

REVISTA DA

# AN PE GE

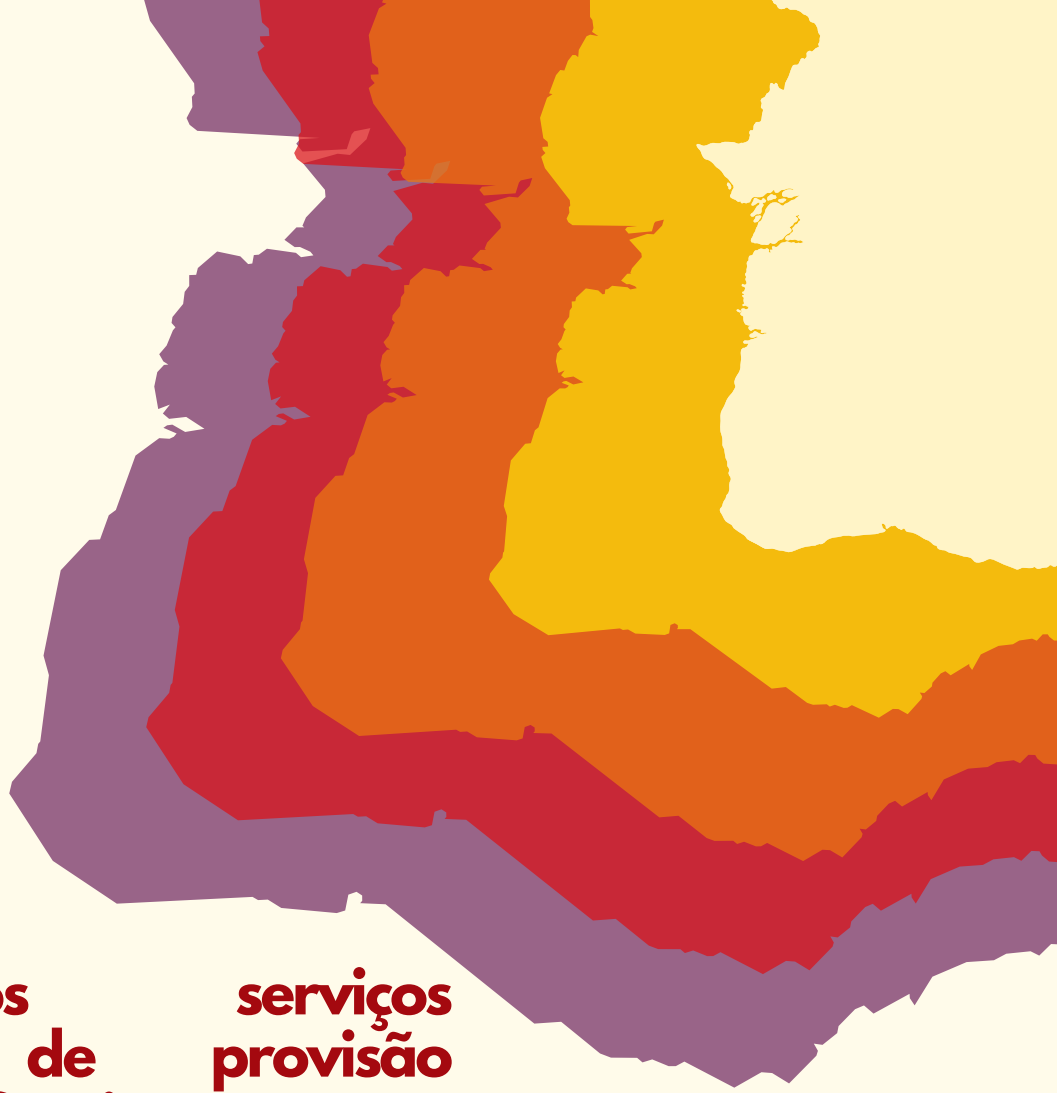
ISSN 1679-768X

a

ANPEGE

---

Associação Nacional  
de Pós-graduação e  
Pesquisa em Geografia



**Análise dos serviços  
ecossistêmicos de provisão  
prestados pela Caatinga em um  
município da região semiárida do  
Brasil**

*Analysis of ecosystem provision services provided by Caatinga  
in a municipality in the semi-arid region of Brazil*

*Análisis de los servicios de prestación ecosistémica de Caatinga  
en un municipio de la región semiárida de Brasil*

DOI: 10.5418/ra2024.v20i41.18159

**CAMYLLA DA SILVA DANTAS**

Universidade Estadual do Ceará (UECE)

**ABNER MONTEIRO NUNES CORDEIRO**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

**DIÓGENES FÉLIX DA SILVA COSTA**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

**V.20 n°41 (2024)**

e-issn : 1679-768X

**RESUMO:** A exploração inadequada dos recursos naturais na caatinga tem ocasionado impactos ambientais que refletem nos processos responsáveis pelo funcionamento e manutenção dos serviços prestados pela natureza. Sabendo a importância destes no meio ambiente, este trabalho teve por objetivo identificar os serviços ecossistêmicos (SE) de provisão prestados pela caatinga e o reflexo do uso destes no comportamento da vegetação. A identificação dos SE e a análise dos padrões da vegetação foram observadas através do NDVI, SAVI e levantamentos de campo, métodos eficazes para análise dos ecossistemas. Desse modo, foram identificadas seis classes de SE distribuídas em 14 utilizações, onde, a maior predominância corresponde ao uso da água, cultivo agrícola, produção pecuarista e lenheira. Os dados indicaram áreas degradadas ocasionadas pelo manejo inadequado dos recursos naturais e, portanto, ressalta-se a importância de medidas mitigatórias para degradação ambiental e conservação dos ambientes com maior diversidade biológica, em prol da manutenção dos processos ecológicos.

**Palavras-chave:** caatinga; cobertura vegetal; serviços ecossistêmicos.

**ABSTRACT:** The inadequate exploitation of natural resources in the caatinga has caused environmental impacts that reflect on the processes responsible for the operation and maintenance of the services provided by nature. Knowing their importance in the environment, this work aimed to identify the ecosystem services (ES) provision provided by the caatinga and the impact of their use on the behavior of the vegetation. The identification of ES and the analysis of vegetation patterns were observed through NDVI, SAVI and field surveys, effective methods for analyzing ecosystems. In this way, six classes of ES were identified, distributed across 14 uses, where the greatest predominance corresponds to the use of water, agricultural cultivation, livestock production and firewood. The data indicated degraded areas caused by inadequate management of natural resources and, therefore, the importance of mitigating measures for environmental degradation and conservation of environments with greater biological diversity is highlighted, in favor of maintaining ecological processes.

**Keywords:** caatinga; vegetal cover; ecosystem services.



**RESUMEN:** La exploración inadecuada de los recursos naturales de la caatinga ocasiona impactos ambientales que reflejan los procesos responsables del funcionamiento y mantenimiento de los servicios prestados por la naturaleza. Sabiendo a importância destes no meio ambiente, este trabalho teve por objetivo identificar os serviços ecossistêmicos (SE) de provisão prestados pela caatinga y o reflexo do uso destes no comportamento da vegetação. La identificación de los SE y el análisis de los padrones de vegetación a través de observaciones de NDVI, SAVI y levantamientos de campo son métodos eficaces para analizar los ecosistemas. De este modo, se identificaron seis clases de SE distribuidas en 14 utilizaciones, además, un mayor predominio corresponde al uso del agua, cultivo agrícola, producción pecuarista y lenheira. Los datos indican áreas degradadas ocasionadas por el manejo inadecuado de los recursos naturales y, por tanto, resalta-se a importância medidas de mitigación para la degradación ambiental y conservación de los ambientes con mayor diversidad biológica, en prol da manutenção dos procesos ecológicos.

**Palabras clave:** caatinga; cobertura vegetal; servicios de ecosistema.

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

As paisagens de caatinga se distribuem em uma área de aproximadamente 844.453 km<sup>2</sup>, sendo a única região natural cujos limites estão inteiramente restritos ao território brasileiro (Cardoso-Silva; Leal; Tabarrel, 2018; IBGE, 2004). A cobertura vegetal deste bioma se desenvolve sobre extensas superfícies de aplainamento, em meio aos sertões secos, e em relevos residuais com características secas ou úmidas que, em geral, apresentam fisionomias de florestas secas e arbustivas com características xerófilas, semidecíduas e decíduas (Tabarelli et al., 2018).

Apesar de ser um bioma com relevante diversidade biológica e peculiaridades únicas, atualmente engloba extensas áreas degradadas, fragmentadas e susceptíveis a desertificação, como resultado da exploração inadequada dos recursos naturais interligado a produtividade agrícola, exaustão de recursos florestais e nível de renda (Cardoso-Silva; Leal; Tabarrel, 2018). A fragmentação do bioma Caatinga, que pode ocorrer de modo natural ou por influência antrópica, é uma das principais ameaças à biodiversidade, devido ocasionar a perda de habitats originais (Primack; Rodrigues, 2001; Rocha et al., 2006).

Estas áreas degradadas são resultado da exploração descontrolada da cobertura vegetal, visando lucro e servindo como subsídio, principalmente, para a população rural (Mariano, 2014). Neste sentido, Morais et al. (2010) destaca cinco razões principais relacionadas a retirada da cobertura vegetal, sendo estas: substituição da cobertura vegetal por construções ou para manutenção de áreas

descobertas; utilização do material do solo ou subsolo; destruição periódica pela prática de queimadas; uso da lenha; e a substituição da cobertura original.

A cobertura vegetal é um importante elemento da paisagem, onde, independente da área estudada, a caracterização e análise de seus respectivos usos e potencialidades podem ser considerados subsídio para melhor compreensão sistêmica (Cardoso-Silva; Leal; Tabarrelí, 2018). Assim, devido as consequências das transformações humanas nos sistemas ambientais, que tem ocasionado preocupações quanto à quantidade, qualidade e disponibilidade dos recursos naturais, as pesquisas científicas empenham-se no desenvolvimento de estratégias de proteção, em busca do planejamento e manejo ambiental, para o uso sustentável e consciente destes recursos (Alarsa; Furlan; Colangelo, 2018).

Do mesmo modo, estudos destacam que a compreensão do funcionamento dos ecossistemas se inicia a partir da análise de suas respectivas funções (Gomes; Neto; Silva, 2018), que correspondem as constantes interações existentes entre os elementos estruturais de um ecossistema (Darly; Farley, 2004). Giustina e Neto (2008) completam que é de suma importância a análise do meio físico para a compreensão dos processos ecológicos locais e regionais, devido constituírem elementos que interagem diretamente a configuração dos fatores hídricos e vegetacionais. Vale destacar que estes processos são responsáveis pelo funcionamento dos sistemas ambientais e a prestação dos serviços ecossistêmicos (SE), que fornecem subsídio para manutenção da natureza, bem-estar humano e melhor qualidade de vida (Costanza et al., 1997; 2017; Costanza, 2020).

A *Common International Classification of Ecosystem Services* (CICES) agrupa os serviços em três categorias principais: provisão, cultural, regulação e manutenção. Nesta perspectiva, este trabalho dá ênfase aos serviços de provisão, devido estarem relacionados diretamente à exploração dos recursos naturais para consumo, utilização e modificação, ligados diretamente a economia e subsistência. Destaca-se que o manejo da cobertura vegetal apresenta diversos potenciais de uso para energia, nutrição e biomassa, como: frutífero, medicinal, melífero, forrageiro, lenha, ornamental, entre outros que, se manejado de modo adequado, não comprometem a manutenção dos processos ecológicos (Drumond; Scheistek; Seiffarth, 2012).

Atualmente, para analisar as alterações na cobertura vegetal e uso da terra são desenvolvidas técnicas por meio das geotecnologias de sensoriamento remoto. Entre as técnicas, destacam-se neste estudo o *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) e o *Soil Adjusted Vegetation Index* (SAVI). Segundo Robinson et al. (2017) os índices de vegetação derivados de satélite são amplamente utilizados em pesquisas ecológicas, modelagem de ecossistemas e monitoramento da superfície terrestre, onde permitem analisar as características e funções da vegetação.

Estes índices, de acordo com os estudos de Janssen et al. (2018), são sensíveis a vegetação densa e esparsa, sendo possível mensurar a perda de vegetação e, conseqüentemente, dos SE (Santos; Hacon; Neves, 2023). Desse modo, a utilização dessas técnicas apresenta relevância na capacidade de

acurácia dos índices vegetativos e, como descritos nos estudos de Zewdie, Csaplovics e Inostroza (2017), mostram-se eficaz para o monitoramento da dinâmica dos ecossistemas.

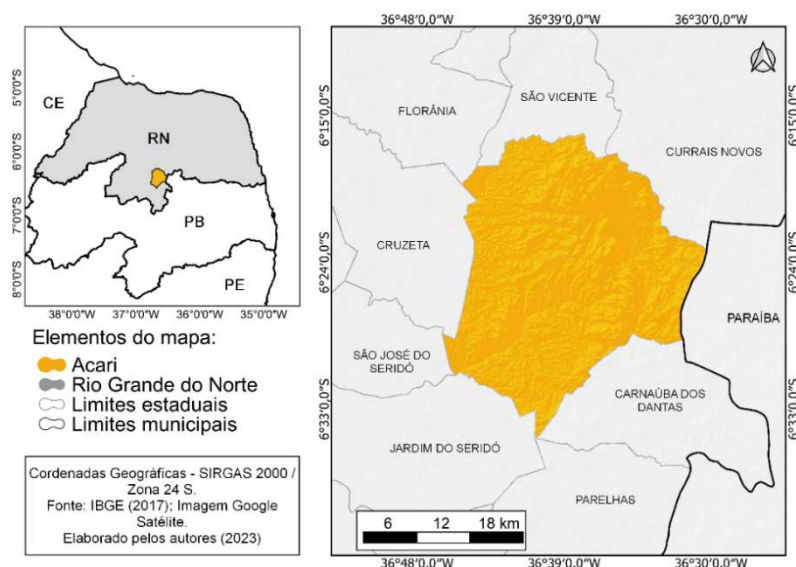
Portanto, faz-se necessário entender a dinâmica inerente aos elementos estruturais dos ecossistemas, compreendendo quais são os mecanismos de interação entre os fatores de mudança dos ecossistemas e sua capacidade de geração dos SE, como também seus impactos adversos sobre o bem-estar humano (Gomes; Neto; Silva, 2018). Neste sentido, este trabalho tem por objetivo identificar a prestação dos Serviços Ecossistêmicos de Provisão (SEP) por meio da cobertura vegetal de caatinga e como a exploração destes serviços refletem no comportamento da vegetação, adotando-se como objeto de análise um território municipal no semiárido.

Esta escolha se fez com base nos pressupostos das políticas públicas para a conservação que, no Brasil, o município representa o segundo nível hierárquico governamental para uma série destas políticas, principalmente, em relação ao critério de módulo rural adotado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Embrapa, 2023). A área atualmente também integra o Seridó Geoparque Mundial da Unesco como estratégia de gestão do território, a partir da identificação do patrimônio geológico de relevância no âmbito internacional (Silva; Mansur; Nascimento, 2022). Do mesmo modo, está inserido na delimitação de áreas susceptíveis a desertificação (Brasil, 2005a), com isso, destaca-se a importância da exposição das problemáticas e, posteriormente, ações planejadas para a conservação.

## **METODOLOGIA**

### **Área de estudo**

Com uma área de aproximadamente 610 km<sup>2</sup> (Brasil, 2005b) e uma população média de 10.597 pessoas (IBGE, 2023), o município de Acari está localizado na região intermediária de Caicó e região imediata de Currais Novos, no interior do estado do Rio Grande do Norte (IBGE, 2017). Os respectivos limites municipais fazem fronteira com Currais Novos, São Vicente, Cruzeta, São José do Seridó, Jardim do Seridó, Carnaúba dos Dantas e Frei Martinho (PB).

**Figura 1** – Mapa de localização do município de Acari.

Fonte: autores (2023).

O clima da região é classificado como semiárido do tipo muito quente e seco com características marcadas pelo período chuvoso que ocorre durante o verão (Köppen, 1936). As altas taxas de evapotranspiração apresentam valores de  $\sim 2.455$  horas/ano, influenciando na alta taxa de evapotranspiração, balanço hídrico negativo e baixa umidade do solo (Rio Grande do Norte, 2000; Corrêa et al. 2019; Lucena; Ferrer; Guilhermino, 2021). No geral, as precipitações pluviométricas variam de 400 a 600 mm, durante dois a quatro meses por ano, sendo influenciadas pelas condições geomorfológicas (Brasil, 2005b; Bezerra Júnior; Silva, 2007; Maia; Bezerra, 2020).

O município de Acari está, geologicamente, inserido na Faixa Seridó (Jardim de Sá, 1994), onde se destaca o Plúton Acari, com área aflorante de  $\sim 300$  km<sup>2</sup> (Campos, 2016), o qual intrudiu os micaxistos da Formação Seridó (Angelim; Torres; Santos, 2007). A ação denudacional cenozoica sobre o Plúton Acari, constituído pelas suítes graníticas Itaporanga, Dona Inês e São João do Sabugi (Dantas; Medeiros; Cavalcante, 2021), resultou na esculturação de diferentes formas graníticas (e.g., *bornhardts*, cristas e *inselbergs*), que se sobrepõe a superfície erosiva rebaixada dos sertões do Piranhas (Maia; Bezerra, 2020).

Em geral, as principais classes de solos identificadas no município são os Neossolos Litólicos, Luvisolos Crômicos e Planossolos Nátricos, com características pedregosas, rasas, afloramentos rochosos com pouco teor de nutrientes e matéria orgânica, porém, constituem solos rico em minerais, como consequência da semiaridez (Corrêa et al., 2019).

A vegetação que se desenvolve corresponde a caatinga hiperxerófila que são representadas, principalmente, pela caatinga arbustiva aberta que compõem a superfície erosiva rebaixada, devido as condições edáficas com baixa umidade e altas temperaturas. Nos relevos residuais, há o predomínio de

caatinga hiporxerófila, que corresponde a caatinga arbórea densa, em virtude aos fatores geomorfológicos desses ambientes que ocasionam maior conservação (Corrêa et al., 2019).

### *Procedimentos metodológicos*

Os processos metodológicos se basearam nos estudos de Burkhard et al. (2009) onde foram utilizados dados de avaliação quantitativos e qualitativos que resultaram na combinação de informações referente aos SE e a cobertura da terra, provenientes do sensoriamento remoto e atividades de campo. Estes procedimentos foram sistematizados em três etapas: gabinete – para levantamento prévio da literatura da área de estudo e confecção do material cartográfico; atividades de campo – para identificação dos serviços ecossistêmicos de provisão; e análise e interpretação dos dados obtidos. Inicialmente buscou-se dados na literatura que discorressem a respeito dos SE e impactos ocasionados pelas ações antrópicas na cobertura vegetal que, em longo prazo, resultou na formação de áreas propícias à desertificação.

A segunda etapa teve por objetivo verificar quais serviços ecossistêmicos de provisão que ocorrem no território municipal, portanto, através de atividades de campo *in situ*, estes serviços foram identificados, registrados (fotografia e ponto de localização) e classificados – com base no suporte teórico-metodológico de Haines-Young e Potschin (2013), utilizando a *Common International Classification of Ecosystem Services* (CICES).

Neste trabalho foi dado ênfase aos serviços de provisão, devido estarem relacionados com a saída de materiais dos ecossistemas para uso, modificação ou transformação. Portanto, seguindo as orientações da CICES versão 5.1 (<https://cices.eu/resources/>), aplicável a diferentes escalas geográficas, onde os níveis hierárquicos iniciam-se em uma descrição geral até uma mais específica, os serviços identificados foram enquadrados na seguinte forma: grupo, classe, uso e exemplo (Haines-Young; Potschin, 2018).

Dessa forma, a partir de imagens produzidas por meio do sensoriamento remoto e coleta de dados (NDVI e SAVI), os SEP identificados foram distribuídos por meio da plotagem de pontos obtidos através do GNSS (*Global Navigation Satellite System*). Os produtos cartográficos subsidiaram as atividades de campo *in loco* para identificação e classificação dos serviços ecossistêmicos provisão (provisão comida, madeira, água e outros recursos) prestados, ou relacionados, pela vegetação de caatinga no município de Acari; assim como validação dos dados cartográficos. O desenvolvimento das atividades de campo, ocorreram a cada semestre durante a estação chuvosa e seca, utilizando-se de prancheta, drone, câmera fotográfica e aparelho receptor GNSS, para registro fotográficos, coleta de dados e serviços de localização, que facilitaram a distribuição espacial destes serviços.

Os produtos cartográficos acima mencionados, tratam-se da análise da cobertura vegetal a partir do cálculo do NDVI e do SAVI, utilizando imagens do LANSAT 9, referente ao ano de 2022, disponibilizadas pelo *United States Geological Survey* (USGS), que passaram por um



pré-processamento, onde foram aplicadas técnicas de calibração atmosférica por meio do complemento *Semi-Automatic Classification Plugin* (SCP), no *software* livre QGIS v. 3.22 (QGIS TEAM, 2022).

O NDVI, que trata-se dos valores referente a vegetação fotossinteticamente ativa (Huete, 1988), foi calculado por meio da equação:  $NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$ , onde “NIR” corresponde a banda do infravermelho e “R” do vermelho. Para aplicação do SAVI, que tem como objetivo corrigir a luminosidade do solo quanto a vegetação, utilizou-se a seguinte equação:  $(1 + L) * (NIR - R) / (L + NIR + R)$ , onde “L” corresponde a correção de brilho do solo definido, geralmente, como 0,5. Como resultado se obtém valores entre -1 a 1, onde, os valores mais próximo de 1 representam maior densidade da cobertura vegetal e, conseqüentemente, maior relevância dos processos ecológicos, visto que, estes índices estão associados a concentração dos serviços ambientais.

Portanto, os dados obtidos nesta etapa forneceram os valores referente a classificação da cobertura do solo, e a partir disso, foram associados a utilização dos SEP, analisando a utilização destes serviços e áreas de razoável/potenciais de processos ecológicos, com base numa abordagem quali-quantitativa, visto que as áreas verdes são responsáveis pelos diversos serviços prestados pela natureza (Wolch; Byrne; Newell, 2014).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para melhor compreensão dos resultados obtidos nesta pesquisa, primeiramente, são apresentados os SE identificados e listados (Tabela 1) com base na CICES v.5; em seguida, por meio dos dados quantitativos das categorias de solo do ecossistema, obtidos através do NDVI e SAVI, foi realizada uma análise espacial dos SE e como a utilização destes refletem na cobertura vegetal.

Estes materiais, após a coleta, podem ser trocados, consumidos, transformados ou negociados, servindo como fonte de renda ou consumo (e.g., exploração da lena e agricultura de subsistência) (Monteiro Júnior et al., 2019). Em geral, estão relacionados a perda de cobertura vegetal de origem e de espécies endêmicas (identificáveis em campo e por meio das características físicas registradas em herbários), devido a concentração do manejo de determinadas culturas e exploração intensiva dos recursos naturais.

**Tabela 1** – Serviços ecossistêmicos de provisão identificados no município.

<i>Nutrição</i>			
<i>Grupo</i>	<i>Classe</i>	<i>Uso</i>	<i>Exemplo</i>
Biomassa	Culturas cultivadas	Agricultura de subsistência e comercial	Cultivo de milho, feijão, batata, laranja, manga, melão, melancia, mamão, coentro, acerola, coco, cajú

	Plantas e produção	Utilização e colheita	Pastagem, umbuzeiro, maracujá do mato, xique-xique, cardeiro, trapiá, cajueiro
	Água	Água de superfície potável	Água para irrigação; consumo humano e dessedentação animal
<i>Materiais</i>			
Biomassa	Plantas	Utensílios, Cercas, linhas, pilares, pilões, cabos de ferramentas	Carnaúba, aroeira, jurema preta, catingueira, angico, marmeleiro
	Argila	Construções, planificação	Retirada de lama, argila
<i>Energia</i>			
Energia	Biomassa	Produção de lenha	Vegetação lenhosa

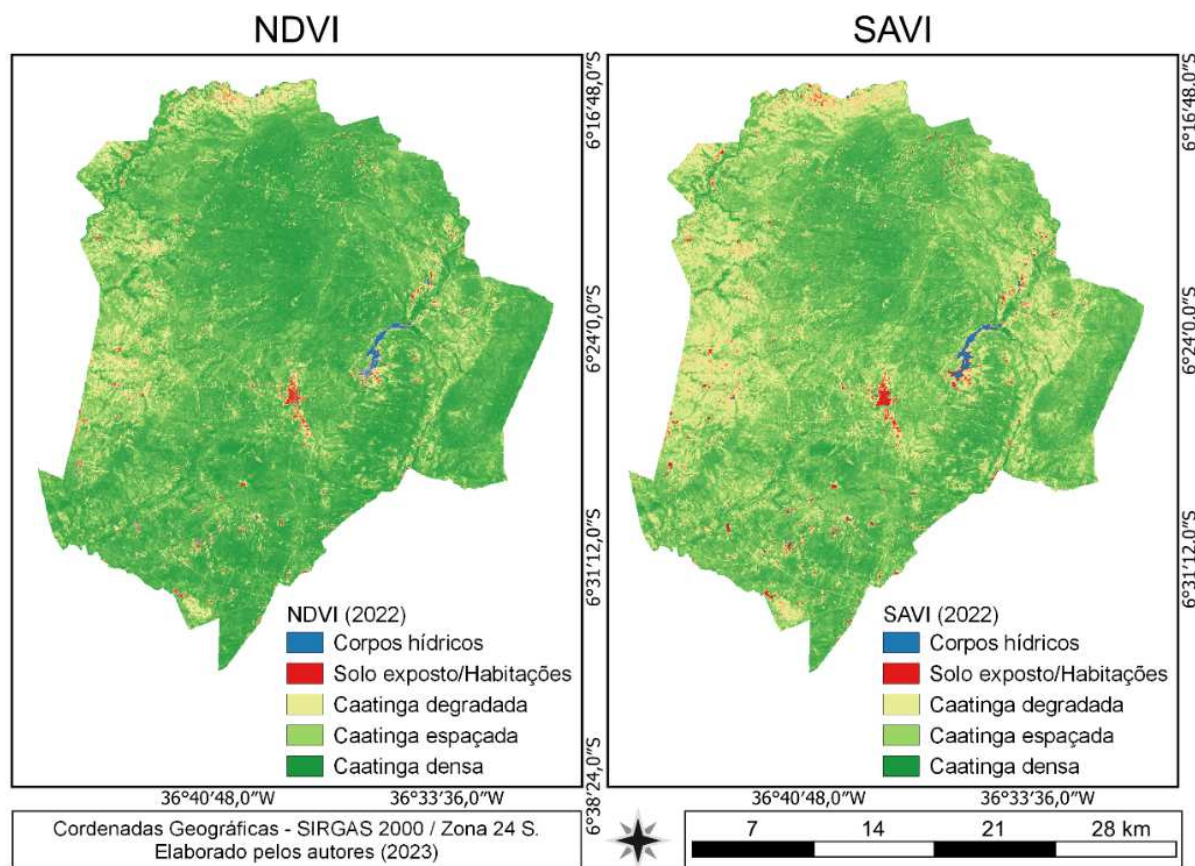
Fonte: Autores (2023).

A Tabela 1 apresenta um total de seis classes de SEP subdivididas em 14 utilizações. No que diz respeito as utilizações indicadas por meio do componente vegetal, para nutrição ou material, 10 das espécies listadas como exemplo são endêmicas da caatinga, as quais correspondem ao: umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda), maracujá do mato (*Passiflora cincinnata* Mast.), xique-xique (*Pilocereus gounellei* (Weber)), cardeiro (*Cereus jamacaru* DC.), trapiá (*Crataeva tapia* L.), carnaúba (*Copernicia prunifera* (Miller)), aroeira (*Astronium urundeuva* (M.Allemão) Engl.), jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.)), catingueira (*Poincianella pyramidalis* [Tul.] L.P.Queiroz), marmeleiro (*Croton jacobinensis* Baill) e angico (*Anadenanthera colubrina* (Vell.)).

As demais 11 espécies identificadas para cultivo por meio da agricultura, mas que não são endêmicas da caatinga, foram: cajú (*Anacardium occidentale* L.), seriguela (*Spondias purpúrea* L.), umbu-cajá (*Spondias mombin* L.), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), milho (*Zea mays* L.), batata-doce (*Ipomoea batatas* L.), laranja (*Citrus limon* L.), manga (*Mangifera indica* L.), melão (*Cucumis melo* L.), melancia (*Citrullus lanatus* Thunb.), mamão (*Carica papaya* L.) e acerola (*Malpighia emarginata* DC.). O cultivo e produção destas espécies ocorrem por meio da agricultura de subsistência ou econômica, com objetivo de abastecimento ou comercialização.

Estas áreas de culturas cultiváveis são identificadas e distribuídas em áreas de cobertura vegetal de menor densidade, espaçada e arbustiva, conforme analisado os valores do NDVI (0,50 a 0,81) e SAVI (0,55 a 0,69). No geral, estes valores (Tabela 1 e Figura 2) também indicam extensas áreas com baixo índice do componente vegetal que, em sua maioria, estão concentradas na superfície erosiva rebaixada.

**Figura 2** – Classe de cobertura do solo reconhecidas pelo NDVI e SAVI.



Fonte: Autores (2023).

**Tabela 2** – Valores do NDVI e SAVI referente as classes de cobertura da terra.

<i>Classes de usos e cobertura da terra</i>	<i>NDVI</i>	<i>SAVI</i>
Corpos hídricos	entre -0,42 – 0,16	entre -0,25 – 0,10
Solo exposto/Habitações/Rochas	entre 0,17 – 0,31	entre 0,11 – 0,31
Caatinga degradada	entre 0,32 – 0,49	entre 0,32 – 0,54
Caatinga espaçada	entre 0,50 – 0,81	entre 0,55 – 0,69
Caatinga densa	entre 0,82 – 0,90	entre 0,70 – 0,78

Fonte: Autores (2023).

Vale destacar que, no cenário do Seridó Potiguar, o processo de ocupação ocorreu, principalmente, a partir do século XVII devido à procura de espaços para a instalação da pecuária, seguida da agricultura de subsistência, que dominou todo sertão nordestino. Sendo a agricultura de subsistência, popularmente conhecida como “agricultura familiar”, a principal responsável pela

ocupação e uso dos solos em margens de rios, lagoas temporárias e açudes, regionalmente conhecida como agricultura de vazante, devido estas áreas disporem de maior concentração de argila, nutrientes e umidade que sustentam o desenvolvimento das espécies (Morais, 2020).

Em geral, o cultivo da agricultura ocorre com maior vigor durante o período chuvoso dos sertões nordestinos, sendo finalizado ou reduzido no início da estação seca, por não haver disponibilidade de água e condições climáticas propícias para o desenvolvimento de todas as espécies cultiváveis. Contudo, à agricultura extrativista ocorre durante o ano todo com alterações apenas da colheita de safra de cada espécie produtora.

Neste sentido, nas áreas que bordejam os corpos hídricos (e.g., rios, riachos e açudes) também são encontradas produções de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) para nutrição de rebanhos bovino e, para este mesmo fins, também ocorre o cultivo da palma (*Opuntia cochenillifera* L.) que subsidia a pecuária em períodos prologados de seca, assim como outras cactáceas.

Ainda nestes setores de recursos hídricos, são encontrados métodos para obter água potável da superfície, ocorrendo, em geral, por meio de açudes, poços artesanais, tanques e barramentos, utilizados para uso humano, dessedentação animal e irrigação de áreas produtivas, distribuídos em todo território municipal.

Dentre os recursos hídricos, representados pelos valores de -0,42 a 0,16 (NDVI) e 0,25 a 0,10 (SAVI), destaca-se a Barragem Marechal Dutra (Figura 3), popularmente conhecida como Gargalheiras, com maior espelho de água.

**Figura 3** – Categoria de corpo hídrico e provisionamento de água através de reservatório de grande porte.



Fonte: Autores (2023).

As áreas de pastagens, resultado da atividade pecuarista, estão distribuídas espacialmente em áreas com alto nível de degradação da cobertura vegetal, que correspondem aos valores de 0,32 a 0,49

(NDVI) e 0,32 a 0,54 (SAVI), sendo as mesmas caracterizadas pela presença de vegetação rala onde predominam espécies herbáceas.

Nesta perspectiva, espécies endêmicas da caatinga também são utilizadas para a alimentação bovina, como é o caso do xique-xique (*Pilocereus gounellei* (Weber)) que, além da retirada dessa vegetação de origem, ocasiona a queimada como resultado do modo de preparo para alimentação animal (Figura 4). A utilização do xique-xique para alimentação animal é um fato histórico que ocorre, principalmente, durante as grandes secas e períodos de déficit hídrico prolongado, devido a carência de plantas alimentícias (Lucena et al., 2012). Este meio de alimentação ocorreu, e ainda ocorre, devido à falta de tecnologias de convivência com o semiárido e políticas públicas voltadas a atender a demanda da população rural nestes períodos, como é o caso da produção de silagem.

**Figura 4** – Queimada ocasionada pelo preparo do xique-xique para alimentação animal.



Fonte: Autores (2023).

O silo é oriundo do processo de conservação de forragem cujo principal objetivo é manter um alimento de valor nutritivo com o mínimo de perdas para uso futuro, permitindo que a forragem seja armazenada e utilizada na alimentação animal durante o período de escassez, porém, no Brasil essa produção é realizada apenas numa pequena parte dos sistemas de produção (Cândido; Furtado, 2020), como resultado da falta de incentivo governamental e disseminação do conhecimento aos produtores.

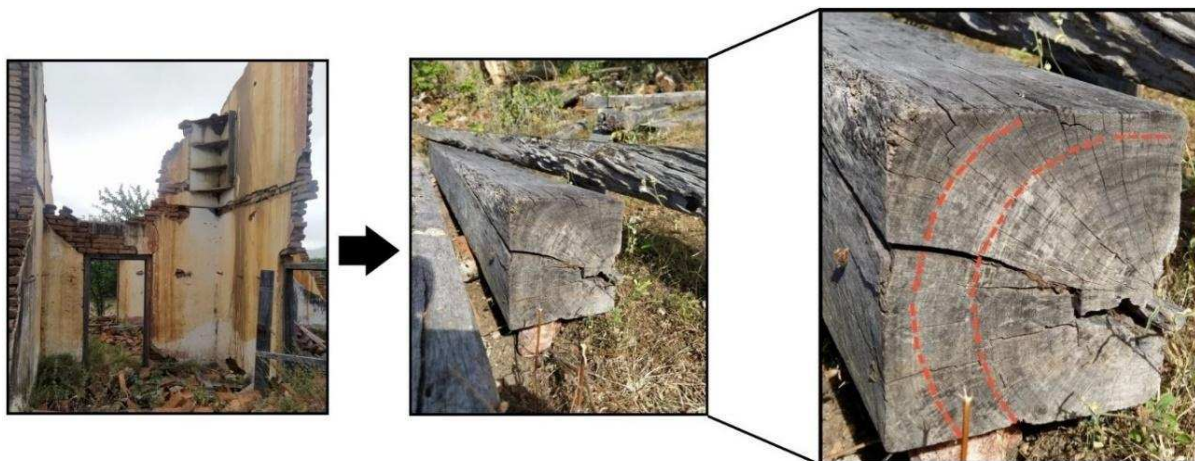
Outras atividades que ocasiona a referida degradação do componente vegetal estão relacionadas a utilização das espécies vegetais como matéria prima para a produção de utensílios, cercas, linhas e pilares de construções, pilões e cabos de ferramentas que, em sua maioria, são de origem da vegetação nativa e ocorrem desde as primeiras formas de vida humana para sobrevivência, habitação e produção. Como principal consequência desta exploração em massa e manejo inadequado da vegetação, tem-se o risco de extinção de espécies nativas e endêmicas (e.g., *Myracrodruon urundeuva*, *Licania rígida* e *Pseudobombax marginatum*).

Nesse contexto, vale ressaltar que município de Acari está inserido no Núcleo de Desertificação do Seridó Potiguar. Este núcleo se originou através da apropriação indiscriminada das terras que, por meio das formas de manejo não sustentáveis ocorrentes desde seu processo inicial de ocupação (Silva; Vital; Souza, 2023), têm degradado a cobertura vegetal e tornando o solo propício a desertificação. A antropização deste núcleo é caracterizada por queimadas, cultivo do algodão durante as décadas de 1960 a 1980 (Silva; Reis, 2017), pastoreio e exploração de lenha, que alteraram a composição florística e a estrutura da vegetação (Costa et al., 2009).

Dentre as atividades que degradam a caatinga, compreende-se que a exploração da lenha impõe uma grande demanda imposta sobre a cobertura vegetal (Silva; Vital; Souza, 2023) que, neste e em demais municípios da região Seridó, tem como obtivo fornecer matéria prima para as olarias e cerâmicas da região (Costa et al., 2009). Da mesma forma, ainda que não for utilizada para produção, também pode sofrer impacto de remoção da vegetação nativa para o cultivo de outras culturas.

Neste sentido, vale salientar que as espécies endêmicas, e atualmente ameaçadas de extinção, foram alvo do manejo inadequado que tem ocorrido de modo intensivo desde as últimas décadas do século XX, as quais serviram como subsídio para construção de habitações humana e de manejo de animais, como demonstra a figura 5, onde se verifica os resquícios de uma habitação humana do final do século XIX. Na figura abaixo mostra nitidamente a dendrocronologia da espécie que, devido a qualidade e pureza da madeira, tem se conservado ao longo dos séculos.

**Figura 5** – Espécie vegetal em resquício de habitação.



Fonte: Autores (2023).

Do mesmo modo, a carnaúba (*Copernicia prunifera* (Miller)) também é uma espécie que vem sendo explorada historicamente, em princípio para a construção de habitações, servindo como linha ou alicerce das construções (Figura 6). Esta espécie trata-se de uma palmeira nativa do Brasil e endêmica do semiárido, típica de baixos de várzeas e planícies de inundação sazonal, e atualmente se encontra ameaçada de extinção, devido que, ao longo do tempo, vem sendo explorada e substituída por espécies

que podem fornecer mais benefícios para a população (Rodrigues et al., 2013). Ou seja, esta espécie nativa vem perdendo espaço e sofrendo retração para outras espécies exóticas ou invasoras.

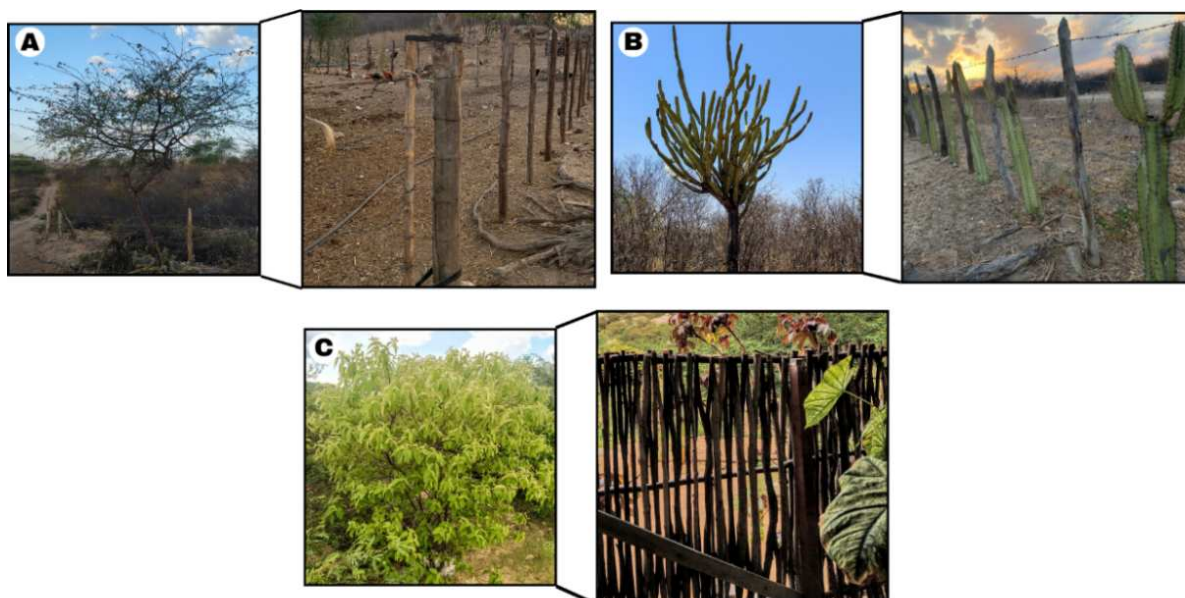
**Figura 6** – Utilização da carnaúba para construção de habitação.



Fonte: Autores (2023).

No tocante as espécies utilizadas para cercamento, foram identificadas a jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.)), mandacaru (*Cereus jamacaru* DC) e marmeleiro (*Croton jacobinensis* Baill). Onde, a jurema-preta é utilizada como base e mourões de cercas, devido à resistência da madeira (Figura 8A); o mandacaru é utilizado como cerca viva, propiciando reforço e maior segurança ao cercamento (Figura 8B); e a utilização do marmeleiro é mais comum para cercas de pequeno porte (Figura 8C). Nenhuma destas três espécies encontram-se ameaçadas de extinção e, a respeito da jurema-preta e o marmeleiro, encontram-se distribuídas no domínio da caatinga encobrindo, principalmente, áreas degradadas que não apresentam vegetação de origem.

**Figura 7** – Utilização de espécies para cercamento. Onde: A) *Mimosa tenuiflora*; B) *Cereus jamacaru*; C) *Croton jacobinensis*.



Fonte: autores (2023).

Neste sentido, no que se refere aos valores de 0,17 a 0,31 (NDVI) e 0,11 a 0,31 (SAVI), correspondem as áreas expostas sem nenhum índice de vegetação ativa, ou seja, configuram-se nesta categoria a área urbana, povoados ou assentamentos rurais, solos expostos e afloramentos rochosos, também concentrados na superfície aplainada (Figura 4). Onde, vale ressaltar que a maior demanda de recursos naturais tem estas áreas como destino para utilização, modificação ou transformação, devido que disponibilizam de uma capacidade reduzida para manter ou produzir bens e serviços oriundos da natureza (Gomes; Neto; Silva, 2018).



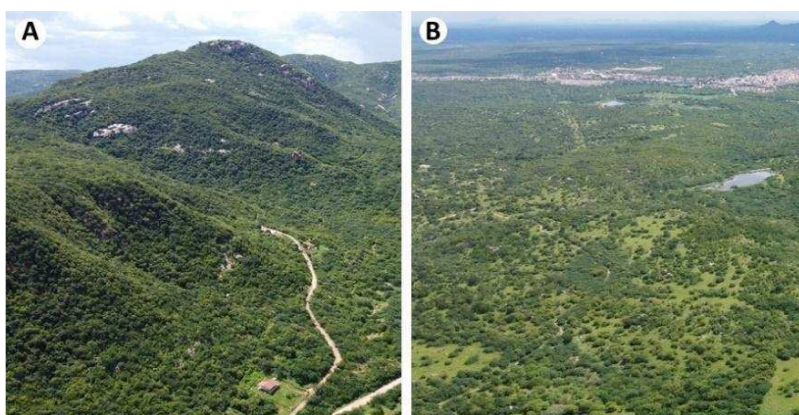
**Figura 8** – Áreas urbanizadas que compõem, em parte, a categoria de solo exposto e sem índice de vegetação ativa.



Fonte: Autores (2023).

Por fim, os valores do NDVI (0,82 a 0,90) e SAVI (0,70 a 0,78) apresentaram os maiores índices de densidade e nível de conservação concentrados nas áreas de relevos residuais, devido a altitude e declividade acentuada as quais estão inseridas (Figura 3A). Nestas áreas foram identificadas saídas de materiais (espécies vegetais) para produção de lenha como subsídio rural.

**Figura 9** – Esquema da influência da altitude na cobertura vegetal do município de Acari/RN. Onde: A) vegetação densa; B) vegetação espaçada.



Fonte: Autores (2023).

Dessa forma, conforme observa-se no esquema abaixo da Figura 5, a medida que o relevo apresenta menor declividade e altitude, características da superfície erosiva, as áreas com caatinga degradada predominam, ou seja, o padrão da vegetação está relacionado diretamente ao desenvolvimento das atividades econômicas, retirada de biomassa e recursos dos ecossistemas, e a concentração populacional do município.

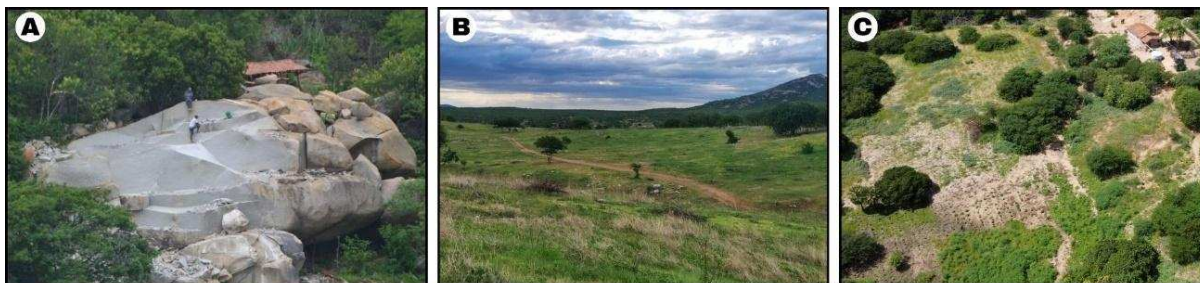
**Figura 10** – Padrão da vegetação nas unidades geomorfológicas do município.

Fonte: Autores (2023).

Vale ressaltar os valores de caatinga espaçada e degradada se distribuem, principalmente, na porção Oeste a Norte do município, tanto no SAVI quanto no NDVI, podendo estar relacionado, justamente, a ausência de relevos residuais, conforme analisado no esquema hipsométrico na Figura 3, onde se concentram os maiores índices de conservação. Conseqüentemente, estas áreas possuem maior relevância para fornecer serviços de provisão, mas, principalmente, serviços de regulação e manutenção.

Ademais, ressalta-se que, foram identificadas duas classes de serviços de provisão que, apesar de não serem prestadas diretamente pela cobertura vegetal, geram impactos negativos relevantes quando desenvolvidas, sendo estas: a retirada de argila e mineração (Figura 9A). Ou seja, quando essas atividades são desenvolvidas sem o manejo adequado, há uma retirada significativa da vegetação nativa, assim como ocorre por meio da formação das áreas de pastagem (Figura 9B) e agricultura (Figura 9C), ocasionando impacto direto nas formas de uso e erosão do solo, devido a exposição do mesmo.

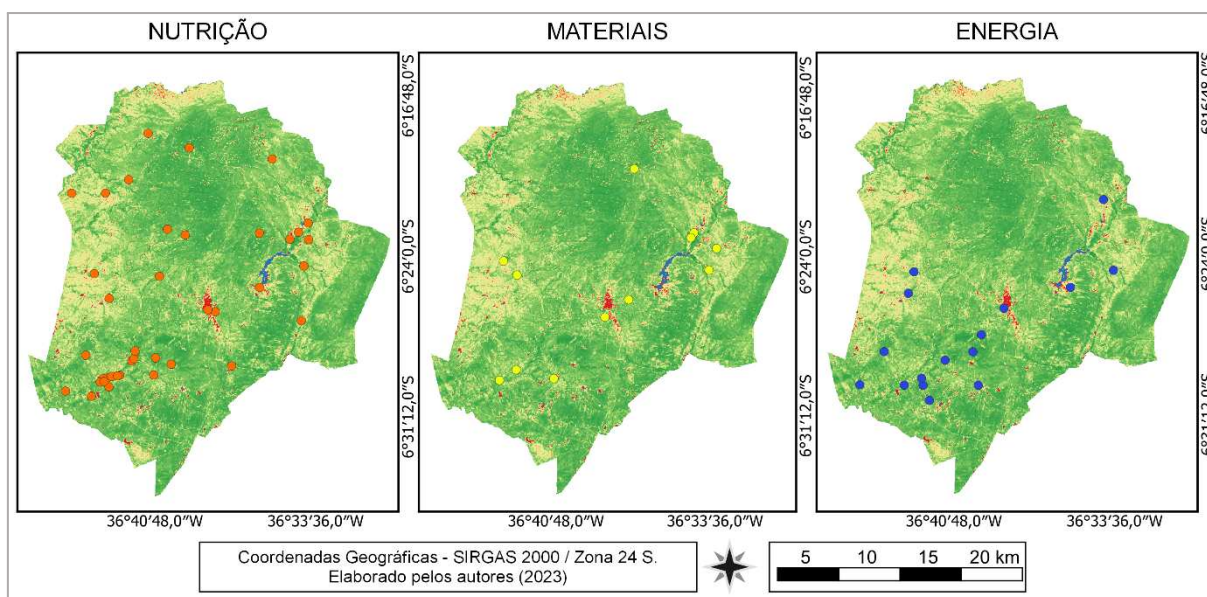
**Figura 11** – Utilização do solo para atividades produtoras. Onde: A) mineração; B) pastagem; C) agricultura.



Fonte: Autores (2023).

Por fim, na Figura 12, a partir do resultado do SAVI, foram distribuídos no território municipal os SEP identificados subdivididos nos respectivos grupos: nutrição, materiais e energia.

**Figura 12** – Distribuição espacial dos pontos amostrais dos serviços ecossistêmicos de provisão através do resultado do SAVI.



Fonte: Autores (2023).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os SEP mais bem representados no município correspondem aos habitats de corpos hídricos, áreas de cultivo através da agricultura, produção de áreas de pastagem e exploração de lenha que, como particularidade em comum, são desenvolvidas para fins extrativistas e, geralmente, pela população rural – mesmo que o objetivo seja o abastecimento urbano. A identificação dos SEP predominou na superfície erosiva rebaixada que, conforme analisado nos dados do NDVI e SAVI, se

mostra com um alto nível de perturbações antrópicas em decorrência, justamente, destas atividades que exploram e substituem a cobertura vegetal de origem.

Os dados processados por meio das geotecnologias, mostraram-se úteis para monitorar a dinâmica do ecossistema, onde, apesar dos resultados obtidos através do SAVI e NDVI se mostrarem similares, os dados do SAVI apresentaram maior exatidão com a realidade observada *in situ*.

Nas análises em campo e resultados dos mapeamentos, foram detectando os padrões de densidade e conservação da cobertura vegetal que, em específico, estão concentradas nas áreas de altitude. Estas áreas mostraram um padrão de vegetação bem desenvolvido com maior concentração da cobertura vegetal original, composta por espécies nativas e endêmicas, e, conseqüentemente, de serviços ecossistêmicos, que não se limitam somente aos SEP.

Desse modo, são as áreas com maior índice de degradação da cobertura do solo, prioritárias para a adoção de medidas para recuperação da vegetação, como forma de intervir no avanço da degradação ambiental. Do mesmo modo, as áreas de altitude se mostraram prioritárias para conservação ambiental, a fim de preservar a diversidade biológica local e manutenção dos processos ecológicos da natureza que, ainda, não sofreu retração ou declínio devido às ações antrópicas.

Portanto, esses dados reforçam a importância de ações conservacionistas para a manutenção dos serviços ecossistêmicos, preservando a vegetação original. Do mesmo modo, estes resultados podem subsidiar, além da recuperação de áreas degradadas, medidas para o planejamento e gestão ambiental do município em questão, a fim de mitigar os impactos na cobertura vegetal e, conseqüentemente, nos processos ecológicos da natureza.

## REFERÊNCIAS

- ALARSA, C.; FURLAN, S. A.; COLANGELO, A. C. Aspectos do meio físico no cenário dos serviços ecossistêmicos. *Revista do Departamento de geografia*, Universidade de São Paulo, v. esp., p. 184-195, 2018.
- ANGELIM, L. A. A.; TORRES, H. H. F.; SANTOS, C. A. Unidades litoestratigráficas. p. 15-52.
- ANGELIM, L. A. A. (Org.). Geologia e recursos minerais do Estado do Rio Grande do Norte. Programa Geologia do Brasil. Escala de 1:500.000. Recife: CPRM, 2007. 119 p.
- BEZERRA JÚNIOR, J. G. O.; SILVA, N. M. Caracterização geoambiental da microrregião do Seridó Oriental do Rio Grande do Norte. *Holos*, v. 2, n. 23, p. 78- 91. 2007.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Panorama da Desertificação do Rio Grande do Norte*. Natal: MA/SERHID, 2005a.
- BRASIL. Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. *Diagnóstico do município de Acari, Rio Grande do Norte*. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005b. p. 11.
- BURKHARD, B.; KROLL, F.; MÜLLER, F.; WINDHORST, W. Landscapes' capacities to provide ecosystem services - A concept for land-cover based assessments. *Landscape Online*, v. 15, p. 1–22, 2009.

- CAMPOS, B. C. S. *Petrografia, litoquímica mineral e termobarometria de rochas cálcio-alcalinas de alto K de textura porfírica, Ediacaranas, no extremo NE da Província Borborema (NE do Brasil)*. 2016. 98f. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica) – Programa de Pós-Graduação em Geoquímica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.
- CÂNDIDO, M.; J. D.; FURTADO, R. N. (Org.). *Estoque de forragem para a seca: produção e utilização de silagem*. *Imprensa Universitária UFC*, Fortaleza/CE, 2020, 194 p.
- CARDOSO-SILVA, J. M.; LEAL, I. R.; TABARRELI, M. *Caatinga: the largest tropical dry forest region in South America*. New York, NY: Springer Science+Business Media, 2018.
- CORRÊA, A. C. B. The Semi-arid Domain of the Northeast of Brazil. In: SALGADO, A. A. R. *et al.* (Ed.s) *The Physical Geography of Brazil: Environment, vegetation and landscape*. Cham/Suíça: Springer, 2019, p. 119-150.
- COSTA, T. C. C.; OLIVEIRA, M. A. J.; ACCIOLY, L. J. O.; SILVA, F. H. B. B. Análise da degradação da caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/PB). *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 13, p. 961-974, 2009.
- COSTANZA, R. Valuing natural capital and ecosystem services toward the goals of efficiency, fairness, and sustainability. *Ecosystem Services*, v. 43, n. 101096, p.1-7, 2020.
- COSTANZA, R., DE GROOT, R., BRAAT, L., KUBISZEWSKI, I., FIORAMONTI, L., SUTTON, P.; FARBER, S.; GRASSO, M. Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? *Ecosystem Services*, v. 28, p. 1-16, 2017.
- COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, v. 1, 1997. p. 3-15.
- DARLY, E.; FARLEY, J. *Economia Ecológica: princípios e aplicações*. Lisboa, *Instituto Piaget*, 2004.
- DANTAS, E. P.; MEDEIROS, V. C.; CAVALCANTE, R. *Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Norte*. Escala 1:500.000. Programa Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Recife: SGB/CPRM, 2021.
- DRUMOND, M. A.; SCHEISTEK, H.; SEIFFARTH, J. A. Caatinga: Um bioma exclusivamente brasileiro e o mais frágil. *Revista do Instituto Humanitas Unisinos*, v. 7, n. 389, p. 1-60, 2012.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária. *Módulos Ficais no Brasil*. Brasília: EMBRAPA, 2023.
- GIUSTINA, C. C. D.; CHAVES NETO, J. B. O meio físico e o planejamento da Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília. *Heringeriana*, v. 2, n. 2, p. 23–32, 2008.
- GOMES, A. S.; DANTAS, J. N.; SILVA, V. F. Serviços ecossistêmicos: conceitos e classificação. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v. 9, n. 4, p. 12-23.2018.
- HAINES-YOUNG, R.; POTSCHIN, M. *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): Consultation on Version 4, August-December 2012* (2013).
- HAINES-YOUNG, R.; POTSCHIN-YOUNG, M. Revision of the common international classification for ecosystem services (CICES V5.1): a policy brief. *One Ecosystem*, v. 3, 2018. p. 1-27.
- HUETE, A. R. A. Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI). *Remote Sensing of Environment*, v. 25, n. 3, p.205-309. 1988.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo Brasileiro de 2022*. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Divisão regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e regiões geográficas intermediárias*. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Mapa de Biomas do Brasil: primeira aproximação*. Escala 1:5.000.000. Rio de Janeiro: IBGE, 2004.

JANSSEN, T. A. J.; AMETSITSI, G. K. D.; COLLINS, M., ADU-BREDU, S.; OLIVERAS, I.; MITCHARD, E. T. A.; VEENENDAAL, E. M. Extending the baseline of tropical dry forest loss in Ghana (1984- 2015) reveals drivers of major deforestation inside a protected area. *Biological Conservation*, v. 218, p. 163-172, 2018.

JARDIM DE SÁ, E. F. A Faixa Seridó (Província Borborema, NE do Brasil) e o seu significado geodinâmico na Cadeia Brasileira/Pan-Africana. 803f. Tese (Doutorado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 1994.

KÖPPEN, W. Das geographische System der Klimate. Gebr, *Borntraeger*, p. 1-44, 1936.

LUCENA, C. M.; COSTA, G. M.; SOUSA, R. F.; CARVALHO, T. K. N.; MARREIROS, N. A.; ALVES, C. A. B.; PEREIRA, D. D.; LUCENA, R. F. P. Conhecimento local sobre cactáceas em comunidades rurais na mesorregião do sertão da Paraíba (Nordeste, Brasil). *Revista Biotemas*, Santa Catarina, v. 25, n. 3, p. 281-291. 2012.

LUCENA, R. L.; FERRER, E.; GUILHERMINO, M. M. Mitigando os riscos da seca através de ações de recuperação e preservação do bioma caatinga no semiárido brasileiro. *The Brazilian Journal of Development (BJD)*, v. 7, p. 36546-36557, 2021.

MAIA, R.P., BEZERRA, F.H.R. Structural geomorphology in Northeastern Brazil. Springer Briefs in Latin American Studies: Springer Cham, 2020. 114 p.

MARIANO, R. F. *Sucessão de Florestas Tropicais Sazonalmente Secas (FTSS) no Brasil*. 105 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

MONTEIRO JÚNIOR, I. R.; OLIVEIRA, P. J. L.; GUEDES, D. R. C.; COSTA, D. F. S. Serviços ecossistêmicos de provisão prestados pelo entorno da Estação Ecológica do Seridó (Serra Negra do Norte-RN/NE, Brasil). *Revista GeoUECE*, v. 08, n. 14, p. 316-336, 2019.

MORAIS, I. R. D. *Seridó Norte-Rio-Grandense: uma geografia da resistência*. Natal: EDUFRN, 2020. 597 p.

MORAIS, I. R. D.; AZEVEDO, J. M.; MEDEIROS, L. C.; FERNANDES, F. R. M. A desertificação no Seridó Potiguar. In: *Desertificação, desenvolvimento sustentável e agricultura familiar: recortes no Brasil, em Portugal e na África*. Editora Universitária da UFPB, 2010.p. 65-84.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. *Biologia da Conservação*. Londrina: Editora Planta, 2001. p. 336.

QGIS TEAM, Q. D. *QGIS Geographic Information System: Free Software Foundation*. 2022. Disponível em: [https://www.qgis.org/pt\\_BR/site/forusers/download.html](https://www.qgis.org/pt_BR/site/forusers/download.html). Acesso em: 14/11/2023.

Rio Grande do Norte. Secretaria de Estado do Planejamento, do Orçamento e Gestão. *Plano de desenvolvimento sustentável do Seridó*. Caicó/RN, v. 1, 2000. p. 316.

ROBINSON, A.; DEMŠAR, U.; MOORE, A.; BUCKLEY, A.; JIANG, B.; FIELD, K.; KRAAK, M. J.; CAMBOIM, S.; SLUTER, C. Geospatial big data and cartography: research challenges and opportunities for making maps that matter. *International Journal of Cartography*, v. 3, n. sup1, p. 32-60, 2017.

ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, H. G.; SLUYS, M. V.; ALVES, M. A. S. *Biologia da conservação*. Cidade: RiMa, 2006. p. 582.

RODRIGUES, L. C.; SILVA, A. A.; SILVA, R. B.; OLIVEIRA, A. F. M.; ANDRADE, L. H. C. Conhecimento e uso da carnaúba e da algaroba em comunidades do Sertão do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. *Revista Árvore*, v. 37, n. 3, 2013. p. 451-457.

SANTOS, J. B. G.; HACON, S. S.; NEVES, S. M. A. S. Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e seu uso no estudo da saúde humana: uma revisão de escopo. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 16, n. 3, p. 1115-1144, 2023.

SILVA, E. F.; REIS, L. M. Situação ambiental de uma comunidade rural no Semiárido Potiguar. *Revista GeoInterações*, v. 1, n. 1, p. 69-85, 2017.

SILVA, L. C. M.; VITAL, S. R. O.; SOUZA, S. F. F. Análise histórica- econômica e sua relação com o uso e cobertura da terra no núcleo de desertificação do Seridó Potiguar. *Revista Equador (UFPI)*, v. 12, n. 1, p. 97-122, 2023.

SILVA, M. L. N.; MANSUR, K. L.; NASCIMENTO, M. A. L. Ecosystem services assessment of Geosites in the Seridó aspiring UNESCO Geopark area, Northeast Brazil. *Geoconservation Research*, v. 5, n. 1, p. 29-46, p. 2022.

TABARELLI, M.; LEAL, I. R.; SCARANO, F. R.; SILVA, J. Caatinga: legado, trajetória e desafios rumo à sustentabilidade. *Ciência e cultura*, v. 70, n. 4, 2018. p. 25-29.

WOLCH, J. R.; BYRNE, J.; NEWELL, J. P. Urban green space, public health, and environmental justice: the challenge of making cities 'just green enough'. *Landscape and Urban Planning*, v. 125, p. 234-44, 2014.

ZEWDIE, W.; CSAPLOVICS, E.; INOSTROZA, L. Monitoring ecosystem dynamics in northwestern Ethiopia using NDVI and climate variables to assess long term trends in dryland vegetation variability. *Applied Geography*, v. 79, 2017. p. 167-178.

## **SOBRE OS AUTORES**

**Camylla da Silva Dantas** - Mestranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente pelo Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA/UFRN). Graduada em Geografia Licenciatura e graduanda em Geografia Bacharelado, ambas pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (CERES/UFRN). É técnica em Agronegócio pela mesma instituição (e-Tec/EAJ/UFRN). É membro do Grupo de Pesquisa em Biogeografia de Ecossistemas tropicais (TRÓPIKOS) coordenado pelo Prof. Dr. Diógenes Costa (UFRN), do Grupo de Pesquisa Geodiversidade e Geoconservação na Província Borborema NE do Brasil e do Laboratório de Biogeografia e Ecologia do Semiárido (LABESA/UFRN/CERES), coordenados pelo Prof. Dr. Abner Cordeiro (UFRN).

E-mail: [dantasscamylla@gmail.com](mailto:dantasscamylla@gmail.com)

**Abner Monteiro Nunes Cordeiro** - Pós-Doutor em Geografia Física (Universidade Estadual do Ceará-UECE, 2022), Doutor em Geografia com ênfase em Geomorfologia (UECE - 2017), Mestre em Geografia com ênfase nos Estudos Integrados da Paisagem (UECE - 2013) e Especialista em Educação Ambiental (UECE - 2001) e Geoprocessamento Aplicado à Análise Ambiental e aos Recursos Hídricos (UECE - 2020). Concluiu Bacharelado em Geografia (UECE - 2001) e Licenciado em Geografia (UECE - 2004). Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Geografia Física, atuando, principalmente, nos seguintes temas: Geomorfologia, Morfopedologia, Análise Ambiental Integrada, Planejamento Ambiental e Ordenamento Territorial. Atualmente é professor adjunto do Departamento de Geografia do CERES/UFRN.

E-mail: [abner.cordeiro@ufrn.br](mailto:abner.cordeiro@ufrn.br)

**Diógenes Félix da Silva Costa** - Geógrafo e Doutor em Ecologia. Atua como Professor Adjunto IV do Departamento de Geografia do Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes - CCHLA/UFRN, lecionando as disciplinas de Ecologia, Biogeografia, assim como temas correlatos com a Geografia Ambiental. Coordena o Lab. Grupo de Pesquisa em Biogeografia de Ecossistemas Tropicais (TRÓPIKOS), desenvolvendo pesquisas nas áreas de caracterização de ecossistemas costeiros, classificação e mapeamento de serviços ecossistêmicos, biogeografia de áreas úmidas, fitogeografia de ecossistemas tropicais, monitoramento ambiental e ensino de geografia física/biogeografia.

E-mail: [diogenesfscosta@gmail.com](mailto:diogenesfscosta@gmail.com)