

DINÂMICA E EVOLUÇÃO DO USO E COBERTURA DA TERRA EM ÁREAS DA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO NORTE (1985 - 2020)

DYNAMICS AND EVOLUTION OF LAND USE AND COVER IN AREAS OF THE CENTRAL REGION OF RIO GRANDE DO NORTE (1985 - 2020)

DINÁMICA Y EVOLUCIÓN DEL USO Y COBERTURA DEL SUELO EN ÁREAS DE LA REGIÓN CENTRAL DE RÍO GRANDE DO NORTE (1985 - 2020)

Maria Carolina de Santana Peixôto

Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA - UFC)
carolinageo@outlook.com

Gláucia Pinto Vidal de Oliveira

Professora do Departamento de Geografia da UFC - Campus do Pici
vlpinto@ufc.br

Manoel Cirício Pereira Neto

Professor do Departamento de Geografia da UERN – Campus Assú
ciricioneto@uern.br

RESUMO

A análise das dinâmicas e evolução do uso e cobertura da terra tem sido fundamental nos estudos ambientais, principalmente pela possibilidade de diagnósticos, gestão e monitoramento ambiental, além da tomada de decisão por parte do poder público. Aliada às geotecnologias e geoprocessamento, a plataforma MapBiomias vem auxiliando no segmento ambiental nessa perspectiva. O objetivo desse artigo é avaliar a dinâmica e evolução do uso e cobertura da terra em áreas da região central do estado do Rio Grande do Norte (São Rafael, Itajá, Angicos e Santana do Matos) por meio de análise estatística, descritiva e temporal, utilizando dados do Projeto MapBiomias em uma série de 35 anos entre 1985 e 2020, com intervalos de cinco anos. Foram confeccionados mapas em escala de pixel de 30m para realizar a comparação dos números/áreas encontradas ao longo dos anos. Os principais resultados indicam a redução das áreas naturais e expansão das áreas antrópicas, com aumentos expressivos nas áreas de lavouras temporárias (633%), área urbanizada (335%), pastagem (260%) e agropecuária (44%). Essa expansão acarreta impactos ambientais relevantes, como a supressão da vegetação nativa, compactação e erosão do solo, urbanização desordenada, fragmentação dos ecossistemas e intensificação do estresse hídrico. Tais mecanismos interagem e intensificam a pressão sobre o meio ambiente, contribuindo para o avanço dos processos de degradação e desertificação na região, especialmente em contextos semiáridos como o potiguar. Os resultados reforçam a importância do monitoramento contínuo e da adoção de estratégias sustentáveis de uso da terra.

PALAVRAS-CHAVE: semiárido; degradação ambiental; desertificação; MapBiomias.

ABSTRACT

Examining the dynamics and evolution of land use and land cover has been essential in environmental research, mainly because it enables diagnoses, environmental management and monitoring, as well as decision-making by public authorities. Combined with geotechnologies and geoprocessing, the MapBiomias platform has been helping the environmental field from this angle. The purpose of this article is to evaluate the dynamics and evolution of land use and land cover in areas of the central region of the state of Rio Grande do Norte (São Rafael, Itajá, Angicos and Santana do Matos) by means of statistical, descriptive and temporal analysis, using data from the MapBiomias Project in a 35-year series between 1985 and 2020, at five-year breaks. Maps were developed on a 30m pixel scale to perform a comparison of the numbers/areas found over the years. The main results suggest a reduction in natural areas and an expansion of anthropogenic areas, with significant increases in the areas of temporary crops (633%), urbanized areas (335%), pastures (260%) and farming (44%). This expansion has led to significant environmental impacts, such as the suppression of native vegetation, soil compaction and erosion, disordered urbanization, fragmentation of ecosystems and intensification of water stress. These mechanisms interact and intensify the pressure on the environment,

contributing to the advance of degradation and desertification processes in the region, especially in semi-arid contexts such as Potiguar. The results reinforce the importance of continuous monitoring and the adoption of sustainable land use strategies.

KEYWORDS: semi-arid; environmental degradation; desertification; MapBiomas.

RESUMEN

El análisis de la dinámica y evolución de los usos y coberturas del suelo ha sido esencial en los estudios ambientales, sobre todo por la posibilidad de diagnóstico, gestión y seguimiento ambiental, así como de toma de decisiones por parte de las autoridades públicas. En combinación con las geotecnologías y el geoprocesamiento, la plataforma MapBiomas ha venido ayudando al sector medioambiental desde este punto de vista. El objetivo de este artículo es evaluar la dinámica y evolución del uso y cobertura del suelo en áreas de la región central del estado de Rio Grande do Norte (São Rafael, Itajá, Angicos y Santana do Matos) mediante análisis estadístico, descriptivo y temporal, empleando datos del Proyecto MapBiomas en una serie de 35 años entre 1985 y 2020, a cada cinco años. Se han elaborado mapas a escala de 30 m de píxel para comparación de los valores/áreas encontrados a lo largo de los años. Los principales resultados indican una reducción de las zonas naturales y una expansión de las zonas antropogénicas, con aumentos considerables de las zonas de cultivos temporales (633%), las zonas urbanizadas (335%), los pastos (260%) y la agricultura (44%). Esta expansión ha provocado importantes daños medioambientales, como la supresión de la vegetación autóctona, la compactación y erosión del suelo, la urbanización desordenada, la fragmentación de los ecosistemas y la intensificación del estrés hídrico. Estos mecanismos interactúan e intensifican la presión sobre el medio ambiente, contribuyendo al avance de los procesos de degradación y desertificación en la región, especialmente en contextos semiáridos como el Potiguar. Los resultados refuerzan la importancia del monitoreo continuo y de la adopción de estrategias de uso sostenible de la tierra.

PALABRAS CLAVE: semiárido; degradación ambiental; desertificación; MapBiomas.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, as mudanças no uso e na cobertura da terra têm provocado alterações funcionais e estruturais nas paisagens, com sérias consequências tanto para o meio ambiente quanto para as populações locais, em diferentes intensidades e escalas (Ellis, 2007; Oliveira Júnior; Pereira, 2023). Nesse contexto, a análise temporal de imagens de satélite tem se mostrado fundamental para identificar transformações no espaço e monitorar alterações ambientais (Facco *et al.*, 2017).

No Brasil, o estado do Rio Grande do Norte, localizado na região Nordeste e dominado pelo bioma Caatinga, destaca-se negativamente no que se refere à degradação do solo: 159 dos seus 167 municípios estão classificados como Áreas Suscetíveis à Desertificação (ASD) e o território abriga o Núcleo de Desertificação do Seridó (CGEE, 2016). Ainda conforme dados do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE, 2016), outros estados do Nordeste também apresentam proporções expressivas de seus territórios inseridas (ASD). No caso do Rio Grande do Norte, 98,42% de sua extensão territorial está incluída nessa categoria, enquanto o estado do Ceará apresenta 100% de sua área em situação semelhante. Piauí e Paraíba também se destacam, com 94,94% e 94,60% de seus territórios, respectivamente, classificados como suscetíveis à desertificação. Estudos indicam,

ainda, uma predisposição geoambiental da região semiárida à formação de manchas de desertificação (Pereira Neto, 2016).

Nesse cenário, entre 1985 e 2021, a Caatinga perdeu mais de 10% de sua vegetação nativa — o equivalente a mais de 6 milhões de hectares — em decorrência da conversão de áreas naturais em pastagens e áreas agrícolas (MapBiomas, 2022). Essa fragmentação torna o bioma altamente vulnerável à pressão antrópica (Oliveira; Lobão, 2020), agravada pelo consumo insustentável de lenha nativa e pelo sobrepastoreio (Brasil, 2016). Tais transformações afetam diretamente a biodiversidade, a resiliência ecológica do bioma e o bem-estar das comunidades tradicionais.

A quantificação das classes de uso e cobertura da terra, por meio de séries temporais de imagens de satélite, possibilita, portanto, comparações rigorosas e a análise estatística das mudanças ocorridas ao longo de décadas (Silva Neto *et al.*, 2024; Faustino; Lima, 2022). Assim, compreender os impactos humanos na paisagem é essencial para avaliar a sustentabilidade das atividades desenvolvidas, de modo a orientar o planejamento ambiental e aprimorar políticas públicas de conservação (Scullion *et al.*, 2014; Barbosa; Novo; Martins, 2019).

O Projeto MapBiomas, por sua vez, utiliza a classificação pixel a pixel com resolução espacial de 30 metros das imagens obtidas da Coleção LANDSAT e possui parceria com a plataforma *Google Earth Engine*, utilizando processamento em nuvem e classificadores automatizados, que permite a manipulação de grande quantidade de dados. Entretanto, cabe ressaltar as limitações relacionadas à resolução de 30 metros. Conforme o próprio sítio eletrônico do MapBiomas, limitações quanto ao detalhamento fino (pode não capturar pequenas áreas de usos, como pequenas propriedades ou partes de vegetação), mistura de pixels (onde se encontram diferentes usos muito próximos pode ocorrer a mistura, dificultando a forma precisa do mapeamento), mudanças rápidas (de pequena escala também podem não ser detectadas por conta da resolução espacial e periodicidade das imagens) e áreas urbanas (em áreas densamente povoadas, a resolução de 30 metros pode não ser suficiente para diferenciar os distintos tipos de infraestrutura urbana) (MapBiomas, 2025b).

Visando atenuar esses efeitos, adotou-se uma abordagem de análise em escala regional e temporal mais ampla, em que foram priorizadas as tendências gerais e os padrões dominantes das transformações do território. Além disso, foi realizada a conferência dos mapas e gráficos gerados, com base em imagens de satélite complementares e conhecimento prévio da área, a partir de conferência de campo para validar e interpretar os dados criticamente. Essa estratégia permitiu contextualizar melhor os resultados e reconhecer os limites da ferramenta sem comprometer a consistência das análises.

No caso da área central do Rio Grande do Norte, a abordagem ganha essa relevância ainda maior, pois concentra significativa diversidade econômica, histórica, social e ambiental, influenciando diretamente a qualidade de vida local e a sustentabilidade dos recursos naturais. O entendimento dos padrões de uso e cobertura pode embasar estratégias de manejo sustentável e subsidiar ações de planejamento territorial e gestão municipal.

Além disso, estudos regionais apontam que superfícies rebaixadas, típicas do embasamento cristalino e a solos já bastante degradados, apresentam alta suscetibilidade à desertificação (Peixôto; Pereira Neto; Guedes, 2021; Pereira Neto; Queiroz; Araújo, 2021; Pereira Neto, 2023). Nesses locais, os processos erosivos intensificam-se devido à instabilidade ecodinâmica (Pereira Neto; Fernandes, 2015; Pereira Neto; Fernandes; Sales, 2023; Peixôto; Araújo; Pereira Neto, 2023).

Entretanto, apesar da relevância desses trabalhos, há uma escassez de estudos detalhados sobre a dinâmica de uso e cobertura da terra em áreas da região central do estado, especialmente nos municípios de Itajá, Angicos, Santana do Matos e São Rafael, onde já se identifica mais recentemente uma expressiva mancha de degradação (CGEE, 2016; LAPIS, 2019) e que relacionem diretamente essa dinâmica com a intensificação dos processos degradacionais.

Diante desse cenário, esta pesquisa busca responder às seguintes questões: (I) Qual é o estado ambiental desses municípios? Visando compreender seu estado ambiental, que se concretiza por meio da análise estatística e descritiva dos dados de uso e cobertura da terra, permitindo a identificação de áreas conservadas ou degradadas. (II) Quais fatores impulsionaram as principais transformações no uso da terra? Que busca identificar os fatores de transformação da paisagem, analisados a partir da expansão de categorias antrópicas, como pastagens e lavouras, associadas a dinâmicas socioeconômicas e pressões sobre os recursos naturais. E (III) De que forma a evolução dos padrões de cobertura se relaciona com os processos de degradação? Que se vincula à interpretação dos impactos ambientais decorrentes das mudanças no uso da terra, especialmente quanto à intensificação dos processos de degradação e desertificação. Assim, os questionamentos estruturam o percurso analítico da pesquisa, contribuindo para responder de forma integrada ao objetivo proposto e fundamentar os resultados obtidos.

Para tanto, o objetivo é avaliar a dinâmica de uso e cobertura da terra em áreas da região central do Rio Grande do Norte, utilizando dados do Projeto MapBiomas na plataforma *Google Earth Engine*, em séries temporais nos anos de 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 e 2020. Em síntese, este estudo oferecerá um panorama abrangente para a realização de diagnósticos espaciais e temporais detalhados, orientando políticas de manejo e conservação. Ademais, apresentará uma

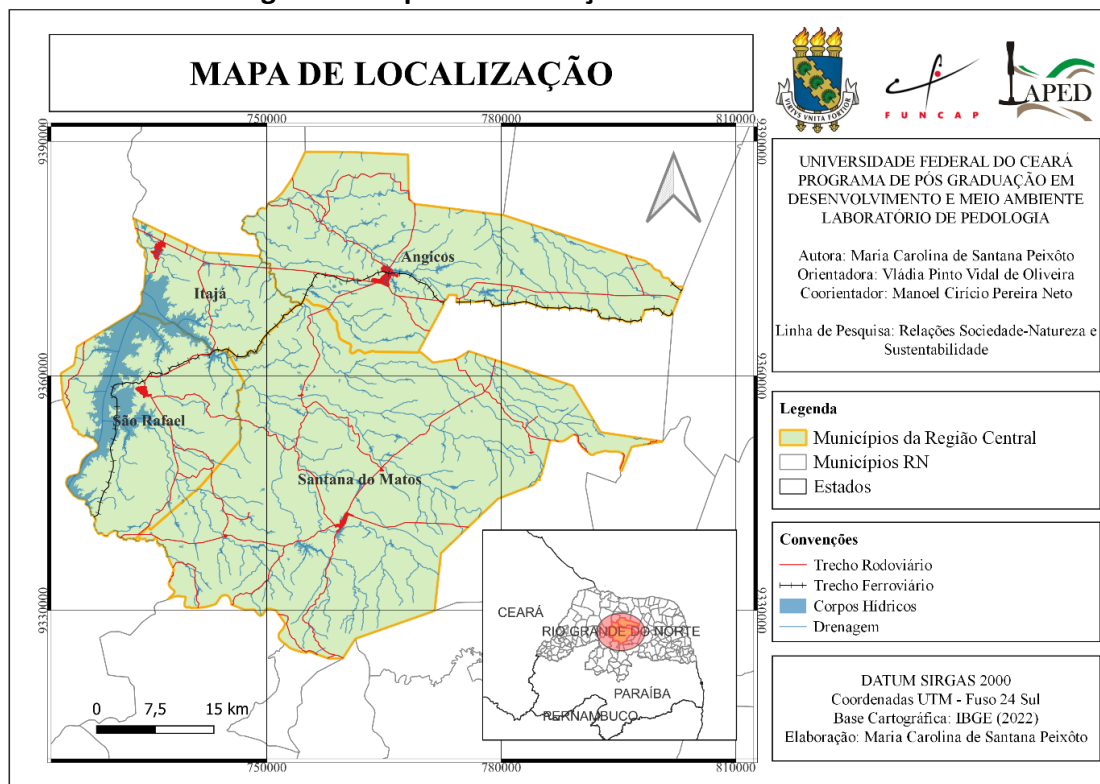
metodologia replicável que integra dados do MapBiomas ao *Google Earth Engine*, que se pode adotar em outras áreas do semiárido e gerará indicadores robustos para o monitoramento contínuo e a antecipação de riscos, subsidiando comunidades locais e gestores na adoção de práticas mais resilientes, contribuindo para a preservação da Caatinga e o desenvolvimento sustentável da região.

2. METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

Esta pesquisa abrangeu os municípios de São Rafael, Itajá, Angicos e Santana do Matos, situados na região central do Rio Grande do Norte (Figura 1), inseridos nas Regiões Geográficas Intermediária de Mossoró e Imediata de Açu. Essas localidades vêm se destacando nos últimos mapeamentos em razão da degradação e desertificação (CGEE, 2016; LAPIS, 2019), configurando-se como área de intensa degradação ambiental, com reflexos às interações socioambientais.

Figura 1: Mapa de localização da área de estudo



Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Com relação ao clima, a região apresenta precipitação média anual entre 600 e 800 mm, podendo, em alguns locais, alcançar totais pluviométricos inferiores aos 500 mm (Pinheiro; Bristot; Lucena, 2010; Diniz; Pereira, 2015), caracterizando-se como Semiárido mediano, com 7–8 meses secos e chuvas concentradas em curto período.

Geologicamente, a região encontra-se compreendida em área do embasamento cristalino, ainda com a presença de manchas de sedimentos continentais de idade cenozoica (depósitos aluvionares), além do basalto Macau, da cobertura sedimentar da Formação Açu (Medeiros; Nascimento; Sousa, 2010). Geomorfologicamente, destacam-se a planície fluvial do Rio Piranhas-Açu, as superfícies rebaixadas, escarpas serranas e inselbergs, além de chapadas e platôs (Dantas; Ferreira, 2010).

A altitude varia de 10 m a 720 m, com os pontos mais altos no sul de Santana do Matos (INPE, 2022), e inclui o Pico do Cabugi (590 m), em Angicos — um *neck vulcânico* que figura como Unidade de Conservação (IDEMA, 2023); essa diferenciação topográfica influencia nas formas de usos, potencialidades e limitações locais. Os solos são predominantemente Luvissolos, Latossolos Vermelho-Amarelo, Neossolos Flúvicos e Litólicos, e Planossolos (Santos *et al.*, 2018).

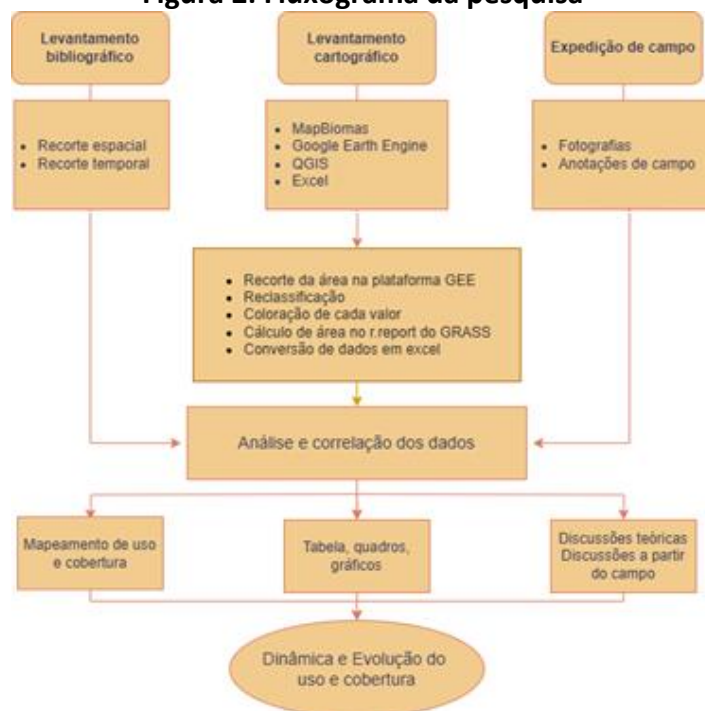
No que se refere ao contingente populacional dos municípios analisados, observa-se que o município de Angicos (741,582 km²) atingiu seu ápice demográfico na década de 1990, com 13.881 habitantes. A partir dos anos 2000 registrou queda relativa, intensificada na década de 2010, e um leve aumento em 2020, alcançando 11.965 habitantes. O município de Itajá (203,624 km²), o menor em área e população, não dispõe de dados para a década de 1990, embora tenha sido emancipada em 1992. Nos anos 2000, manteve-se praticamente estável (6.428 em 2001 e 6.985 em 2011), e em 2020 apresentou crescimento relativo, com 7.641 habitantes. O município de Santana do Matos (1.422,268 km²), o maior município em área e população, cresceu de 15.569 habitantes na década de 1990 para 16.162 na de 2000, mas passou a declinar nas décadas seguintes, atingindo 13.642 em 2010 e 11.808 em 2020. O município de São Rafael (469,101 km²) manteve-se praticamente estável ao longo das quatro décadas, com contingente em torno de 8 mil habitantes, atingindo seu pico nos anos 2000, com 8.244 moradores.

2.2 Procedimentos Metodológicos

O estudo foi organizado em três etapas. A primeira consistiu na revisão bibliográfica sobre uso e cobertura da terra e sensoriamento remoto aplicado à dinâmica da paisagem; em seguida, foi realizada a caracterização ambiental da área, com mapeamento e interpretação de dados cartográficos. Por último, realizou-se uma expedição de campo (agosto de 2024) para validar resultados de gabinete, aperfeiçoar o material prévio e amadurecer o trabalho (Costa, 2017). Para bem explicitar as etapas adotadas, aponta-se no fluxograma a seguir (Figura 2), que esquematiza os

procedimentos adotados a partir de programas e ferramentas utilizadas, permitindo a reprodutibilidade da pesquisa e a compreensão dos leitores de maneira geral.

Figura 2: Fluxograma da pesquisa



Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Oliveira Júnior e Pereira (2023) utilizaram a nomenclatura “mosaico de agricultura-pecuária” para a classe que engloba “mosaico de usos”, que são áreas de uso agropecuário sem distinção clara entre pastagem e agricultura. Baseado nessa premissa, esta pesquisa adotou apenas a nomenclatura “agropecuária” para facilitar o entendimento da classe.

Além disso, o próprio MapBiomas (2025a) nos seus códigos de legenda divide essas classes em Natural e Antrópico (Quadro 1). Para tanto, a classe natural compreende as formações vegetacionais e os elementos físicos da área estudada que mantêm as características predominantemente originais ou resultantes de processos ecológicos naturais, ainda que sujeitos a pressões antrópicas indiretas. Já a classe antrópica corresponde às áreas cuja cobertura e uso resultam diretamente da ação humana, com modificações significativas de paisagem original para fins sociais e econômicos. Para exemplificar isso, Spala (2023) quantifica a conversão da cobertura da terra de natural para antrópico utilizando essa premissa.

Conforme os resultados obtidos no MapBiomas, a área analisada possui como classes os seguintes atributos: Formação Florestal, Formação Savânica, Formação Campestre, Mosaico de Usos, Outras Áreas não Vegetadas (todas direcionadas para o bioma Caatinga), Pastagem, Área Urbanizada, Corpos hídricos, Outras Lavouras Temporárias e Outras Lavouras Perenes (Quadro 2).

Quadro 1: Classes de uso e cobertura para os níveis Natural e Antrópico

Classes de Uso e Cobertura
Natural
Formação Florestal
Formação Campestre
Formação Savânica
Rios
Antrópico
Pastagem
Agropecuária
Áreas Urbanizadas
Áreas não Vegetadas
Lavouras Perenes
Lavouras Temporárias

Fonte: Adaptado de MapBiomias, 2021.

Quadro 2: Descrição dos atributos de uso e cobertura

Código	Classes	Descrição
3	Formação Florestal (Caatinga)	Tipos de vegetação com predomínio de dossel contínuo - Savana-Estépica Florestada, Floresta Estacional Semi-Decidual e Decidual.
4	Formação Savânica (Caatinga)	Tipos de vegetação com predomínio de espécies de dossel semi-contínuo - Savana-Estépica Arborizada, Savana Arborizada.
12	Formação Campestre (Caatinga)	Tipos de vegetação com predomínio de espécies herbáceas (Savana-Estépica Parque, Savana-Estépica Gramíneo-Lenhosa, Savana Parque, Savana Gramíneo-Lenhosa) + (Áreas inundáveis com uma rede de lagoas interligadas, localizadas ao longo dos cursos de água e em áreas de depressões que acumulam água, vegetação predominantemente herbácea a arbustiva).
15	Pastagem	Área de pastagem, predominantemente plantadas, vinculadas a atividade agropecuária. As áreas de pastagem natural são predominantemente classificadas como formação campestre que podem ou não ser pastejadas
21	Mosaico de Usos (Agropecuária)	Áreas de uso agropecuário onde não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura.
24	Área Urbanizada	Áreas com significativa densidade de edificações e vias, incluindo áreas livres de construções e infraestrutura.
25	Outras Áreas não Vegetadas (Caatinga)	Áreas de superfícies não permeáveis (infra-estrutura, expansão urbana ou mineração) não mapeadas em suas classes.
33	Corpos hídricos	Rios, lagos, represas, reservatórios e outros corpos d'água.
41	Outras Lavouras Temporárias	Áreas ocupadas com cultivos agrícolas de curta ou média duração, geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano, que após a colheita necessitam de novo plantio para produzir
48	Outras Lavouras Perenes	Áreas ocupadas com cultivos agrícolas de ciclo vegetativo longo (mais de um ano), que permitem colheitas sucessivas, sem necessidade de novo plantio. Nessa versão, o mapa abrange majoritariamente áreas de caju, no litoral do nordeste e dendê na região nordeste do Pará, porém sem distinção entre eles.

Fonte: MapBiomias, 2021.

Os mapas foram produzidos no *software* QGIS 3.22.4 para modelagem do banco de dados, no Datum SIRGAS 2000 Projeção Universal Transversa de Mercator Zona 24 Sul. Os dados do MapBiomas foram processados em nuvem das imagens do *Google Earth Engine*, em escala 1:500.000, com intervalos de 5 em 5 anos (1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 e 2020). A adoção de intervalos quinquenais suaviza algumas pequenas flutuações anuais nos dados e evidencia tendências mais estruturais e significativas, além de facilitar a gestão dos dados ao destacar mudanças mais robustas de cada período.

Além disso, dentre esses anos há marcos ambientais no estado do Rio Grande do Norte que podem ter influenciado transformações no território. Por exemplo, o ano de 2005 é seguido pela Política Estadual do Meio Ambiente (Lei Complementar Estadual nº 272/2004); 2010 é marcado pelo Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da seca no RN (PAE-RN); 2015 é antecedido pelo Programa de Convivência com o Semiárido Potiguar (PSP - 2014); entre os anos de 2015 e 2020 destaca-se também a Política Estadual de Combate à Desertificação (Lei nº 10.154/2017) e dentre os mais novos programas, aponta-se o Programa Viva Sabiá (2021).

E pela integração temporal pixel a pixel, utilizando os classificadores automatizados e técnicas de *machine learning* vinculados a plataforma *Google Earth Engine*, que gera a série histórica de mapas anuais de cobertura e uso da terra (Moraes, 2020; MapBiomas, 2022; Silva Neto *et al.*, 2024). A classificação utilizada é dinâmica, com a finalidade de aperfeiçoar cada tipologia (MapBiomas, 2021; Faustino, Lima; 2022). Esses dados foram selecionados a partir da Coleção 7.1 do MapBiomas, que inclui informações anuais de cobertura e uso da terra para o período de 1985 a 2021. Esta coleção é fruto de 7 anos de trabalho do referido projeto e está em constante desenvolvimento. A base cartográfica para os limites municipais foi obtida do IBGE (2021).

A partir do recorte espacial dos municípios estudados, foi levada a camada vetorial para a plataforma *Google Earth Engine* e realizado os recortes quinquenais das respectivas áreas. Com a área pronta, no ambiente QGIS foi realizada a reclassificação e estipulada a coloração de cada valor de acordo com os atributos destinados pelo próprio MapBiomas. A partir disso, a área foi calculada em quilômetros quadrados por meio da ferramenta *r.report* do GRASS, que entrega um arquivo de saída .txt em formato de tabela com os números dos pixels referente a cada área.

Esse arquivo foi levado para o ambiente de Excel e manipulado para realizar os cálculos referentes às mudanças ocorridas tanto em km² tanto em porcentagem, referente aos anos inicial e final da pesquisa (1985 e 2020). Os resultados foram compilados e são apresentados a seguir.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação à dinâmica de uso e cobertura em áreas da região central potiguar, percebe-se que, no início do período analisado, a área era predominantemente coberta por vegetação nativa. Ao longo dos 35 anos avaliados neste artigo, tornam-se mais evidentes as transformações ambientais, sobretudo, o avanço das áreas de pastagem, a expansão urbana e o surgimento de outras lavouras.

Observa-se ainda que o fluxo urbano era incipiente, com destaque para o Rio Piranhas-Açu entre os municípios de São Rafael e Itajá, a abundância de formações savânicas principalmente ao sul de Santana do Matos e de formações campestres em Angicos. Já em 2020 nota-se o aumento da classe “Lavouras Perenes” e da extensão dedicada à pastagem em todos os municípios, além da ampliação de lavouras temporárias principalmente ao norte de Angicos e ao sul de Santana do Matos.

Embora à primeira vista as mudanças não pareçam tão expressivas, a análise dos mapas espacializados de todos os anos e a tabulação dos dados do MapBiomias — com cálculo de ganhos e perdas em quilômetros quadrados e porcentagem — proporcionam uma percepção mais clara dessas variações, como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Quantificação das mudanças de uso e cobertura na área de pesquisa

Classe	Área 1985 (km ²)	Área 2020 (km ²)	Mudança (km ²)	Mudança (%)
Formação Florestal	29,6919	0,4212	-29,2707	-99%
Formação Campestre	328,3704	184,7934	-143,577	-44%
Corpos hídricos	144,918	88,3224	-56,5956	-39%
Áreas não vegetadas	33,1074	25,6572	-7,4502	-23%
Formação Savânica	1436,6853	1176,6078	-260,0775	-18%
Agropecuária	843,8139	1215,549	371,7351	44%
Pastagem	26,4321	95,0787	68,6466	260%
Área Urbanizada	1,9872	8,6409	6,6537	335%
Lavouras Temporárias	0,0774	49,1256	49,0482	633%
Lavouras Perenes	0	0,8874	0,8874	0%

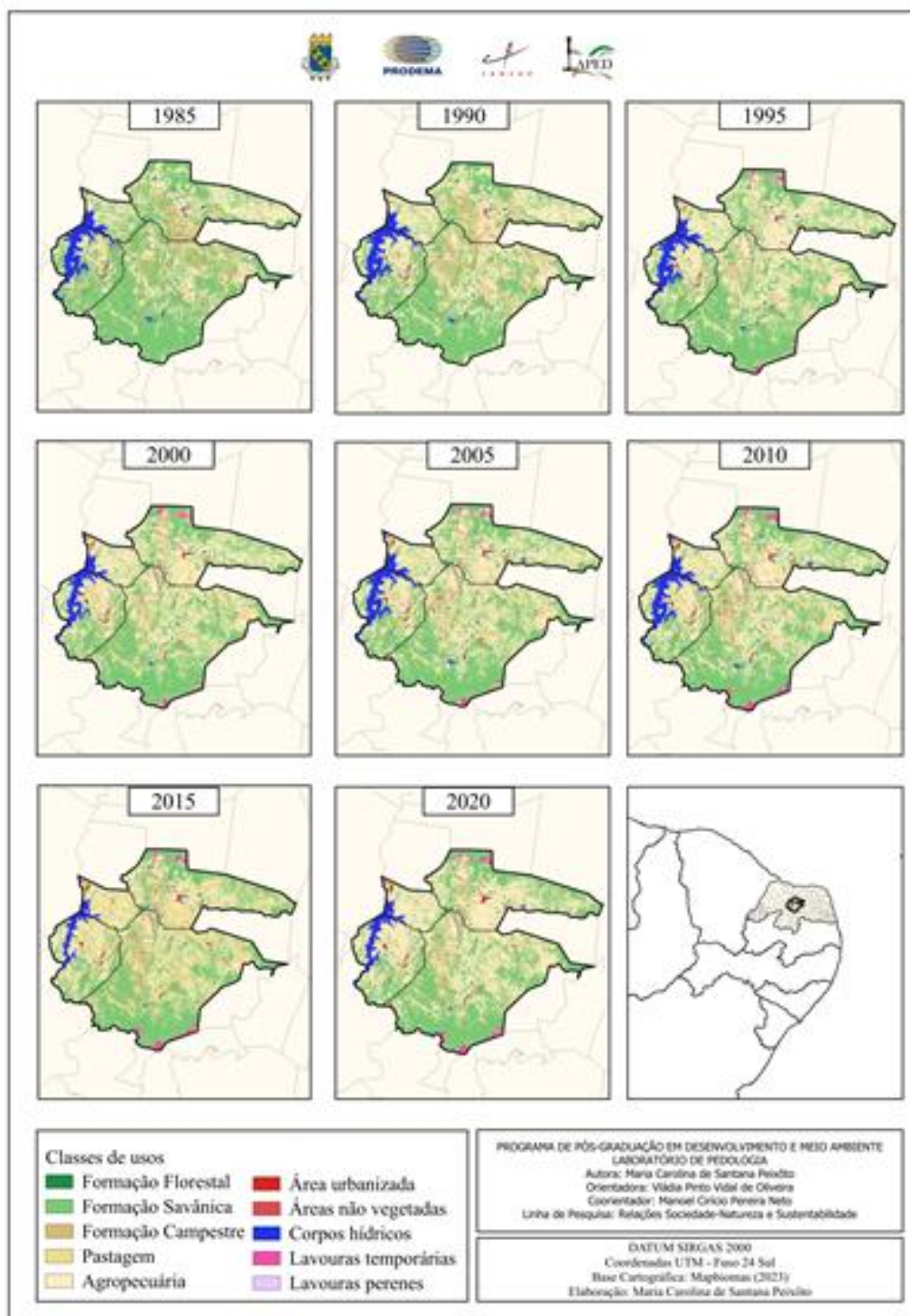
Fonte: Elaborado a partir de MapBiomias, 2023.

Assim, os resultados revelam que as classes que sofreram redução foram as Áreas Naturais (Formação Florestal, Savânica e Campestre, além de Áreas não vegetadas e Rios), enquanto as Áreas Antrópicas (Pastagem, Agropecuária e Lavouras Temporárias) aumentaram ao longo do tempo. A

classe “Lavouras Perenes” não apresenta comparação de crescimento ou declínio por não existir na classificação de 1985.

Entre ganhos e perdas relacionadas ao uso e cobertura, o maior crescimento corresponde às Lavouras Temporárias, com aumento de 633%, seguido pela Área Urbanizada, com 335%. A maior perda ocorreu na Formação Florestal (-99%), seguida da Formação Campestre (-44%) (Figura 3).

Figura 3: Evolução do Uso e Cobertura da área de estudo (1985-2020)

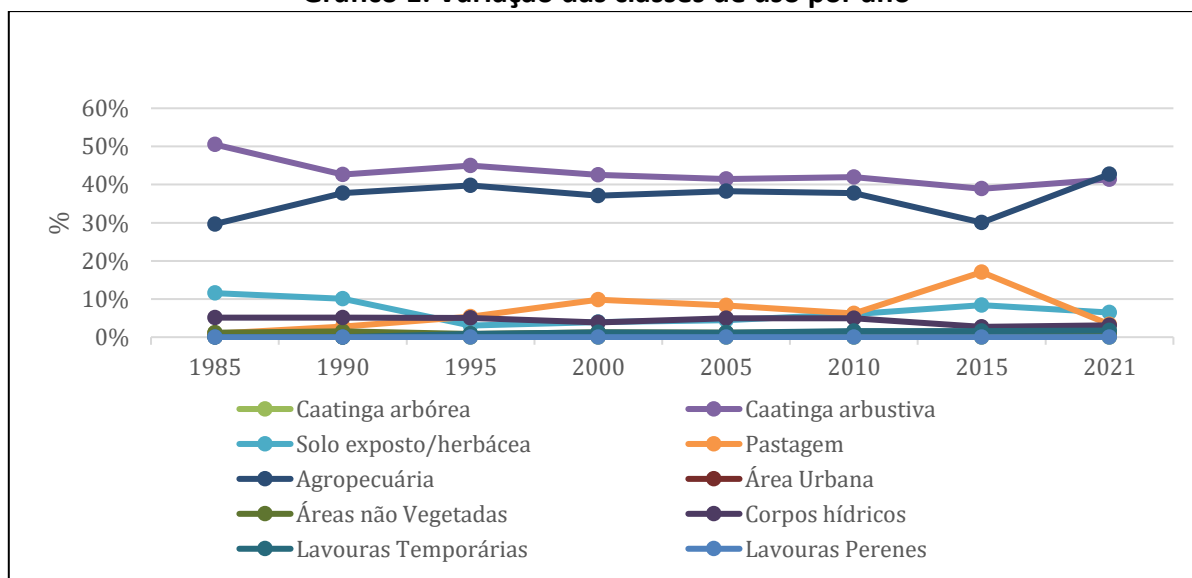


Fonte: Elaborado a partir de MapBiomas, 2023.

A redução da Formação Savânica, embora represente apenas –18% em termos percentuais, equivale a uma perda de cerca de 260,08 km². Esse dado corrobora a diminuição da cobertura vegetal identificada pelos satélites do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (2016) e pelos estudos do Laboratório de Análise e Processamento de Imagens de Satélite (LAPIS, 2019), que apontam essa região como especialmente suscetível à desertificação. Peixôto (2020) já havia levantado essa questão, enfatizando o papel da ação antrópica na transformação da paisagem.

A avaliação das variações anuais demonstra que, em 2015, ocorreram as maiores quedas nas classes Formação Savânica e Agropecuária, seguidas de recuperação parcial até 2020. A classe Pastagem também cresceu até 2015, mas apresentou declínio expressivo em 2020, acompanhada por um leve aumento na Formação Campestre naquele mesmo ano. As demais categorias, principalmente as Áreas Naturais, registraram flutuações pouco expressivas no período (Gráfico 1).

Gráfico 1: Variação das classes de uso por ano



Fonte: Elaborado a partir de MapBiomas, 2021.

Os dados também corroboram os apontamentos realizados por Araújo, Grigio e Pereira Neto (2019), que destacaram uma redução da área de Caatinga Arbustiva Densa no município de Assú entre os anos de 1998 e 2018, com percentuais de 66,6% e 49,5%, respectivamente. Além disso, os autores observaram uma redução nas áreas de Caatinga Rala, especialmente nos anos de 1987 e 2008, associada ao aumento das áreas devastadas para a abertura de novas fronteiras agrícolas.

Para auxiliar na interpretação desses dados, elaborou-se o Quadro 3 a seguir, que reúne para cada classe a variação percentual observada e a área afetada (como percentual do total da região). Para a devida interpretação deve-se observar que as mudanças ocorrem da esquerda para a direita.

Quadro 3: Mudança dos usos de classes a partir do Diagrama de Sankley entre 1985 e 2020

Classe Primária	Classe Secundária	% do Total
Floresta	Floresta	22,72%
Floresta	Agropecuária	6,49%
Floresta	Formação Natural não Florestal	1,39%
Floresta	Corpos hídricos	0,15%
Floresta	Área não Vegetada	0,01%
Agropecuária	Floresta	9,05%
Agropecuária	Agropecuária	50,72%
Agropecuária	Formação Natural não Florestal	5,46%
Agropecuária	Corpos hídricos	0,37%
Agropecuária	Área não Vegetada	0,24%
Formação Natural não Vegetada	Floresta	0,03%
Formação Natural não Vegetada	Agropecuária	0,12%
Formação Natural não Vegetada	Corpos hídricos	0,01%
Área não Vegetada	Floresta	0,09%
Área não Vegetada	Agropecuária	0,81%
Área não Vegetada	Formação Natural não Vegetada	0,20%
Área não Vegetada	Corpos hídricos	0,03%
Área não Vegetada	Área não Vegetada	0,52%
Corpos hídricos	Floresta	0,16%
Corpos hídricos	Agropecuária	0,41%
Corpos hídricos	Corpos hídricos	1,05%

Fonte: Elaborado a partir de MapBiomass, 2021.

Assim, a área que permaneceu como Floresta corresponde a 22,72%, enquanto aquela que se converteu em Agropecuária equivale a 6,49%, e assim por diante. A área relacionada à categoria Agropecuária se manteve com área corresponde a 50,72%. Em contrapartida, a Formação Natural não-vegetada que se transformou em Corpo d'água representa apenas 0,01%, semelhante à área de Floresta que passou a ser Área não Vegetada. Em campo foram observadas extensas áreas de vegetação esparsa e densa, do tipo arbustiva ao arbórea.

Quanto às atividades econômicas locais, destaca-se, entre Angicos e Santana do Matos, a instalação de um grande parque eólico nos últimos anos, que se estende até Fernando Pedroza e Bodó, sendo visível das vias rurais e estaduais. Entre Santana do Matos e Bodó, foram construídas estradas exclusivas pela concessionária para a implantação dos geradores nos topos das serras. O Complexo Eólico Acauã, por exemplo, é formado por 26 aerogeradores de 4,2 MW cada, totalizando 109,2 MW de potência instalada, capaz de abastecer cerca de 580 mil residências. Seus parques estão distribuídos entre Lagoa Nova, São Vicente e Tenente Laurentino Cruz (RN).

Sobre a instalação dessas atividades, Silva Filho (2020) alerta que a vegetação de caatinga vem sendo desmatada para dar lugar a atividades como agricultura irrigada, pecuária e instalação

de parques eólicos e solares (Figura 4 e Figura 5). Pereira Neto, Oliveira e Silva (2024) ressaltam que a implantação desses parques em áreas de alta prioridade para conservação gera conflitos preocupantes, evidenciando a necessidade urgente de políticas que harmonizem o desenvolvimento energético com a proteção ecológica dessas regiões.

Figura 4: Mosaico de vegetação esparsa dos municípios

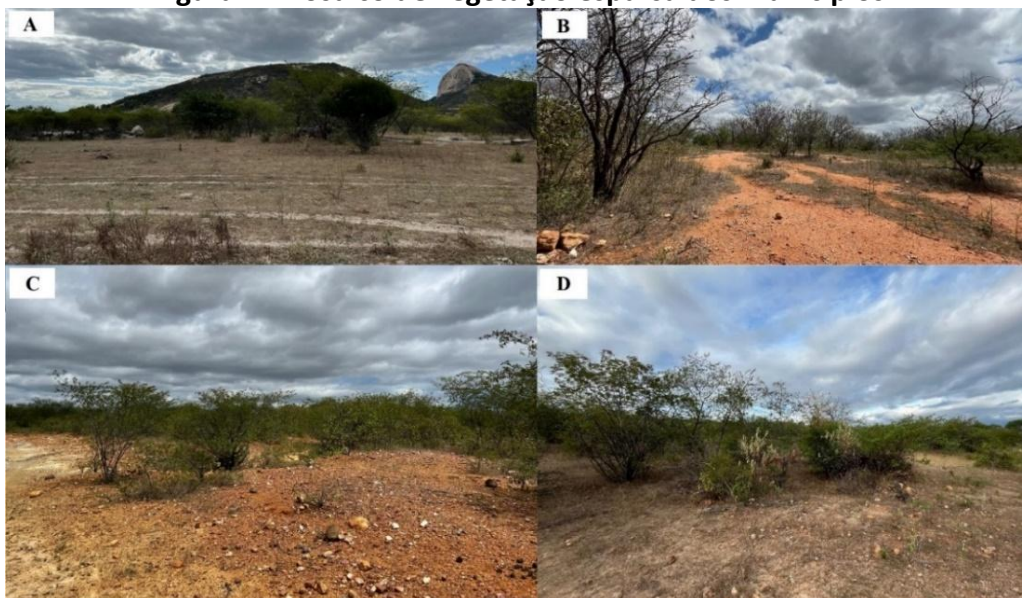


Figura 4A – São Rafael; 4B – Santana do Matos; 4C – Itajá; 4D – Angicos

Fonte: Acervo dos autores, 2024.

Figura 5: Mosaico de vegetação densa dos municípios

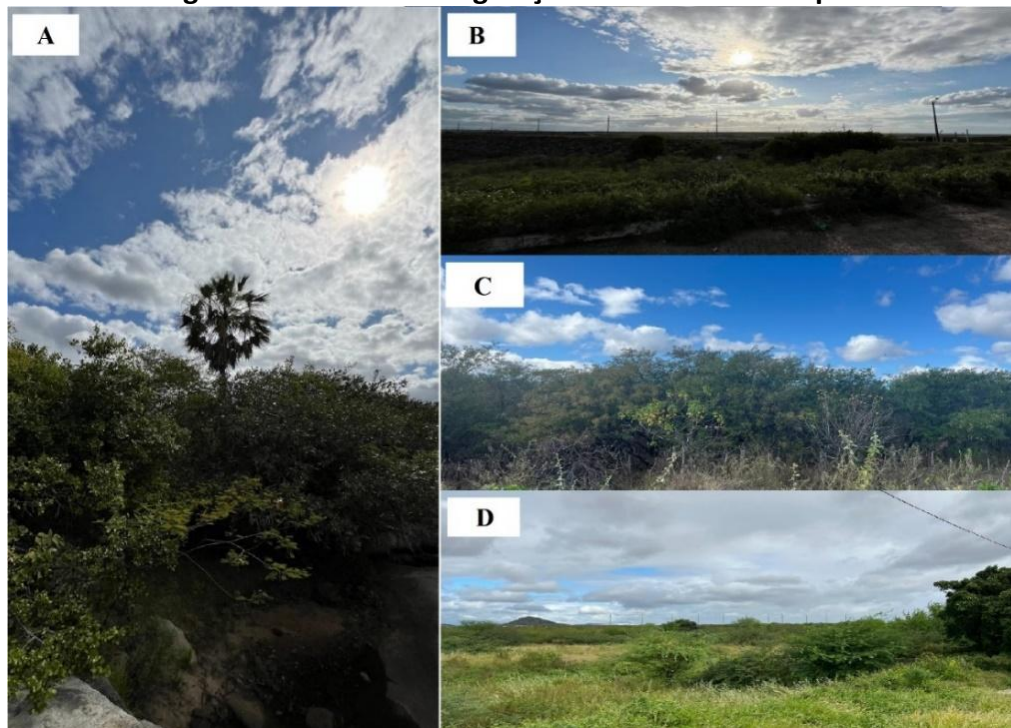


Figura 5A – São Rafael; 5B – Itajá; 5C – Santana do Matos; 5D – Angicos

Fonte: Acervo dos autores, 2024.

No município de Itajá, destacam-se ainda quatro atividades econômicas principais: uma pequena usina hidrelétrica instalada na barragem Armando Ribeiro Gonçalves, o setor da indústria da cerâmica vermelha, a extração de argila e a pecuária. Em relação ao setor ceramista, em Itajá, esse apresenta desafios ambientais e de saúde pública, pois muitas fábricas funcionam dentro do perímetro urbano, emitindo partículas que afetam as vias respiratórias de crianças, adultos e idosos. Meyer *et al.* (2011) apontam o rio Piranhas-Açu como a principal fonte de argila para as cerâmicas do Vale do Açu. A extração é feita com caminhões, caçambas e retroescavadeiras, produzindo telhas, tijolos e lajotas em várias dimensões (Brito, 2023). Entre os impactos mais relevantes destacam-se emissões de poeira, contaminação de mananciais e aumento de doenças respiratórias na população local.

Também existem problemas decorrentes da extração de vegetação para alimentar os fornos a lenha. A retirada conjunta de argila e de madeira causa impactos ambientais severos, pois, após a extração, o terreno fica abandonado, sem receber qualquer tipo de recuperação, nem mesmo parcial. Em áreas mais afastadas, ainda se encontram “crateras de argila” abertas pelas cerâmicas, abandonadas tão logo se tornam economicamente inviáveis. Silva Filho (2020) destaca que essas valas jamais são reabilitadas, provocando erosão nas bordas e, posteriormente, acúmulo de água que altera tanto a permeabilidade quanto a fertilidade do solo (Araújo; Almeida; Guerra, 2011).

Paralelamente, algumas fábricas de cerâmica utilizam espaços inadequados para descartar seus rejeitos, frequentemente à beira da entrada da cidade, sem qualquer cuidado ambiental ou manutenção das vias públicas. No mapeamento das indústrias ceramistas de Itajá, Tavares, Peixôto e Pereira Neto (2019) verificaram que a maioria delas está instalada dentro do perímetro urbano e identificaram o uso da algaroba (*Prosopis juliflora*) como alternativa de combustível nos fornos.

Em São Rafael, o modelo se repete sob a forma de uma pedreira situada fora do núcleo urbano. Apesar de privada, a área apresenta grandes cortes na rocha para extração, deixando marcas profundas na paisagem. Embora essa atividade gere renda local — chegando a atrair trabalhadores que permanecem por meses longe de casa —, ela também agrava a escassez hídrica: as comunidades rurais dependem de cacimbas, poços, cisternas e de carros-pipa para suprir suas necessidades de água (Santos, 2024). Na zona urbana do município em questão, Costa e Guedes (2020) apontam ainda o processo de desmatamento, o assoreamento de cursos d’água e a construção de barramentos, todos impulsionados pelo processo de urbanização.

O macrozoneamento da bacia do Piranhas-Açu (Rio Grande do Norte, 2018) indica que duas das principais atividades econômicas no município são a agropecuária e o extrativismo —

empreendimentos que exercem forte pressão sobre os recursos naturais e tornam a área especialmente vulnerável à degradação ambiental. No recorte espacial da pesquisa, identificou-se pecuária de corte e leiteira, com criação bovina e caprina tanto em áreas abertas quanto em piquetes cercados. Essa prática intensiva contribui para a compactação do solo e reduz drasticamente a cobertura vegetal; além disso, há pastagens não visitadas por estarem em propriedades particulares, o que dificulta o monitoramento e a adoção de medidas de conservação.

Igualmente importante, destaca-se a presença de tecnologias sociais de convivência com o semiárido, nas quais Peixôto e Pereira Neto (2024) tipificam como barraginhas, barragens subterrâneas, barreiros-trincheira, bombas d'água populares, cisternas de enxurrada e cisternas calçadão — para captação e armazenamento de água pelas comunidades locais, facilitando a convivência no semiárido com a escassez hídrica. Além disso, Diodato *et al.* (2022), por sua vez, apontam que, mesmo não sendo áreas de alta incidência de queimadas, o mosaico de usos agrícolas em Itajá, São Rafael, Angicos e Santana do Matos eleva a probabilidade de incêndios acidentais. Melo e Pereira Neto (2024) também enfatizam que, com o avanço das atividades relacionadas com a cerâmica vermelha, se intensificam a degradação do solo e a supressão da vegetação intensificando as perdas de biodiversidade e impactando negativamente a qualidade de vida das comunidades, de modo a ampliar riscos socioeconômicos e a vulnerabilidade ambiental.

Dessa forma, observa-se que alguns modelos de uso da terra — em especial cerâmicas, exploração de pedreiras e práticas agropecuárias sem mitigação — apresentam risco significativo ao meio ambiente e às áreas localizadas na porção central do estado do Rio Grande do Norte. Esses empreendimentos carecem de protocolos adequados tanto na fase pré-instalação quanto no manejo pós-extração. A atitude de abandonar áreas degradadas após esgotar seu valor econômico, sem sofrer sanções jurídicas, intensifica a pressão sobre o ecossistema, aumentando a extensão de áreas degradadas e a suscetibilidade ao processo de desertificação.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise realizada nessa pesquisa utilizando dados do Projeto MapBiomass demonstra a importância de estudos integrados e interdisciplinares, uma vez que é possível operar estudos ambientais específicos a partir da temática adotada, além de ser exequível do ponto de vista qualitativo e quantitativo (mapas, quadros, planilhas e gráficos). O uso das técnicas de geoprocessamento permite diversas perspectivas de abordagens, sendo as utilizadas aqui as que mais tem se difundido nos estudos e pesquisas ambientais.

Dessa forma, fica evidente a necessidade de medidas eficazes para mitigar o avanço e efeitos da degradação/desertificação na região. Estratégias como manejo sustentável do solo e da vegetação, recuperação de áreas degradadas por meio de espécies nativas e implementação de sistemas agroflorestais aliadas às políticas de incentivo à conservação dos recursos naturais e principalmente hídricos, que se tornam escassos devidos às próprias condições ambientais e aos usos para gerar economia local, são medidas podem oferecer benefícios aos residentes locais.

Por fim, os resultados desta pesquisa trazem informações úteis à formulação de estratégias de combate e convivência com a desertificação, podendo subsidiar tanto as gestões públicas municipais como as ações comunitárias. O mapeamento e discussão mais detalhada das áreas degradadas e vulneráveis podem apoiar a tomada de decisões sobre onde concentrar esforços de recuperação ambiental além de conscientizar a população que vivem nessas áreas. Reforça-se ainda, a necessidade de estudos mais aprofundados, que identifiquem tendências e projeções futuras tanto para o Rio Grande do Norte, como para o bioma Caatinga como um todo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FUNCAP e CNPQ (processo 307671/2020-8) pelo apoio operacional e concessão de bolsa para a realização do doutoramento da primeira autora no Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará (PRODEMA – UFC).

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, G. H. de S.; ALMEIDA, J. R. de; GUERRA, A. J. T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

ARAÚJO, J. P. R.; GRIGIO, A. M.; PEREIRA NETO, M. C. Análise multitemporal de uso e ocupação do solo (1977-2018) e identificação de impactos ambientais negativos no município de Assú/RN. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S. l.], v. 12, n. 4, 1538–1553, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/239945>. Acesso em: 28 dez. 2024.

BARBOSA, C. C. F.; NOVO, E. M. L. M.; MARTINS, V. S. (ed.). **Introdução ao Sensoriamento Remoto de sistemas aquáticos: princípios e aplicações**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2019. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/labisa/livro/>. Acesso em: 9 abr. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Relatório de Avaliação do Bioma Caatinga**. Brasília: MMA, 2016.

BRITO, V. V. da S. **Percepção socioambiental e utilização de geotecnologias na análise de impactos ambientais da extração mineral de argila no Rio Piranhas-Açu**. 2023. 81 f. Dissertação (Mestrado em Uso Sustentável de Recursos Naturais) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal, 2023. Disponível em: <https://memoria.ifrn.edu.br/handle/1044/2589>. Acesso em: 10 nov. 2024.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS – CGEE. **Desertificação, degradação da terra e secas no Brasil**. Brasília-DF: Editora Gráfica Ltda, 2016.

COSTA, G. da S.; GUEDES, J. de A. Análise tipológica de canais fluviais urbanos na cidade de São Rafael (Rio Grande do Norte). **Geofronter**, Campo Grande, v. 6, n. 1, p. 01–24, 2020. Disponível em: <https://periodicosonline.uems.br/index.php/GEOF/article/view/4003>. Acesso em: 28 abr. 2025.

COSTA, L. R. F. **Fragilidade ambiental nos sistemas ambientais e sítios urbanos no Vale do Rio Banabuiú - CE**. 2017. 230 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/26893>. Acesso em: 13 maio 2021.

DANTAS, M. E.; FERREIRA, R. V. Relevo. In: PFALTZGRAFF, P. A. dos S.; TORRES, F. S. de M. (org.). **Geodiversidade do estado do Rio Grande do Norte**. Recife: CPRM, 2010. p. 78–92. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/16773>. Acesso em: 29 abr. 2025.

DINIZ, M. T. M.; PEREIRA, V. H. C. Climatologia do estado do Rio Grande do Norte, Brasil: sistemas atmosféricos atuantes e mapeamento de tipos de clima. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 35, n. 3, p. 488–506, 2015. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/index.php/bgg/article/view/38839>. Acesso em: 25 ago. 2024.

DIODATO, M. A.; LIMA, S. R. M.; SILVA, K. E. F.; SALAMI, G. Ocorrência de focos de incêndios e queimadas no Rio Grande do Norte. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 9., 2022, Brasília. **Anais [...]**. Brasília, 2022. p. 256–259. Disponível em: <https://publicacoes.softaliza.com.br/congressoflorestalbrasileiro/article/view/2448>. Acesso em: 27 ago. 2024.

ELLIS, E. Land-use and land-cover change. In: CLEVELAND, C. J. (ed.). **Encyclopedia of Earth**. Washington, D. C.: Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment, 2007. Disponível em: https://web.archive.org/web/20070503192914/http://www.eoearth.org/article/Land-use_and_land-cover_change. Acesso em: 1 maio 2025.

FACCO, D. S.; BENEDETTI, A. C.; KAISER, E. A.; PEREIRA FILHO, W. Avaliação da dinâmica do uso e cobertura da terra no município de Faxinal do Soturno no estado do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO NACIONAL DE GEOGRAFIA FÍSICA, 1., 2017, Campinas. **Anais [...]**. Campinas, 2017. p. 6846–6855. Disponível em: <https://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/1876>. Acesso em: 6 jun. 2024.

FAUSTINO, J. C. S.; LIMA, P. V. P. S. Evolução da dinâmica do uso da terra entre 1985 a 2019 no estado do Ceará. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, [S. l.], v. 13, n. 1, p. 195–210, 2022. Disponível em: <https://www.sustenere.inf.br/index.php/rica/article/view/6862>. Acesso em: 13 maio 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Cidades**. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/panorama>. Acesso em: 19 maio 2023.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE – IDEMA. **Parque Ecológico Pico do Cabugy**. 2023. Disponível em: <http://www.idema.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=946&ACT=&>. Acesso em: 31 jul. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. **TOPODATA**: Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil. 2022. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>. Acesso em: 05 ago. 2022.

LABORATÓRIO DE ANÁLISE E PROCESSAMENTO DE IMAGENS DE SATÉLITES – LAPIS. 2019. **LAPIS utiliza metodologia inédita para monitorar processo de desertificação no Brasil**. Disponível em: <https://ufal.br/ufal/noticias/2019/7/lapis-utiliza-metodologia-inedita-para-monitorar-processo-de-desertificacao-no-brasil>. Acesso em: 20 jul. 2023.

MAPBIOMAS. **Códigos de Legenda**: Coleção 7.1. 2023. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/codigos-de-legenda/>. Acesso em: 29 jul. 2024.

MAPBIOMAS. **O Projeto**. 2024. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/o-projeto/>. Acesso em: 2 ago. 2024.

MAPBIOMAS. **Destaques do mapeamento anual da cobertura e uso da terra no Brasil de 1985 a 2021**: Caatinga. 2022. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/destaques-de-colecoes-antiores/>. Acesso em: 2 ago. 2024.

MAPBIOMAS. **Códigos de legenda**. 2025a. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/codigos-de-legenda/?form=MG0AV3>. Acesso em: 24 fev. 2025.

MAPBIOMAS. **Método MapBiomas Alerta**. 2025b. Disponível em: <https://alerta.mapbiomas.org/metodo-mapbiomas-alerta/?form=MG0AV3>. Acesso em: 24 fev. 2025.

MEDEIROS, V. C.; NASCIMENTO, M. A. L.; SOUSA, D. do C. Geologia. In: PFALTZGRAFF, P. A. dos S.; TORRES, F. S. de M. (org.). **Geodiversidade do estado do Rio Grande do Norte**. Recife: CPRM, 2010. p. 15–38. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/16773>. Acesso em: 29 abr. 2025.

MELO, L. L. de; PEREIRA NETO, M. C. Aspectos e impactos ambientais relacionados à indústria da cerâmica vermelha em Itajá/RN. **Sociedade e Território**, Natal, v. 36, n. 1, p. 234–252, 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/sociedadeeterritorio/article/view/35161>. Acesso em: 24 fev. 2025.

MEYER, M. F.; PONTES, J. C.; FIGUEREDO, V. A. C.; VIANA JUNIOR, E. O. Indústria ceramista: impactos ambientais no Rio Grande do Norte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 55., 2011, Porto de Galinhas-PE. **Anais [...]**. Porto de Galinhas-PE, 2011. p. 2620–2631. Disponível em: https://abceram.org.br/wp-content/uploads/area_associado/55/PDF/13-010.pdf. Acesso em: 19 de ago. 2024.

MORAES, R. A. Análise das mudanças do uso e da cobertura da terra em municípios com áreas de mineração na microrregião de Itabira, a partir de dados do MAPBIOMAS entre 1987 e 2017. **Revista Engenharia de Interesse Social**, João Monlevade, v. 5, n. 6, p. 77–96, 2020. Disponível em: <https://revista.uemg.br/index.php/reis/article/view/4852>. Acesso em: 3 dez. 2024.

OLIVEIRA JÚNIOR, I.; PEREIRA, A. J. Evolução do uso e cobertura da terra e vulnerabilidade ambiental nos núcleos de desertificação do bioma caatinga. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 33, n. 74, p. 910–938, 2023. Disponível em: <https://periodicos.pucminas.br/geografia/article/view/29966>. Acesso em: 10 jan. 2025.

OLIVEIRA, E. S.; LOBÃO, J. S. B. Metamorfoses na Caatinga: análise das transformações do uso e ocupação no município de Conceição do Coité, BA. In: LOBÃO, J. S. B.; CHAVES, J. M.; NOLASCO, M. C.; CASTRO, P. T. A.; ROCHA, W. J. S. F. (ed.). **Ciências ambientais e interdisciplinaridade**. Feira de Santana: UEFS Editora, 2020. p. 399–422. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/365ff/pdf/lobao-9786589524939-13.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2025.

PEIXÔTO, M. C. de S. **Estrutura da paisagem e susceptibilidade à desertificação a partir de indicadores biofísicos no município de Assú/RN**. 2020. 110 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró, 2020. Disponível em: <https://repositorio.apps.uern.br/xmlui/handle/123456789/126>. Acesso em: 26 jul. 2023.

PEIXÔTO, M. C. de S.; PEREIRA NETO, M. C. Práticas de convivência no semiárido potiguar: o caso do Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 20., 2024, João Pessoa. **Anais [...]**. Campina Grande: Editora Realize, 2024. p. 1–7. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/118540>. Acesso em: 17 jan. 2025.

PEIXÔTO, M. C. de S.; PEREIRA NETO, M. C.; GUEDES, J. de A. Sistemas ambientais e susceptibilidade à desertificação a partir de indicadores biofísicos no município de Assú/RN. **Ateliê Geográfico**, Goiânia, v. 15, n. 3, p. 108–129, 2021. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/atelie/article/view/69757>. Acesso em: 3 maio 2025.

PEIXÔTO, M. C. de S.; ARAÚJO, J. P. R.; PEREIRA NETO, M. C. Sistemas ambientais, vulnerabilidade e uso e ocupação no município de Assú/RN. **Geografia (Londrina)**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 31–48, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/2447-1747.2023v32n1p31>. Acesso em: 2 maio 2025.

PEREIRA NETO, M. C. **Predisposição à Desertificação no Núcleo Seridó (RN - Brasil):** geoecologia de paisagens semiáridas. 2016. 197 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/19851>. Acesso em: 7 ago. 2022.

PEREIRA NETO, M. C. Solos e paisagens no núcleo de desertificação do Seridó potiguar – Brasil. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 24, n. 96, p. 305–317, 2023. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/68997>. Acesso em: 2 maio 2025.

PEREIRA NETO, M. C.; FERNANDES, E. Fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do Rio Seridó (RN/PB – Brasil). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 16, n. 3, p. 399–411, 2015. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/603>. Acesso em: 2 maio 2025.

PEREIRA NETO, M. C., FERNANDES, E.; SALES, M. C. L. Unidades geoambientais do Seridó Potiguar: bases para o planejamento natural do território. **Revista Geonorte**, [S. l.], v. 14, n. 45, p. 55–74, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.21170/geonorte.2023.v.14.N.45.55.74>. Acesso em: 2 maio 2025.

PEREIRA NETO, M. C.; OLIVEIRA, D. V. de; SILVA, J. V. Os refúgios da biodiversidade no Seridó Potiguar - Brasil, frente a instalação de parques eólicos. **Revista GeoInterações**, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 1–21, 2024. Disponível em: <https://periodicos.apps.uern.br/index.php/RGI/article/view/5587>. Acesso em: 17 abr. 2025.

PEREIRA NETO, M. C.; QUEIROZ, L. S.; ARAÚJO, J. P. R. de. Análise do uso, cobertura do solo e os aspectos de degradação na Sub-bacia do Piató (Assú/RN). **Revista GeoInterações**, [S. l.], v. 5, n. 2, p. 20–30, 2021. Disponível em: <https://periodicos.apps.uern.br/index.php/RGI/article/view/3768>. Acesso em: 2 maio 2025.

PINHEIRO, J. U.; BRISTOT, G.; LUCENA, L. R. F. de. Clima do estado do Rio Grande do Norte. In: PFALTZGRAFF, P. A. dos S.; TORRES, F. S. de M. (org.). **Geodiversidade do estado do Rio Grande do Norte**. Recife: CPRM, 2010. p. 93–98. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/16773>. Acesso em: 29 abr. 2025.

RIO GRANDE DO NORTE. Secretaria de Estado do Planejamento e das Finanças – SEPLAN. **Projeto Ecológico-Econômico da bacia hidrográfica do Piranhas-Açu/RN**. Jardim Paulistano, SP: Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos – COBRAPE, 2018. Disponível em: <https://www.governocidadao.rn.gov.br/smiv3/site/conteudos/midias/6a67b74d4d97da1075498192c5f4b7d7.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2021.

SANTOS, J. M. R. D. dos. **Abastecimento hídrico:** um estudo sobre condições e perspectivas em três comunidades rurais localizadas no município de São Rafael/RN. 2024. 65 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Angicos, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/items/a59192f5-8c31-494e-b17b-058abd55496c>. Acesso em: 16 abr. 2025.

SANTOS, H. G. dos *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. Disponível em:
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1094003>. Acesso em: 19 mar. 2025.

SCULLION, J. J.; VOGT, K. A.; SIENKIEWICZ, A.; GMUR, S. J.; TRUJILLO, C. Assessing the influence of land-cover change and conflicting land-use authorizations on ecosystem conversion on the forest frontier of Madre de Dios, Peru. **Biological Conservation**, [S. l.], v. 171, p. 247–258, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2014.01.036>. Acesso em: 20 maio 2024.

SILVA FILHO, R. I. da. Aspectos fisiográficos do Vale do Açu (RN). **Revista GeoInterações**, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 2–28, 2020. Disponível em:
<https://periodicos.apps.uern.br/index.php/RGI/article/view/2179>. Acesso em: 15 abr. 2025.

SILVA NETO, J. O.; SOUSA, L. F.; SIQUEIRA, L. E. L.; OLIVEIRA, V. P. V. de. Análise da evolução do uso e cobertura do solo do município de Tauá-CE nos anos de 1991 a 2021, a partir de dados do MAPBIOMAS. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, v. 2, n. 46, p. 132–151, 2024. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/10487>. Acesso em: 26 jul. 2024.

SPALA, M. R. Diagnóstico da antropização da cobertura da terra no estado do Espírito Santo – Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 20., 2023, Florianópolis. **Anais [...]**. São José dos Campos: INPE, 2023. p. 57–60. Disponível em:
<https://proceedings.science/p/164088?lang=pt-br>. Acesso em: 1 maio 2025.

TAVARES, D. K. C.; PEIXÔTO, M. C. de S.; PEREIRA NETO, M. C. Degradação e impactos ambientais causados pelas indústrias de cerâmica vermelha da cidade de Itajá/RN. In: SEABRA, G. (org.). **Terra: mudanças climáticas e biodiversidade – volume 1**. Ituiutaba: Barlavento, 2019. p. 877–887. Disponível em: <http://www.aconferenciadaterra.com.br/>. Acesso em: 13 maio 2022.

Artigo submetido em: 30/12/2024

Artigo aceito em: 04/04/2025

Artigo publicado em: 20/07/2025



*Este é um artigo publicado com acesso aberto sob Licença Creative Commons
Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0)*