



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>



Análise Temporal do Índice de Cobertura Vegetal NDVI da Floresta Nacional do Araripe - Apodi

Renan de Sousa Araujo¹, Antônio Júnior Alves Ribeiro²

¹Mestrando em Meio Ambiente e Graduado em Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil. E-mail: renansousa1229@gmail.com

²Doutor em Engenharia de Transportes, Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil. E-mail: junior.ribeiro@ifce.edu.br

Artigo recebido em 05/01/2024 e aceito em 02/06/2024

RESUMO

Para a conservação da biodiversidade, vários países possuem instrumentos que estabelecem Áreas de Proteção, com o propósito de proteger determinados espaços de ações antrópicas, visto que a degradação desses ambientes pode levar a extinção de espécies da flora e fauna local, podendo também afetar a qualidade do solo e das águas superficiais e subterrâneas. Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) são grandes aliados do monitoramento remoto do desmatamento e da perda de cobertura vegetal. Diante da potencialidade do uso de SIG e Sensoriamento Remoto, objetivou-se a elaboração de mapas por meio do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para analisar a cobertura vegetal da FLONA Araripe – Apodi no espaço-tempo de 10 anos. Este trabalho utilizou imagens do sensor remoto Landsat 8, entre os anos de 2013 e 2023, para obtenção do NDVI, de modo a mensurar e quantificar áreas de solo exposto ou vegetação esparsa na Unidade de Conservação Floresta Nacional do Araripe – Apodi - CE. Os resultados trazem dados que sinalizam perda de vegetação densa entre os anos de 2013 e 2018, passando de 38.823 ha para 38.538 ha, com redução de 0,73% e tendo uma recuperação da vegetação densa entre os anos de 2018 e 2023, que passam de 38.538 ha para 38.740 ha, com acréscimo de 0,52%, porém não recuperando a área total de vegetação densa do ano inicial da pesquisa.

Palavras-chave: Unidade de Conservação. Sistemas de Informações Geográficas. Índice de Vegetação por Diferença Normalizada. Sensoriamento Remoto.

Temporal Analysis Of The NDVI Vegetable Cover Index Of The Floresta Nacional do Araripe - Apodi

ABSTRACT

For the conservation of biodiversity, several countries have instruments that establish Protected Areas, with the purpose of protecting certain spaces from anthropogenic actions, since the degradation of these environments can lead to the extinction of species of local flora and fauna, and can also affect the quality soil and surface and underground waters. Geographic Information Systems (GIS) are great allies in remotely monitoring deforestation and loss of vegetation cover. Given the potential of using GIS and Remote Sensing, the objective was to create maps using the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to analyze the vegetation cover of FLONA Araripe – Apodi in the space-time of 10 years. This work used images from the Landsat 8 remote sensor, between the years 2013 and 2023, to obtain the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), in order to measure and quantify areas of exposed soil or sparse vegetation in the Floresta Nacional do Araripe – Apodi - CE. The results provide data that indicate a loss of dense vegetation between the years 2013 and 2018, going from 38,823 ha to 38,538 ha, with a reduction of 0.73% and a recovery of dense vegetation between the years 2018 and 2023, which pass from 38,538 ha to 38,740 ha, an increase of 0.52%, but not recovering the total area of dense vegetation from the initial year of the research.

Keywords: Conservation Area. Geographic Information System. Normalized Difference Vegetation Index. Remote Sensing.

Introdução

As ações antrópicas vêm transformando o planeta de forma rápida, causando severos impactos negativos para o meio ambiente, principalmente pela prática de atear fogo na vegetação, impactando na perda de nutrientes do solo, podendo levar a desertificação da área (Silva, E., et al, 2021). Torres et al, (2017), constataam que o estado do Ceará possui maior ocorrência de incêndios em Unidades de Conservação Federais Brasileiras. Essa prática de atear fogo pode estar diretamente ligada a atividades agrícolas que exigem grandes áreas agricultáveis, que necessitam passar pelo processo de supressão da vegetação para que seja possível o cultivo de culturas de milho, soja, arroz, dentre outros. Essa prática resulta em grandes áreas de solo exposto, tendo como consequência a perda de biodiversidade (flora, fauna e dos microrganismos) presentes naquele ambiente explorado (Lima, Baptista e Deus, 2023).

De acordo com Marques e Rocha (2019), as ações antrópicas relacionadas ao uso público são os principais fatores para promoção e aumento de impactos adversos ao meio ambiente. Segundo Oliveira, Silva e Moura (2019), atualmente o Brasil necessita de políticas ambientais mais eficientes na gestão das Unidades de Conservação, de modo a prover de fato a conservação e proteção da biodiversidade. A proteção da diversidade biológica é um direito fundamental assegurado pela constituição federal de 1988, o qual em seu art. 225, prevê que todos tem o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, estabelecendo que o poder público e a coletividade tem o dever de preservá-lo e defendê-lo para presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988, p. 136). Visto assegurar esse direito ao meio ambiente equilibrado, existe no Brasil e no mundo espaços de proteção ambiental conhecidos como Unidade de Conservação que tem o intuito do resguardo da biodiversidade (Silva, et al, 2017). As unidades de conservação (UCs) são áreas territoriais utilizadas como mecanismos de preservação e conservação da biodiversidade das ações antrópicas (Santos, et al, 2020).

De acordo com o Art. 2, inciso I, da Lei n. 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC,

*Unidade de
conservação: espaço
territorial e seus*

*recursos ambientais,
incluindo as águas
jurisdicionais, com
características naturais
relevantes, legalmente
instituído pelo Poder
Público, com objetivos
de conservação e limites
definidos, sob regime
especial de
administração, ao qual
se aplicam garantias
adequadas de proteção
(BRASIL, 2000, p. 1).*

Silva, A, Silva, F e Figueiredo (2020), afirmam que as UCs são áreas propícias ao combate a problemas socioambientais, por desempenhar um papel social, biológico, cultural e educacional, de forma a contribuir para a ciência. Melo e Martins (2020), constataam que é possível o uso de áreas da UC de forma restrita, sem trazer grandes impactos ao meio ambiente, de forma que seja promovido o uso sustentável dos recursos naturais. De acordo com Bandeira, Freitas e Estrela (2021), a preocupação com as UCs se faz necessária visto que são métodos de preservação da biodiversidade e dos recursos naturais, assim sendo formas de garantir a manutenção da capacidade de produção de riquezas para a atuais e futuras gerações. As UCs têm a capacidade de ser utilizadas para a garantia do modo de vida cultural das comunidades tradicionais locais, seus conhecimentos empíricos que são transmitidos de pais para filhos e filhas e a preservação do clima local e regional, trazendo melhor umidade do ar de maneira a impactar diretamente na saúde pública (Brito, 2021).

As UCs possuem a capacidade de mitigação das alterações ocasionadas pelas mudanças climáticas, apesar de ser algo que não está explícito no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), fato este que acaba fragilizando a teoria de que as UCs têm importância na diminuição de impactos ocasionados pelas ações antrópicas em escala global. Assim, diminuindo a possibilidade de obter investimentos e incentivos fiscais para melhoramento e criação de novas unidades (Trevizan e Oliveira, 2022).

O Decreto-lei Nº 9.226, de 2 de maio de 1946 cria a Floresta Nacional do Araripe, nos Estados do Ceará, Pernambuco, Piauí e Rio Grande do Norte (Brasil, 1946). A FLONA Araripe – Apodi foi a primeira Floresta Nacional criada em

território nacional brasileiro (Tofeti e Campos, 2023). A UC é uma área importante para manutenção de espécies nativas e garantia hídrica no semiárido cearense, tendo papel fundamental para o extrativismo regional, que é realizado por cerca de 110 comunidades (Simões, et al, 2022).

A FLONA Araripe - Apodi, detém de grande biodiversidade de fauna, flora e microrganismos, estando localizada sobre uma área de rochas sedimentares, que são responsáveis pelo armazenamento de recursos hídricos utilizados para o abastecimento de grande parte da população da região (Araújo, et al, 2021). Pertencente ao Bioma Caatinga, caracterizado por ser suscetível a degradações por atividades antrópicas e fenômenos naturais, que estão diretamente ligados com aspectos climáticos, em virtude de altas temperaturas, baixa umidade, seca, ocorrência de incêndios e déficit de água, se faz necessário o monitoramento pelos agentes fiscalizadores de modo a evitar que atividades antrópicas causem impactos adversos a UC (Mariano et al, 2018). Por ser uma área de grande importância para o abastecimento de aquíferos da região e pela proteção da qualidade da água subterrânea, se faz necessária o monitoramento de possíveis atividades clandestinas que podem vir a ocorrer, principalmente práticas agrícolas, visto que tal atividade possui potencial de poluição pelo uso de defensivos agrícolas que consequentemente percolam no solo (Andrade et al, 2009).

Essa UC é um mecanismo crucial de proteção da biodiversidade da Caatinga, que é exclusivamente, em sua maior parte, visto que se trata de um bioma único do Brasil. Assim, assegurando que futuras gerações possam ter a oportunidade de usufruir de um ambiente que ainda possui sua diversidade biológica natural (Costa e Ribeiro, 2019). Visto tal importância, se faz necessário o monitoramento constante da área, assim evitando a possibilidade da ocorrência de impactos advindos de atividades antrópicas ou causas naturais. A biodiversidade resguardada pelas UCs possui valor imensurável, necessitando de reflexões em relação aos modelos de gestão quanto a efetividade (Afonso Neto, et al, 2020).

O fato da existência da UC não traz a garantia da conservação dos recursos naturais, sociais e culturais, assim ficando a necessidade de acompanhamento técnico de órgãos ambientais e da sociedade civil, com a implantação de conselhos gestores e planos de manejo, buscando conseguir eficiência nos objetivos de preservação dessas riquezas naturais (Assis, Faria e Bayer, 2023).

Para Câmara e Silva (2021), o uso de geotecnologias aliado a dispositivos legais que regem o direito ambiental brasileiro, são cruciais para o planejamento do uso e ocupação do solo e recursos naturais. Tal entendimento obtido por meio de SIG, proporciona conhecimentos para o desenvolvimento de ações futuras de gestão ambiental em UCs (Almeida, et al, 2023).

O uso dessas técnicas pode ajudar na diminuição do número de visitas *in loco* e no auxílio a tomada de decisão com base em evidências, trazendo economia para os órgãos gestores das UCs, por se tratar de métodos que utilizam dados secundários, pré-existent, como imagens feitas por satélites e que podem ser processadas em computadores que na maioria das vezes não precisam ser muito avançados. Segundo Ferreira (2013), o uso de tecnologias de sensoriamento remoto e geoprocessamento são pertinentes na prevenção de desastres ambientais no planejamento rural e urbano e modelagem de sistemas ambientais, porém ainda com baixo índice de aderência por parte do poder público.

Medeiros et al, (2019) ressaltam a importância do geoprocessamento para avaliação da caracterização do espaço urbano dentro de uma zona protegida pelo governo, trazendo resultados de forma confiável e relativamente simples, de modo a detectar irregularidades em áreas a serem estudadas. Oliveira et al, (2019), resalta a importância do uso do geoprocessamento na análise do uso do solo e cobertura vegetal, por se tratar de uma ferramenta que tem resultados satisfatórios, baixo custo e de fácil utilização.

Leal (2021) enfatiza a importância do uso das geotecnologias, visto que é possível a mensuração do uso da terra de forma eficaz, podendo ser úteis para órgãos fiscalizadores na identificação de possíveis ilegalidades. Assim, tornando-se uma aliada no monitoramento de áreas de proteção ambiental de maneira a assegurar o cumprimento das leis ambientais.

Wang *et al*, (2020) afirmam que a modificação da vegetação está diretamente ligada a compreensão de mudanças ecológicas. Pelo motivo da vegetação estar associada diretamente com elementos dos ecossistemas terrestres, os índices espectrais de vegetação possuem potencial de avaliar as propriedades de coberturas vegetais em grandes escalas, com isso o NDVI tem sido um dos que mais são utilizados na atualidade (Flores et al, 2020). O monitoramento da vegetação pode trazer um indicador de impactos que a UC pode estar sofrendo, sem que os agentes gestores

percebam, por se tratar de uma imensa área que na maioria das vezes não é possível ser totalmente averiguada com frequência de visitas in loco.

Barros, Farias e Marinho (2020), evidenciam o potencial do uso de geotecnologias, dado que o NDVI se sobressai como ferramenta eficaz para caracterização da cobertura vegetal, produzindo resultados de alta precisão, sendo adequado para detecção de modificação em diferentes tipos de vegetação, assim tornando-se um eficiente mecanismo de monitoramento ao cumprimento de políticas ambientais. Além de ser uma ferramenta com eficiência em estudos ambientais, ela traz economia e praticidade, visto que reduz tempo e despesas gasto com visitas in loco e por suas análises serem feitas a partir de software gratuito (Gamarra et al, 2016).

Visto a importância que a UC tem para preservação ambiental na região e diante da potencialidade de sistemas de Sensoriamento Remoto e SIG na contemporaneidade para mapeamento e caracterização de espaços territoriais, este trabalho objetivou a geração de

mapas temáticos da situação da cobertura vegetal de maneira a conseguir observar modificações da vegetação da FLONA Araripe – Apodi em um espaço-tempo de 10 anos por meio do NDVI. Assim, podendo observar possíveis áreas que podem estar tendo modificações irregulares que acabem prejudicando os objetivos da UC.

Material e métodos

Área de estudo

A FLONA Araripe – Apodi local deste estudo, localiza-se no platô da chapada harmônica, divisora d'água das bacias do Jaguaribe e do São Francisco, abrangendo parte dos municípios de Barbalha, Crato, Jardim, Santana do Cariri e Missão Velha no estado do Ceará, possuindo 38.919,47 ha, sendo de uso sustentável, com áreas de tensão ecológica com ocorrência de Cerrado, Cerradão, Carrasco, e Floresta Úmida (Plano de Manejo – FLONA/Araripe, 2005). A criação da UC teve por objetivo a proteção das fontes de água e a mitigação do avanço da desertificação no Nordeste (Cerezini e Castro, 2022).

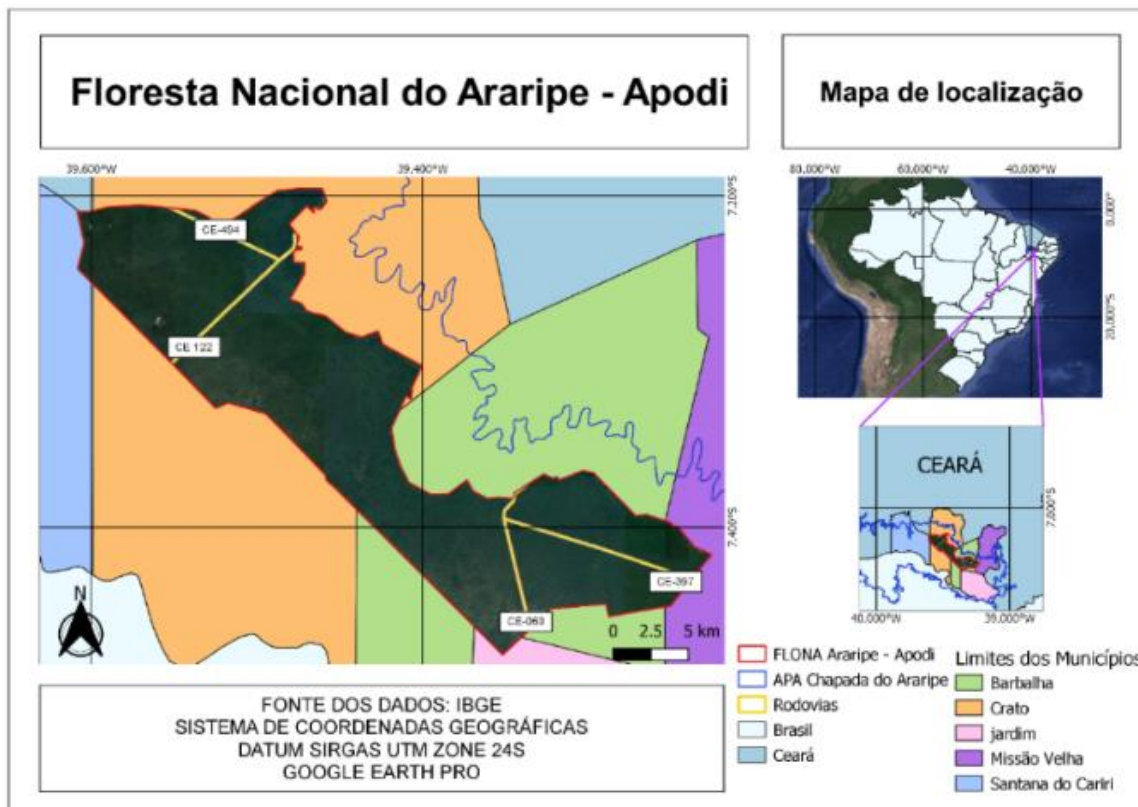


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.

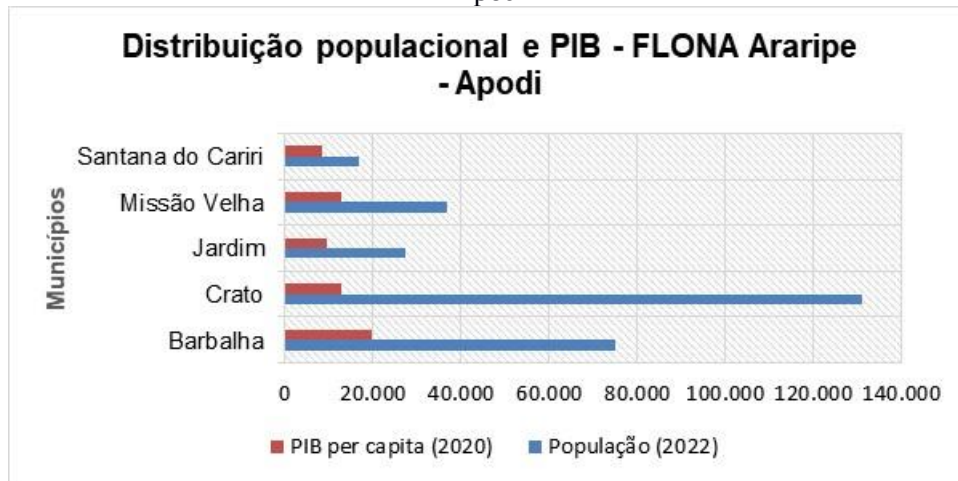
Perfil socioeconômico

A FLONA Araripe - Apodi abrange cinco municípios do sul do estado do Ceará, que juntos

possuem população estimada em 287.270,00 mil habitantes e PIB's per capita que variam entre R\$ 8.437,24 mil à R\$ 12.954,13 mil de acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e

Estatísticas (IBGE, 2020; IBGE, 2022).

Gráfico 01 – Distribuição populacional e PIB per capita dos municípios pertencentes a FLONA Araripe – Apodi



Fonte: Autor (2023), a partir de dados do IBGE.

A economia desses municípios está diretamente ligada as atividades de agropecuária, agricultura, extrativismo vegetal, artesanato, piscicultura, mineração, ecoturismo, turismo religioso e comércio.

Fisiografia

O Plano de Manejo da FLONA Araripe - Apodi, elaborado no ano de 2005, traz características fisiográficas que são importantes, mostrando a relevância que a UC tem para a região

por sua riqueza em biodiversidade.

Geologia

A FLONA Araripe – Apodi é pertencente ao grupo Araripe, onde é representada pela formação Exu, constituída por arenitos vermelhos, argilosos, friáveis, argilosos, com granulometria variável e geralmente caulínicos. A FLONA também é pertencente às formações geológicas Missão Velha, Santana e Cobertura Detrito-Laterítica Paleogênica.

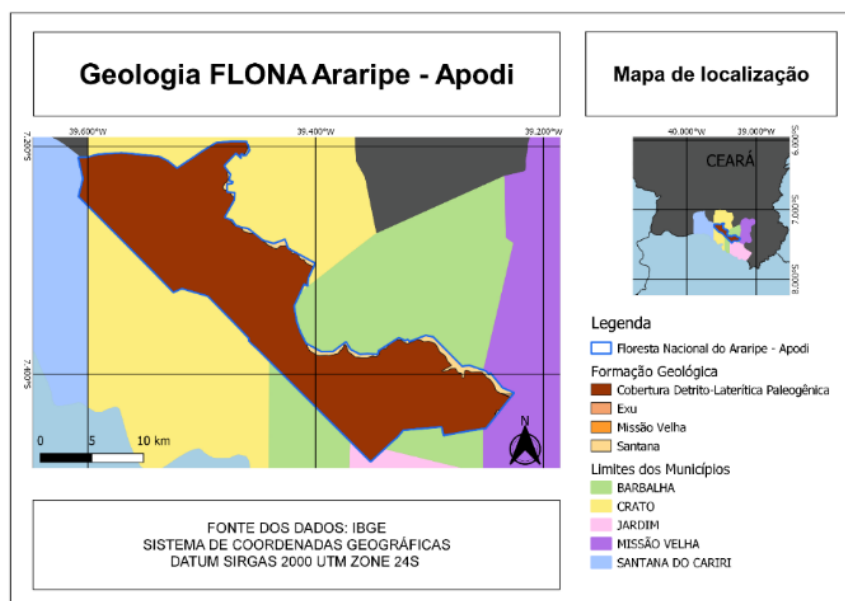


Figura 2 – Mapa geológico da FLONA Araripe – Apodi.

Geomorfologia

A Chapada do Araripe possui relevo tabular, com formato de uma extensa mesa, sendo limitada por escarpas abruptas, de contornos e

desníveis consideráveis, que chegam a ultrapassar 300 metros. A FLONA Araripe – Apodi que está presente na chapada, possui geomorfologia homogênea tabular e pediplano degradado inumado.

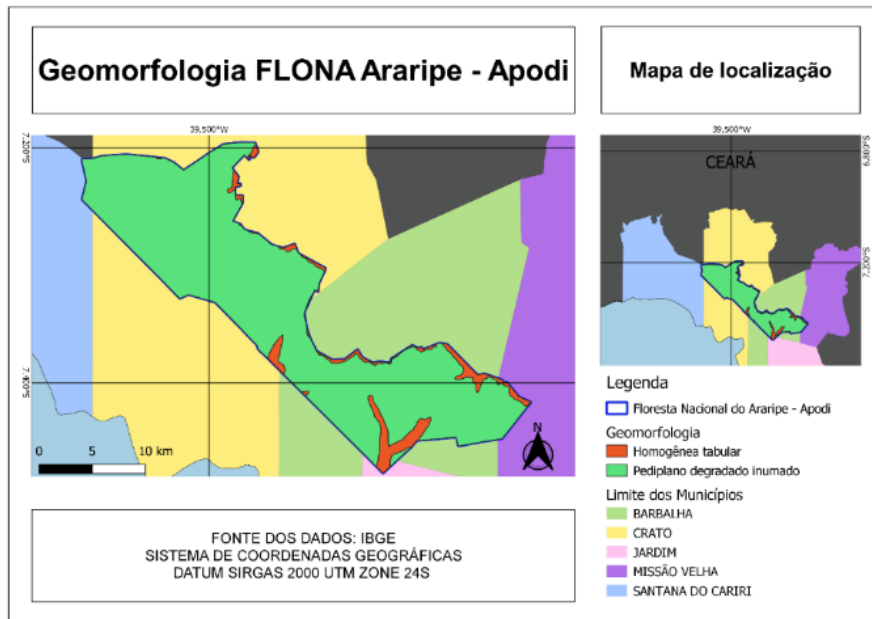


Figura 03 – Mapa geomorfológico da FLONA Araripe – Apodi.

Solos

A Chapada do Araripe é constituído pelas classes de solos, Latossolo Amarelo e Latossolo Vermelho-Amarelo, sendo solos muito profundos, bem drenados, tendo ótimas condições físicas,

possuindo baixa fertilidade natural, presença de alumínio tóxico e acidez, principalmente no setor oriental. Enquanto a FLONA Araripe - Apodi é composta por três tipos de solos, que são Argissolo Vermelho, Latossolo Amarelo e Latossolo Vermelho-Amarelo.

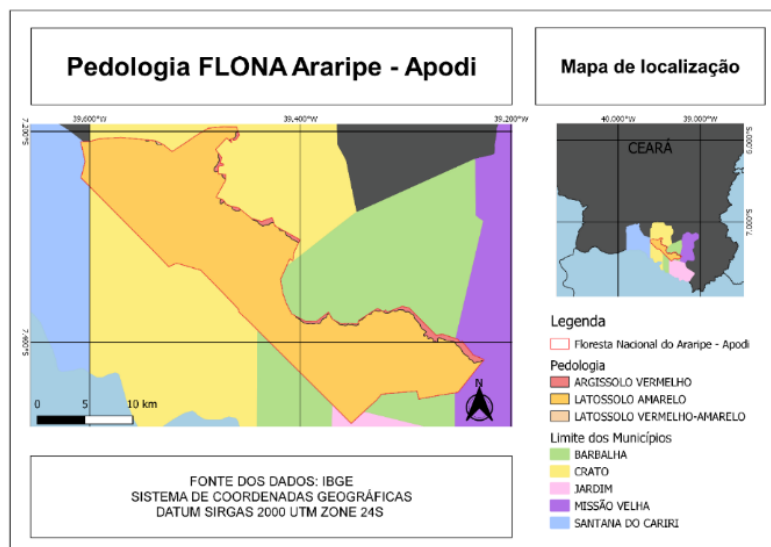


Figura 4 – Mapa pedológico da FLONA Araripe – Apodi.

Vegetação

A FLONA Araripe – Apodi possui vegetação composta por floresta estacional que tem como característica, ambiente com baixa umidade,

apresentando porte de 20 metros (estrato alto) e tem uma razoável perda de folhas no período seco, notadamente no estrato arbóreo (Araújo Filho, 2021).

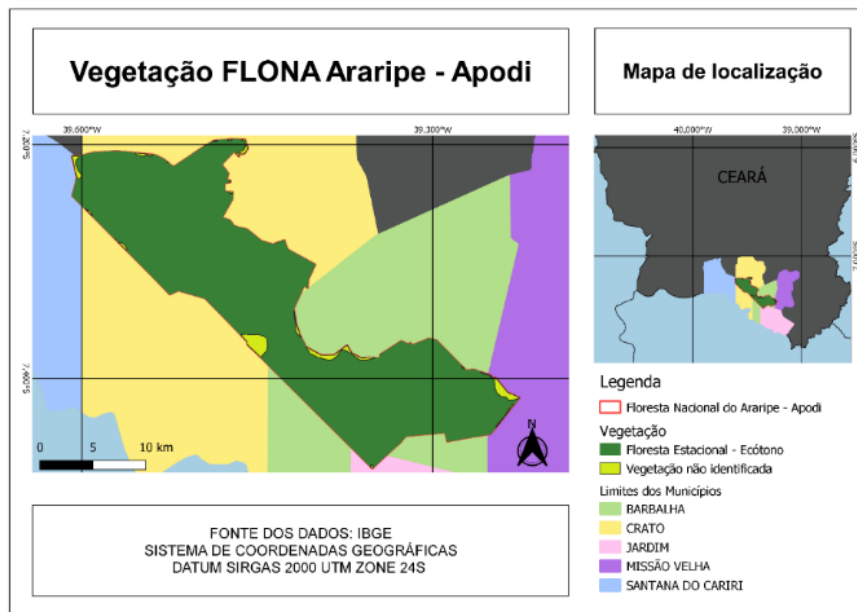


Figura 5 – Mapa do tipo de vegetação presente na FLONA Araripe – Apodi.

Altimetria

A FLONA Araripe - Apodi possui relevo

tabular, com altitudes que variam entre 871,419 m e 960,029 m.

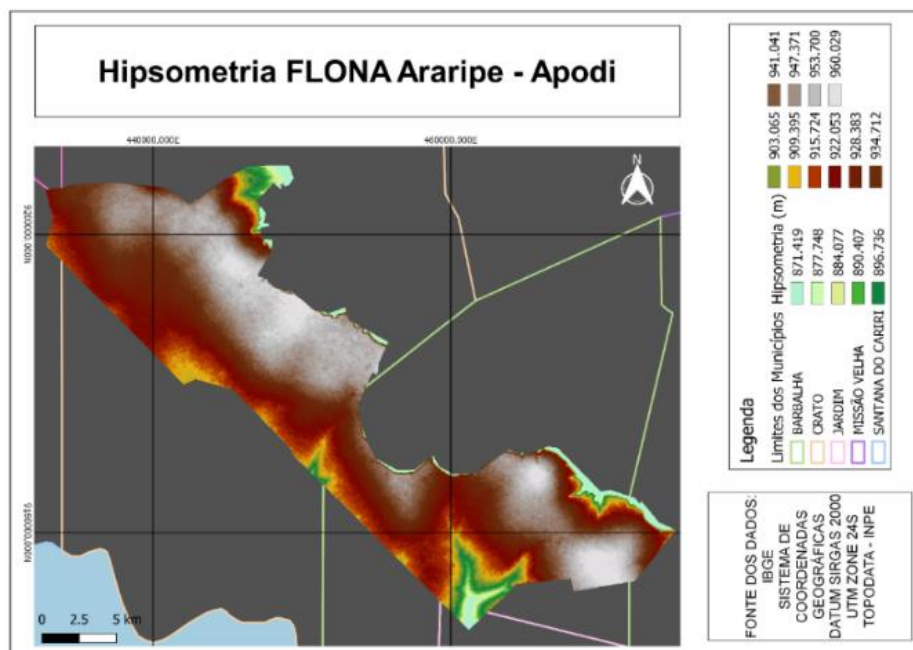


Figura 6 – Mapa Hipsométrico da FLONA Araripe – Apodi.

Hidrografia

A FLONA Araripe – Apodi é pertencente

a bacia do rio Batateiras que está inserida na maior reserva de águas subterrâneas do estado do Ceará (Agra e Andrade, 2021)

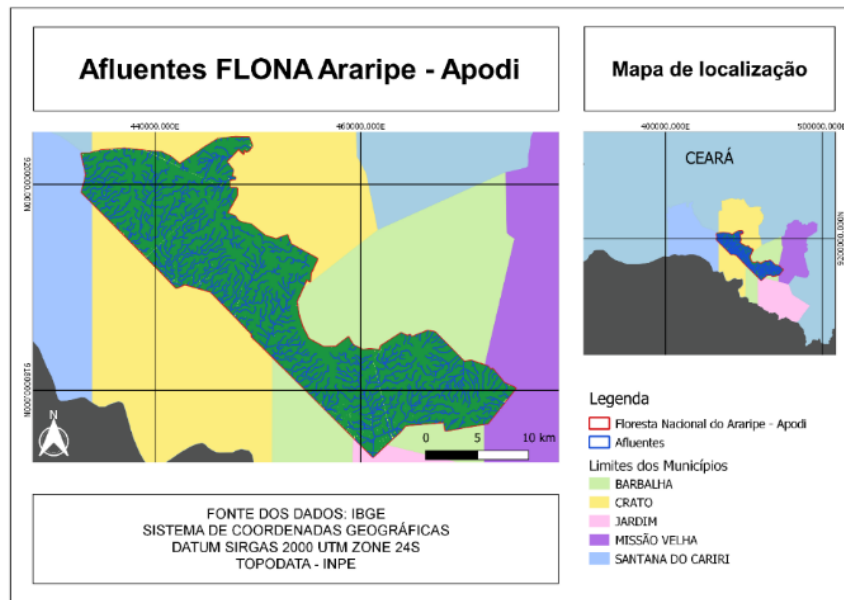


Figura 7 – Mapa de caracterização dos afluentes da FLONA Araripe – Apodi.

Materiais

Para o desenvolvimento do trabalho foram utilizados os seguintes dados: (I) Imagens do sensor OLI/Landsat8 adquiridas no *site* da USGS (<https://earthexplorer.usgs.gov/>), referentes a banda do vermelho e infravermelho próximo, no nível digital e foram selecionadas cenas com baixa cobertura de nuvens (10%) dos anos de 2013, 2018, 2021 e 2023; (II) limites territoriais da Floresta Nacional do Araripe – Apodi, estado e municípios,

disponíveis no *site* do MMA e IBGE. No processamento das imagens foram utilizados o software QGIS versão 3.4.15.

As imagens utilizadas na pesquisa foram oriundas da guia Landsat 8-9 OLI/TRIS C2 L1 no *site* da USGS, tendo a banda 4 referente ao vermelho e a banda 5 ao infravermelho próximo, com resolução espacial de 30 m, referentes aos dias 01 de julho de 2013, 15 de julho de 2018, 24 de agosto de 2021 e 29 de julho de 2023, com cobertura de nuvens a 10%.

Para início deste trabalho foi necessário a aquisição das imagens do OLI/Landsat 8 no *site* da USGS. Em seguida, realizou-se o processamento das imagens no QGIS versão 3.4.15, de acordo com o organograma da Figura 08.

Metodologia

Processamento aplicado às imagens do Landsat 8

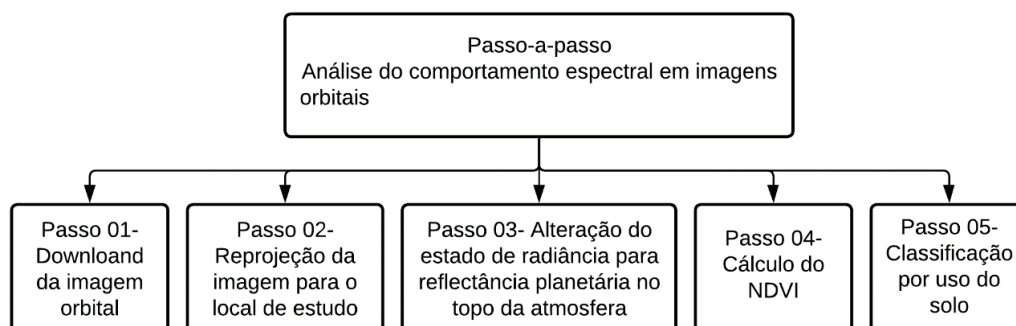


Figura 08 – Organograma dos procedimentos metodológicos aplicados.

O segundo passo foi a reprojeção da imagem para o local interessado, visto que as imagens baixadas do Landsat 8 tem projeção para o hemisfério norte, assim sendo reprojetoado para o

sistema de referência SIRGAS 2000 e projeção UTM, zone 24 Sul.

No terceiro passo para converter os valores do sistema sensor Landsat 8 OLI, de radiação para reflectância planetária no topo da atmosfera,

utilizou-se os coeficientes de reescalonamento disponibilizados no arquivo de metadados das imagens. Maiores detalhes podem ser obtidos através do *document Using the USGS Landsat Level-1 Data Product* disponível em <https://www.usgs.gov/landsat-missions/using-usgs-landsat-level-1-data-product>. A conversão da radiância para reflectância planetária no topo da atmosfera nas bandas 4 e 5 foi calculada na ferramenta calculadora raster do QGIS a partir da Equação 3, que foi reescrita a partir das equações 1 e 2.

$$\rho\lambda' = M_p P_{cel} + A_p \quad (1)$$

$$\rho'\lambda = \frac{\rho\lambda'}{\cos(\theta_{SZ})} = \frac{\rho\lambda'}{\sin(\theta_{SE})} \quad (2)$$

$$\rho'\lambda = ((M_p \cdot Q_{cal}) + A_p) / \theta_{SE} \quad (3)$$

Onde $\rho'\lambda$ corresponde a reflectância do topo da atmosfera, M_p ao parâmetro do metadado REFLECTANCE_MULT_BAND_X, onde x é o número da banda, A_p é referente ao parâmetro do metadado REFLECTANCE_ADD_BAND_X, onde x é o número da banda, Q_{cal} é o valor do número digital de cada pixel (DN), ou seja, a própria banda e θ_{SE} é o ângulo de elevação do sol.

Tabela 1 – Escalas utilizadas para identificação do uso do solo.

Valor	Uso do solo
-1,00 até 0,00	Corpos d'água
0,00 até 0,25	Solo exposto
0,25 até 0,50	Vegetação esparsa
0,50 até 1,00	Vegetação densa

Fonte: Fernandes et al, (2021).

A classificação por meio de recorte de faixas entre os valores do NDVI, traz melhor compreensão na visualização e identificação das áreas, podendo saber onde tem solo exposto, que são áreas com ausência de cobertura vegetal em sua totalidade, onde podem ocorrer processos erosivos, vegetação esparsa, que é a baixa ou a ausência da presença de vegetação arbustiva e herbácea, e vegetação densa que é a variedade de espécies de vegetação que podem variar de árvores de grande porte até epífitas, como demonstrado por alguns autores (Azevedo Lopes *et al*, 2007; INE, 2018; Marques, 2023).

Estimativa das áreas por classificações a partir do

Por fim, o quarto passo se deu o cálculo do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). Segundo Huang *et al*, (2021), a utilização do NDVI facilita a aplicações de sensoriamento remoto, sendo atualmente aplicado para estudo na saúde, nos padrões e no estado da vegetação, porém depende da qualidade dos dados multiespectrais e da interpretação dos valores do NDVI.

O NDVI é considerado um indicador sensível com capacidade de mensurar as condições da vegetação, dos quais os valores variam nos intervalos de -1 a 1 (Mantovani e Lelis, 2023). Dessa forma foi possível obter o NDVI por meio da equação 4 utilizando a calculadora raster.

$$NDVI = \frac{(B5-B4)}{(B5+B4)} \quad (4)$$

Onde, B5 = Infravermelho próximo, B4= Vermelho.

Para mensurar o valor de áreas de espelhos d'água, solo exposto, vegetação esparsa e vegetação densa, foram seguidas classes entre -1 e 1 conforme sugerido por Fernandes et al, (2021), de acordo com a Tabela 01.

NDVI

A quantificação das áreas foi possível através da ferramenta “painel estatísticas” presente no software QGIS, onde mensurou-se a quantidade de área por classificação.

Para melhor compreensão do uso do solo de acordo com as escalas, foi necessária a utilização do software Excel, onde foram utilizados os dados das proporções das áreas para elaboração de tabelas e gráficos de forma a se obter uma quantificação das mudanças ocorridas ao longo dos anos deste estudo.

Resultados e discussão

Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI)

Com o auxílio das técnicas de Geoprocessamento e dos dados do Sensor Remoto Landsat 8, foi possível realizar as devidas classificações da cobertura vegetal da FLONA Araripe – Apodi. A partir da realização da classificação supervisionada das imagens de NDVI, foram confeccionados mapas da cobertura vegetal da Unidade de Conservação, para os anos 2013, 2018, 2021 e 2023. Para os mapas foram estabelecidas quatro classes: corpos d'água, solo exposto, vegetação esparsa e vegetação densa, conforme exposto a seguir.

Classificação do NDVI 2013, 2018, 2021 e 2023

A análise temporal entre 2013, 2018, 2021 e 2023 da área de estudo foi feita a partir das imagens do NDVI referente a cada ano, que é um indicador sensível à quantidade e condição da vegetação verde, conforme mostram as Tabelas 02, 03, 04 e 05.

Macedo *et al*, (2020) constataram em seus estudos que técnicas atuais de Sensoriamento Remoto são validas na investigação e monitoramento da cobertura vegetal através da estimativa e análise do índice NDVI.

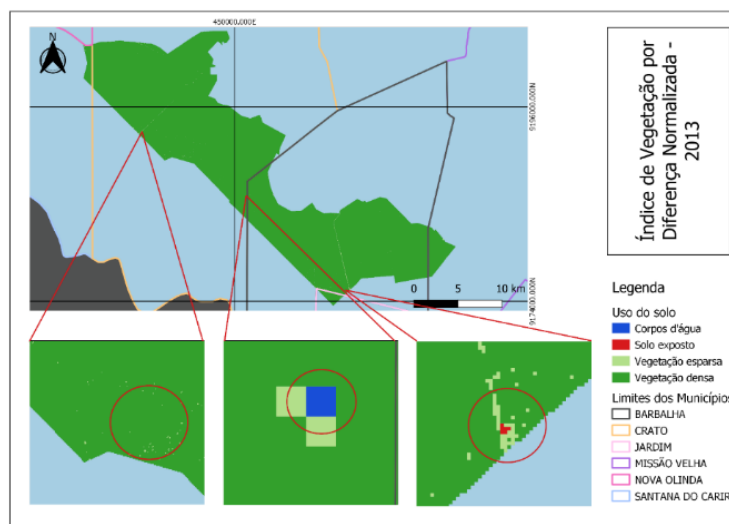


Figura 9 – Imagem da FLONA Araripe – Apodi classificada a partir do NDVI, dia 01 de julho de 2013

Tabela 02 – Uso do solo, classes, áreas e percentual na classificação com NDVI referente ao dia 01 de julho de 2013.

Uso do solo 2013	Classes	Área (ha)	Percentual (%)
Corpos d'água	(-1 à 0)	0,09	0,00023
Solo exposto	(0 à 0,25)	1,89	0,00486
Vegetação esparsa	(0,25 à 0,50)	90,25	0,23191
Vegetação densa	(0,50 à 1)	38.823	99,76300
Área total		38915,229	100,00

Pode-se verificar na Tabela 03, referente ao ano de 2013 que a FLONA Araripe – Apodi

possuía 99,76% de sua área total de vegetação densa, 0,23% de vegetação esparsa, 0,0048% de solo exposto e 0,00023% de corpos d'água.

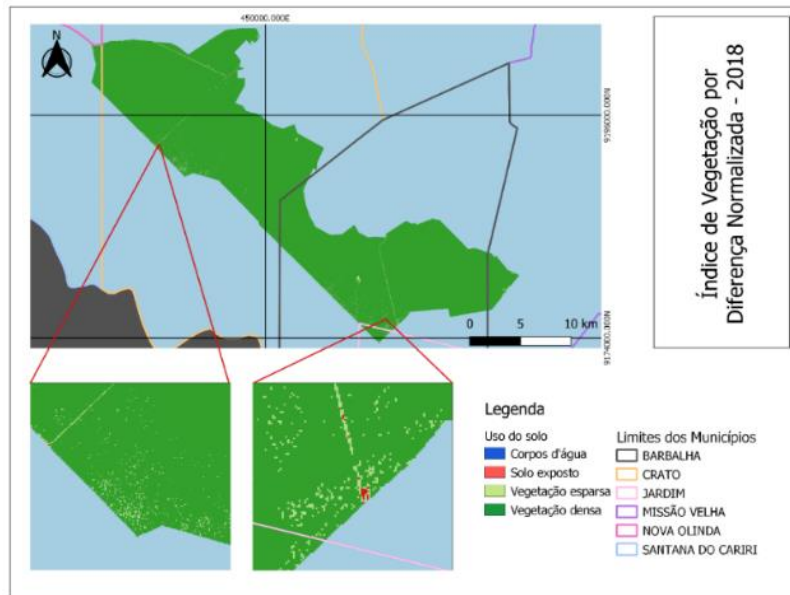


Figura 10 – Imagem da FLONA Araripe – Apodi classificada a partir do NDVI, dia 15 de julho de 2018.

Tabela 3 – Uso do solo, classes, áreas e percentual na classificação com NDVI referente ao dia 15 de julho de 2018.

Uso do solo 2018	Classes	Área (ha)	Percentual (%)
Corpos d'água	(-1 à 0)	0	0,00
Solo exposto	(0 à 0,25)	9,99	0,02569
Vegetação esparsa	(0,25 à 0,50)	366,75	0,94244
Vegetação densa	(0,50 à 1)	38538,4	99,03187
Área total		38915,148	100,00

Verifica-se que no ano de 2018 a FLONA Araripe – Apodi possuía 99,03% de sua área total de vegetação densa, 0,94% de vegetação esparsa,

0,02% de solo exposto e 0,00% de corpos d'água, conforme a Tabela 04.

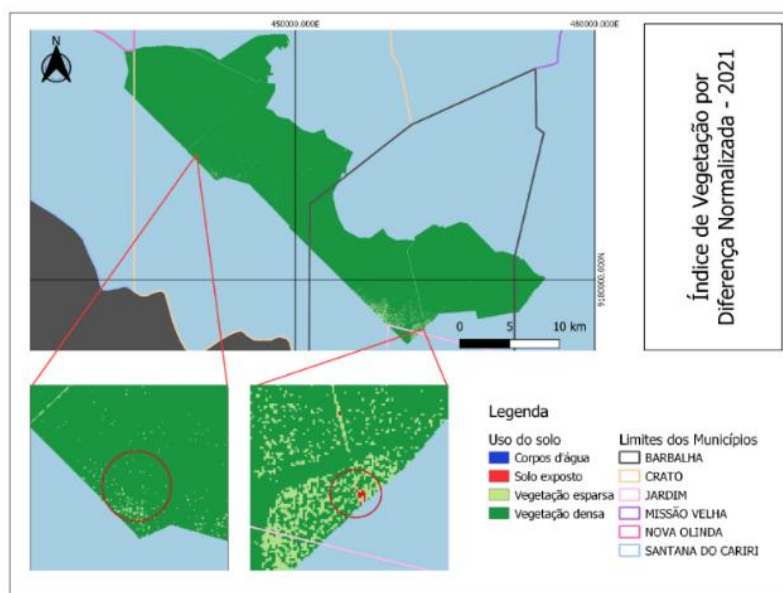


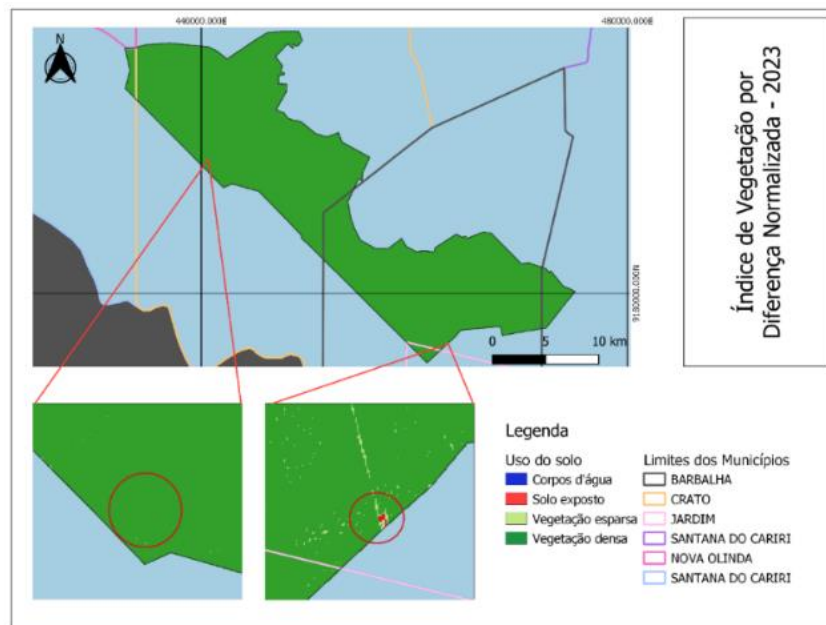
Figura 11 – Imagem da FLONA Araripe – Apodi classificada a partir do NDVI, dia 24 de agosto de 2021.

Tabela 4 – Uso do solo, classes, áreas e percentual na classificação com NDVI referente ao dia 24 de agosto de 2021.

Uso do solo 2021	Classes	Área (ha)	Percentual (%)
Corpos d'água	(-1 à 0)	0	0,00
Solo exposto	(0 à 0,25)	3,7828	0,0097
Vegetação esparsa	(0,25 à 0,50)	582,648	1,4972
Vegetação densa	(0,50 à 1)	38328,8	98,4930
Área total		38915,23	100,00

No ano de 2021, a FLONA Araripe – Apodi possuía 98,49% de sua área total de

vegetação densa, 1,50% de vegetação esparsa, 0,01% de solo exposto e 0,00% de corpos d'água, conforme a Tabela 05.

**Figura 12** – Imagem da FLONA Araripe – Apodi classificada a partir do NDVI, dia 29 de julho de 2023.**Tabela 5** – Uso do solo, classes, áreas e percentual na classificação com NDVI referente ao dia 29 de julho de 2023.

Uso do solo 2023	Classes	Área (ha)	Percentual (%)
Corpos d'água	(-1 à 0)	0	0,00
Solo exposto	(0 à 0,25)	2,70199	0,00694
Vegetação esparsa	(0,25 à 0,50)	172,658	0,44368
Vegetação densa	(0,50 à 1)	38739,9	99,54938
Área total		38915,26	100,00

De acordo com a Tabela 06, no ano de 2023 a FLONA Araripe – Apodi possuía 99,54% de sua área total de vegetação densa, 0,44% de vegetação esparsa, 0,0069% de solo exposto e 0,00% de corpos d'água.

Comparativo referentes aos anos de estudo

Tabela 6 – Áreas em hectares das Classes na Classificação com NDVI referente aos anos de estudo.

Uso do solo	Ano	2013	2018	2021	2023
	Corpos d'água	0,09	0	0	0
	Solo exposto	1,89	9,99	3,78	2,70
	Vegetação esparsa	90,247	366,751	582,648	172,658
	Vegetação densa	38.823	38.538	38328,8	38.740

No Tabela 06, identifica-se a evolução das classes mapeadas. É possível notar no primeiro momento que há diminuição da vegetação densa quando comparado o recorte de 5 anos referente aos anos de 2013 a 2018, que cai de uma área territorial de 38.823 ha (2013) para 38.538 ha (2018), tendo então uma perda de aproximadamente 285 ha (0,73%) da vegetação densa. Quando comparados os anos de 2018 a 2021, há diminuição na vegetação densa, passando de uma área territorial de 38.538 ha (2018) para 38.328 ha (2021), tendo redução de aproximadamente 210 ha (0,54%). Ao comparar os dados de 2021 e 2023 é perceptível a recuperação de 412 ha (1,60%) da vegetação densa passando de 38.328 ha (2021) para 38.740 ha. Essa recuperação de vegetação pode estar ligada a novos métodos sustentáveis aderidos pela equipe gestora da FLONA Araripe – Apodi. Quando comparado o recorte temporal de 10 anos entre 2013 (38.823 ha) a 2023 (38.740 ha), a vegetação densa tem uma diminuição de 83 hectares (0,21%).

Na classe denominada vegetação esparsa há aumento da área quando comparado com o recorte temporal de 5 anos, referente aos anos de 2013 (90,247 ha) a 2018 (366,751 ha) tendo aumento de 276,504 ha. Quando comparados os anos de 2018 e 2021, há aumento da vegetação esparsa, passando de 366,751 ha (2018) para 582,648 ha (2021), tendo acréscimo de 215,897 ha. Ao comparar os anos de 2021 (582,648 ha) e 2023 (172,658 ha) a vegetação esparsa tem perda de 409,99 ha. Quando feito o recorte temporal de 10 anos referente aos anos de 2013 a 2023, há aumento de vegetação esparsa, passando de 90,247 ha (2013) para 172,658 ha (2023), tendo aumento de 82,411 ha.

Na classe denominada solo exposto, quando comparado o recorte temporal de 5 anos, referente aos anos de 2013 (1,89 ha) à 2018 (9,99 ha), há aumento de 8,10 ha, quando comparado os anos de 2018 (9,99 ha) a 2021 (3,78 ha), há diminuição de 6,21 ha, ao comparar os anos de 2021 a 2023 há diminuição da área que passa de 3,78 ha para 2,70 ha.

Na classe denominada corpos d'água apenas o ano de 2013 possui área identificada, com área de 0,09 hectares. A não identificação de áreas com espelhos d'água na FLONA Araripe – Apodi pode estar associado ao fato de que, os recursos hídricos superficiais presentes encontrados no topo da Chapada, são apenas em cisternas e escavações impermeabilizadas (barreiros), podendo sofrer evaporação no período de estiagem (Mendonça, 2001).

A região onde a UC está inserida é dependente do abastecimento por águas subterrâneas, pelo fato da região não possuir mananciais superficiais que supram a demanda para abastecimento humano, como foi constatado a partir da análise dos mapas, se faz necessário a preservação da FLONA Araripe – Apodi, visto que ela traz segurança na qualidade e recarga dos aquíferos e possui vasta biodiversidade de flora e fauna.

Gotardi e Primos (2023) enfatizam em sua pesquisa a importância das UC na preservação e conservação das áreas nativas que trazem benefícios para o bem-estar e saúde humana, como também para o resguardo da biodiversidade local de modo a evitar desequilíbrios ambientais.

Destaca-se nos resultados obtidos a diminuição de vegetação densa e aumento da área de vegetação esparsa e solo exposto entre os anos de 2013 à 2023, o que pode estar diretamente ligado a ações antrópicas. Araripe *et al*, (2021), evidenciaram em seus estudos que a pastagem pode ser uma das atividades antrópicas que podem estar diretamente ligada a pressões sofridas em UC. Em seus estudos Lima *et al*, (2023), constataram que em localidades que possuem grandes áreas de pasto e urbanização, há o aumento de temperatura, assim, ocasionando impactos ao meio ambiente e na vida dos seres vivos.

Considerações finais

O presente estudo almejou, por meio da utilização do NDVI, a elaboração de mapas temáticos para análise da cobertura vegetal do

território da Unidade de Conservação FLONA Araripe - Apodi entre os anos de 2013 a 2023.

As ferramentas SIG demonstraram-se grandes aliadas no desenvolvimento da pesquisa, tornando possível a elaboração de mapas da cobertura vegetal por meio do NDVI. Os dados obtidos por sensores remotos foram de suma importância de forma a possibilitar a quantificação, classificação e identificação de áreas de vegetação e solo exposto na FLONA Araripe – Apodi.

No que se refere aos resultados, conclui-se que as equações do NDVI foram imprescindíveis na identificação de áreas com ausência de vegetação e com vegetação esparsa na UC, o que pode ser decorrente de ações antrópicas ou causas naturais ao longo do tempo. Dessa forma, sendo necessário a visita *in loco* para confirmação do que de fato está a causar as perdas constatadas na pesquisa.

Com a presente pesquisa referente a 10 anos de análise, foi possível identificar a perda de vegetação densa entre os anos de 2013 a 2018 e a recuperação quase por completa da vegetação densa entre os anos de 2018 a 2023, tal recuperação pode estar associada a novos meios de monitoramento aderidos pelos gestores da UC.

Ademais, os achados desta pesquisa mostram que a utilização de ferramentas SIG's são aliadas para o monitoramento de perda de cobertura vegetal em Unidades de Conservação.

O estudo traz dados que podem ser utilizados pela comunidade acadêmica e gestores da unidade e públicos de maneira a fornecer dados que ajudaram no entendimento do funcionamento da UC em específico, assim sendo possível propor novos métodos de monitoramento e gestão.

Por fim, sugere-se que em futuras pesquisas ocorram visitas *in loco*, o que trará melhor percepção sobre o que está de fato ocasionando a perda de cobertura vegetal nos locais de estudo.

Referências

- Agra, R. M. R. T., & Andrade, C. D. (2021). Análise Multicritério da Suscetibilidade à Erosão na Bacia Hidrográfica do Rio da Batateira, CE. *Revista Brasileira de Cartografia*, 73(1), 119–133. Disponível: <https://doi.org/10.14393/rbcv73n1-50066>. Acesso: 21 de outubro de 2023.
- Andrade, A. S., Queiroz, V. T. de, Lima, D. T. de, Queiroz, M. E. L. R. de, & Neves, A. A. (2009). Análise do potencial de contaminação de águas subterrâneas em função dos defensivos agrícolas utilizados na região do PADAP. *Águas Subterrâneas*, 1. Disponível: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22005>. Acesso: 11 de junho de 2024.
- Araripe, F. A. A. L., Camacho, R. G. V., Costa, D. F. S., Soares, I. A., Bonilla, O. H., & Aloufa, M. A. I. (2021). Pressões e ameaças em Unidades de Conservação federais da Depressão Sertaneja Setentrional, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira De Geografia Física*, 14(6), 3279–3293. Disponível: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.6.p3279-3293>. Acesso: 08 de junho de 2024.
- Araújo Filho, J. C. A. (2012). Floresta Estacional Semidecidual - Portal Embrapa. [Wwww.embrapa.br](http://www.embrapa.br). <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/territorios/territorio-mata-sul-pernambucana/caracteristicas-do-territorio/recursos-naturais/vegetacao/floresta-estacional-semidecidual>. Acesso: 29 de agosto de 2023.
- Araújo, R. S., Oliveira, C. W., Soares, B. F., & de Oliveira, J. C. A. (2021). Espaço urbano e impacto ambiental: reflexões a partir da análise do processo de expansão das cidades de crato, juazeiro do norte e barbalha – ce. *Caderno Prudentino De Geografia*, 1(43), 104–126. Recuperado de <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/artic/e/view/6948>. Acesso em: 19 de outubro de 2023.
- Assis, P., Faria, KMS, & Bayer, M.. (2021). Unidades de conservação e sua eficácia na proteção dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Araguaia. *Sociedade & Natureza*, 34 (1). Disponível: <https://doi.org/10.14393/SN-v34-2022-60335>. Acesso: 13 de junho de 2024.
- Bandeira, A. N. T., Freitas, P. Â. B., & Estrela, T. F. (2021). Da positivação à antropização degradante da Mata do Louzeiro: Uma análise socioambiental à luz da lei de SNUC. *Research, Society and Development*, 10(1), e2510111272. Disponível: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i1.11272>. Acesso: 19 de outubro de 2023.
- Barros, A. S., Farias, L. M., & Marinho, J. L. A. (2020). Aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) na Caracterização da Cobertura Vegetativa de Juazeiro Do Norte – CE. *Revista Brasileira De Geografia Física*, 13(6), 2885–2895. Disponível: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.6.p2885-2895>. Acesso: 11 de junho de 2024.

- BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.
- BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, Senado, 1998.
- BRASIL. Decreto nº 9.226, no dia 02 de maio de 1946. Cria a Floresta Nacional do Araripe-Apodi.
- Britto, S. L., (2021). Unidades de Conservação ambiental do norte do estado do Tocantins e sua importância para a biodiversidade da região. Uáquiri - Revista Do Programa de Pós Graduação Em Geografia Da Universidade Federal Do Acre, 3(1), 19. Disponível: <https://doi.org/10.47418/uaquiri.vol3.n1.2021.4697>. Acesso: 09 de junho de 2024.
- Câmara, I. F. da, & Silva, R. R. D. (2021). Mapeamento e evolução da ocupação irregular em falésias do litoral leste cearense, nordeste do Brasil: Mapping and evolution of irregular occupations in the cliffs from East Coast of Ceará, Northeastern Brazil. Geosciences = Geociências, 40(4), 1033–1046. Disponível: <https://doi.org/10.5016/geociencias.v40i04.15670>. Acesso: 08 de junho de 2024.
- CEARÁ. Portaria nº 81, de 21 de novembro de 2005. Aprovar o Plano de Manejo da Floresta Nacional do Araripe, localizada no Estado do Ceará.
- Cerezini, M. T., & de Castro, C. N. (2022). O Sistema Nacional de unidades de Conservação de Natureza (SNUC) e a preservação da caatinga1. TAL, 51. Disponível: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/11620/1/BRUA_n27_completo.pdf#page=52. Acesso: 21 de outubro de 2023.
- Costa, A. P. T. P. B., & Ribeiro, A. M. V. B. (2019). Importância do Estudo da caatinga nas Escolas Públicas situadas em regiões de predomínio desse Bioma / Importance of the Study of the caatinga in the Public Schools located in regions with predominance of this Biome. ID on Line Revista de Psicologia, 13(45), 1043–1058. Disponível: <https://doi.org/10.14295/online.v13i45.1791>. Acesso: 10 de junho de 2024.
- Ferreira, E. M. (2013). Geoprocessamento aplicado ao monitoramento ambiental, texto: análise quantitativa de parâmetros biofísicos de bacia hidrográfica obtidos por sensoriamento remoto. REEC - Revista Eletrônica de Engenharia Civil, 7(1). Disponível: <https://doi.org/10.5216/reec.v7i1.25193>. Acesso: 10 de junho de 2024.
- Fernandes, R. T. V., et al. (2021). Geoprocessamento e Estudos Urbanos Auxiliados por QGIS. (n.d.). Terraurbanizada.com. Retrieved June 8, 2024, from Disponível: <https://terraurbanizada.com/produtos/livros/livro-qgis/aulas/#download>. Acesso: 21 de outubro de 2023.
- Flores, D. D. C., Benítez, E. A. C., Sánchez, Y. F., & Ávila, D. D. (2020). Spatial and temporal variations in Normalized Difference Vegetation Index in Cuba. Ecosistemas, 29(1). Disponível: <https://doi.org/10.7818/ecos.1885>. Acesso: 11 de junho de 2024.
- Gotardi, T. R., & Primos, M. P. G. (2023). Desmatamento e a importância das áreas de proteção ambiental no Estado de São Paulo. Periódico Técnico E Científico Cidades Verdes, 11(30). Disponível: <https://doi.org/10.17271/231786041130202337>. Acesso: 08 de junho de 2024.
- Huang, S., Tang, L., Hupy, J. P., Wang, Y., & Shao, G. (2021). A commentary review on the use of normalized difference vegetation index (NDVI) in the era of popular remote sensing. Journal of Forestry Research, 32(1), 1-6. Disponível: <https://doi.org/10.1007/s11676-020-01155-1>. Acesso: 21 de outubro de 2023.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2020. Cidades e estados do Brasil. Ceará.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2022. Cidades e estados do Brasil. Ceará.
- INE – Instituto Nacional de Estatística. 2018. Espaços com vegetação esparsa.
- Leal, M. L. M. (2021). Monitoramento do desflorestamento em assentamentos rurais amazônicos com uso de geoprocessamento. Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto, 1(3) 40–49. Disponível: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4584435>. Acesso: 20 de outubro de 2023.
- Lima, F. O., Baptista, A. C., & Deus, L. A. B. (2023). Análise da dinâmica espacial da cobertura vegetal no oeste da Bahia por redes neurais. Revista de Geografia, 13(2). Disponível: <https://doi.org/10.34019/2236-837x.2023.v13.40812>. Acesso: 10 de junho de 2024.
- Lima, I. F., Oliveira, F. de S., Junior, W. da R. N., Serrão, E. A. de O., & Furtado, L. G. (2023). Alterações antrópicas no uso da terra e seu impacto na temperatura do ar na porção

- setentrional do Pará. *Revista Brasileira De Geografia Física*, 16(3), 1565–1585. Disponível: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v16.3.p1565-1585>. Acesso: 12 de junho de 2024.
- Lopes, F. W. A., Dutra, G. C., Pereira, J. A. A., & Carvalho, L. M. T., (2007). Avaliação da influência de áreas de solo expostas sobre a qualidade das águas do Ribeirão de Carrancas-MG. Disponível: <http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.23.58/doc/3421-3428.pdf>. Acesso: 01 de setembro de 2023.
- Macedo, C. E. D. S., Alencar, C. M. S. D., Stefanutti, R., & Oliveira, U. C. D. (2020). Detecção da variação de cobertura vegetal a partir da estimativa do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) na unidade de conservação do Parque Estadual das Carnaúbas-CE com utilização de técnicas do sensoriamento remoto. Disponível: http://doi.org/10.11137/2020_2_477_485. Acesso: 20 de outubro de 2023.
- Macedo Gamarra, R., Teixeira-Gamarra, M. C., Carrijo, M. G. G., & Filho, A. C. P. (2016). Uso do NDVI na análise da estrutura da vegetação e efetividade da proteção de Unidade de Conservação no cerrado. *RAEGA - O Espaço Geográfico Em Análise*, 37, 307. Disponível: <https://doi.org/10.5380/raega.v37i0.42454>. Acesso: 13 de junho de 2024.
- Mantovani, J. R., & Lelis, L. R. M. (2023). Algoritmo para mapeamento dos usos do solo e cobertura vegetal a partir do uso do NDVI: um estudo aplicado no nordeste de Mato Grosso Do Sul. *Cerrados*, 21(2), 3-34. Disponível: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9029278>. Acesso: 21 de outubro de 2023.
- Mariano, D. A., Santos, C. A. C., Wardlow, B. D., Anderson, M. C., Schiltmeyer, A. V., Tadesse, T., & Svoboda, M. D. (2018). Use of remote sensing indicators to assess effects of drought and human-induced land degradation on ecosystem health in Northeastern Brazil. *Remote Sensing of Environment*, 213, 129–143. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.04.048>. Acesso: 09 de junho 2024.
- Marques, F., & Rocha, M. B. (2019). Impactos do uso público em unidades de conservação: produção científica no Rio de Janeiro. *Research, Society and Development*, 8(3), e1883817. Disponível: <https://doi.org/10.33448/rsd-v8i3.817>. Acesso: 18 de outubro de 2023.
- Marques, V. (2023) Principais tipos de vegetação do mundo. *Toda Matéria*, [s.d.]. Disponível: <https://www.todamateria.com.br/tipos-de-vegetacao/>. Acesso: 01 setembro 2023.
- De Melo, A. C. A., & Martins, P. T. de A. (2020). Contribuição das áreas de proteção ambiental na conservação do cerrado. *Revista de Geografia*, 37(2), 53. Disponível: <https://doi.org/10.51359/2238-6211.2020.242444>. Acesso: 18 de outubro de 2023.
- Medeiros, J. J. B., Cavalcante, M. D. L., Pinto, E. M. D. C., Martins, J. R., & de Sousa Júnior, A. M. (2019). Geoprocessamento aplicado ao mapeamento de áreas de ocupação em zonas de proteção ambiental na cidade de Natal/RN. In *Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências* (Vol. 4). Disponível: http://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conapesc/2019/TRABALHO_EV126_MD1_S_A9_ID2331_13072019190238.pdf. Acesso: 26 de julho de 2023.
- Mendonça, L. A. R. (2001). Recursos Hídricos da Chapada do Araripe.(2001) (Doctoral dissertation, Tese (Doutorado em Engenharia Civil)-Universidade Federal do Ceará. 350p). Disponível: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/14731/1/2001_tese_larmendonca.pdf. Acesso: 08 setembro 2023.
- Neto, Afonso. F. R., Silva, E. A., Neto, José. M. M., & Silva, L. J. A. (2020). Lei federal n. 13.800/2019: aspectos conceituais para utilização de fundos patrimoniais em Unidades de Conservação no Brasil. *Veredas Do Direito*, 17(38), 219–243. Disponível: <https://doi.org/10.18623/rvd.v17i38.1710>. Acesso: 13 de junho de 2024.
- Oliveira, C. D. L., Silva, A. P. A., & Moura, P. A. G. (2019). Distribuição e Importância das Unidades de Conservação no Domínio Caatinga. *Anuário do Instituto de Geociências*, 42(1), 425-429. Disponível: https://doi.org/10.11137/2019_1_425_429. Acesso em: 18 de outubro de 2023.
- Oliveira, U. C., Teixeira, L. F. C., Soares, F. F., Mendonça, P. S., & Mendes, J. C. A. (2019). Avaliação Do Uso Do Solo e Cobertura Vegetal Na Zona De Amortecimento Do Parque Nacional De Ubajara, Em Ubajara, Ceará. In *X Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental*. Fortaleza Ceará (Vol. 7). Disponível: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2019/XI-095.pdf>. Acesso: 19 de outubro de 2023.
- Santos, P. R. D., Santana, V. V. D., Santos, M. C. V. D., & Lopes, V. D. S. (2020). Breve análise

- da importância dos órgãos executores da política ambiental brasileira frente aos agravos ambientais em unidades de conservação. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 7(15), 211-223. Disponível: [https://doi.org/10.21438/rbgas\(2020\)071515](https://doi.org/10.21438/rbgas(2020)071515). Acesso: 18 de outubro de 2023.
- Silva, A. S., Silva, F. T., & Figueiredo, T. R. (2020). A importância das aulas de campo em Unidade de Conservação (UC) na Educação Básica: pós-isolamento social. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, 15(7), 155-164. Disponível: <https://doi.org/10.34024/revbea.2020.v15.10632> Acesso: 18 de outubro de 2023.
- Silva, E. M. D., Carvalho, H. C. M., Silva, L. L. D., & Barbosa, W. A. (2021). Registros de Queimadas em Vegetação (Incêndios) e a Climatologia da Chuvas no Estado do Ceará: Estudo de Caso no Período de 2015 a 2019. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 36, 571-577. Disponível: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-7786363004>. Acesso: 19 de outubro de 2023.
- Silva, J. I. A. O, Barbosa, E. S. L., Silva, A. G. F., & Nunes, G. H. F. (2017). Unidades de Conservação no semiárido brasileiro: estudo da gestão desses espaços preservados. *Reunir Revista De Administração Contabilidade E Sustentabilidade*, 7(2), 48-66. Disponível: <https://doi.org/10.18696/reunir.v7i2.537>. Acesso: 11 de junho de 2024.
- Simões, E. E. R. (2022). Pró-reitoria de Pesquisa, Pós-graduação e inovação-PRPI Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável (Doctoral dissertation, Universidade Federal do Cariri). Disponível: http://sites.ufca.edu.br/proder/wp-content/uploads/sites/19/2022/10/dissertao_final_emanuely.pdf. Acesso: 19 de outubro de 2023.
- Tofeti, A. R., & Campos, N. (2023). Unidades de Conservação e o território no Brasil: estudos de caso em quatro biomas. *Sociedade & Natureza*, 31, e46987. Disponível: <https://doi.org/10.14393/sn-v31-2019-46987>. Acesso: 21 de outubro de 2023.
- Torres, F. T. P., Lima, G. S., das Graças Costa, A., de Araújo Félix, G., & da Silva Júnior, M. R. (2017). Perfil dos incêndios florestais em unidades de conservação brasileiras no período de 2008 a 2012. *Floresta*, 46(4), 531-542. Disponível: <https://doi.org/10.5380/rf.v46i3.44199>. Acesso: 19 de outubro de 2023.
- Trevizan, A. F., & Oliveira, F. A. H. D. de. (2022). Unidades de Conservação como instrumentos de mitigação às alterações climáticas em Mato Grosso. *Boletim De Geografia*, 39, 254-264, e59419. Disponível: <https://doi.org/10.4025/bolgeogr.v39.a2021.e59419>. Acesso: 11 de junho de 2024.
- Wang, F., Liu, X., Liu, X., Li, Y., & Wang, T. (2020). Spatial and Temporal changes in the Normalized Difference Vegetation Index and its Response to Climate Change in Shaanxi Province, China. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 508(1), 012121. Disponível: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/508/1/012121>. Acesso: 11 de junho de 2024.
- Willian, J., Marcos Esdras Leite, Luiz, & Auxiliadora, M. (2023). Unidade de conservação no semiárido mineiro e seu papel na preservação ambiental. *Caderno de Geografia*, 33(75), 1257–1257. Disponível: <https://doi.org/10.5752/p.2318-2962.2023v33n75p1257>. Acesso: 09 de junho de 2024.