso	Ruim: 1.860 há / Médio: 5.580 há / Bom: 8.370 ha

Fonte: Elaborado pelo autor.

Foi possível observar que no ano de 1995, comparando as duas épocas (chuvosa e seca) houve um aumento de hectares da categoria de NDVI Média e diminuição da Ruim o que já é esperado pelo índice de reflectância da Caatinga e sua característica caducifólia. Ao comparar a legenda dos dois mapas foi adicionado uma nova classe no mapa chuvoso representado pela cor verde escuro / preto, somou-se a classe que já indicava uma vegetação densa e foi possível observar que as áreas de categoria Bom permaneceram e estão situadas nas bordas dos lajedos e próximas aos cursos d'água.

Em 2005 nos dois períodos é possível observar a predominância do solo exposto. Se compararmos com 1995 a categoria Ruim ocupava 35% da área e em 2005 saltou para 52%, sugerindo um aumento nas áreas de degradação e a diminuição para 372 ha da categoria Bom expondo a fragmentação da vegetação.

Em 2023, a categoria Ruim saltou de 10% para 45% da área no período seco principalmente nos limites do município de São João do Cariri. No geral, foi menor que o ano de 2005 mostrando uma possível recuperação da vegetação. Há uma concentração da Categoria Bom.

Pode-se observar que de 1995 a 2023 houve uma evolução das áreas desmatadas e degradadas já que em 1995 no período chuvoso a categoria ruim ocupava 1% do território e em 2023 mesmo com chuvas a categoria estava em 10% e nos períodos secos o solo exposto saltou de 35%

para 45-52% indicando que a APA está mais seca, com menos proteção vegetal. Na categoria Bom nos períodos chuvosos de 1995 e 2023 o índice de vigor era de 0,81 caindo para 0,59 mostrando que a vegetação atual é menos densa passando de uma Caatinga arbórea para arbustiva ou rala e menor biomassa. O mapa de 2005 registrou valores de -0,99 sugerindo um estado de aridez muito severo em 2023 as poucas áreas verdes estão concentradas nas áreas de drenagem evidenciando que a vegetação de áreas planas e de encosta foram as que mais sofreram intervenção humana.

Por fim, em 1995 os mapas mostram grandes blocos contínuos de vegetação na categoria Bom. Já em 2005 e 2023 a paisagem tornou-se fragmentada. Como afirmam Campos *et al* (2026) que utilizaram o Índice Integral de Conectividade (IIC) para mostrar a fragmentação da APA que sofreu uma perca significativa de 51,30% da sua vegetação nativa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo conseguiu realizar seus objetivos analisando o período pluviométrico e determinando os meses chuvosos e secos para a pesquisa das imagens de satélite. O NDVI foi calculado e classificado em "Ruim, Médio e Bom", comprovando a degradação dentro da APA.

É necessária uma ação de conscientização a população e aumento de fiscalização do órgão administrativo da APA para que ambos entendam o real objetivo da área de proteção. Área esta que abriga uma biodiversidade enorme no meio da Caatinga e que necessita de olhares protetores já que é evidenciada a falta de efetividade da "Proteção" da APA.

REFERÊNCIAS

BALLÉN, L. A. C.; SOUZA, B. I.; LIMA, E. R. V. de. ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA COBERTURA VEGETAL NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO CARIRI, PARAÍBA, BRASIL - DOI 10.5216/bgg.v36i3.44558. **Boletim Goiano de Geografia**, [s. l.], v. 36, n. 3, p. 555–571, 2016. Disponível em: https://revistas.ufg.br/bgg/article/view/44558. Acesso em: 2 mar. 2025.

BECKER, Carmem Terezinha; BANDEIRA, Maria Marle (org.). **Atlas Pluviométrico da Paraíba 1994 - 2023**. João Pessoa, PB: Moura Ramos, 2025.

CAMPOS, Jean Oliveira; DE LIMA, Valéria Raquel Porto; DE LIMA, Eduardo Rodrigues Viana. Perda e fragmentação da caatinga na APA do Cariri, Estado da Paraíba. **Revista de Geografia:(Recife)**, v. 43, n. 1, p. 217-237, 2026.

LIMA, Valéria Raquel Porto de *et al*. Instrumentos para o Planejamento e Gestão Territorial: Subsídio ao Zoneamento da Área de Proteção Ambiental do Cariri - Paraíba. **Espaço Aberto**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 91-110, 2024. DOI: 10.36403/espacoaberto.2024.59433. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/380577433. Acesso em: 30 mai. 2026.

MACHADO, JR F. Metodologias de pesquisa: um diálogo quantitativo, qualitativo e quali-quantitativo. **Devir Educação**, v. 7, n. 1, 2023.

RIBEIRO, George do Nascimento et al. Análise temporal da vegetação de caatinga utilizando NDVI. 2014.

SILVA FILHO, Rivaildo da et al. Representação matemática do comportamento intra-anual do NDVI no Bioma Caatinga. **Ciência Florestal**, v. 30, n. 2, p. 473-488, 2020.

SOUZA, Bartolomeu Israel de. Cariri paraibano: do silêncio do lugar à desertificação. 2008.

SOUZA, Bartolomeu Israel de; ARTIGAS, Rafael Cámara; LIMA, Eduardo Rodrigues Viana de. Caatinga e desertificação. **Mercator (Fortaleza)**, v. 14, p. 131-150, 2015.

XAVIER, R. A. et al. PADRÕES DE RELEVO DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO CARIRI PARAIBANO: UMA CONTRIBUIÇÃO À CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA SEMIÁRIDA**. Revista Ciência Geográfica**, Bauru, v. 26, n. 01, p. 34–50, 2022. Disponível em: https://ppg.revistas.uema.br/index.php/cienciageografica/article/view/2866. Acesso em: 2 abr. 2025.