ISSN: 1519-7816
https://periodicos.ufcat.edu.br/espaco

ESPACIALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DO ALTO CURSO DO RIO ACARAÚ, CEARÁ, BRASIL

Leonardo de Sousa Rodrigues[1]

Daniel Borini Alves[2]

José Falcão Sobrinho[3]

RODRIGUES, Leonardo de Sousa; ALVES, Daniel Borini; SOBRINHO, José Falcão. Espacialização e caracterização ambiental das Áreas de Preservação Permanente do Alto Curso do Rio Acaraú, Ceará, Brasil. **Espaço em Revista**, Catalão, v. 28, n. 1, p. 137–154, 2026. DOI: https://doi.org/10.70261/er.v28i1.75210. Disponível em: https://periodicos.ufcat.edu.br/index.php/espaco/article/view/75210.

Esta obra está licenciada com uma Licença CC BY 4.0 . Esta licença permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.

Recebido: 21/02/2026 | **Aceito:** 05/03/2026 | **Publicado**: 17/03/2026

Resumo: Este estudo tem como objetivo mapear e caracterizar as Áreas de Proteção Permanente (APP's) de um setor do alto curso do Rio Acaraú de acordo com os critérios definidos pela Lei Federal nº 12.651/2012. Em termos específicos, a espacialização das APP's é acompanhada de um diagnóstico ambiental que detalha as características da flora local e os impactos antrópicos ali incidentes. Com esta finalidade, foram aplicadas técnicas de geoprocessamento, atividades de campo e revisão da literatura. As APP's analisadas incluíram margens de cursos d'água (com faixa de proteção de 30 metros), áreas ao redor de nascentes (com raio de 50 metros), encostas com inclinação superior a 45 graus e topos de morros (considerando o terço superior). Observou-se que as APP's em topos de morro são as que sustentam os fragmentos mais preservados, com a presença de espécies como Cambessedesia hilariana e Mitracarpus frigidus. Por outra parte, as APP's associadas as faixas marginais dos cursos de água foram as mais impactadas por pressões antrópicas, especialmente por processo de supressão da vegetação para atividades agrícolas ou pastagens, que impacta diretamente na perda de solos e dificultam a recuperação da vegetação. Essa abordagem visa apoiar a implementação de projetos e ações de proteção ambiental que busquem promover uma relação mais equilibrada e sustentável entre a sociedade e o meio ambiente, além de possibilitar uma reflexão sobre a aplicabilidade da legislação ambiental.

Palavras-chave: Legislação Ambiental. Bacia Hidrográfica. Serra das Matas.

SPATIALIZATION AND ENVIRONMENTAL CHARACTERIZATION OF THE PERMANENT PRESERVATION AREAS OF THE UPPER COURSE OF THE ACARAÚ RIVER, CEARÁ, BRAZIL

Abstract: This study aims to map and characterize the Permanent Protection Areas (APPs) of a sector

[1]Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Geografia da UVA Sobral, Ceará, Brasil, E-mail: leosouzarodrigues85@gmail.com
[2]Professor no Programa de Pós-Graduação em Geografia da UVA Sobral, Ceará, Brasil, E-mail: daniel_borini@uvanet.br
[3]Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UVA Sobral, Ceará, Brasil, E-mail: falcao.sobral@gmail.com

of the upper course of the Acaraú River according to the criteria defined by Federal Law No. 12,651/2012. Specifically, the spatialization of the APPs is accompanied by an environmental diagnosis that details the characteristics of the local flora and the anthropogenic impacts and incidents. For this purpose, geoprocessing techniques, field activities and literature review were applied. The APP analyzes included the banks of watercourses (with a protection strip of 30 meters), areas around springs (with a radius of 50 meters), slopes with an orientation greater than 45 degrees and hilltops (considering the upper third). It should be noted that the APPs on hilltops are those that support the best-preserved fragments, with the presence of species such as Cambessedesia hilariana and Mitracarpus frigidus. On the other hand, the APPs associated with the marginal strips of watercourses were the most impacted by human pressure, especially by the process of suppressing vegetation for agricultural activities or pastures, which directly impact soil loss and hinder vegetation recovery. This approach aims to support the implementation of environmental protection projects and actions that seek to promote a more balanced and sustainable relationship between society and the environment, in addition to enabling reflection on the applicability of environmental legislation.

Keywords: Environmental Legislation. Hydrographic Basin. Serra das Matas.

1. Introdução

As Áreas de Proteção Permanente (APP's) são porções do território nacional especialmente protegidas pela Lei Federal nº 12.651/2012 (Novo Código Florestal). Essas áreas são definidas como ecologicamente sensíveis e desempenham funções eco hidrológicas essenciais, garantindo a promoção da estabilidade geológica, da preservação dos ecossistemas, além de proporcionar a conservação dos recursos hídricos.

São exemplos de APP's as faixas marginais de qualquer curso d'água natural (como rios, lagos e córregos), ao redor de nascentes e olhos d'água, encostas com declividade superior a 45 graus, topos de morros, serras e montanhas, além de áreas situadas em altitudes superiores a 1.800 metros e faixas de restinga e manguezais, fundamentais para o equilíbrio dos ecossistemas costeiros (BRASIL, 2012).

De acordo com Pringle (2017) as áreas protegidas desempenham um papel fundamental na preservação da biodiversidade e constituem a base das estratégias de conservação. Elas garantem a integridade dos ecossistemas naturais, oferecem abrigo às espécies e preservam processos ecológicos sensíveis às modificações antrópicas.

Essas áreas podem desempenhar um papel essencial na conservação ambiental e na sustentabilidade do território brasileiro, pois possibilitam a proteção dos recursos hídricos, florestas ripárias e auxiliam no controle de erosões e deslizamentos em encostas. Além disso, garantem a preservação da biodiversidade, pois funcionam como corredores ecológicos, permitindo o deslocamento de espécies e a manutenção do equilíbrio ecológico (GELDMANN *et al.,*2019).

CC BY

Embora a proteção das APP's possa impor restrições ao uso da terra, a legislação prevê exceções e flexibilizações para usos sustentáveis, como agricultura familiar e atividades de interesse social, desde que não comprometam as funções ecológicas da área. Todavia, em muitas regiões as APP's vêm sendo ocupadas com atividades econômicas de alto impacto ambiental que levam à supressão de vegetação, desrespeitando o regime legal desse tipo de área protegida (ALMEIDA; VIEIRA, 2014).

Diante disso, por meio de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), sensoriamento remoto, modelos digitais de elevação e outras tecnologias de observação espacial, surgem como ferramentas poderosas para a identificação, delimitação, monitoramento das APP's, permitindo um mapeamento automatizado e sistêmico (ARANDA *et al.*, 2023). De acordo com Moura *et al*. (2017) essa abordagem proporciona maior precisão na delimitação das APP's e auxiliam na delimitação de extensas áreas, sendo capazes de expressar eficientemente conceitos de expressão territorial.

O uso de geotecnologias no mapeamento de APP's apresenta diversas vantagens como a automatização e padronização dos critérios de delimitação, como o cálculo automático da faixa de 30 metros ao longo de cursos d'água (MARQUES *et al*., 2023). Além disso, a aplicabilidade das geotecnologias possibilita uma maior eficiência e redução de custos em relação ao mapeamento manual, assim como podem ser um apoio à fiscalização ambiental, permitindo a detecção de ocupações irregulares e desmatamentos (WAGNER *et al.*, 2023).

Inúmeros trabalhos apontaram a eficiência de técnicas de geoprocessamento no mapeamento e delimitação das APP's (ALVES, 2012; CAVA *et al.*, 2022; MAIA *et al.*, 2022; SILVA, 2001). Grande parte deles utilizou a ferramenta '*buffer*', que permite delimitar uma zona de influência a partir da linha dos cursos d'água de forma automática.

Com isso, o mapeamento das Áreas de Preservação Permanente (APP) do Alto Curso do Rio Acaraú possui grande relevância para o processo de gestão ambiental eficiente, corroborando com a proteção das formações vegetacionais e dos recursos hídricos da Serra das Matas, além de possibilitar uma reflexão sobre legislação ambiental e possíveis políticas públicas voltadas a conservação.

Em suma, o objetivo desse trabalho é identificar, a partir da legislação vigente, as Áreas de Preservação Permanentes (APP's) no Alto curso do Rio Acaraú, realizando suas delimitações e um diagnóstico da qualidade ambiental das suas formações vegetacionais.

2. Metodologia

CC BY

Caracterização da área de estudo

A área de estudo foi definida a partir de um recorte compreendendo o entorno das nascentes primáveis do Rio Acaraú (Figura 1), no Maciço Residual Serra das Matas, conforme Lima (2004) e Falcão Sobrinho (2020), com área total de 4281,88 ha.

O Maciço da Serra das Matas localiza-se no interior do estado do Ceará, compreendendo os municípios de Monsenhor Tabosa, Tamboril e Catunda (IBGE, 2025). Trata-se de um maciço residual com altitudes médias variando entre 600 e 1154 metros, composto por relevos residuais resultantes dos processos erosivos diferenciais ocorridos no Cenozoico (SOUZA, 1988).

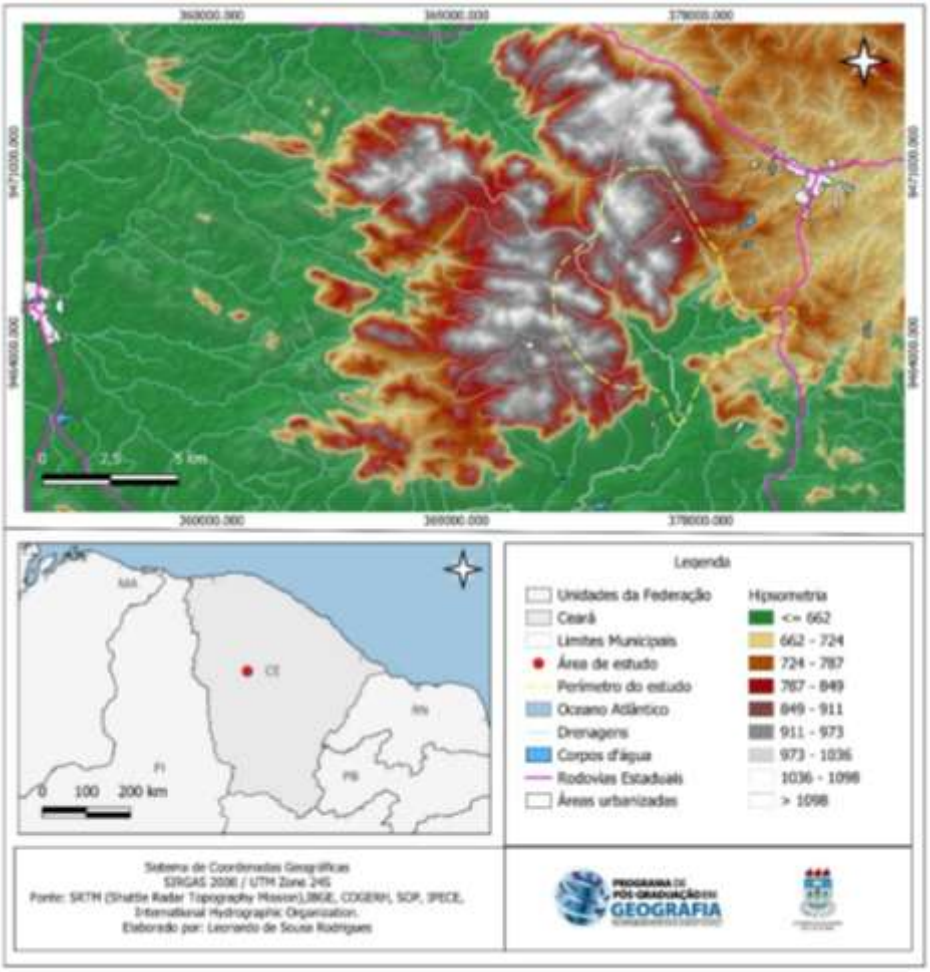
Sua localização mais ao interior do continente não confere a esse maciço características de brejo de altitude semelhante aos maciços costeiros, uma que vez que apresenta baixos índices pluviométricos e uma vegetação de caatinga arbórea e mata seca (LIMA, 2004). Todavia, além de apresentar um caráter de exceção na paisagem e possuir um núcleo de diferentes composições florísticas, possui suma importância por ser a região das nascentes Rio Acaraú.

Devido a fatores edafoclimáticos, a vegetação da Serra das Matas apresenta traços típicos de caatinga *stricto sensu* nos estratos atitudinais aplainados e floresta subcaducifólia tropical pluvial (mata seca) sob a influência de maior umidade nos estratos de maior altitude (RODRIGUES *et al*., 2023). As diferentes formações vegetacionais são refúgios para diversas espécies de fauna e flora ameaçadas, sendo considerada uma área de elevado potencial para conservação.

Figura 1 - Localização da área de estudo.

CC BY

Figura 1 - Localização da área de estudo.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Todavia conforme Lima (2004) e Falcão Sobrinho (2006) essa região apresenta um elevado grau de degradação ambiental, evidenciado pelo desmatamento intenso da mata seca e da caatinga arbustiva. Esse desmatamento, associado ao relevo com fortes declives e vertentes íngremes, acelera os processos erosivos, comprometendo a estabilidade ecológica.

Delimitação das Áreas de Preservação Permanente

Na presente pesquisa foram utilizados dados matriciais composto por modelo digital de elevação, obtido através de dados de radar SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), assim como utilizou-se dados vetoriais oriundos dos bancos de dados de diferentes órgãos (Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos - COGERH, Superintendência de Obras Públicas – SOP, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará - IPECE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE).

Para o processamento e georreferenciamento dos dados geográficos obtidos utilizou-

CC BY

se o software QGIS versão 3.40.5. Para a verificação em campo dos resultados obtidos através do processamento dos dados e imagens foi utilizado máquina fotográfica e GPS (Global Positioning System). Foi utilizado como suporte para a delimitação da bacia hidrográfica do Acaraú e das redes de drenagens que abrangem a área de estudo os dados fornecidos pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos - COGERH.

Para a delimitação de APP em cursos d'água, foi seguido a definição da Lei n.12.651/2012 como "as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular". No caso da área de estudo, os cursos d'água foram caracterizados como intermitentes e compreenderam menos de dez metros de largura, que conforme a lei deviam apresentar APP de 30 metros, gerando buffers de 30 metros na ferramenta disponível no software.

Na etapa de delimitação de APP's de nascentes foram utilizadas as bases de dados correspondentes a bacia hidrográfica do Acaraú de acordo com os dados da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos - COGERH, delimitando os pontos relacionados às nascentes (início de cada rede de drenagem). A delimitação das áreas de preservação no entorno das nascentes foi realizada por meio do comando "buffer", disponível no software QGIS, delimitando um raio de preservação de 50 metros no entorno de cada nascente.

Para a determinação das APP's de declividade acima de 45º foi utilizado dados rasters advindos da missão SRTM, adquiridas no banco de dados do Earth Explores (https://earthexplorer.usgs.gov/). Posteriormente foi elaborado um mapa matricial de declividade da área de estudo utilizando-se o comando declividade, disponível no software QGIS. Com isso, realizou-se a diferenciação do mapa com o objetivo de delimitar e classificar unicamente as áreas superiores a 45º. Foram utilizados os algoritmos do aplicativo computacional QGIS, de acordo com a metodologia de Oliveira & Filho (2013).

Para a delimitação das APP's de topos de morro foram aplicados a ferramenta de curvas de nível e declividade no software QGIS. Foram utilizados os dados de Modelo Digital de Elevação (MDE). O MDE foi utilizado com base nos dados do radar SRTM, delimitando-se os valores de altitude das curvas de nível e dos pontos cotados.

Foi utilizado os dados MDE para a identificação das áreas culminantes. Posteriormente foi aplicado a ferramenta de diferenciação das linhas de curva para a identificação dos pontos de selas e definir as cotas superiores a 100 m, conforme a definição de morro descrita na legislação.

Após isso foi realizada a identificação da declividade média, pois conforme Código

CC BY

Florestal a diferença de cota entre a sela e o cume deve ser superior a 100 m e a elevação possuir inclinação média maior que 25º, onde esta será caracterizada como morro e 2/3 da sua altura serão classificadas como áreas de proteção permanentes (BRASIL, 2012).

3. Resultados e Discussão

Considerando a abrangência total da área de estudo, os resultados e discussões são a seguir apresentados distinguindo tipologias das áreas de preservação permanentes identificadas: nascentes, faixas de margem dos cursos de água, altas declividades e topos de morro.

APP's em áreas de nascentes

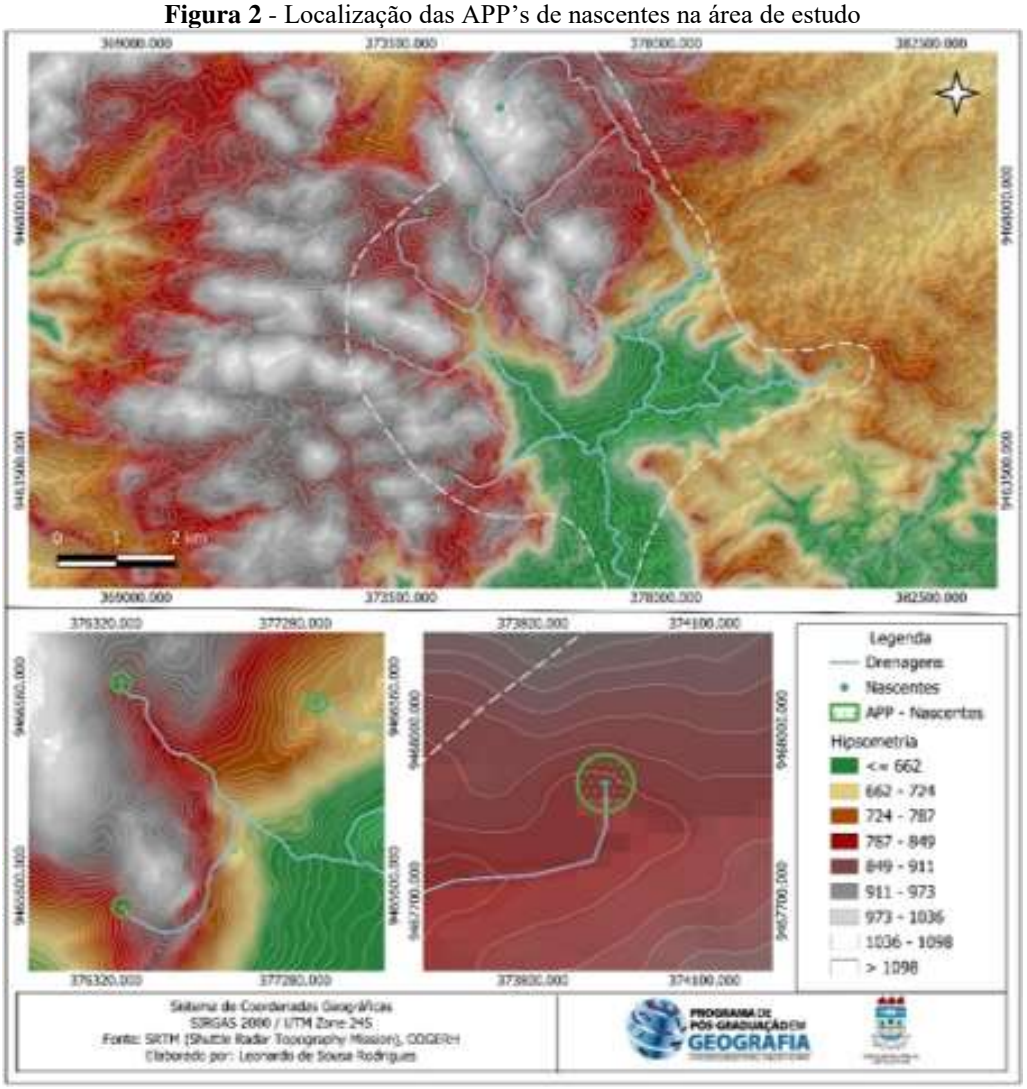
A área ocupada pelas APP's de nascentes (Figura 2) possui 0,37 ha e sustenta em seus fragmentos mais preservados uma vegetação mais densa e diversificada, incluindo espécies higrófitas (adaptadas a ambientes úmidos), além de outras que ocorrem em áreas de caatinga *stricto sensu*. Conforme observações realizadas em campo, as nascentes primárias de difícil acesso apresentam espécies típicas de mata ciliar tais como *Sarcomphalus joazeiro* (Mart.) Hauenschild (juazeiro) *e Microdesmia rigida* (Benth.) Sothers & Prance (Oiticica).

Além disso, foi observado espécies de diferentes outros grupos ecológicos, muitas delas pioneiras, ruderais e em estágio de sucessão, como *Aristida adscensionis* L., e *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd. Ou seja, apesar de se tratarem de áreas relativamente bem conservadas em contraste com o conjunto de APP's avaliadas, a presença dessas espécies pode estar relacionada ao grau de degradação ocorrida nesses fragmentos e indicam a atuação de processos de sucessão.

Figura 2 - Localização das APP's de nascentes na área de estudo

CC BY

Figura 2 - Localização das APP's de nascentes na área de estudo



Fonte: Elaborado pelos autores.

Além dos impactos causados pela supressão vegetal, observou-se a ocorrência de represamento em algumas nascentes, assim como impactos causados pela proximidade com residências, que possibilitam o fácil acesso aos humanos e animais, contribuindo assim para a degradação do local.

Observou-se que muitas formações dos entornos foram suprimidas para o cultivo de pastagens e a introdução de espécies frutíferas tais como *Mangifera indica* L (Mangueira). Em alguns fragmentos, a ausência de vegetação contribuiu para o aumento velocidade do escoamento superficial, intensificando a remoção da camada superficial do solo.

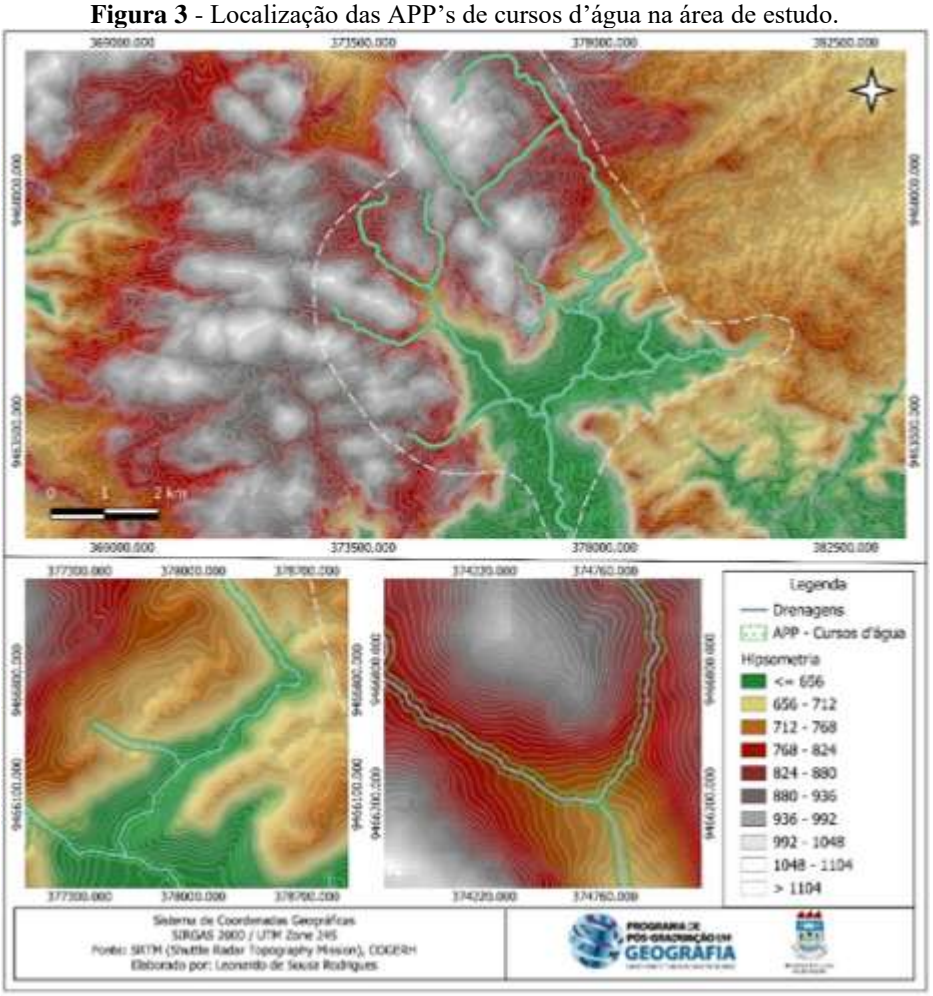
Cabe salientar que a presença de vegetação das áreas do entorno das nascentes possui um papel fundamental para a sustentabilidade dos ecossistemas aquáticos, uma vez que essas formações garantem a proteção da biodiversidade local e garantem a qualidade da água (BRAGA, 2011).

CC BY

APP's em faixas de margem dos cursos d'água

As APP's das faixas marginais da rede de drenagem (Figura 3) apresentam 245,80 ha e possuem uma vegetação típica de matas ripárias, definidos como ecossistemas florestais que se desenvolvem ao longo de cursos d'água e desempenham um papel crucial na manutenção da biodiversidade (BRACKMANN; FREITAS, 2013). Essas formações apresentam características únicas e abrigam diversas espécies adaptadas a ambientes com maior disponibilidade hídrica, cujas espécies distinguem-se por seu porte mais denso em comparação com as áreas adjacentes, devido à maior disponibilidade de água proporcionada pelos corpos hídricos (RODRIGUES; LEITÃO FILHO, 2009).

Figura 3 - Localização das APP's de cursos d'água na área de estudo.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Contrastando com as observações retratadas em relação as áreas de nascentes, essas APP's são as que sofreram mais pressões mediantes as ações antrópicas, especialmente pelo desmatamento. A predominância de atividades agrícolas desenfreadas e a ausência de áreas com

CC BY

manejo sustentável potencializaram as ações de supressão da vegetação (CAMPOS *et al*. 2016). Além disso, a intensificação da retirada de lenha para a produção de carvão impacta diretamente na perda de solos e dificultam a recuperação da vegetação.

Além da extração de madeira, foram identificados indícios de uso indiscriminado do fogo, associado a ocupação irregular e sem planejamento adequado, que resultam na ocupação desordenada dessas áreas de preservação. Essa ocupação irregular compromete sua função ecológica, aumentando o risco de erosão e assoreamento dos corpos d'água.

APP's em áreas de alta declividade

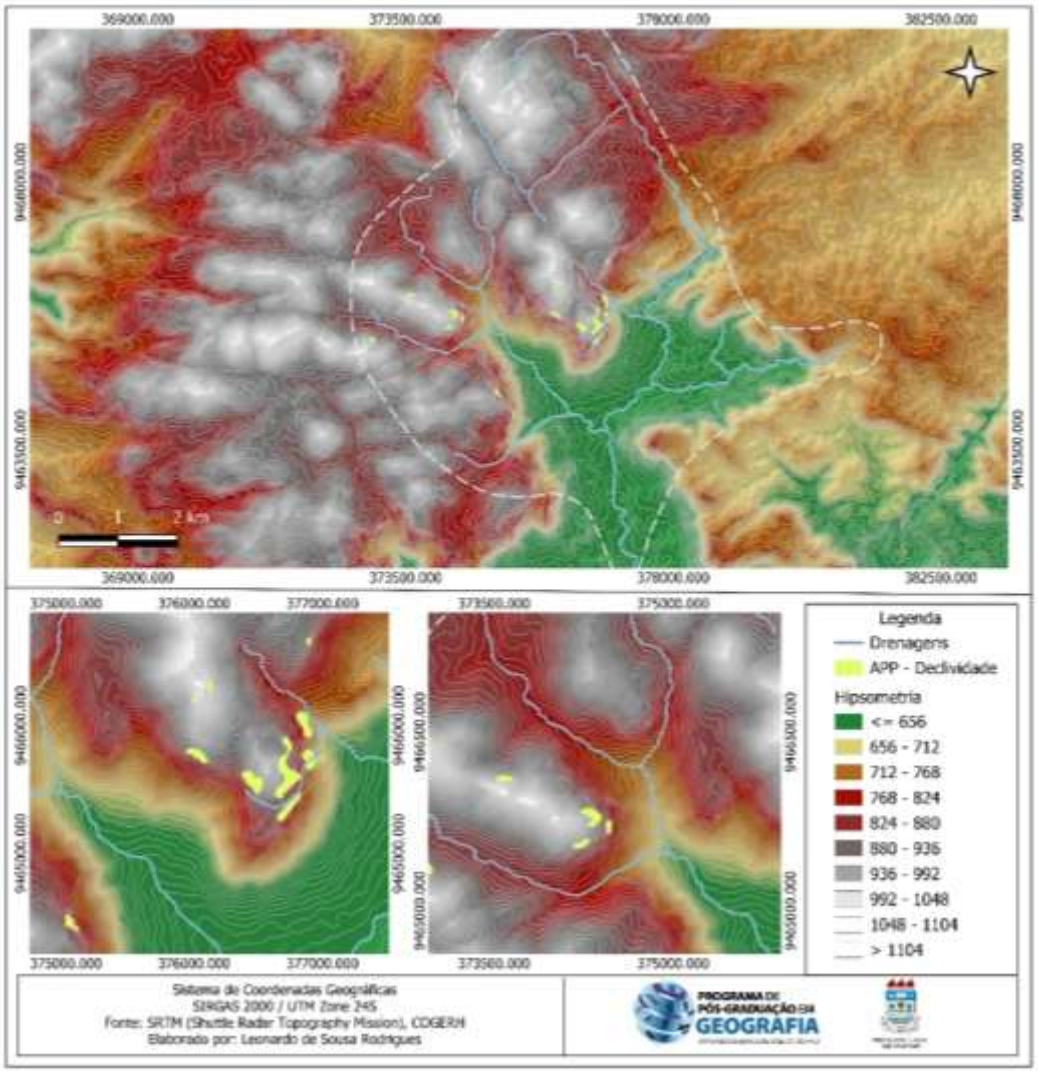
As áreas ocupadas pelas APP's de declividade (Figura 4) possuem 5,68 ha e apresentam uma vegetação predominantemente formadas por floresta subcaducifólia tropical pluvial (mata seca). As matas secas representam formações vegetais de transição entre as florestas úmidas e da vegetação de caatinga presentem na superfície sertaneja, ocorrendo principalmente no sotavento de serras, onde a precipitação é maior que em áreas aplainadas adjacentes (OLIVEIRA; ARAÚJO, 2007).

Segundo Moro *et al.* (2015), as matas secas do Ceará podem ser classificadas em dois tipos principais: as que ocorrem em terrenos cristalinos, denominadas mata seca do cristalino, e as que se desenvolvem em áreas sedimentares, as matas secas do sedimentar. As matas secas da área de estudo estão associadas a formações de caráter cristalino (assoalho granítico) e apresentam árvores de maior porte em comparação à caatinga adjacente.

Figura 4 - Localização das APP's de alta declividade na área de estudo.

CC BY

Figura 4 - Localização das APP's de alta declividade na área de estudo.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Esses fragmentos apresentam uma diversidade significativa de espécies arbóreas. Entre as espécies características dessas formações estão *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, *Aspidosperma multiflorum* A.DC., *Ceiba glaziovii* (Kuntze) K.Schum., *Hymenaea courbaril* L., *Zeyheria tuberculosa* (Vell.) Bureau ex Verl., dentre outras.

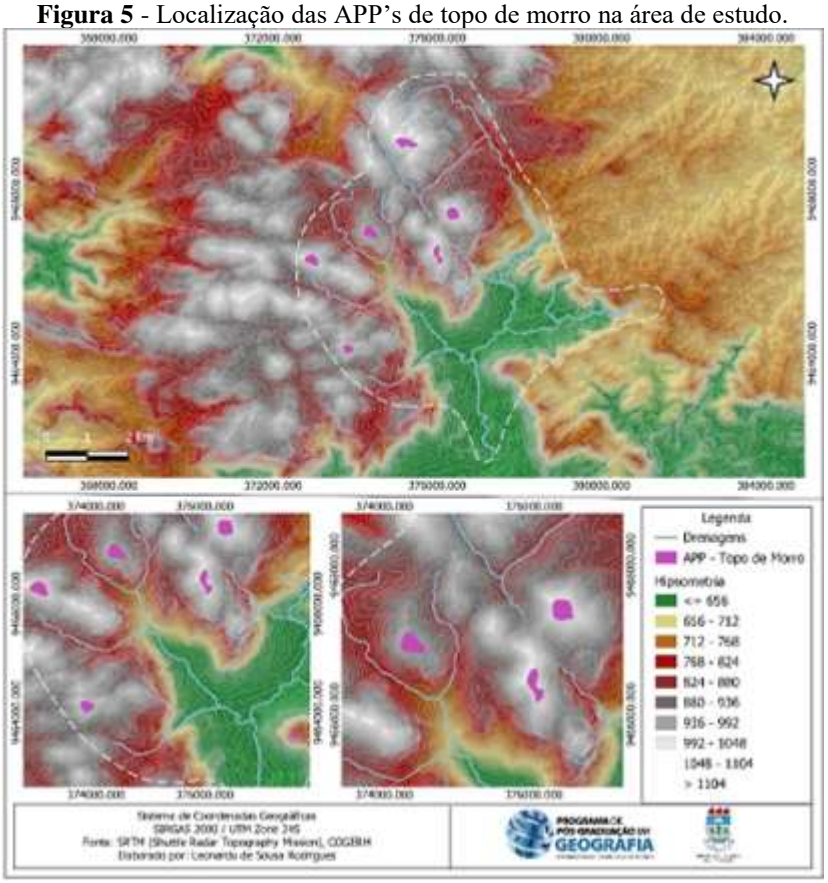
Devido o difícil acesso dessas áreas de declividade, elas possuem fragmentos poucos impactos antrópicos campado as outras áreas protegidas na área de estudo. Todavia, dentre as ameaças observadas, incluem-se o desmatamento para agricultura e a extração de madeira, principalmente para a construção civil. A intensificação da prática de corte e queima para uso agrícola impede a regeneração adequada das matas secas.

APP's em áreas de topo de morro

CC BY

Devido a influência do maciço residual, a área possui fragmentos ocupados pelas APP's de topo de morro (Figura 5) com 15,68 ha de área. Essas APP's possuem influência de zonas úmidas, com fragmento de floresta subperenifólia tropical plúvio-nebular (mata úmida) e áreas com afloramentos graníticos, conforme se detalham no mosaico de registros fotográficos da Figura 6 e da Figura 7.

Figura 5 - Localização das APP's de topo de morro na área de estudo.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Segundo Silvera (2020), as matas úmidas do cristalino ocorrem no barlavento dos maciços residuais (serras) mais altos do Ceará e abrigam uma vegetação de caráter excepcional no semiárido. Na área de topo de morro foi possível observar a ocorrência de árvores de árvores de grande porte, muitas espécies de epífitas como *Tillandsia usneoides* (L.) L., samambaias e outras espécies comuns de maciços e planaltos úmidos - *Cambessedesia hilariana* (Kunth) DC.

Figura 6 – Mosaico de características das APP's na área do estudo.

CC BY

Figura 6 – Mosaico de características das APP's na área do estudo.

1. Nascente primária sem vegetação no entorno. Observa-se a ocorrência de barramento.

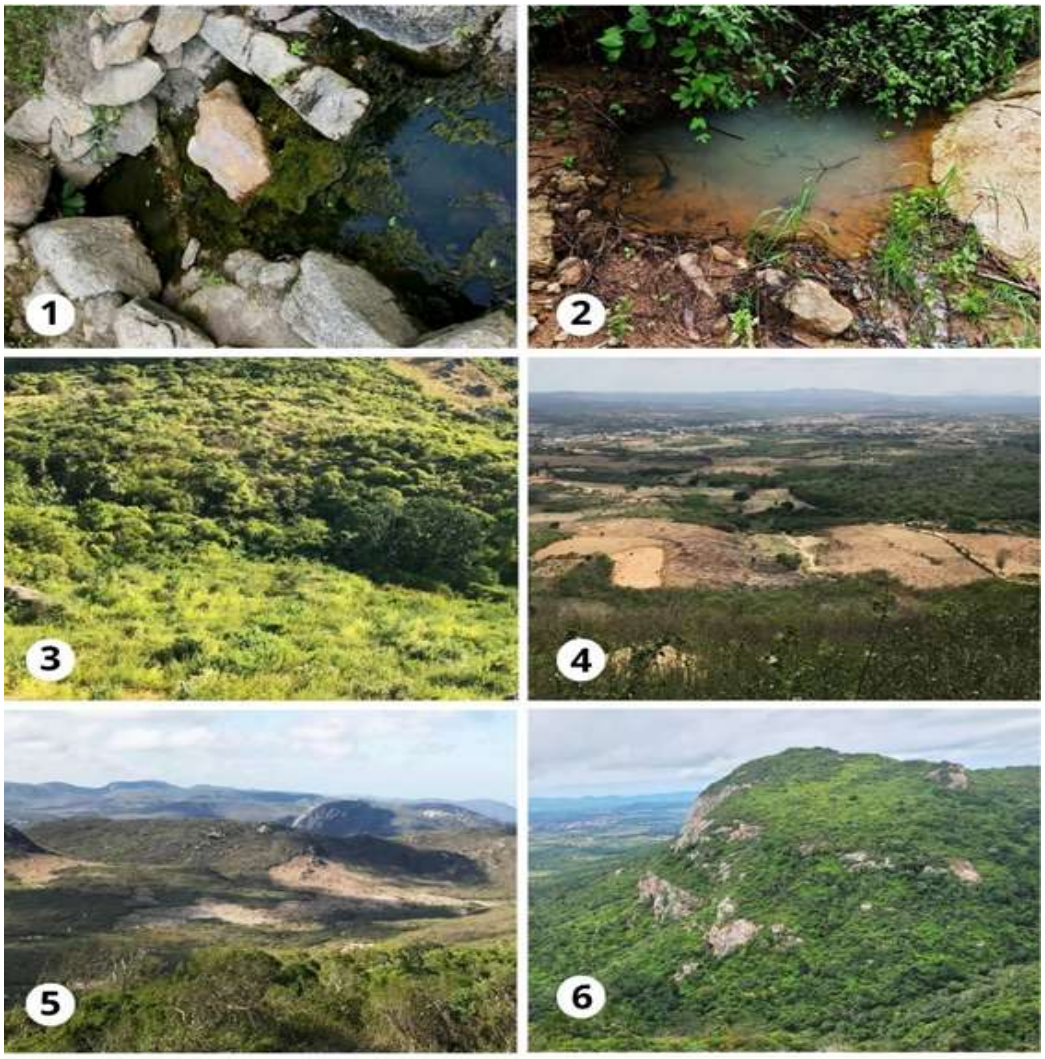
2. Nascente primária com a ocorrência de espécies exóticas no entorno.

3. Área de APP no entorno de uma nascente primária. Observa-se a ocorrência de espécies ruderais como gramíneas.

4. Área de entorno de uma APP de curso água. Observa-se fragmentos desmatados para o cultivo.

5. Área de APP de encostas desmatadas para o cultivo.

6. APP de declividade com vegetação de mata seca e afloramentos graníticos. Observa-se um baixo grau no nível de desmatamento, devido ao difícil acesso.



Fonte: Elaborado pelos autores.

CC BY

Figura 7 - Mosaico de das APP's na área do estudo. 7 a 8. Ocorrência de florestas secas no perímetro das APP's de declividade. 10. Afloramentos graníticos no perímetro das APP's de topo de morro. 11 e 12. Vegetação rupícola inseridas no perímetro das APP's de morro.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Além dos ambientes florestais, foi possível observar uma extensa área composta por afloramentos rochosos, classificadas como formações geológicas proeminentes compostas por rochas cristalinas, como granitos e gnaisses (FRANÇA *et al.* 1997). Essas estruturas geológicas influenciam diretamente a composição florística local, criando micro-habitats que

CC BY

favorecem o desenvolvimento de espécies adaptadas às condições adversas (RIBEIRO *et al*. 2007).

Essas áreas apresentam uma notória população de espécies rupícolas, com algumas típicas desses ambientes (*Dyckia spectabilis* (Mart. ex Schult. & Schult.f.) Baker, *Tacinga palmadora* (Britton & Rose) N.P.Taylor & Stuppy, *Melocactus oreas* Miq., *Pilosocereus gounellei* (F.A.C.Weber ex K.Schum.) dentre outras cactáceas e bromeliáceas), mas também a ocorrência de espécies sob a influência de fatores climáticos úmidos, como muitas espécies de orquidáceas e *Mitracarpus frigidus* (Willd. ex Roem. & Schult.) K.Schum., comuns em ambientes frios (RODRIGUES *et al.*, 2023).

Apesar de sua importância ecológica, a vegetação rupícola em afloramentos graníticos enfrenta ameaças significativas, como o pastoreio intensivo, especialmente de caprinos e a mineração para extração de brita e rochas ornamentais (ANDRADE, 2014). Tais atividades comprometem a integridade desses ecossistemas e a sobrevivência de suas espécies endêmicas.

Considerações finais

Este estudo tem o potencial de evidenciar a eficácia do uso de técnicas de geoprocessamento e de mapeamento digital na definição das áreas de preservação permanente, ressaltando a importância das ferramentas oriundas das tecnologias de observação espacial para a compreensão do território e, consequentemente, para a formulação de futuras políticas públicas voltadas à conservação e proteção do meio ambiente.

A análise conjunta do mapeamento aliado as análises de campo, classificou diferentes tipos de composições vegetacionais possuindo espécies altamente adaptadas aos fatores ambientais locais, assim como foi possível observar um cenário de paisagem fragmentada, com o quase desaparecimento das APP's de cursos d'água, e diferentes impactos em outras tipologias de área protegidas como em áreas de declividade e nascentes.

Diante disso, torna-se necessária medidas de conscientização para a população sobre legislação ambiental vigente e da importância das APP's para o equilíbrio dos diferentes tipos de ecossistemas. Além disso, recomenda-se técnicas e políticas públicas que possam promover o uso sustentável do território com a implementação de projetos de reflorestamento com espécies nativas, educação ambiental e jurídica junto às comunidades de entorno.

Considera-se também que os dados subsidiam o debate sobre a importância da criação de uma unidade de conservação no contexto das nascentes do Rio Acaraú, como forma de

CC BY

fomentar a proteção da biodiversidade, dos recursos naturais e dos serviços ecossistêmicos presentes na região. Essas áreas legalmente protegidas podem funcionar como refúgios para espécies ameaçadas, regulam o clima, conservam recursos hídricos significativamente importantes para o Ceará e ajudam a mitigar os efeitos das mudanças climáticas. Sua implementação, monitoramento e fiscalização possibilitam uma gestão eficaz e são fundamentais para assegurar a conservação ambiental a longo prazo e o equilíbrio entre o desenvolvimento humano e a preservação da natureza.

Referências

ALMEIDA, A. S.; VIEIRA, I. C. G. Conflitos no uso da terra em Áreas de Preservação Permanente em um polo de produção de biodiesel no Estado do Pará. **Revista Ambiente & Água**, v. 9, p. 476-487, 2014.

ALVES, D.B. Cobertura vegetal e qualidade ambiental na área urbana de Santa Maria (RS). **Dissertação** (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/9355. Acesso em: 30 de abril de 2025.

ANDRADE, L. Impactos ambientais provocados pela exploração de granito na Serra da Meruoca – CE. 2014. 201 f. **Tese** (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2014. Disponível em: http://hdl.handle.net/11449/104298. Acesso em: 30 mar. 2025.

ARANDA, L. C. R..; SANTOS, N. B. dos.; DOURADO, C. da S. Uso de geotecnologias como ferramenta para delimitação e monitoramento das áreas de preservação permanente do município de Bonito - MS**. International Journal of Environmental Resilience Research and Science**, *[S. l.]*, v. 5, n. 1, p. 1–13, 2023. doi: 10.48075/ijerrs. v5i1.30573.

BRACKMANN, C. E.; FREITAS, E. M. Florística arbórea e arbustiva de um fragmento de Mata Ciliar do arroio Boa Vista, Teutônia, RS, Brasil. **Hoehnea**, Boa vista, v. 40, n.2, p. 365-372, 2013.

BRASIL. **Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. 2012. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Ano CXLIX, n. 102, 28 maio 2012. Seção 1, p.1

CAMPOS, S. A. C., PAES FERREIRA, M. D., COELHO, A. B., & DE LIMA, J. E. Degradação ambiental agropecuária no bioma Caatinga. **Revista Econômica Do Nordeste**, *46*(3), 155–170, 2016. https://doi.org/10.61673/ren.2015.265

CAVA, M. G. B.; HONDA, E. A.; TAVARES, C. P.; DURIGAN, G. Representação

CC BY

Cartográfica da Rede Hidrográfica e suas Limitações na Quantificação de Áreas De Preservação Permanente. **Geografia**, Rio Claro, v. 47, n. 1, p. 1-32, 2022.DOI: https://doi.org/10.5016/geografia.v47i1.16045

FALCAO SOBRINHO, Jose. **O relevo, elemento e âncora, na dinâmica da paisagem do vale, verde e cinza, do Acaraú, no Estado do Ceará**. 2006. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

FALCÃO SOBRINHO, J. **A Natureza do Vale do Acaraú: um olhar através das sinuosidades do relevo**. Sertão Cult. 2020.

FRANÇA F.; MELO E. & SANTOS C.C. Flora de inselbergs da região de Milagres, Bahia, Brasil: I. Caracterização da vegetação e lista de espécies de dois inselbergs. **Sutientibus** 17: 163-184, 1997.

GELDMANN, J.; MANICA, A.; BURGESS, N. D.; COAD, L. & BALMFORD, A. A global-level assessment of the effectiveness of protected areas at resisting anthropogenic pressures**. Proc. Natl Acad. Sci.** *USA* 116, 23209–23215 (2019).

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2025. Disponível em: < https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhasterritoriais/15774-malhas.html>. Acesso em: 11 de março 2025.

LIMA, E. C. Análise e manejo geoambiental das nascentes do alto rio Acaraú: Serra das Matas - CE. Fortaleza, 2004. 178 f. **Dissertação** (Mestrado Acadêmico em Geografia) - Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade do Ceará, UECE.

MAIA, D. S.; LIPP-NISSINEN, K. H.; MIRANDA, L. S.; BURIOL, G. A. The impact of urbanization on environmental issues in a Permanent Preservation Area: a case study of the marginal strip of Samambaia Stream's PPA/DF. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 15, n. 04, p. 1771-1786, 2022. https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc20200053r4OA.

MARQUES, N.; REIS, R.; MAGDALENA, U. Delimitação das áreas de proteção permanente do alto curso da bacia hidrográfica do rio Jaguari (SP) a partir dos municípios de abrangência. **Espaço em Revista**, Catalão, v. 24, n. 2, p. 33–52, 2023. DOI: 10.70261/er.v24i2.71578.

MORO, M. F.; MACEDO, M. B.; MOURA-FÉ, M. M.; CASTRO, A. S. F.; COSTA, R. C. (2015) Vegetação, unidades fitoecológicas e diversidade paisagística do estado do Ceará. **Rodriguésia**, v. 66, n. 3, p. 717-743.

MOURA, V.; SILVA, P.J.C.; ROSELL, E.C.F. & ALVES, W.W.A. (2017). Análise multitemporal do uso e ocupação do solo em Áreas de Preservação Permanente (APP) na bacia do rio Piranha, São Miguel do Guaporé, Rondônia (RO), Brasil. **Revista Geográfica Venezolana**, 58(2). p. 414-429.

OLIVEIRA, T. S. & ARAÚJO, F. S. **Diversidade e conservação da biota na Serra de Baturité, Ceará**. Editora da Universidade Federal do Ceará - COELCE, Fortaleza. 465p, 2007.

CC BY

OLIVEIRA, G. C.; FERNANDES FILHO, E. I. Metodologia para delimitação de APPs em topos de morros segundo o novo Código Florestal brasileiro utilizando sistemas de informação geográfica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais** [...]. São José dos Campos: INPE, 2013. p. 4443-4450.

PRINGLE, R. M. Upgrading protected areas to conserve wild biodiversity. **Nature** 546, 91–99 (2017).

RODRIGUES, L. DE S.; SOUSA, I. C. DE; SANTOS, F. D. S. New occurrence of *Mitracarpus frigidus* (Willd. ex Roem. & Schult.) K. Schum. (Rubiaceae, Spermacoceae) in the State of Ceará, Brazil. **Hoehnea**, v. 50, 2023.

RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP/FAPESP, 2009, 320 p.

RIBEIRO K.T.; MEDINA B.M.O. & SCARANO F.R. Species composition and biogeographic relations of the rock outcrop flora on the high plateau of Itatiaia, SE-Brazil. **Revista Brasileira de Botânica** 30: 623-639, 2007.

SILVA, X. J. **Geoprocessamento para análise ambiental**. Rio de Janeiro, Brasil, 2011. (Edição do autor).

SILVERA, A.P.; LOIOLA, M.I.B.; GOMES, V.D.S.; LIMA-VERDE, L.W.; OLIVEIRA, T.S.; SILVA, E.F.; OTUTUMI, A.T.; RIBEIRO, K.A.; XAVIER, F.A. DA S.; BRUNO, M.M.A.; SOUZA, S.S.G. & ARAÚJO, F.S. Flora of Baturité, Ceará: a wet island in the Brazilian Semiarid. **Floresta e Ambiente**, 27 (4). 2020. doi: https://doi.org/10.1590/2179-8087.032018

SOUZA, M. **Contribuição ao Estudo das Unidades Morfo-Estruturais do Estado do Ceará**. Rev. de Geologia, (1): 73-91, 1988.

WAGNER, F. H., DALAGNOL, R., SILVA-JUNIOR, C. H., *et al.*: Mapping Tropical Forest Cover and Deforestation 379 with Planet NICFI Satellite Images and Deep Learning in Mato Grosso State (Brazil) from 2015 to 2021, 380 **Remote Sens.,** 15(2), 521, 2023.

CC BY