



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS E FLORESTAIS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Alex Jesuíno Dantas

Histórico espaço-temporal socioambiental do município de Carnaubais, RN.

MOSSORÓ

2024

Alex Jesuíno Dantas

Histórico espaço-temporal socioambiental do município de Carnaubais, RN.

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Marco Antonio Diodato, Prof. Dr.

MOSSORÓ

2024

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

D192h Dantas, Alex Jesuino. Histórico espaço-temporal socioambiental do município de Carnaubais, RN. / Alex Jesuino Dantas. - 2024.
54 f. : il.

Orientador: Marco Antonio Diodato.
Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Florestal, 2024.

1. Carnaubais. 2. microrregião do Vale do Açu.
3. uso e cobertura da terra. I. Diodato, Marco Antonio, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade com AACR2 e os dados fornecidos pelo autor(a).

Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência

Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva

CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

Alex Jesuíno Dantas

Histórico espaço-temporal socioambiental do município de Carnaubais, RN.

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Defendida em: 14 / 10 / 2024.

BANCA EXAMINADORA

Marco Antonio Diodato, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente

Vinicius Gomes de Castro, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

Carlos José da Silva, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho em memória da minha querida tia, Francisca Candido Rodrigues Correia. Para todo seu amor dado a mim, te retribuirei com todas as minhas presentes e futuras conquistas.

AGRADECIMENTOS

Sou profundamente grato às pessoas que encontrei ao longo deste trajeto da minha vida, assim como àquelas que, por algum motivo, ficaram pelo caminho. Em especial, agradeço à minha tia, Francisca Candido Rodrigues Correia (Sinhá), por ter sido minha segunda mãe adotiva. Sua presença me acolheu e trouxe conforto em momentos de incerteza, me ensinando a ser uma pessoa mais amorosa.

Ao meu pai, Francisco Antônio, que sempre será a minha maior inspiração de pessoa justa e de grande caráter. Suas lições têm melhorado o meu amadurecimento, me tornando mais paciente e razoável.

Agradeço aos colegas e professores da graduação em Engenharia Florestal. Em particular, ao professor Carlos José da Silva por participar da banca avaliadora.

Às professoras Gabriela Salami e Poliana Coqueiro Dias Araujo que me presentearam durante o curso com palavras de incentivo e confiança no meu potencial.

Ao professor Vinicius Gomes de Castro, por proporcionar oportunidades de me entusiasmar com seu conhecimento, conselhos, visão analítica e crítica. Por se tornar uma das fontes de minha admiração, foi o maior responsável por renovar minha motivação, me fazendo acreditar que eu poderia seguir firme nesta jornada até o fim.

Ao meu orientador Marco Antonio Diodato, minha gratidão por sua imensa dedicação, atenção e paciência, me apresentando uma área tão envolvente e apaixonante, que desperta em mim o desejo de continuar aprendendo cada vez mais.

Agradeço à minha amada companheira, Francisca Rayane Matos Teixeira, por sempre estar ao meu lado, me confortando, encorajando e trazendo alegria aos meus dias. Obrigado por ser a responsável por me ajudar a encontrar a resposta para a pergunta mais importante da minha vida.

Por fim, mas com maior importância, agradeço a Deus, por tudo que foi mencionado anteriormente, por ser o grande engenheiro da vida que elaborou esse projeto perfeito no meu trajeto.

EPÍGRAFE

“São as perguntas que não sabemos responder que mais nos ensinam. Elas nos ensinam a pensar. Se você dá uma resposta a um homem, tudo o que ele ganha é um fato qualquer. Mas, se você lhe der uma pergunta, ele procurará suas próprias respostas.”

Patrick Rothfuss

RESUMO

O estudo analisa a dinâmica de uso e cobertura da terra no município de Carnaubais, RN, entre 1985 e 2022, considerando o contexto da microrregião do Vale do Açu. A região passou por transformações significativas após a construção da barragem Armando Ribeiro Gonçalves em 1983 e a chegada de grandes empresas do agronegócio, como a Del Monte Fresh Produce, na década de 1990. Assim, o trabalho visa analisar as mudanças espaciais e temporais no uso e cobertura da terra no município de Carnaubais, RN, assim como identificar padrões e tendências que possam estar vinculados ao contexto da microrregião do Vale do Açu. A pesquisa utiliza uma abordagem de análise ambiental sistêmica para identificar as relações de causa e efeito entre os processos de uso e cobertura da terra. Os dados de uso e cobertura da terra, referentes aos anos de 1985, 2002 e 2022, foram obtidos da plataforma MapBiomas. O software QGIS 3.6 foi utilizado para o processamento dos dados, incluindo o recorte das áreas de interesse e a adaptação da legenda de classes. O plugin SCP, dentro do QGIS, foi utilizado para a extração de dados e o cruzamento temporal dos mapas temáticos. Os resultados mostraram que a agricultura se consolidou como a principal atividade em Carnaubais, expandindo-se significativamente, principalmente às custas das áreas de pastagem e mosaico de usos. A disponibilidade de água para irrigação da barragem Armando Ribeiro Gonçalves e a fertilidade dos solos da região favoreceram essa expansão. No baixo curso do rio Piranhas-Açu, a agricultura também se tornou predominante, impactando diretamente Carnaubais. A modernização da agricultura, impulsionada por políticas públicas e investimentos de grandes empresas, resultou na concentração fundiária e na marginalização da agricultura familiar. A priorização da água para irrigação e indústria limitou o acesso de comunidades rurais e afetou os ecossistemas. A empresa Del Monte Fresh Produce, por exemplo, adquiriu grandes extensões de terra, limitando o acesso dos pequenos produtores aos recursos naturais. Apesar da modernização, a agricultura familiar se mantém presente em Carnaubais, com destaque para os assentamentos rurais. No entanto, a minifundização e o baixo acesso à tecnologia representam desafios para esse setor. A comparação entre áreas a jusante e a montante da barragem revela diferentes padrões de uso da terra. A jusante, a agricultura irrigada e a aquicultura predominam, enquanto a montante, a pecuária extensiva e a agricultura de subsistência são mais comuns, com maior preservação das formações vegetais. Conclui-se que a dinâmica de uso e cobertura da terra em Carnaubais é marcada pela intensificação da agricultura, impulsionada pela barragem Armando Ribeiro Gonçalves e pela chegada de grandes empresas do agronegócio. Essa modernização, embora tenha trazido crescimento econômico, aprofundou a desigualdade social e gerou impactos socioambientais. A busca por um modelo de desenvolvimento mais justo e sustentável, que concilie o crescimento econômico com a justiça social e a preservação ambiental, é crucial para o futuro da região.

Palavras-chave: Carnaubais; microrregião do Vale do Açu; uso e cobertura da terra.

ABSTRACT

The study analyzes land use and cover dynamics in the municipality of Carnaubais, RN, between 1985 and 2022, considering the broader context of the Vale do Açu microregion. The area underwent significant transformations following the construction of the Armando Ribeiro Gonçalves Dam in 1983 and the arrival of large agribusiness corporations, such as Del Monte Fresh Produce, in the 1990s. This work aims to examine the spatial and temporal changes in land use and cover in the municipality of Carnaubais, RN, as well as to identify patterns and trends potentially linked to the Vale do Açu microregion. The research adopts a systemic environmental analysis approach to identify cause-and-effect relationships between land use and cover processes. Land use and cover data for the years 1985, 2002, and 2022 were obtained from the MapBiomias platform. QGIS 3.6 software was used for data processing, including clipping areas of interest and adapting the class legend. The SCP plugin within QGIS was employed for data extraction and temporal cross-referencing of thematic maps. The results showed that agriculture has consolidated as the primary activity in Carnaubais, expanding significantly, primarily at the expense of pastureland and land-use mosaics. The availability of water for irrigation from the Armando Ribeiro Gonçalves Dam and the region's soil fertility have supported this expansion. In the lower course of the Piranhas-Açu River, agriculture has also become predominant, directly impacting Carnaubais. The modernization of agriculture, driven by public policies and investments from large companies, has led to land concentration and the marginalization of smallholder farming. The prioritization of water for irrigation and industry has restricted access for rural communities and affected local ecosystems. For example, the Del Monte Fresh Produce company acquired large tracts of land, limiting small producers' access to natural resources. Despite modernization, family farming remains present in Carnaubais, especially in rural settlements. However, land fragmentation and limited access to technology pose challenges for this sector. The comparison between areas downstream and upstream of the dam reveals different land-use patterns. Downstream, irrigated agriculture and aquaculture dominate, while upstream, extensive livestock farming and subsistence agriculture are more common, with greater preservation of natural vegetation. It is concluded that land use and cover dynamics in Carnaubais are marked by the intensification of agriculture, driven by the Armando Ribeiro Gonçalves Dam and the arrival of large agribusiness companies. Although this modernization has brought economic growth, it has exacerbated social inequality and generated socio-environmental impacts. Pursuing a more just and sustainable development model that reconciles economic growth with social justice and environmental preservation is crucial for the region's future.

Keywords: Carnaubais; Vale do Açu microregion; land use and cover.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Localização da área de estudo: município de Carnaubais, baixo curso do rio Piranhas-Açu e microrregião do Vale do Açu. Rio Grande do Norte.	21
Figura 2 – Evolução do uso e cobertura da terra do município de Carnaubais (RN), dos anos de 1985, 2003 e 2022.....	25
Figura 3 – Percentual das classes de uso e cobertura da terra do município de Carnaubais (RN), no período de 1985 a 2022.	26
Figura 4 – Interação entre as classes, em porcentagem, do cruzamento do uso e cobertura da terra do município de Carnaubais (RN), entre os anos de 1985 e 2003.	29
Figura 5 – Interação entre as classes, em porcentagem, do cruzamento do uso e cobertura da terra do município de Carnaubais (RN), entre os anos de 2003 e 2022.	29
Figura 6 – Progressão e regressão, em hectares, das classes de uso e cobertura da terra do município de Carnaubais (RN), entre os anos de 1985 à 2022.....	31
Figura 7 – Série histórica do uso e cobertura da terra do município de Carnaubais (RN), entre os anos de 1985 à 2023.....	31
Figura 8 – Evolução do uso e cobertura da terra do baixo curso do rio Piranhas-Açu, nos anos de 1985, 2003 e 2022.....	33
Figura 9 – Percentual das classes de uso e cobertura da terra do baixo curso do rio Piranhas-Açu no período de 1985 a 2022.....	35
Figura 10 – Interação entre as classes, em porcentagem, do cruzamento do uso e cobertura da terra do baixo curso do rio Piranhas-Açu, entre os anos de 1985 e 2003.....	37
Figura 11 – Interação entre as classes, em porcentagem, cruzamento do uso e cobertura da terra do baixo curso do rio Piranhas-Açu, entre os anos de 2003 e 2022.	38
Figura 12 – Progressão e regressão, em hectares, das classes de uso e cobertura da terra do baixo curso do rio Piranhas-Açu, no período de 1985 e 2022.....	39
Figura 13 – Altitude da microrregião do Vale do Açu (RN).....	42
Figura 14 – Série histórica do uso e cobertura da terra, em hectares, dos municípios do Vale do Açu, no período dos anos de 1985 e 2023.....	43
Figura 15 – Mapa de transição do uso e cobertura da terra do Vale do Açu, entre os anos de 1985 e 2022.	44
Figura 16 – Série histórica do uso e cobertura da terra dos municípios localizados a jusante da barragem Armando Ribeiro, no período dos anos 1985 e 2023.	47

Figura 17 – Série histórica do uso e cobertura da terra dos municípios localizados a montante da barragem Armando Ribeiro, entre os anos de 1985 e 2023.....	48
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela de cruzamento temporal das classes de uso e cobertura da terra, entre dois anos.....	24
Tabela 2 – Uso e cobertura da terra do município de Carnaubais (RN), em hectares e percentual, dos anos de 1985, 2003 e 2022, e diferença entre os anos de 1985 e 2022.....	27
Tabela 3 – Cruzamento uso e cobertura, em hectares, entre os anos 1985 (linha) e 2003 (coluna).....	27
Tabela 4 – Cruzamento uso e cobertura, em hectares, entre os anos 2003 (linha) e 2022 (coluna).....	28
Tabela 5 – Progressão e regressão, em hectares, das classes de uso e cobertura da terra do município de Carnaubais (RN), entre os anos de 1985 à 2022.....	30
Tabela 6 – Uso e cobertura da terra do baixo curso do rio Piranhas-Açu (RN), em hectares e percentual, dos anos de 1985, 2003 e 2022, e diferença entre os anos de 1985 e 2022.	35
Tabela 7 – Cruzamento uso e cobertura, em hectares, do baixo curso do rio Piranhas-Açu, entre os anos 1985 (linha) e 2003 (coluna).....	36
Tabela 8 – Cruzamento uso e cobertura, em hectares, do baixo curso do rio Piranhas-Açu, entre os anos 2003 (linha) e 2022 (coluna).....	36
Tabela 9 – Progressão e regressão, em hectares, das classes de uso e cobertura da terra do baixo curso do rio Piranhas-Açu, no período de 1985 e 2022.....	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNB Banco do Nordeste

DNOCS Departamento Nacional de Obras Contra as Secas

FMI Fundo Monetário Internacional

GEE Gases de Efeito Estufa

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INCRA Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

LANDSAT Satélite de observação da Terra

NASA Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço (*National Aeronautics and Space Administration*)

NIR Faixa do espectro eletromagnético: Infravermelho Próximo

OLI *Operational Land Imager*IS, de Sistema formação Geográfica, livre e com código-fonte aberto

SEEG Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa

SIG Sistemas de Informação Geográfica

SR Sensoriamento Remoto

SUDENE Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste

SWIR Faixa do espectro eletromagnético: Infravermelho de Ondas Curtas

TIRS Sensor Térmico de Infravermelho

USGS Serviço Geológico dos Estados Unidos (*United States Geological Survey*)

VANT Veículos Aéreos Não Tripulados

VNIR Faixa do espectro eletromagnético: Visível e Infravermelho Próximo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 GEOTECNOLOGIAS APLICADAS AO MONITORAMENTO DO USO E COBERTURA DA TERRA.....	16
2.1 Sensoriamento remoto.....	16
2.2 Geoprocessamento e Sistema de Informação Geográfica.	17
2.3 Satélite LANDSAT	18
2.4 Classificação de imagens.	18
2.5 Uso e cobertura da terra.	19
2.6 Plataforma MapBiomas.....	20
3 ÁREA DE ESTUDO E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	21
3.1 Área de estudo.....	21
3.2 Roteiro de trabalho	22
3.3 Método de trabalho.....	23
4 DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DO USO E COBERTURA DA TERRA EM CARNAUBAIS, RN: PADRÕES E TENDÊNCIAS NO CONTEXTO DA MICRORREGIÃO DO VALE DO AÇU. 25	
4.1 Evolução do uso e cobertura da terra de Carnaubais, período 1985 a 2022.....	25
4.2 Evolução do uso e cobertura da terra do baixo curso do rio Piranhas-Açu, período 1985 a 2022.	33
4.3 Município de Carnaubais no contexto da microrregião do Vale do Açu.	41
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

1 INTRODUÇÃO

O uso e cobertura da terra se desenvolve por meio das conexões feitas entre as atividades conduzidas pelo homem e a apropriação de um determinado espaço, com finalidade de se obter produtos e bens através da utilização de recursos naturais (IBGE, 2013). À vista disso, a análise do uso e cobertura da terra é uma ferramenta essencial para a avaliação dos comportamentos socioeconômicos e ambientais de uma região.

No município de Carnaubais, localizado no Vale do Açu, estado do Rio Grande do Norte, essa análise é especialmente relevante devido às dinâmicas de uso e cobertura da terra por atividades antrópicas causadoras de impactos socioambientais observados dentro da microrregião em que está inserido (Alves; Aquino; Silva Filho, 2018). Dessa maneira, ocorrem transformações temporais que podem estar associadas, tanto às atividades humanas locais, quanto às políticas públicas implementadas na região. Com isso, o uso e cobertura da terra reflete uma complexa relação entre desenvolvimento econômico e preservação ambiental.

Segundo Albano e Sá (2008), o Vale do Açu, que abrange diversos municípios, incluindo Carnaubais, é uma região que tem sido impactada por diversas políticas públicas de desenvolvimento econômico ao longo dos anos.

Este trabalho se justifica pela importância de compreender as transformações no espaço-tempo do município de Carnaubais, dentro de contexto maior da microrregião do Vale do Açu. Pois, apesar de haver significativos progressos regionais contribuídos pelas políticas públicas de desenvolvimento econômico, em contrapartida, também resultam na degradação da vegetação da Caatinga pelas atividades antrópicas. Cabe assim, a este estudo, identificar e avaliar as relações entre o desenvolvimento econômico e a conservação ambiental. Pretende-se fornecer uma base de informação para futuras ações de planejamento territorial mais sustentável em Carnaubais e no Vale do Açu.

Este estudo tem como objetivo analisar as mudanças espaciais e temporais no uso e cobertura da terra no município de Carnaubais, RN, além de identificar padrões e tendências que possam estar vinculados ao contexto da microrregião do Vale do Açu.

2 GEOTECNOLOGIAS APLICADAS AO MONITORAMENTO DO USO E COBERTURA DA TERRA.

2.1 Sensoriamento remoto.

O Sensoriamento Remoto (SR) é um termo designado para as tecnologias de instrumentos capazes de coletar remotamente imagens da superfície terrestre em escala global. Dessa forma, o SR é uma área da ciência que se dedica ao desenvolvimento de técnicas utilizando a detecção e a medição quantitativa das respostas geradas pelas interações entre os materiais terrestres e a radiação eletromagnética (Meneses; Almeida, 2012).

Assim, essa interação é obtida por meio da capacidade que os sensores, instalados a bordo de plataformas orbitais ou aerotransportadas, têm em capturar essa energia refletida dos objetos, e transformá-la em dados que possam ser armazenados e processados em informações apresentáveis (Gomes; Cubas, 2021). Portanto, o SR parte do princípio de que cada objeto na superfície terrestre possui uma assinatura única de reflexão e emissão de comprimentos de ondas de energia eletromagnética (Florenzano, 2019).

Os sistemas de sensoriamento remoto podem ser classificados em passivos, que registram a radiação refletida ou emitida da superfície, e ativos, que possuem sua própria fonte de iluminação, permitindo a captura de imagens tanto de dia quanto à noite. Além disso, os sistemas podem ser diferenciados pela plataforma de observação, sendo tipicamente orbitais ou aerotransportados, embora existam outras opções, como balões e Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) (Blaschke; Kux, 2007).

O SR, especialmente o orbital, destaca-se pela possibilidade de coletar informações de grandes áreas em um curto período, com resultados replicáveis e de baixo custo. Sendo assim, ele é essencial para obter dados espaciais confiáveis e parâmetros ecológicos, fundamentais para a proteção ambiental e o planejamento de recursos terrestres, isto é, por meio de sua utilização para o monitoramento da atmosférico, superfície de terra, oceanos e a criosfera terrestre (Lorenzetti, 2015; Blaschke; Kux, 2007).

Umas das desvantagens das plataformas orbitais, como os satélites, segundo Florenzano (2019), é a interferência atmosférica na captação de energia emitida pela superfície terrestre. Quanto maior a distância do sensor, maior a interferência, e a presença de nuvens pode bloquear a energia refletida, comprometendo a qualidade dos dados coletados.

2.2 Geoprocessamento e Sistema de Informação Geográfica.

Para Câmara, Davis e Monteiro (2001), o termo Geoprocessamento denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de cartografia, análise de recursos naturais, transportes, comunicações, energia e planejamento urbano e regional. As ferramentas computacionais para Geoprocessamento, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados. Tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos.

Os SIGs podem ser entendidos como a mais completa das técnicas de geoprocessamento, uma vez que podem englobar todas as demais. Não raro, se verifica a utilização errônea dos dois termos – geoprocessamento e SIG – como se fossem sinônimos; na verdade, pode-se afirmar que todos os SIGs são técnicas de geoprocessamento, mas nem sempre a recíproca se aplica (Najar; Marques, 1998).

Segundo Bossler (2016), os SIGs são programas de computador destinados a trabalhar matematicamente as informações geográficas e alfanuméricas para gerar informações baseadas em algoritmos pré-definidos.

De forma mais detalhada, o termo Sistemas de Informação Geográfica (SIG) é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e recuperam informações não apenas com base em suas características alfanuméricas, mas também por meio de sua localização espacial; oferecem ao administrador uma visão inédita de seu ambiente de trabalho, em que todas as informações disponíveis sobre um determinado assunto estão ao seu alcance, interrelacionadas com base no que lhes é fundamentalmente comum - a localização geográfica. Para que isto seja possível, a geometria e os atributos dos dados num SIG devem estar georreferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica (Câmara; Davis; Monteiro, 2001).

Assim, pergunta-se: o que distingue e caracteriza os SIGs? Segundo Najar e Marques (1998), esta pergunta deve ser respondida à luz do fato de que as informações são de natureza geográfica e que na ciência geográfica, em seus fundamentos, deve-se buscar o sentido dos SIGs como uma poderosa ferramenta da análise, em que a preocupação é, não só a apresentação, mas também a manipulação dos dados espaciais.

2.3 Satélite LANDSAT

A era do sensoriamento remoto moderno iniciou-se em 1972 com o lançamento do primeiro satélite exclusivo para estudos de recursos terrestres pelos Estados Unidos, o ERTS-1, posteriormente chamado Landsat 1. Orbitando a 919 km de altura, seu sensor multiespectral permitia capturar simultaneamente imagens em quatro bandas espectrais - uma verde, uma vermelha e duas bandas infravermelhas (NASA, 2024).

Desde então, o Programa Landsat da NASA/USGS oferece o mais extenso registro contínuo de imagens espaciais da Terra. Esses dados são fundamentais para fornecerem informações essenciais para tomada de decisões planejadas sobre recursos da Terra (NASA, 2024). Além disso, as informações agora são coletadas por diversos satélites de observação da Terra, formando um registro comum e confiável das mudanças ambientais globais.

A versão Landsat 8 OLI fornece informações vitais para as observações terrestres, com dois novos instrumentos. O satélite transporta o *Operational Land Imager* (OLI) e os instrumentos do Sensor Térmico de Infravermelho (TIRS). O OLI mede as porções infravermelhas visíveis, infravermelhas próximas e de ondas curtas (VNIR, NIR e SWIR) do espectro. O TIRS mede a temperatura da superfície terrestre em duas bandas térmicas com uma nova tecnologia que aplica a física quântica para detectar o calor. As imagens do Landsat 8 têm resoluções espaciais de 15 metros nas pancromáticas e de 30 metros nas multiespectrais, ao longo de uma faixa de 185 km (USGS, 2024a).

Em setembro de 2021 foi lançado o satélite Landsat 9, cujos instrumentos a bordo são réplicas melhoradas das que atualmente coletam dados a bordo do Landsat 8, que já estão fornecendo dados que são radiométricos e geometricamente superiores aos instrumentos dos satélites Landsat da geração anterior. O satélite transporta dois instrumentos científicos, o Operational Land Imager 2 (OLI-2) e o Thermal Infrared Sensor 2 (TIRS-2) (USGS, 2024b). No entanto, o acervo de imagens do Landsat 8 supera o do Landsat 9.

2.4 Classificação de imagens.

As técnicas de geoprocessamento e de análises geográficas são comumente vinculadas com processos de classificação de imagens. Esse processo de classificação se dá pela identificação de determinados elementos nas imagens, sendo feito uma associação de cada um de seus elementos *pixels* a uma determinada classe predefinida (Fitz, 2008).

No mapeamento por processamento digital, algoritmos computacionais são utilizados na identificação automática dos alvos baseados em classificadores *pixel a pixel* ou por regiões. A classificação *pixel a pixel* pode ser executada de modo não-supervisionado ou supervisionado (Furtado; Francisco; Almeida, 2013).

Conforme Florenzano (2019), essas técnicas buscam o reconhecimento automático de objetos com base em critérios de decisão, agrupando-os em classes conforme a similaridade nas suas respostas espectrais.

Desta forma, os classificadores por *pixel* utilizam a informação espectral de cada *pixel* isolado para rotulá-los individualmente com base nas bandas espectrais com as classes preestabelecidas (Araújo, 2017). Já na classificação por região (orientada a objeto) o elemento de classificação deixa de ser o *pixel*, e passa a ser um conglomerado de *pixels*, os quais apresentam homogeneidade em suas propriedades espectrais (Branco et al., 2018).

Portanto, o resultado desse processo de classificação digital de imagens é um mapa temático, pelo qual cada *pixel* ou grupo de *pixels* da imagem foram classificados em uma das várias classes (ou temas) definidas (Florenzano, 2019). Desta maneira, o processo tem como finalidade transformar o mapeamento mais quantitativo, objetivo, rápido e com possibilidade de repetição em situações subsequentes.

2.5 Uso e cobertura da terra.

Os termos uso da terra e cobertura da terra não são sinônimos e a literatura chama a atenção para suas diferenças para que sejam usados adequadamente em estudos de mudanças no uso e cobertura da terra. O termo cobertura da terra originalmente se referia ao tipo de vegetação que cobria a superfície terrestre, mas posteriormente foi ampliado para incluir estruturas humanas, como edifícios ou pavimentos, e outros aspectos do ambiente físico, como solos, biodiversidade e superfícies e águas subterrâneas. O uso da terra diz respeito à função ou propósito para o qual a terra é usada pela população humana local e pode ser definida como as atividades humanas que estão diretamente relacionadas à terra, fazendo uso de seus recursos ou tendo um impacto sobre eles (Briassoulis, 2020).

A identificação da distribuição geográfica dos tipos de uso do solo é indicada a partir do levantamento da cobertura e uso da terra por meio de interpretações, análises e registros de padrões homogêneos observados na paisagem. Além disso, dados de sensoriamento remoto, como imagens aéreas ou de satélites, podem ser usados para correlacionar e gerar produtos de mapeamento sobre o tema. Sendo assim, torna-se necessário a classificação das imagens de SR

conforme as características analisadas e interpretadas das atividades e localização do terreno (IBGE, 2013).

Práticas de gestão da cobertura e de uso da terra têm um grande impacto sobre os ecossistemas e os recursos naturais. A análise de cenários futuros é essencial para orientar o planejamento socioeconômico e a conservação, integrando abordagens globais e locais com metodologias interdisciplinares (Gomes et al., 2020).

Alguns estudos conduzidos no Brasil vêm destacando os impactos causados pelas mudanças do uso e cobertura da terra. Por exemplo, as mudanças do uso e cobertura da terra representam uma parcela importante nacional das emissões de CO₂, sendo a conversão para agricultura uma forte pressão sobre as áreas de vegetação nativa (Quintão, et al., 2021). Alguns trabalhos demonstram que a diminuição da cobertura florestal e o aumento da agropecuária elevam a temperatura da superfície terrestre e reduz a evapotranspiração, afetando a disponibilidade hídrica (Marcelino; Ugeda Junior; Mengue, 2024; Martins; Galvani, 2020). Conforme indicativos da pesquisa do Góes et al. (2021), usos do solo com monocultivos e baixa adição de biomassa vegetal são desfavoráveis à preservação da biodiversidade do solo. Além disso, práticas conservacionistas e reflorestamento foram registradas como fatores que ajudam a reduzir a erosão do solo (Lense et al., 2021).

No estudo de Lago, Souza e Pisani (2021), foi observado que a falta de planejamento do uso e cobertura da terra geraram conflitos nas áreas de preservação permanente, resultando em desmatamento de mata nativa, descarte irregular de lixo e lançamento de esgoto no rio.

2.6 Plataforma MapBiomias

De acordo com MapBiomias (2024), a plataforma foi idealizada em 2015, durante um seminário realizado em São Paulo, promovido pelo Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG). Esta iniciativa busca gerar estimativas anuais das emissões de gases de efeito estufa (GEE) no Brasil. Segundo a página oficial, o projeto surgiu com finalidade de superar o desafio de mapear anualmente o uso e cobertura do solo no Brasil de forma eficiente, atualizada e com baixo custo, recuperando o histórico das últimas décadas. Para atingir essa meta, foi necessária a contribuição de especialistas em cada bioma e o uso de supercomputadores com alto nível de automatização. O processo foi viabilizado por meio de uma cooperação técnica com a empresa *Google*, que forneceu a plataforma *Google Earth Engine*, permitindo o processamento das informações via computação em nuvem (MapBiomias, 2024).

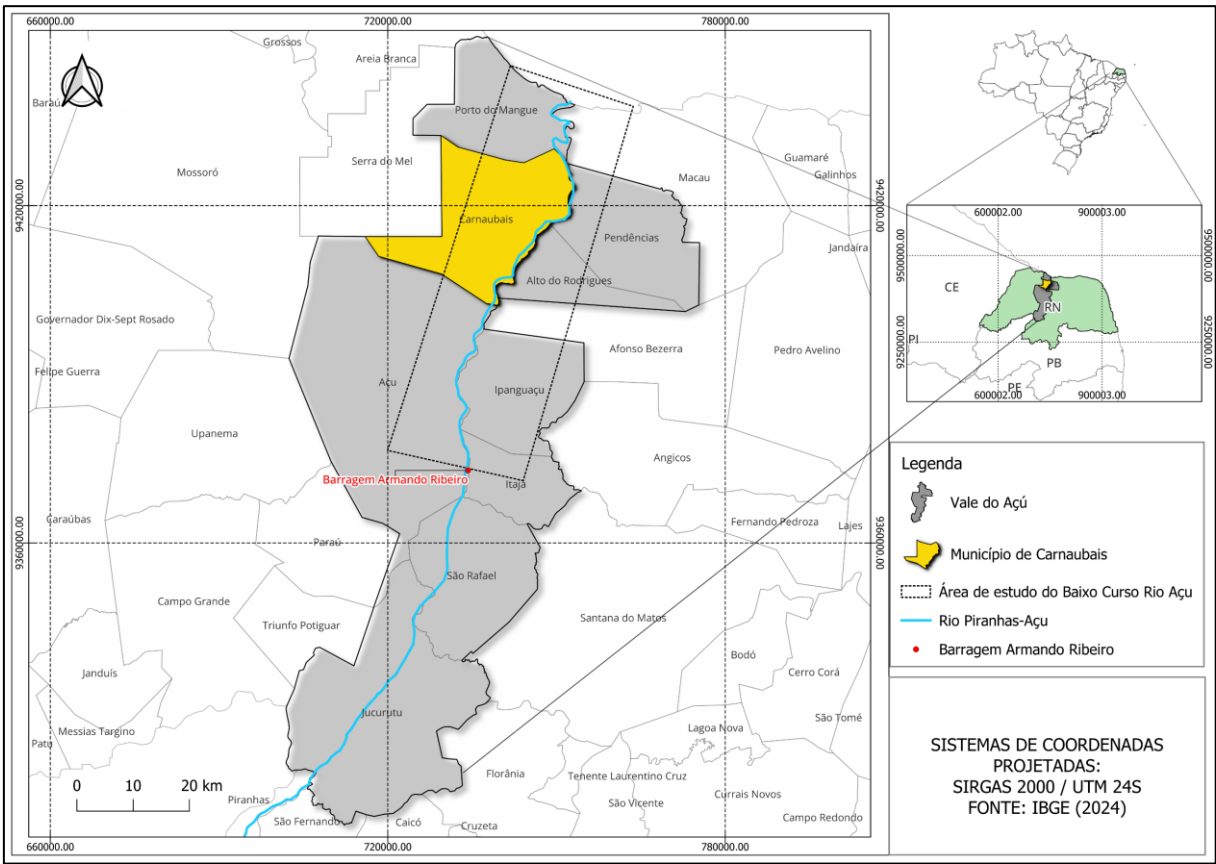
Os dados da plataforma são gerados por um sistema baseado em aprendizagem de máquina (*machine learning*), que realiza uma classificação automática de uso e cobertura da terra em imagens das missões Landsat. Para essa classificação são utilizadas diferentes bandas espectrais, que resultam no agrupamento de *pixels* semelhantes (MapBiomass, 2024).

3 ÁREA DE ESTUDO E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Área de estudo

A área objeto deste estudo compreende o município de Carnaubais, o baixo curso do rio Piranhas-Açu e a microrregião do Vale do Açu, localizados no estado do Rio Grande do Norte (Figura 1). A microrregião do Vale do Açu está localizada no interior da mesorregião do Oeste Potiguar, sendo composta por nove cidades: Carnaubais, Alto do Rodrigues, Pendências, Ipanguaçu, Assú, Itajá, São Rafael, Jucurutu e Porto do Mangue (IBGE, 1990).

Figura 1- Localização da área de estudo: município de Carnaubais, baixo curso do rio Piranhas-Açu e microrregião do Vale do Açu. Rio Grande do Norte.



Fonte: Autoria Própria.

O município de Carnaubais é limitado pelos municípios de Assu, Alto do Rodrigues, Pendencias, Porto do Mangue e Serra do Mel. Carnaubais fica a aproximadamente 203 km de Natal, capital do estado. Apresenta uma altitude de 34m s.n.m. e as seguintes coordenadas geográficas: 5° 20' 54" S de latitude e 36° 50' 04" O de longitude (IDEMA, 2008).

3.2 Roteiro de trabalho

Os sistemas e técnicas de sensoriamento remoto, tanto de plataformas ópticas orbitais quanto aéreas, possibilitam a caracterização e o monitoramento da evolução ambiental de uma região desde os estágios iniciais, permitindo o acompanhamento contínuo dos impactos antrópicos por meio de análises multitemporais (Grigio, 2003). Explorando essas características dos sistemas e técnicas de sensoriamento remoto e, em conjunto com os procedimentos metodológicos usados para atender ao objetivo deste trabalho, foi elaborado um roteiro de seis etapas, que serviu de orientação na execução das atividades, a saber:

- 1) **Levantamento bibliográfico** – compreendeu o levantamento preliminar do material e dados da plataforma MapBiomas e dados secundários, extraídos de órgãos públicos, como IBGE e IDEMA;
- 2) **Pré-processamento dos dados em ambiente SIG** – abrangeu o processamento digital dos arquivos *raster* oriundos do MapBiomas, tais como o recorte do *raster* para a área de estudo e adaptação da legenda de classes;
- 3) **Mapas temáticos** – no intuito de preparar o material para a próxima etapa, foram elaborados os mapas temáticos de uso e cobertura da terra de cada ano considerado;
- 4) **Processamento e análise dos dados em ambiente SIG** – nessa etapa realizaram-se os cruzamentos temporais dos mapas temáticos;
- 5) **Tabulação dos dados** – compreendeu a elaboração de tabelas com base nos resultados dos cruzamentos temporais dos mapas temáticos, para fins de melhor compreensão deles; e
- 6) **Resultados** – compreende a geração e interpretação final dos mapas e tabelas do cruzamento realizado nas etapas anteriores.

3.3 Método de trabalho

A metodologia que norteou o desenvolvimento da pesquisa baseia-se na análise ambiental sistêmica, buscando identificar as relações de causa e efeito resultantes das interações entre os processos de uso e cobertura da terra envolvidos na produção do espaço municipal de Carnaubais, RN, dentro do contexto da microrregião do Vale do Açu.

Os dados brutos, consistindo em imagens *raster* e estatísticas de uso e cobertura da terra, referentes aos anos de 1985, 2002 e 2022 para o estado do Rio Grande do Norte, foram obtidos diretamente da plataforma MapBiomas. Em seguida, essas imagens *raster* foram processadas utilizando o software QGIS 3.6, permitindo o recorte das áreas de interesse, incluindo os limites do município de Carnaubais, o baixo curso do rio Piranhas-Açu e a microrregião do Vale do Açu. A utilização dos dados fornecidos pela plataforma MapBiomas facilitou as etapas de geoprocessamento, proporcionando mapas detalhados e dados históricos sobre as mudanças no uso e cobertura da terra nas áreas estudadas.

Para uma análise mais detalhada sobre o comportamento das classes de uso e cobertura da terra, ao longo da série histórica de 1985, 2002 e 2022, foi realizada a extração dos dados de cada classe referentes a esses anos, utilizando o *plugin* de um algoritmo de extração de histogramas denominado *Classification Report* presente no *plugin Semi Automatic Classification* (SCP), que é executado dentro do programa QGis (Rocha; Trindade; Volk, 2022).

Os arquivos *raster* provenientes da plataforma MapBiomas incluem a legenda das classes de uso e cobertura da terra definidas para todo o território brasileiro. No entanto, para aprimorar a interpretação e adequar as classificações às características predominantes na área de estudo, foi realizado um ajuste nas classes originais. As categorias utilizadas neste trabalho foram:

- Agricultura - refere-se à agricultura tanto de sequeiro quanto a irrigada, com destaque para a fruticultura.
- Aquicultura – destaca-se, na região, a criação de camarão em água salgada e salobra.
- Área Urbanizada – refere-se à sede do município.
- Corpo D'água – a região apresenta como maior curso de água o rio Piranhas-Açu.
- Formações vegetais – diz respeito à cobertura vegetal savânica, mata ciliar de carnaúbas (*Copernicia prunifera* (Miller) H.E. Moore), mangue e áreas de apicum.
- Mosaico de Usos – áreas de uso agropecuário, nas quais não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura.

- Pastagem – área de criação de animais bovino, caprino, equino, galináceo, ovino e suíno.
- Solo Exposto – área não vegetada.

O cruzamento dos mapas de uso e cobertura da terra dos anos de 1985, 2002 e 2022 foi realizado com o uso do plugin SCP no programa QGis 3.6. Os cruzamentos temporais de diferentes camadas (*layers*) possibilitou a elaboração de uma tabela (Tabela 1), cujas colunas representam as classes no ano de origem e as linhas as classes no ano de destino. Portanto, para produzir essa tabela foi necessário o cruzamento entre duas datas. Assim, para este estudo, foram produzidos dois cruzamentos, um entre 1985 e 2002, e o outro entre os anos 2002 e 2022. Salienta-se que essa fase da pesquisa foi baseada em Grigio (2003).

Tabela 1 - Tabela de cruzamento temporal das classes de uso e cobertura da terra, entre dois anos.

 Ano1  Ano2	Classe1	Classe2	Classe3	...	Total
Classe1					
Classe2					
Classe3					
....					
Total					

Fonte: Grigio (2003).

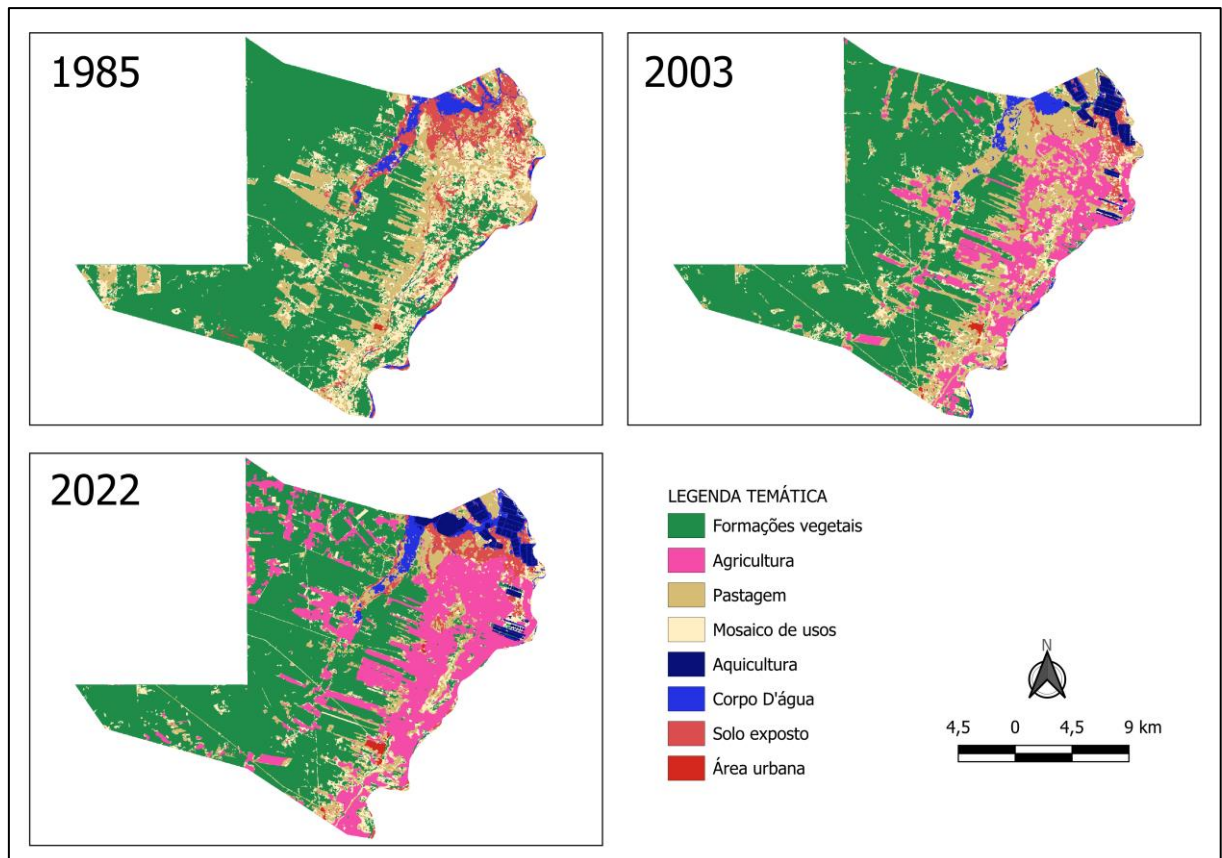
A tabela detalha as mudanças no uso e cobertura da terra entre duas datas distintas. As linhas correspondem às categorias de uso da terra em uma data específica (Ano 1), enquanto as colunas representam as categorias de uso da terra na data subsequente (Ano 2). Os dados referentes à data anterior são organizados nas linhas, enquanto os dados da data posterior aparecem nas colunas. As interseções entre linhas e colunas indicam as mudanças de uso entre Ano 1 e Ano 2, expressas em termos de área para cada classe inicial (Ano 1). Quando o valor da interseção é zero, significa que a classe correspondente não apresentou alteração para a classe do Ano 2. As áreas destacadas indicam regiões que permaneceram inalteradas quanto ao uso da terra.

4 DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DO USO E COBERTURA DA TERRA EM CARNAUBAIS, RN: PADRÕES E TENDÊNCIAS NO CONTEXTO DA MICRORREGIÃO DO VALE DO AÇU.

4.1 Evolução do uso e cobertura da terra de Carnaubais, período 1985 a 2022.

Com o uso dos dados (*raster*) do MapBiomas (2024) foi possível elaborar os mapas de uso e cobertura da terra do município de Carnaubais, do período de 1985 a 2022 (Figura 2), assim com extrair os dados numéricos correlatos para fins de cálculos estatísticos.

Figura 2 – Evolução do uso e cobertura da terra do município de Carnaubais (RN), dos anos de 1985, 2003 e 2022.



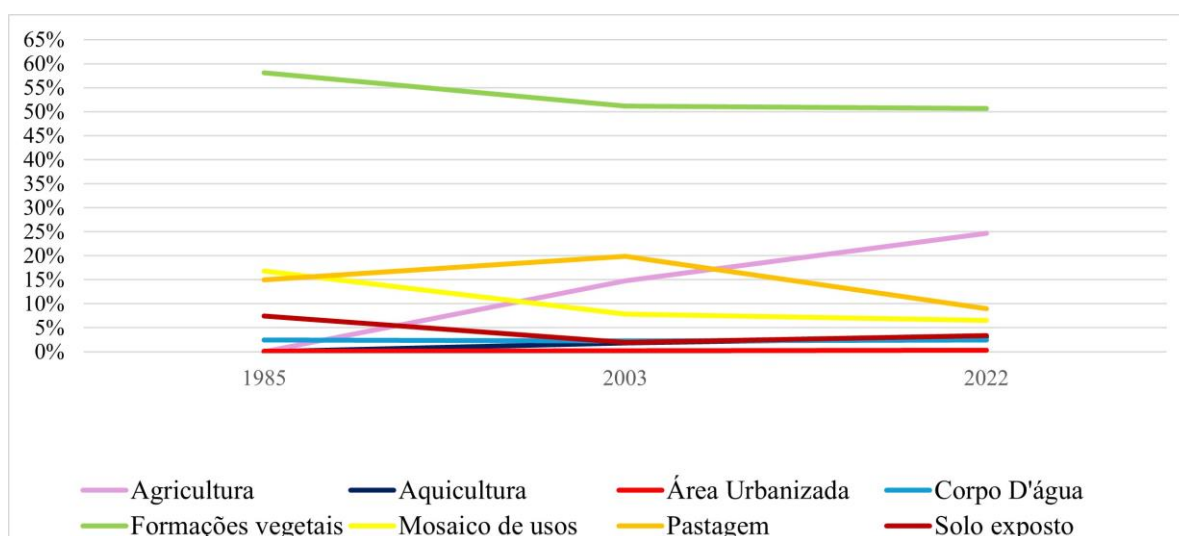
Fonte: Autoria Própria com base nos dados do MapBiomas (2024).

Ao longo do tempo, observa-se que, em 1985, as classes de uso e cobertura da terra eram predominantemente Formações vegetais, além de Pastagem e Mosaico de usos. Já em 2003, nota-se que a classe Agricultura começa a ganhar destaque, ocupando áreas anteriormente

dedicadas à Pastagem. Esse processo se intensifica até 2022, quando a classe Agricultura passa a predominar na paisagem, especialmente nas proximidades do rio Piranhas-Açu.

A expressiva expansão da classe Agricultura, ao longo do período analisado, pode ser observada na Figura 3, que apresenta os dados percentuais referentes aos anos estudados. É evidente o crescimento da classe Agricultura, em detrimento das demais classes, com exceção de Corpo D'água. Destaca-se, ainda, a acentuada redução das classes Pastagem e Mosaico de usos.

Figura 3 – Percentual das classes de uso e cobertura da terra do município de Carnaubais (RN), no período de 1985 a 2022.



Fonte: Autoria Própria com base nos dados do MapBiomias (2024).

Para um melhor entendimento da evolução das classes de uso da terra no município de Carnaubais (RN), foi elaborada a Tabela 2 com valores de superfície de cada classe, em hectares, e seus respectivos percentuais de ocupação. Na coluna que mostra a diferença entre os anos de 1985 e 2022, destaca-se a classe Agricultura, com um aumento de 24,61%, consolidando-se como a principal classe entre as analisadas. Em termos absolutos, a área ocupada por Agricultura passou de 23,22 hectares, em 1985, para 12.772,58 hectares, em 2022. A maior retração ocorreu na classe Mosaico de usos, com uma queda de 10,32%, que corresponde a áreas de uso agropecuário onde não foi possível diferenciar entre pastagem e agricultura, seguida pela classe Formações vegetais, com uma redução de 7,52%.

Tabela 2 – Uso e cobertura da terra do município de Carnaubais (RN), em hectares e percentual, dos anos de 1985, 2003 e 2022, e diferença entre os anos de 1985 e 2022.

Classes	1985		2003		2022		Diferença (1985 – 2022)	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Agricultura	23,22	0,04	7.662,45	14,79	12.772,58	24,66	12.749,36	24,61
Aquicultura	8,10	0,02	973,49	1,88	1.598,75	3,09	1.590,66	3,07
Área Urbanizada	33,99	0,07	106,23	0,21	165,84	0,32	131,85	0,25
Corpo D'água	1.271,62	2,45	1.141,81	2,20	1.266,19	2,44	-5,43	-0,01
Formações vegetais	30.119,98	58,15	26.494,36	51,15	26.226,21	50,63	-3.893,77	-7,52
Mosaico de usos	8.713,16	16,82	4.083,71	7,88	3.369,48	6,51	-5.343,68	-10,32
Pastagem	7.765,11	14,99	10.324,45	19,93	4.666,54	9,01	-3.098,57	-5,98
Solo exposto	3.862,90	7,46	1.011,56	1,95	1.732,47	3,34	-2.130,42	-4,11
Total Geral	51.798,07	100	51.798,07	100	51.798,07	100	-	-

Fonte: Autoria Própria com base nos dados do MapBiomas (2024).

A Tabela 2, que discrimina as áreas totais de cada classe por ano, oferece um panorama geral das mudanças de área, sendo fundamental para entender a dinâmica do município. No entanto, essa tabela, por si só, não possibilita uma análise completa. É crucial considerar as interações entre as classes, pois algumas que aparentam estabilidade relativa em suas áreas, quando analisadas nas Tabelas 3 e 4, demonstram uma dinâmica diferenciada.

Entre 1985 e 2003 (Tabela 3), a atividade agrícola expandiu-se principalmente sobre áreas de formações vegetais (2.250,71 ha), mosaico de usos (2.621,62 ha) e pastagem (2.250,98 ha). Vale destacar que a classe Mosaico de usos foi a que registrou a maior perda de área durante esse período.

Tabela 3 – Cruzamento uso e cobertura, em hectares, entre os anos 1985 (linha) e 2003 (coluna).

Classes	Agricultura	Aquicultura	Área Urbanizada	Corpo D'água	Formações vegetais	Mosaico de usos	Pastagem	Solo exposto	Total Geral 1985
Agricultura	13,08	0,00	0,00	0,00	10,14	0,00	0,00	0,00	23,22

Aquicultura	4,09	0,00	0,00	0,98	2,22	0,44	0,36	0,00	8,10
Área Urbanizada	0,00	0,00	33,90	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	33,99
Corpo D'água	36,83	66,81	0,00	585,41	74,02	65,48	409,87	33,19	1.271,62
Formações vegetais	2.250,71	48,49	0,00	21,62	23.692,59	1.841,90	2.235,76	28,91	30.119,98
Mosaico de usos	2.621,62	186,92	4,09	87,01	1.656,40	1.286,03	2.560,14	310,94	8.713,16
Pastagem	2.250,98	131,14	59,88	45,91	1.013,17	582,21	3.505,07	176,78	7.765,11
Solo exposto	485,14	540,12	8,36	400,89	45,82	307,56	1.613,25	461,74	3.862,90
Total Geral 2003	7.662,45	973,49	106,23	1.141,81	26.494,36	4.083,71	10.324,45	1.011,56	51.798,07

Fonte: Autoria Própria com base nos dados do MapBiomias (2024).

Entre 2003 e 2022 (Tabela 4), a expansão agrícola ocorreu preferencialmente sobre áreas de pastagem (3.044,30 ha) e formações vegetais (1.334,34 ha), com a pastagem sendo a classe que apresentou a maior perda de área em comparação às demais.

Tabela 4 – Cruzamento uso e cobertura, em hectares, entre os anos 2003 (linha) e 2022 (coluna).

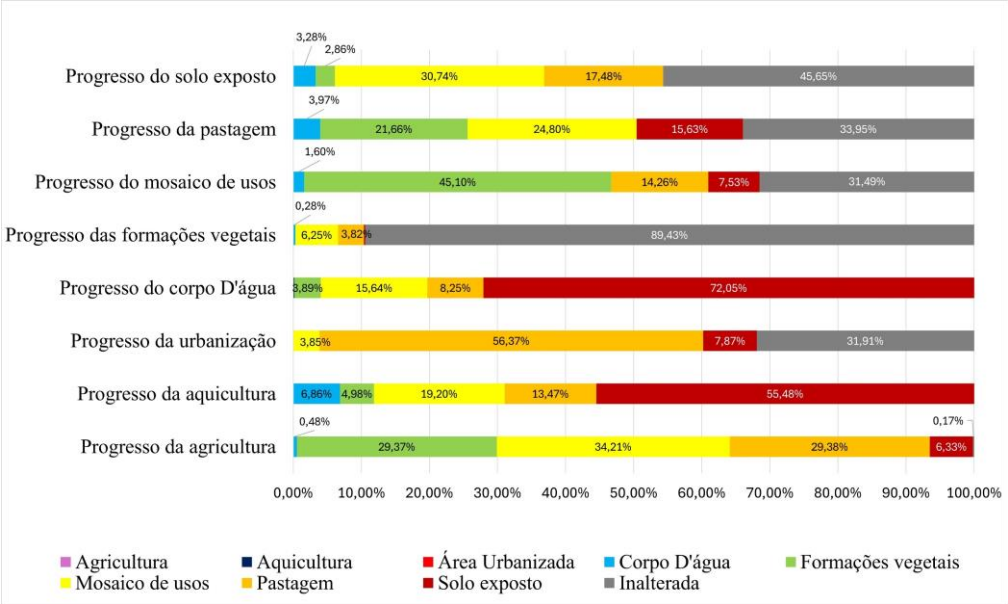
Classes	Agricultura	Aquicultura	Área Urbanizada	Corpo D'água	Formações vegetais	Mosaico de usos	Pastagem	Solo exposto	Total Geral 2003
Agricultura	7.505,60	9,16	4,54	9,25	29,80	45,64	54,00	4,45	7.662,45
Aquicultura	0,71	910,68	0,00	56,76	0,89	2,67	1,42	0,36	973,49
Área Urbanizada	0,00	0,00	105,96	0,00	0,09	0,00	0,18	0,00	106,23
Corpo D'água	15,21	445,20		478,74	26,51	35,41	54,27	86,48	1.141,81
Formações vegetais	1.334,34	0,53	0,36	62,90	23.721,32	833,72	537,54	3,65	26.494,36
Mosaico de usos	780,43	26,96	1,96	61,83	1.557,20	991,01	568,95	95,37	4.083,71
Pastagem	3.044,30	159,34	52,31	492,53	869,04	1.281,49	3.369,39	1.056,05	10.324,45
Solo exposto	91,99	46,89	0,71	104,18	21,35	179,54	80,78	486,12	1.011,56
Total Geral 2022	12.772,58	1.598,75	165,84	1.266,19	26.226,21	3.369,48	4.666,54	1.732,47	51.798,07

Fonte: Autoria Própria com base nos dados do MapBiomias (2024).

As Figuras 4 e 5 ilustram o cruzamento do uso e cobertura da terra no município de Carnaubais (RN) nos períodos de 1985 a 2003 e de 2003 a 2022, respectivamente. Essas figuras sintetizam de forma visual os resultados apresentados nas Tabelas 3 e 4. As figuras apresentam, em percentuais, a evolução de cada classe e a proporção de ocupação por outras classes. Com

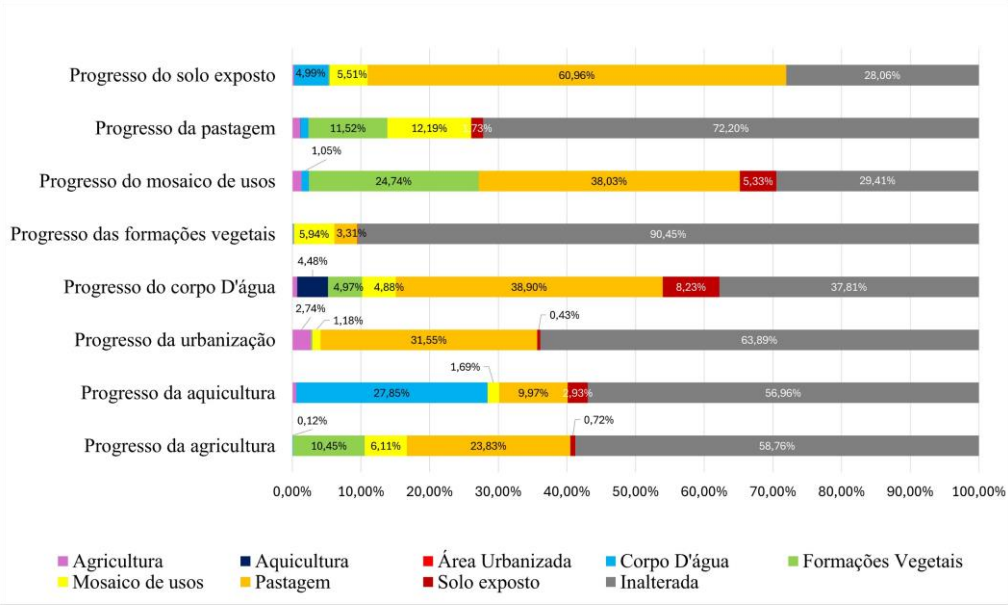
isso, é possível identificar a predominância de ocupação dentro de cada classe ao longo do tempo.

Figura 4 – Interação entre as classes, em porcentagem, do cruzamento do uso e cobertura da terra do município de Carnaubais (RN), entre os anos de 1985 e 2003.



Fonte: Autoria Própria com base nos dados do MapBiomas (2024).

Figura 5 – Interação entre as classes, em porcentagem, do cruzamento do uso e cobertura da terra do município de Carnaubais (RN), entre os anos de 2003 e 2022.



Fonte: Autoria Própria com base nos dados do MapBiomas (2024).

Ao comparar as figuras correspondentes a cada período considerado, observa-se que a dinâmica entre 1985 e 2003 difere significativamente daquela entre 2003 e 2022. No primeiro período, há uma intensa conversão da ocupação da terra, enquanto no intervalo de 2003 a 2022, a estabilidade das classes torna-se mais evidente.

A Tabela 5 e a Figura 6 apresentam os resultados da análise das áreas de uso e cobertura da terra no município de Carnaubais. Observa-se que a agricultura foi a classe que registrou o maior crescimento, com um aumento de 12.759,50 hectares. Em seguida, as áreas de formações vegetais totalizam um avanço de 3.635,58 hectares, embora tenham sofrido uma redução de 7.529,34 hectares no período analisado. As classes de Aquicultura e Área Urbanizada também apresentaram um crescimento significativo, com incrementos de 1.598,75 hectares e 131,94 hectares, respectivamente, durante o período estudado.

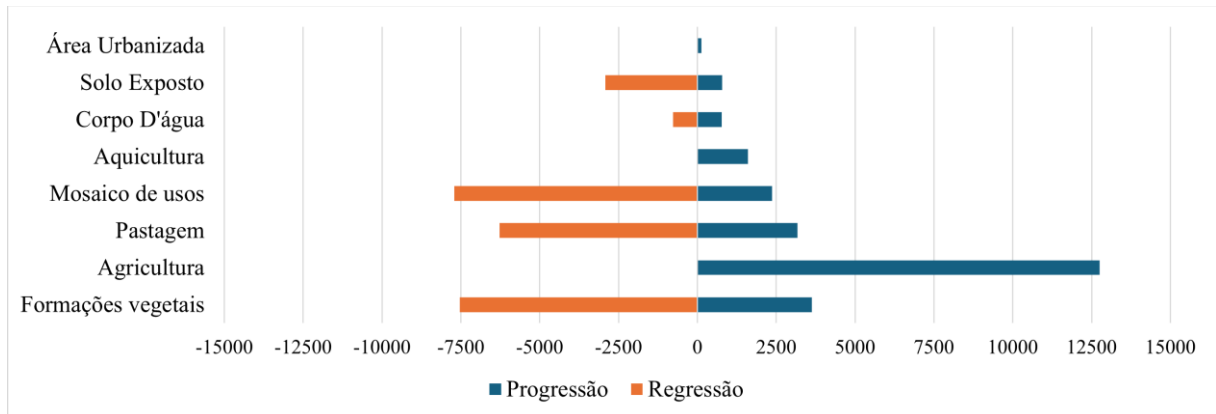
Tabela 5 – Progressão e regressão, em hectares, das classes de uso e cobertura da terra do município de Carnaubais (RN), entre os anos de 1985 à 2022.

Classes	Progressão	Regressão	Diferença
Formações vegetais	3.635,58	-7.529,35	-3.893,77
Agricultura	12.759,50	-10,14	12.749,36
Pastagem	3.174,02	-6.272,59	-3.098,57
Mosaico de usos	2.364,32	-7.708,00	-5.343,68
Aquicultura	1.598,75	-8,10	1.590,66
Corpo D'água	769,04	-774,47	-5,43
Solo Exposto	790,03	-2.920,46	-2.130,42
Área Urbanizada	131,94	-0,09	131,85

Fonte: Autoria Própria com base nos dados do MapBiomias (2024).

As áreas das classes de pastagem e mosaico de usos sofreram uma forte redução, com perdas significativas de 5.343,68 hectares e 3.098,57 hectares, respectivamente, durante o período em análise.

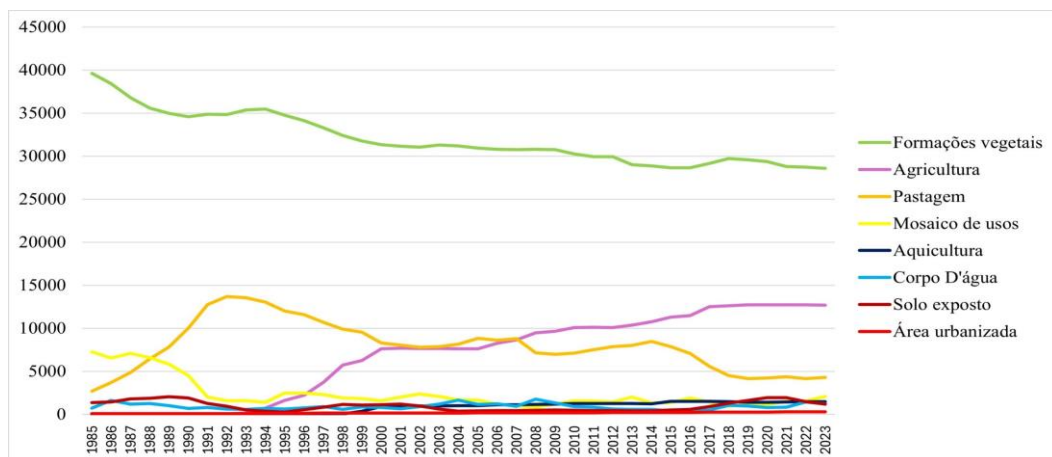
Figura 6 – Progressão e regressão, em hectares, das classes de uso e cobertura da terra do município de Carnaubais (RN), entre os anos de 1985 à 2022.



Fonte: Autoria Própria com base nos dados do MapBiomas (2024).

Dessa forma, as análises indicam que a agricultura se destacou como a atividade predominante na paisagem do município, em detrimento da pecuária e da cobertura florestal. Para compreender melhor essa transição entre as classes observadas, a Figura 7 apresenta a evolução anual dessas mudanças.

Figura 7 – Série histórica do uso e cobertura da terra do município de Carnaubais (RN), entre os anos de 1985 à 2023.



Fonte: Autoria Própria com base nos dados do MapBiomas (2024).

Até 1993 a agricultura não era uma atividade expressiva, no entanto, após esse ano, o seu incremento deu-se de forma contínua e acelerado. Essa dinâmica deve ser vista à luz das políticas públicas estabelecidas devido à construção da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves na microrregião do Vale do Açu.

O rio Piranhas-Açu, como a maioria dos rios do semiárido brasileiro, é naturalmente intermitente. No entanto, a barragem Armando Ribeiro Gonçalves, localizada nos municípios de Assú e Itajá, no Rio Grande do Norte, permitiu a perenização do rio, com um volume de 2,4 milhões de metros cúbicos. Essa estrutura é fundamental para o abastecimento de água de 20 sedes urbanas, incluindo Mossoró, que está fora da bacia do rio Piranhas-Açu. A população urbana que depende da barragem para o abastecimento de água é de aproximadamente 350.000 habitantes. Além disso, a barragem e o rio Piranhas-Açu também atendem às demandas associadas à irrigação em perímetros e grandes projetos privados, à irrigação difusa, à aquicultura em tanques escavados e, em menor escala, à indústria (ANA, 2024).

A construção da barragem foi projetada para atender ao Projeto de Irrigação do Baixo Açu, com o objetivo de fornecer água para o desenvolvimento hidroagrícola das terras aluviais do vale e dos chapadões dos tabuleiros das encostas. Essa irrigação projetava atender ao crescimento agrícola em uma área de aproximadamente 25.000 hectares, gerando cerca de 12.000 empregos diretos e indiretos (DNOCS, 2024).

Segundo Coringa, Sousa e Fontenele (2017) e Aquino e Silva Filho (2024), a construção da barragem Armando Ribeiro Gonçalves, concluída em 1983, foi motivada por uma série de fatores, principalmente a intenção de modernizar a agricultura no Nordeste e impulsionar o desenvolvimento econômico da região. Os autores destacam que, apesar desses objetivos, os impactos sociais e ambientais não foram devidamente considerados de forma adequada. A priorização dos interesses econômicos resultou em problemas como a concentração fundiária, o desmatamento e a desigualdade no acesso à água.

Diversos órgãos e instituições foram criados ou tiveram papel crucial na modernização agrícola do Nordeste e na construção da barragem, como o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), o Banco do Nordeste (BNB) e a Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), assim como a implementação do Projeto de Irrigação do Baixo Açu, com o objetivo principal de fornecer água para os municípios de Itajá, São Rafael e Jucurutu. A intenção era transformar o Vale do Açu em uma região produtora em larga escala, pela atração de grandes empresas, com a promessa de água abundante, o que atraiu grandes empresas ligadas ao agronegócio a partir da década de 1980. Essas empresas, com maior poder econômico, passaram a ter prioridade no acesso aos recursos hídricos (Coringa; Sousa; Fontenele, 2017).

Dessa forma, o município de Carnaubais, assim como outros da região, presenciou a instalação de grandes empresas agrícolas, principalmente voltadas para a produção de banana,

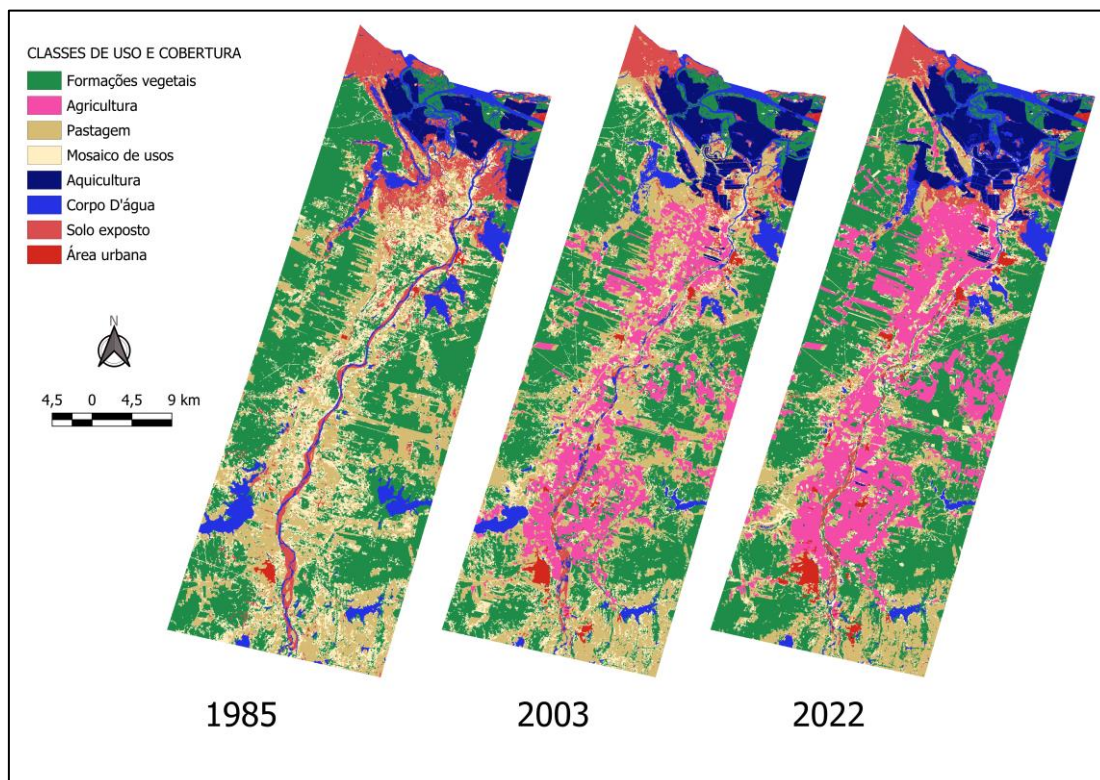
resultando em uma transformação significativa na dinâmica econômica, social e ambiental (Aquino et al., 2017).

Para contextualizar o município de Carnaubais na região, é fundamental analisar a dinâmica do baixo curso do rio Piranhas-Açu, bem como a microrregião do Vale do Açu, temas que serão abordados a seguir.

4.2 Evolução do uso e cobertura da terra do baixo curso do rio Piranhas-Açu, período 1985 a 2022.

A Figura 8 apresenta o uso e cobertura da terra do baixo curso do rio Piranhas-Açu, para os anos de 1985, 2003 e 2022, segundo dados do MapBiomas (2024). Em 1985, as atividades agrícolas estavam concentradas nas margens do rio Piranhas-Açu, com uma expansão significativa registrada em 2003 e 2022. A aquicultura, especialmente voltada para a criação de camarão, também teve um crescimento expressivo nesse período. Observa-se, portanto, que a agricultura passou a dominar toda a região do baixo curso do rio Piranhas-Açu, impactando diretamente o município de Carnaubais

Figura 8 – Evolução do uso e cobertura da terra do baixo curso do rio Piranhas-Açu, nos anos de 1985, 2003 e 2022.



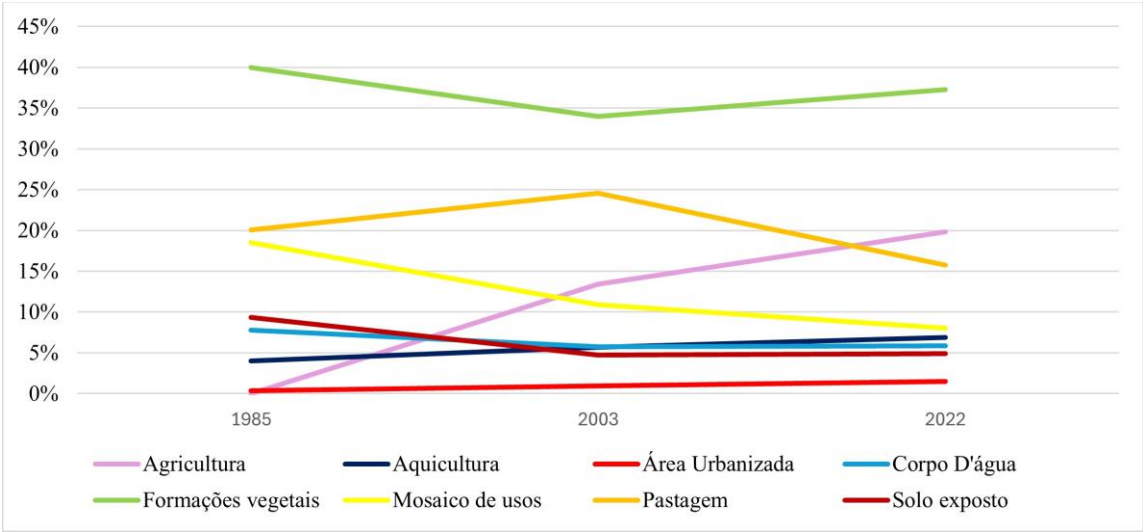
Fonte: Autoria Própria com base nos dados do MapBiomas (2024).

Destacam-se três principais classes de solos presentes na região do baixo curso do rio Piranhas-Açu, que contribuem significativamente para a fertilidade local e possibilitaram o estabelecimento de grandes projetos agrícolas. Esses avanços ocorreram especialmente após a construção da barragem Armando Ribeiro Gonçalves, que solucionou a antiga limitação da escassez de fontes de água perenes, essencial para o desenvolvimento da atividade agrícola.

As principais classes de solos presentes na região do baixo curso do rio Piranhas-Açu são: *Cambissolo Flúvico*, esses solos são compostos por material mineral e possuem um horizonte B subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial. Essa característica é atribuída à variedade do material de origem, relevo e condições climáticas da área. Esse tipo de solo é utilizado para o cultivo de banana, milho, feijão, entre outros, e pode atingir até 150 cm de profundidade; *Latossolo Amarelo*, classificados como solos altamente intemperizados, resultam de processos energéticos e transformações nos materiais de cultivo. São conhecidos por sua boa drenagem, embora existam variações com cores mais claras que apresentam drenagem moderada; e *Neossolo Flúvico*, são formados por material mineral ou orgânico, são solos pouco profundos e não exibem alterações significativas em relação ao material de origem, resultado da baixa intensidade dos processos pedogenéticos. Esses solos se desenvolvem principalmente na Planície Fluvial, originados de sedimentos aluviais com características fluviais, e podem ser encontrados até 150 cm de profundidade (Oliveira et al., 2024).

A Figura 9 e a Tabela 6 ilustram de forma mais detalhada a dinâmica do uso e cobertura da terra na região, evidenciando um avanço significativo das áreas agrícolas em detrimento das áreas de pastagem e do mosaico de usos. A classe Formações vegetais apresentou uma redução em 2002, mas recuperou parte de sua área até 2022, possivelmente devido ao abandono de terras anteriormente utilizadas em atividades antrópicas, tema que será discutido mais adiante. A tabela mostra que as atividades agrícolas e de criação de camarão, assim como as áreas urbanizadas, principalmente a cidade de Assú, expandiram notavelmente as suas áreas. A classe Mosaico de usos apresentou a maior retração, com uma diminuição de 10,46%, seguida por Pastagem e Solo exposto, com reduções de 4,29% e 4,42%, respectivamente.

Figura 9 – Percentual das classes de uso e cobertura da terra do baixo curso do rio Piranhas-Açu no período de 1985 a 2022.



Fonte: Autoria Própria com base nos dados do MapBiomias (2024).

Tabela 6 – Uso e cobertura da terra do baixo curso do rio Piranhas-Açu (RN), em hectares e percentual, dos anos de 1985, 2003 e 2022, e diferença entre os anos de 1985 e 2022.

Classes	1985		2003		2022		Diferença (1985 – 2022)	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Agricultura	24,02	0,01%	22.020,08	13,43%	32.510,81	19,83%	32.486,79	19,82%
Aquicultura	6.533,80	3,99%	9.298,83	5,67%	11.261,11	6,87%	4.727,31	2,88%
Área Urbanizada	566,99	0,35%	1.541,37	0,94%	2.407,74	1,47%	1.840,75	1,12%
Corpo D'água	12.780,32	7,80%	9.459,69	5,77%	9.634,51	5,88%	-3.145,81	-1,92%
Formações vegetais	65.547,07	39,99%	55.651,80	33,95%	61.065,49	37,25%	-4.481,58	-2,73%
Mosaico de usos	30.304,94	18,49%	17.883,52	10,91%	13.153,99	8,02%	-17.150,96	-10,46%
Pastagem	32.869,18	20,05%	40.285,18	24,58%	25.844,90	15,77%	-7.024,28	-4,29%
Solo exposto	15.288,59	9,33%	7.774,46	4,74%	8.036,56	4,90%	-7.252,04	-4,42%
Total Geral	163.915,10	100%	163.915,10	100%	163.915,10	100%	0,00	0,00

Fonte: Autoria Própria com base nos dados do MapBiomias (2024).

As Tabelas 7 e 8 apresentam a conversão das áreas, em hectares, de cada classe e entre as diferentes classes nos anos analisados. Dessa forma, proporcionam um detalhamento mais claro da dinâmica de uso e cobertura da terra no baixo curso do rio Piranhas-Açu.

Tabela 7 – Cruzamento uso e cobertura, em hectares, do baixo curso do rio Piranhas-Açu, entre os anos 1985 (linha) e 2003 (coluna).

Classes	Agricultura	Aquicultura	Área Urbanizada	Corpo D'água	Formações vegetais	Mosaico de usos	Pastagem	Solo exposto	Total Geral (1985)
Agricultura	13,88	0,00	0,00	0,00	10,14	0,00	0,00	0,00	24,02
Aquicultura	4,09	6.314,05	0,44	110,68	43,51	6,85	46,80	7,38	6.533,80
Área Urbanizada	0,09	0,00	561,48	0,18	0,00	0,27	0,00	4,98	566,99
Corpo D'água	91,37	561,21	3,29	7.207,46	1.495,10	1.198,58	1.510,05	713,26	12.780,32
Formações vegetais	5.189,14	375,53	27,05	207,12	45.610,97	7.043,76	6.843,94	249,55	65.547,07
Mosaico de usos	6.853,73	391,28	114,86	226,07	5.544,57	6.178,73	10.203,46	792,26	30.304,94
Pastagem	9.006,93	318,95	653,20	142,88	2.529,62	2.451,06	17.296,15	470,37	32.869,18
Solo exposto	860,85	1.337,81	181,05	1.565,30	417,88	1.004,27	4.384,78	5.536,65	15.288,59
Total Geral (2003)	22.020,08	9.298,83	1.541,37	9.459,69	55.651,80	17.883,52	40.285,18	7.774,46	163.914,92

Fonte: Autoria Própria com base nos dados do MapBiomias (2024).

Tabela 8 – Cruzamento uso e cobertura, em hectares, do baixo curso do rio Piranhas-Açu, entre os anos 2003 (linha) e 2022 (coluna).

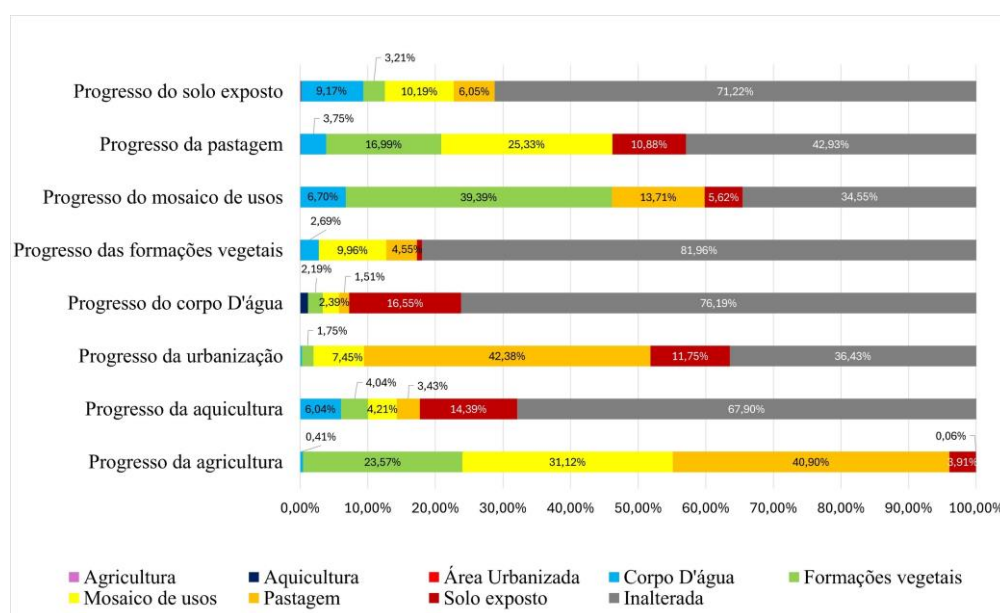
Classes	Agricultura	Aquicultura	Área Urbanizada	Corpo D'água	Formações vegetais	Mosaico de usos	Pastagem	Solo exposto	Total Geral (2003)
Agricultura	21.461,00	19,31	70,64	36,39	130,52	89,77	206,67	5,78	22.020,08
Aquicultura	0,71	8.863,78	1,33	377,13	34,07	6,49	10,05	5,25	9.298,83
Área Urbanizada	0,36		1.526,15	0,44	0,53	2,49	0,89	10,50	1.541,37
Corpo D'água	39,32	1.340,48	11,65	5.691,54	606,76	689,95	519,13	560,94	9.459,77
Formações vegetais	2.400,71	74,56	39,23	1.082,12	48.576,01	2.043,68	1.379,45	56,05	55.651,80
Mosaico de usos	1.931,40	106,85	131,85	377,94	6.973,03	4.210,58	3.875,26	276,60	17.883,52
Pastagem	6.448,30	529,27	523,31	1.134,87	4.469,30	5.259,16	19.442,77	2.478,20	40.285,18
Solo exposto	229,00	326,87	103,56	934,07	275,27	851,87	410,68	4.643,23	7.774,55

Total Geral (2022)	32.510,81	11.261,11	2.407,74	9.634,51	61.065,49	13.153,99	25.844,90	8.036,56	163.915,10
-----------------------	-----------	-----------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	----------	-------------------

Fonte: Autoria Própria com base nos dados do MapBiomas (2024).

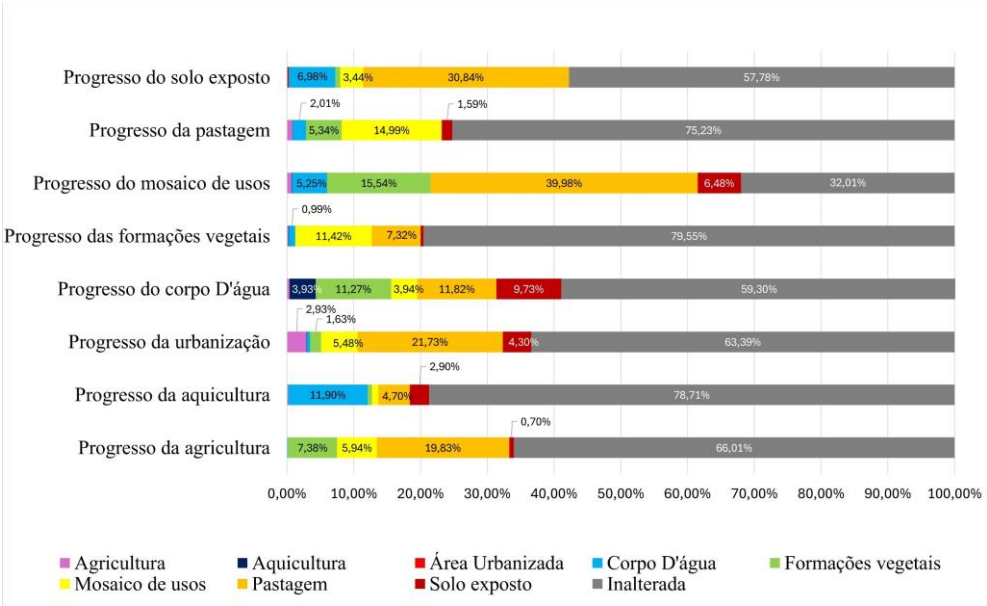
Ao se analisar a Figura 10 e 11 sobre a interação entre as classes no período considerado, é possível observar que, entre 1985 e 2003, a classe Formações vegetais, assim como Corpos d'água e Aquicultura, apresentaram uma estabilidade significativa, ou seja, áreas que não foram reconvertidas para outras classes. Já, entre 2003 e 2022, todas as classes, exceto Mosaico de usos, registram uma estabilidade maior que 50%. Essa tendência pode ser explicada pela menor disponibilidade de áreas para reconversão, uma vez que no período anterior foram intensamente ocupadas. Essa possibilidade fica visível na Classe Agricultura, que apresentou estabilidade da sua área (66,01%) apenas no período de 2003 a 2022.

Figura 10 – Interação entre as classes, em porcentagem, do cruzamento do uso e cobertura da terra do baixo curso do rio Piranhas-Açu, entre os anos de 1985 e 2003.



Fonte: Autoria Própria com base nos dados do MapBiomas (2024).

Figura 11 – Interação entre as classes, em porcentagem, cruzamento do uso e cobertura da terra do baixo curso do rio Piranhas-Açu, entre os anos de 2003 e 2022.



Fonte: Autoria Própria com base nos dados do MapBiomias (2024).

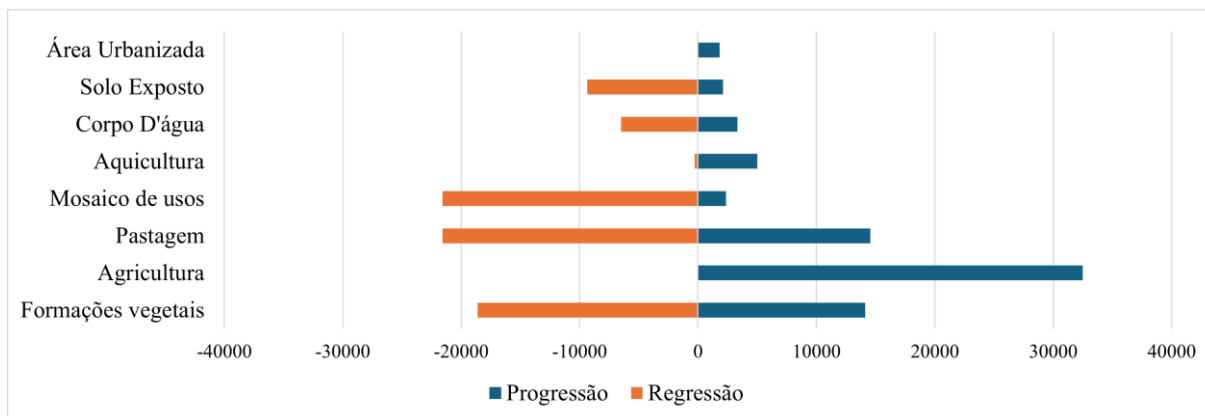
A Tabela 9 e a Figura 12 fornecem uma visão detalhada dos resultados, mostrando o crescimento e declínio das áreas de cada classe considerada, bem como a diferença entre os anos extremos, 1985 e 2022, em relação ao uso e cobertura da terra no baixo curso do rio Piranhas-Açu. Nota-se um aumento significativo de 12.749,36 hectares na área da atividade agrícola, com a classe Mosaico de usos sendo a mais afetada, tendo perdido 5.343,68 hectares, seguido de Formações vegetais (3893,77 ha) e de Pastagem (3.098,57 ha).

Tabela 9 – Progressão e regressão, em hectares, das classes de uso e cobertura da terra do baixo curso do rio Piranhas-Açu, no período de 1985 e 2022.

Classes	Progressão	Regressão	Diferença
Formações vegetais	3.635,58	7.529,35	-3893,77
Agricultura	12.759,50	10,14	12.749,36
Pastagem	3.174,02	6272,59	-3.098,57
Mosaico de usos	2.364,32	7.708,00	-5.343,68
Aquicultura	1.598,75	8,10	1.590,66
Corpo D'água	769,04	774,47	-5,43
Solo Exposto	790,03	2.920,46	-2.130,42
Área Urbanizada	131,94	0,09	131,85

Fonte: Autoria Própria com base nos dados do MapBiomias (2024).

Figura 12 – Progressão e regressão, em hectares, das classes de uso e cobertura da terra do baixo curso do rio Piranhas-Açu, no período de 1985 e 2022.



Fonte: Autoria Própria com base nos dados do MapBiomass (2024).

A conversão de áreas de pastagens, entre outras áreas, por agrícola se explica pela instalação de grandes empresas do agronegócio¹, principalmente da fruticultura irrigada. Albano e Sá (2008) analisaram a história da implementação de políticas públicas no Vale do Açu, no Rio Grande do Norte, com foco no desenvolvimento da fruticultura irrigada e na inserção da região no comércio global de frutas. Examinaram o processo histórico, desde as primeiras políticas públicas na década de 1950, passando pela construção da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves nos anos 1980, até a chegada da multinacional Del Monte Fresh Produce² no Vale do Açu, na década de 1990.

As políticas públicas, embora tenham impulsionado a modernização da agricultura na região, também contribuíram para a concentração de terras nas mãos de grandes empresas e a marginalização da agricultura familiar. Destaca-se, ainda, o papel da globalização e das pressões de organismos internacionais como o Banco Mundial e o Fundo Monetário Internacional (FMI) na configuração das políticas agrícolas e na intensificação do processo de produção para a exportação. Assim, a busca por maior competitividade no mercado internacional tem se dado à custa do desenvolvimento socioeconômico local e da perpetuação de desigualdades no Vale do Açu (Albano; Sá, 2008).

¹ Agronegócio é a expressão que resulta da fusão de agricultura e negócio. Considerando a origem do termo, agronegócio envolve necessariamente atividades econômicas relacionadas à agricultura. O termo negócio pode ser tomado em um sentido amplo de geração de valor através do uso do trabalho e do capital; no caso do agronegócio, englobam-se a agropecuária e demais segmentos produtivos a ela relacionados (CEPEA, 2022).

² Empresa com sede nos Estados Unidos da América, criada em 1886. Atualmente no Brasil, atua em Limoeiro do Norte – CE e Vale do Açu – RN (filial em Ipanguaçu), com o cultivo de banana, e em Quixeré – CE, com o cultivo de coco verde (<https://delmontebrasil.com.br/>).

A principal mudança na estrutura fundiária do Vale do Açu, a partir da década de 1980, foi a transição de uma estrutura predominantemente baseada na pequena agricultura e atividades tradicionais, como o extrativismo da cera de carnaúba, para um modelo empresarial voltado à fruticultura irrigada, impulsionado por políticas públicas e investimentos de grandes grupos empresariais. A partir da inauguração da barragem, houve um aumento significativo na compra de terras por grandes empresas, interessadas na produção em larga escala de frutas para exportação e para o mercado interno (Albano; Sá, 2008).

Sobre a mudança na estrutura econômica da região, salienta-se o caso da exploração dos carnaubais nos municípios de Assú, Carnaubais e Ipanguaçu, onde a espécie vegetal tem forte expressão.

Silva Filho e Frutuoso (2015) apresentaram o crescimento vertiginoso da derrubada das carnaúbas, ocorridas a partir da construção da Barragem Armando Ribeiro Gonçalves no início da década de 1980. Os dados mostraram que durante o período de 1966 a 2010 a área devastada e o extermínio das carnaúbas foram da ordem de 70%. Em 1966 a área com ocorrência de carnaubeiras era de 447 km² e o número estimado de pés era de 6.000.000. Em 1988, período em que se iniciaram os grandes projetos de irrigação na região, a área com ocorrência de carnaubeiras diminuiu para 194 km², enquanto que o número estimado de pés caiu para 2.600.000. Por último, em 2010, a área com ocorrência de carnaubeiras foi drasticamente reduzida para 130 km², enquanto que o número estimado de pés chegou a apenas 1.800.000. Durante um período prolongado, a exploração da área sem fiscalização oficial levou a uma devastação ambiental sem precedentes. Embora haja uma legislação ambiental rigorosa em vigor, a falta de fiscalização permitiu que a degradação ambiental avançasse significativamente. Como resultado, a área com carnaubeiras na região açuense ficou em declínio e em processo de degradação ambiental avançado. As áreas rurais foram as mais afetadas e o ecossistema regional sofreu impactos negativos devido à introdução de novas atividades econômicas.

Outro fator que revela a magnitude socioeconômica da construção da barragem Armando Ribeiro Gonçalves é a distribuição atual das águas represadas. A maior parte, 67,7%, é destinada ao Projeto Irrigado Baixo Açu, enquanto apenas 0,5% é utilizada para abastecimento rural. Além disso, 12,4% é destinado ao uso industrial, 18,8% ao abastecimento urbano e 0,6% à dessedentação animal (ANA, 2016). Essa distribuição destaca a priorização da barragem para o desenvolvimento agrícola e industrial, em detrimento de outras necessidades sociais e rurais.

4.3 Município de Carnaubais no contexto da microrregião do Vale do Açu.

O principal corpo d'água da microrregião do Vale do Açu é o rio Piranhas-Açu, que desempenha um papel crucial para a região do Rio Grande do Norte, atuando como um importante recurso hídrico e ecológico. Sua relevância se manifesta em diversos aspectos:

Econômico

- Irrigação: a bacia do Piranhas-Açu, com seus solos férteis, apresenta um potencial significativo para irrigação. Essa característica impulsiona a agricultura na região, com destaque para o cultivo de banana, milho, feijão, entre outros.
- Abastecimento: a construção da barragem Armando Ribeiro Gonçalves tornou o rio perene, garantindo o fornecimento de água para as atividades econômicas ao longo de seu curso, incluindo os municípios de Itajá, Assú, Ipanguaçu, Carnaubais, Alto do Rodrigues e Pendências.

Ecológico

- Biodiversidade: a bacia do rio abriga uma variedade de ecossistemas, incluindo a Planície Fluvial, Tabuleiros Costeiros e áreas de Depressão, proporcionando habitats para diversas espécies da fauna e flora.
- Serviços Ecossistêmicos: a dinâmica natural do rio e de seus ecossistemas associados contribui para serviços ecossistêmicos essenciais, como regulação do clima, purificação da água, controle de erosão e oferta de recursos naturais.

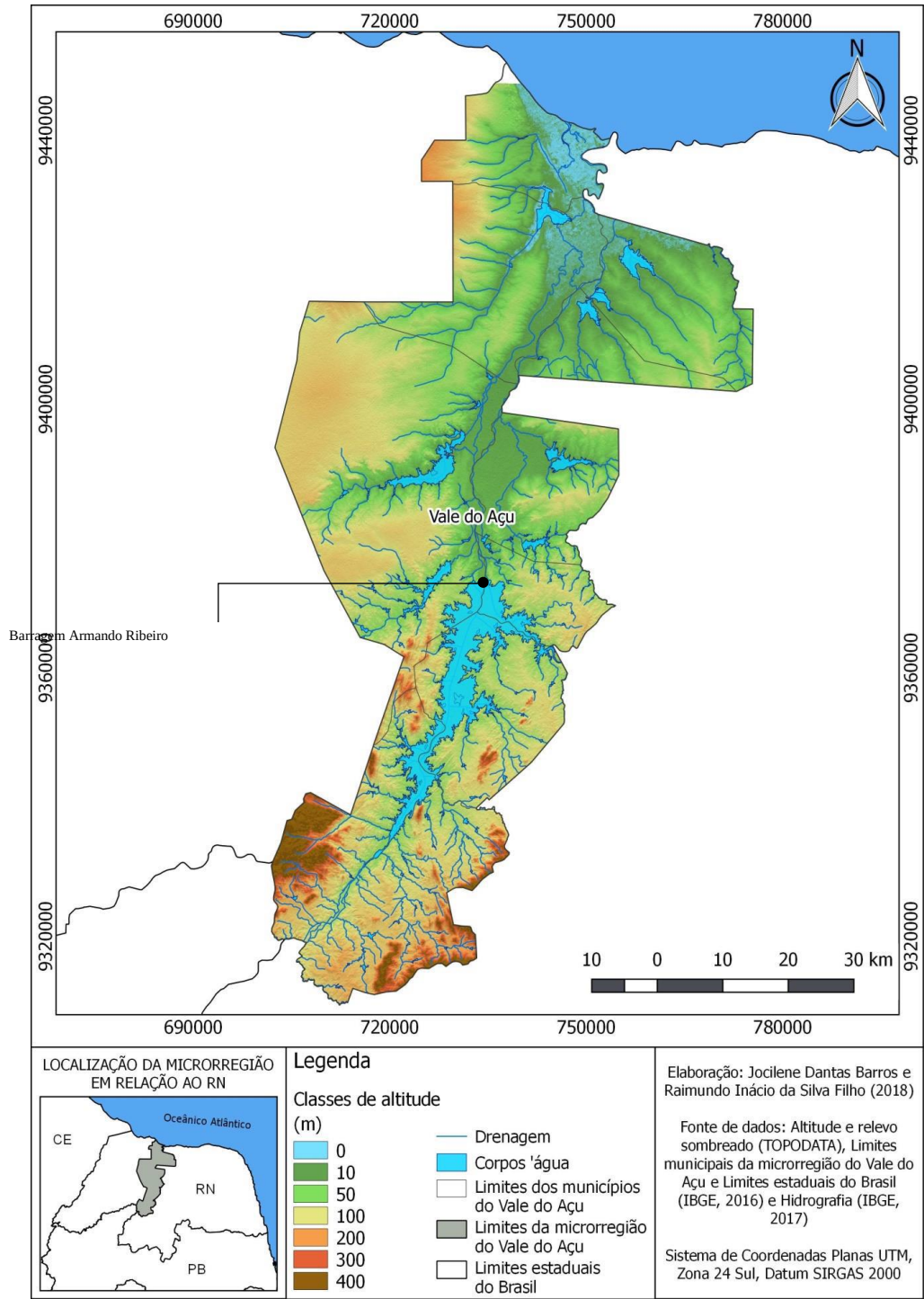
Social

- Abastecimento Humano: a barragem Armando Ribeiro Gonçalves garante o abastecimento de água para a população da região, beneficiando milhares de habitantes.
- Lazer e Turismo: a beleza natural do rio e de seus arredores, como a Planície Fluvial, possui potencial para o desenvolvimento de atividades turísticas e recreativas.

Ao analisar o uso e a cobertura da terra em um espaço geográfico mais amplo, a microrregião do Vale do Açu, percebe-se que a ocupação humana se concentra em áreas com características geomorfológicas e recursos naturais específicos. A Figura 13, que retrata a altitude da microrregião, ilustra essa relação. As áreas de menor altitude, correspondentes à Planície Fluvial do Piranhas-Açu, onde está inserido o município de Carnaubais que, segundo Silva Filho (2020), são dominadas pela agricultura irrigada, com destaque para o cultivo de

banana, milho e feijão, aproveitando a fertilidade dos solos aluviais. Nessas áreas, também são comuns o extrativismo vegetal da carnaúba e a carcinicultura.

Figura 13 – Altitude da microrregião do Vale do Açu (RN).



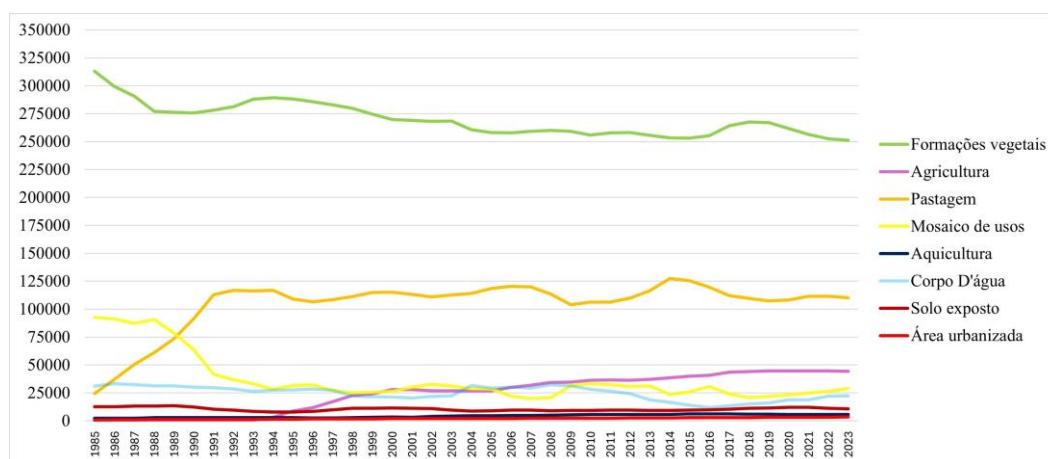
Fonte: Silva Filho (2020).

Nas altitudes medianas da região, correspondentes à Depressão Sertaneja, que abrange as Depressões Apodi-Mossoró e Piranhas-Açu, destacam-se atividades de exploração de recursos minerais, incluindo importantes jazidas e a extração de petróleo e gás natural. A indústria cerâmica também é relevante, aproveitando a abundante argila presente nessas áreas, especialmente nos municípios de Assú, Ipanguaçu, Itajá e Pendências (Silva, 2020).

Nas áreas de maior altitude, como os Tabuleiros Costeiros e Interiores e o Planalto Serra do Mel, a pecuária extensiva se desenvolveu historicamente nos tabuleiros, onde a vegetação de Caatinga foi desmatada para a formação de pastagens. A agricultura de subsistência também ocupou essas áreas, afetando as matas ciliares e as florestas ribeirinhas. Já a região do Planalto Serra do Mel se destaca pela exploração de minerais, como o tório, utilizado nas indústrias nuclear e química (Silva, 2020).

A Figura 14 apresenta a dinâmica do uso e cobertura da terra nos municípios do Vale do Açu entre 1985 e 2023. As áreas de pastagem registram um aumento significativo de 1985 a 1991, mantendo-se relativamente estáveis a partir desse período. A expansão da agricultura começa em 1994, com um crescimento gradual e contínuo até 2022. A classe Mosaico de Usos (áreas de uso agropecuário em que não foi possível diferenciar entre pastagem e agricultura) apresentou retração com o aumento das classes Pastagem e Agricultura, indicando uma reconversão dessas áreas para as duas categorias mencionadas.

Figura 14 – Série histórica do uso e cobertura da terra, em hectares, dos municípios do Vale do Açu, no período dos anos de 1985 e 2023.



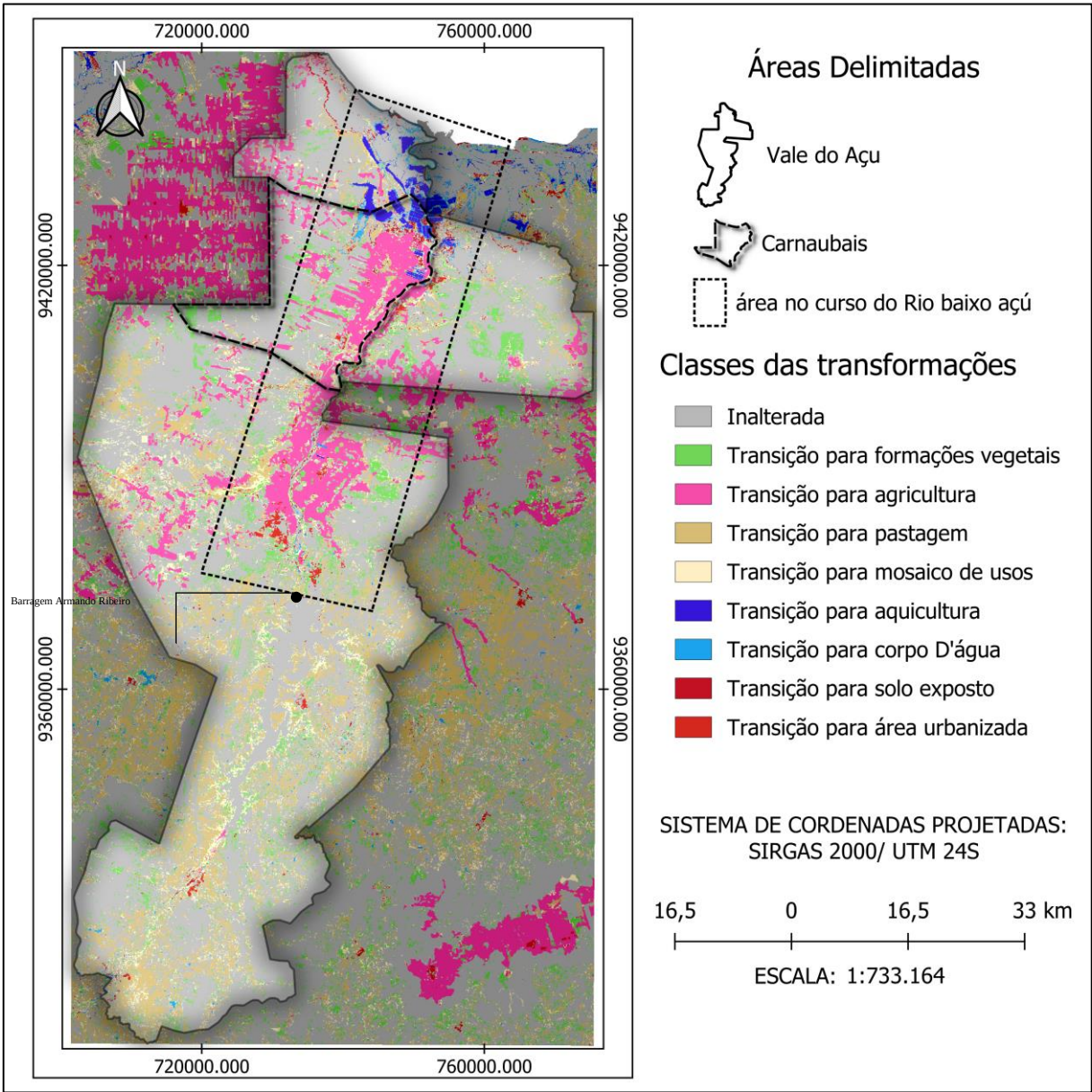
Fonte: Autoria Própria com base nos dados do MapBiomas (2024).

A análise das áreas vegetadas (Formações vegetais) durante o período em questão revelou um declínio contínuo, embora menos acentuado em comparação com outras categorias.

Isso sugere uma intervenção humana reduzida nessas áreas em relação à classe Mosaico de usos, onde a atividade agrícola e de pecuária se intensificou.

A intensa transição do uso e cobertura da terra para a agricultura é evidente na Figura 15. Essa transformação foi mais pronunciada nas áreas a jusante da barragem Armando Ribeiro Gonçalves, com o município de Carnaubais sendo um dos mais impactados por essa mudança.

Figura 15 – Mapa de transição do uso e cobertura da terra do Vale do Açu, entre os anos de 1985 e 2022.



Fonte: Autoria Própria com base nos dados do MapBiomass (2024).

A expansão da agricultura, nessa área, pode ser relacionada à disponibilidade de terras férteis e à proximidade com a barragem, que fornece água para irrigação. Essa intensificação

da agricultura pode ter trazido consequências ambientais e sociais significativas. Por exemplo, a perda de habitats naturais e a fragmentação de ecossistemas podem ter afetado a biodiversidade local e a saúde dos ecossistemas. Além disso, a expansão da agricultura pode também ter levado à perda de terras tradicionais e à mudança de hábitos de vida das comunidades locais.

A construção da barragem engenheiro Armando Ribeiro Gonçalves e a descoberta de reservas de petróleo na microrregião levou a significativas mudanças que culminaram na dinâmica de outras atividades econômicas como a fruticultura irrigada, a carcinicultura, a exploração de petróleo e gás natural, a indústria de cerâmica, etc. Com efeito, todas essas atividades provocaram, em maior ou menor proporção, impactos sobre o meio físico, econômico e social microrregional (Silva Filho; Frutuoso, 2015).

A reorganização da paisagem da microrregião do Vale do Açu, resultado da intensificação da agricultura, principalmente da fruticultura irrigada, trouxe implicações significativas para a economia e a sociedade local. A região, que anteriormente era caracterizada por uma economia mais tradicional e baseada na agricultura de subsistência, agora é dominada pela fruticultura irrigada, que se tornou uma das principais atividades econômicas da região.

Contudo, segundo Alves, Aquino e Silva Filho (2018), a atuação de grandes empresas capitalistas na microrregião, a exemplo da multinacional Del Monte Fresh Produce, ampliou a concentração de terras e reduziu o espaço de reprodução social dos pequenos produtores. O Vale do Açu desenvolveu a fruticultura irrigada com apoio de políticas públicas nacionais e estaduais, que ofereceram recursos financeiros, incentivos fiscais e infraestrutura. A construção da barragem Armando Ribeiro Gonçalves foi fundamental para a consolidação das áreas de irrigação, permitindo o consumo de água em larga escala sem cobrança para os empreendimentos produtivos.

Por outro lado, a instalação de empresas de grande porte, como a Del Monte, na região do Vale do Açu, levou a uma valorização dos terrenos mais férteis, tornando-os inacessíveis para os pequenos produtores rurais descapitalizados. Isso gerou dificuldades para esses produtores acessarem os recursos naturais necessários para desenvolver suas atividades produtivas, seja para autoconsumo, seja para comercializar excedentes. Além disso, a instalação da fruticultura irrigada não trouxe melhorias significativas na realidade social da região, pois os índices de pobreza continuam elevados. Isso é demonstrado pela participação considerável das famílias rurais em programas sociais do Estado brasileiro, como o Programa Bolsa Família, administrado pelo governo federal (Alves, Aquino e Silva Filho, 2018).

Enquanto o modelo produtivo das grandes empresas instaladas na região do Vale do Açu é dominado pela lógica do capitalismo, a agricultura familiar se destaca como um setor importante e resistente na economia local.

De acordo com Aquino et al. (2017), a agricultura familiar é o setor mais representativo da agropecuária do Vale do Açu, e sua presença é sentida em todos os municípios da região. Apesar do intenso processo de modernização capitalista que ocorreu na região nos últimos 40 anos, a agricultura familiar resistiu e continua a ser um importante fator econômico, tanto em termos de número de estabelecimentos quanto de pessoas ocupadas. Isso demonstra a importância da agricultura familiar para a economia local e a necessidade de políticas públicas que apoiem e fortaleçam esse setor. No entanto, enfrenta limites sociais e produtivos significativos. Alguns dos desafios enfrentados pela agricultura familiar no Vale do Açu incluem: envelhecimento dos chefes de família e baixa participação de jovens; baixo nível de escolaridade, com prevalência de analfabetismo; restrição fundiária, com a maioria das propriedades sendo pequenas; baixo acesso a tecnologias e práticas agrícolas sustentáveis e uso limitado de irrigação.

A criação de assentamentos rurais, um dos pilares de sustentação e manutenção do segmento na microrregião, tem sido fundamental para a manutenção da agricultura familiar na região. No entanto, a minifundização e o baixo acesso à tecnologia continuam sendo obstáculos (Aquino et al., 2017).

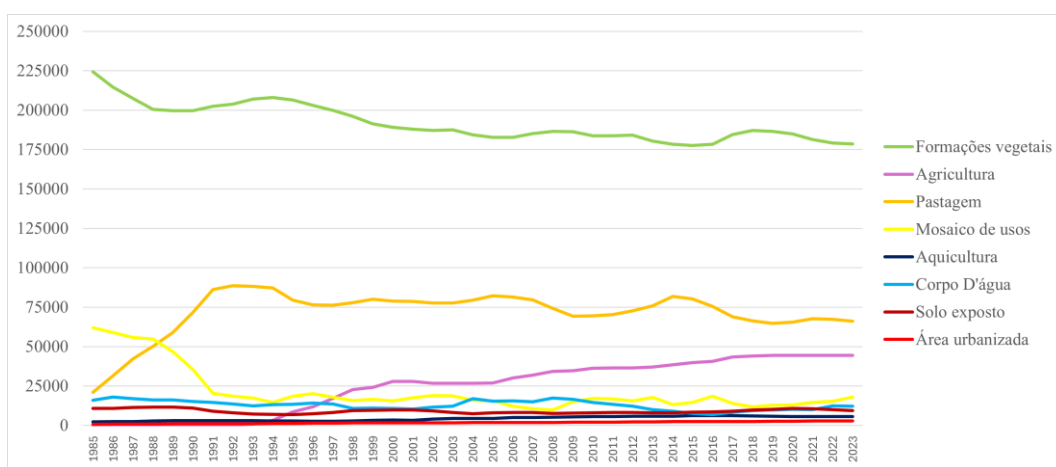
O município de Carnaubais está inserido dentro desse contexto de reconfiguração dos modelos de produção agrícola. A instalação de fazendas por parte da Del Monte Fresh Produce mudou completamente a paisagem do município, assim com as relações econômicas locais. Entretanto, dos 27 assentamentos de reforma agrária da microrregião do Vale do Açu, 12 (44,4% do total) estão localizados em Carnaubais. São 587 famílias que ocupam uma área de 16.517 hectares (INCRA, 2017). Assim como os outros municípios próximos, em Carnaubais convivem esses dois modelos de produção agrícola, mas não são complementares e sim, às vezes conflitantes entre si. Conforme concluem Aquino et al. (2017), os dados do IBGE e do INCRA representam a síntese histórica de dois movimentos na estrutura fundiária da microrregião. O primeiro é a concentração de terras provocada pela modernização e avanço da agricultura irrigada em moldes capitalistas, tendo como base o trabalho assalariado. Já o segundo está associado a redistribuição de terras pela reforma agrária, tendo como base relações não-capitalistas baseadas no incentivo as formas familiares de trabalho e produção.

A microrregião do Vale do Açu pode ser dividida em duas partes que apresentam diferentes dinâmicas de uso e cobertura da terra. Esses espaços podem ser diferenciados como

a montante e a jusante da barragem Armando Ribeiro Gonçalves. Cada um desses espaços apresenta sua própria característica e evolução, refletindo em diferentes atividades antrópicas.

A Figura 16 e 17 mostram a evolução do uso e cobertura da terra nos municípios localizados a jusante e a montante da barragem Armando Ribeiro Gonçalves, respectivamente, no período entre 1985 e 2023. Essas figuras permitem uma compreensão mais detalhada da transformação da paisagem da região e da influência da barragem na dinâmica de uso e cobertura da terra.

Figura 16 – Série histórica do uso e cobertura da terra dos municípios localizados a jusante da barragem Armando Ribeiro, no período dos anos 1985 e 2023.



Fonte: Autoria Própria com base nos dados do MapBiomas (2024).

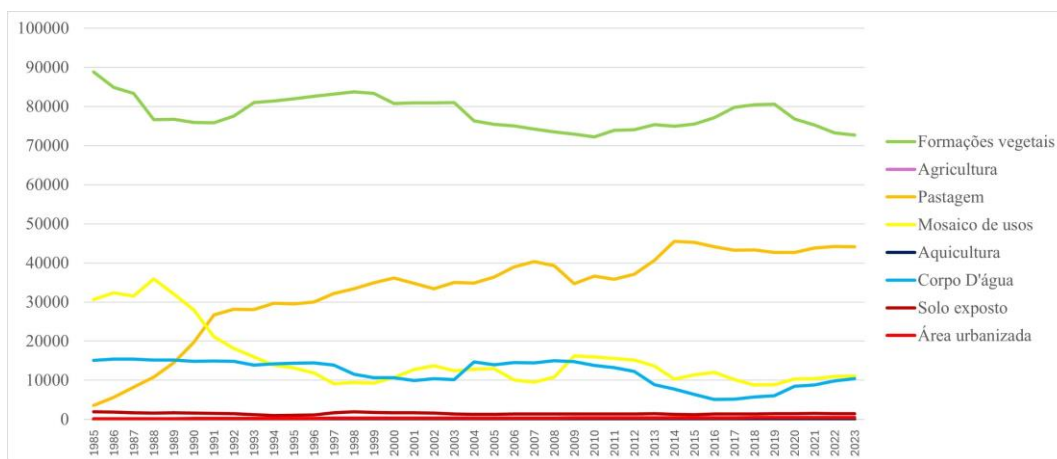
A jusante da barragem, a dinâmica da transformação da paisagem, na década de 80, tem como principal atividade a agropecuária (classe Mosaico de usos), espaços que se reconfiguram áreas exclusivas de agricultura ou de pastagem. A partir de 2002, a aquicultura começa a ganhar importância, com um aumento significativo nas áreas dedicadas a essa atividade. Essa expansão da aquicultura reflete a mudança na estrutura produtiva da região, que passa a incluir novas opções de produção e comercialização de alimentos.

As áreas de Formação vegetal, no período considerado, apresentam uma diminuição gradativamente contínua, transformando-se, entre outros usos, em áreas de agricultura e de pastagem.

Ao contrário da área localizada a jusante da barragem, os municípios situados a montante apresentam uma dinâmica distinta de uso e cobertura da terra. As características físicas típicas na Depressão Sertaneja, impõem limitações à agricultura, como solos rasos com moderada a boa fertilidade natural, baixa capacidade de retenção de água e a presença de

afloramentos rochosos. Dessa forma, essas regiões são predominantemente ocupadas por atividades de pecuária extensiva e agricultura de subsistência, ambas de baixa produtividade.

Figura 17 – Série histórica do uso e cobertura da terra dos municípios localizados a montante da barragem Armando Ribeiro, entre os anos de 1985 e 2023.



Fonte: Autoria Própria com base nos dados do MapBiomas (2024).

A atividade de pecuária apresentou um aumento substancial na década de 1980, seguido por um crescimento gradual e contínuo, até se estabilizar entre 2014 e 2022. A curva inversa observada na classe Mosaico de usos, aliada à relativa estabilidade das demais classes, sugere que ocorreu uma reconversão dessa área para o uso exclusivo como pastagem.

Embora as formações vegetais tenham mostrado uma diminuição ao longo do período analisado, essa redução não foi expressiva a ponto de comprometer a extensão dessas áreas. Assim, a vegetação continua preservando sua representatividade na paisagem local, composta majoritariamente por espécies nativas da Caatinga.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises realizadas sobre a dinâmica de uso e cobertura da terra no município de Carnaubais, RN, entre 1985 e 2022, revelam um processo de transformação significativo na paisagem local, impulsionado pela intensificação da agricultura, especialmente a partir da década de 1990. Esse processo se insere no contexto mais amplo da microrregião do Vale do Açu, marcada pela construção da barragem Armando Ribeiro Gonçalves em 1983 e pela chegada de grandes empresas do agronegócio, como a Del Monte Fresh Produce, na década de 1990.

A agricultura se consolidou como a principal atividade econômica na região, ocupando áreas anteriormente destinadas à pastagem, mosaico de usos e formações vegetais. A expansão da agricultura foi favorecida pela disponibilidade de água para irrigação proveniente da barragem, bem como pela fertilidade dos solos aluviais presentes na planície fluvial do rio Piranhas-Açu.

No entanto, a modernização da agricultura no Vale do Açu ocorreu de forma desigual, intensificando a concentração fundiária e a marginalização da agricultura familiar. A chegada de grandes empresas agrícolas, com maior poder econômico, resultou na valorização das terras e na dificuldade de acesso aos recursos naturais por parte dos pequenos produtores.

Em Carnaubais, a presença de assentamentos rurais, que abrigam um número significativo de famílias, tem sido fundamental para a resistência da agricultura familiar. Contudo, a minifundização e o baixo acesso à tecnologia continuam sendo obstáculos para o desenvolvimento pleno dessa atividade.

A construção da barragem Armando Ribeiro Gonçalves, embora tenha impulsionado o desenvolvimento econômico da região, também gerou impactos socioambientais significativos. A priorização da água para a agricultura irrigada e a indústria limitou o acesso a esse recurso por parte das comunidades rurais e afetou a dinâmica dos ecossistemas locais.

A análise comparativa entre as áreas localizadas a jusante e a montante da barragem evidencia diferentes padrões de uso e cobertura da terra. A jusante, a agricultura irrigada e a aquicultura se destacam como as principais atividades, enquanto a montante, a pecuária extensiva e a agricultura de subsistência predominam, em um cenário de maior preservação das formações vegetais.

É fundamental destacar que o desenvolvimento da fruticultura irrigada no Vale do Açu se deu em um contexto de globalização da agricultura, com a região se inserindo no mercado internacional de frutas. Esse processo, embora tenha trazido benefícios econômicos, também impôs novos desafios, como a necessidade de adaptação às exigências do mercado internacional e a intensificação da produção, o que pode ter impactos negativos sobre o meio ambiente e a sociedade local.

Diante desse cenário, é crucial a busca por um modelo de desenvolvimento que concilie o crescimento econômico com a justiça social e a sustentabilidade ambiental. A implementação de políticas públicas que promovam a diversificação da produção agrícola, o fortalecimento da agricultura familiar, a gestão integrada dos recursos hídricos e a conservação da biodiversidade é essencial para garantir um futuro mais próspero e equilibrado para a região do Vale do Açu, incluindo o município de Carnaubais.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBANO, G. P.; SÁ, A. J. Políticas públicas e globalização da agricultura no Vale do Açu-RN. **Revista de Geografia**, Recife, v. 25, n. 2. 2008. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/viewFile/228742/23155>. Acesso em: 22 jul. 2024.
- ALVES, V; AQUINO, J; SILVA FILHO, R. A modernização da fruticultura irrigada e seus impactos socioeconômicos e ambientais no vale do Açu/RN. **Geointerações**, Assú, v. 2, n. 1, p. 35-56, 2018. Disponível em: <http://periodicos.apps.uern.br/index.php/RGI/article/view/1093>. Acesso em: 22 jul. 2024.
- ANA, Agência Nacional de Águas. Eng. Armando Ribeiro Gonçalves / RN. In: Reservatórios do Semiárido Brasileiro: hidrologia, balanço hídrico e operação. **Relatório Final**. Agência Nacional de Águas - Brasília: ANA, Engecorps Engenharia S.A., 2016.
- ANA, Agência Nacional de Águas. **Reservatórios do Nordeste e Semiárido - Açude Engenheiro Armando Ribeiro Gonçalves. Relatório Final**. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/sala-de-situacao/acudes-do-semiarido/acude-armando-ribeiro>. Acesso em: 04 out. 2024
- AQUINO, J. R. de; ARAÚJO, I. J. de; NUNES, E. C.; LACERDA, M. A. D. de. Agricultura familiar no Vale do Açu (RN): uma caracterização a partir do Censo Agropecuário 2017. **Revista GeoInterações**, [S. l.], v. 7, n. 1, 2023. DOI: 10.59776/2526-3889.2023.4977. Disponível em: <https://periodicos.apps.uern.br/index.php/RGI/article/view/4977>. Acesso em: 4 out. 2024.
- AQUINO, J. R. de; SILVA FILHO, R. I. da. 40 anos da barragem Armando Ribeiro Gonçalves. **CORECON RN** - Conselho Regional de Economia, 9 de fevereiro de 2024. Disponível em: <https://www.corecon-rn.org.br/2024/02/09/40-anos-da-barragem-armando-ribeiro-goncalves/>. Acesso em: 02 out. 2024.
- ARAÚJO, E. M. **Utilização do sensoriamento remoto para detecção de diferentes alvos no entorno de reservatórios no semiárido**. Fortaleza, 2017. 159 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal do Ceará.
- BLASCHKE, T.; KUX, H. **Sensoriamento remoto e SIG avançados: novos sistemas sensores, métodos inovadores**. 2. ed. São Paulo: Oficina do Texto. 2007, 304 p.
- BOSSLER, R. C. **QGIS do ABC ao XYZ**. Curitiba: Íthala, 2016.
- BRANCO, T.; FIDALGO, E.; FRANCISCO, C.; DART, R. D. O.; PRADO, R.; BRANCO, T. L. **Análise orientada a objetos para a classificação do uso e cobertura da terra do**

assentamento São José da Boa Morte, RJ. Embrapa Solos-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E), 2018. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1095302/1/CNPSPBD2652018.pdf>. Acesso em: 24 set. 2024.

BRIASSOULIS, H. **Analysis of Land Use Change:** Theoretical and Modeling Approaches. 2 ed. West Virginia: Scott Loveridge e Randall Jackson. WVU Research Repository, 2020. Disponível em: <https://researchrepository.wvu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1000&context=rri-web-book>. Acesso em: 23 set. 2024.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. (Eds. e orgs.). **Introdução à ciência da geoinformação.** São Paulo: INPE, 2001.

CEPEA, Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - ESALQ/USP. **Agronegócio:** Conceito e Evolução. Janeiro de 2022, 10 p. Disponível em: https://cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/agro%20conceito%20e%20evolu%C3%A7%C3%A3o_jan22_.pdf. Acesso em: 03 out. 2024.

CORINGA, W. V.; SOUSA, T. C. F. de; FONTENELE, Z. V. A construção da barragem Engenheiro Armando Ribeiro Gonçalves e o acesso à água pelos pequenos produtores do Vale do Açu. In: Congresso Internacional de Diversidade do Semiárido (CONIDIS). 2., 2017, Campina Grande. **Anais [...]** Campina Grande: Realize Editora, 2017. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conidis/2017/TRABALHO_EV074_MD1_SA5_ID429_01102017161151.pdf. Acesso em 02 out. 2024.

DNOCS, Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. **Barragem Armando Ribeiro Gonçalves:** ficha técnica. 2024. Disponível em: https://www.dnocs.gov.br/php/canais/recursos_hidricos/fic_tec_reservatorio.php?codigo_reservatorio=18&descricao_reservatorio=Barragem+Armando+Ribeiro+Gon%E7alves. Acesso em 03 out. 2024.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto.** 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2019. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 08 set. 2024.

FURTADO, L. F. de A.; FRANCISCO, C. N.; ALMEIDA, C. M. de. Análise de imagem baseada em objeto para classificação das fisionomias da vegetação em imagens de alta resolução espacial. **Geociências**, v. 32, n.3, p.441-451, 2013.

GÓES, Q. R. de; FREITAS, L. da R.; LORENTZ, L. H.; VIEIRA, F. C. B.; WEBER, M. A. Análise da fauna edáfica em diferentes usos do solo no Bioma Pampa. **Ciência Florestal**, v. 31, n. 1, p. 123-144, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509832130>. Acesso em: 24 set. 2024.

GOMES, J. V. P.; CUBAS, M. G. **Fundamentos do sensoriamento remoto**. 1. ed. Curitiba: Intersaberes, 2021. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 06 set. 2024.

GOMES, L. C.; BIANCHI, F. J. J. A.; CARDOSO, I. M.; SCHULTE, R. P. O.; ARTS, B. J. M.; FERNANDES FILHO, E. I. Land use and land cover scenarios: An interdisciplinary approach integrating local conditions and the global shared socioeconomic pathways. **Land Use Policy**, v. 97, p. 104723, 2020.

GRIGIO, A. M. **Aplicação de sensoriamento remoto e sistema de informação geográfica na determinação da vulnerabilidade natural e ambiental do Município de Guamaré (RN): simulação de risco às atividades da indústria petrolífera**. 2003. 253 f. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica; Geofísica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2003.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Divisão Regional do Brasil em Mesorregiões e Microrregiões Geográficas**. Rio de Janeiro, 1990. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=22269>.

Acesso em: 07 ago. 2024.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3ª edição. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=281615>.

Acesso em: 09 set. 2024.

IDEMA, Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente. **Carnaubais**. Perfil do Seu Município (2008). 2008, v. 10 p. 1-23. Disponível em: <http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC000000000016639.PDF>. Acesso em: 06 ago. 2024.

INCRA, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Incra nos Estados: informações gerais sobre os assentamentos da Reforma Agrária**. 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/reforma-agraria/assentamentos-relacao-de-projetos>.

Acesso em: 04 out. 2024.

LAGO, G. C. dos R.; SOUZA, P. H. de; PISANI, R. J. Análise do uso e cobertura da terra em área de preservação permanente na sub-bacia do Córrego Campestre, município de Campestre/MG. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Três**

- Lagoas**, v. 1, n. 34, p. 490-508, 24 dez. 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/RevAGB/article/view/14957>. Acesso em: 24 set. 2024.
- LENSE, G. H. E.; PARREIRAS, T. C.; MOREIRA, R. S.; AVANZI, J. C.; MINCATO, R. L. Effect of spacial temporal variation of land use and land cover on soil erosion. **Rev. Caatinga**, v. 34, n. 1, p. 90-98, 2021. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1590/1983-21252021v34n110rc>. Acesso em: 24 set. 2024.
- LORENZZETTI, J. A. **Princípios físicos de sensoriamento remoto**. São Paulo: Editora Blucher, 2015. E-book. ISBN 9788521208365. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521208365/>. Acesso em: 08 set. 2024.
- MAPBIOMAS. **MapBiomias**. 2024. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/>. Acesso em: 24 set. 2024.
- MARCELINO, G. L. da S.; UGEDA JÚNIOR, J. C.; MENGUE, V P. Dinâmica do uso e cobertura da terra e da temperatura no município de Poxoréu–MT. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 34, p. 866-882, 2024. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/rbclima/article/view/17791>. Acesso em: 24 set. 2024.
- MARTINS, A. P.; GALVANI, E. Relação entre uso e cobertura da terra e parâmetros biofísicos no Cerrado Brasileiro. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 40, p. 148-162, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/352986714_Relacao_entre_uso_e_cobertura_da_terra_e_parametros_biofisicos_no_Cerrado_Brasileiro/references. Acesso em: 24 set. 2024.
- MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. **Introdução ao processamento de imagens de Sensoriamento Remoto**. Brasília: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 2012. v. 1, 266 p.
- NAJAR, A. L.; MARQUES, E. C. (Orgs.). **Saúde e espaço: estudos metodológicos e técnicas de análise**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 1998.
- NASA, National Aeronautics and Space Administration. **Landsat Science: Landsat 1** em (emo). 2024. Disponível em: <https://landsat.gsfc.nasa.gov/satellites/landsat-1/>. Acesso em: 23 set. 2024.
- OLIVEIRA, A. Á. R. de; SALDANHA, D. S.; SILVA, E. S.; LIMA, J. V. de. Caracterização geoambiental do baixo curso do Piranhas-Açu (RN). **Revista Contexto Geográfico**, v. 9, n. 18, p. 69 – 77, 2024. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/contextogeografico/article/view/16806>. Acesso em: 04 out. 2024.

- QUINTÃO, José Maurício B.; CANTINHO, R. Z.; ALBUQUERQUE, E. R. G. M. de; MARACAHIPES, L.; BUSTAMANT, M. M. C. Mudanças do uso e cobertura da terra no Brasil, emissões de GEE e políticas em curso. *Ciência e Cultura*, v. 73, n. 1, p. 18-24, 2021.
- ROCHA, D. S. da; TRINDADE, J. P. P.; VOLK, L. B. da S. **Uso e cobertura da terra no Rio Grande do Sul, no bioma Pampa e no território do Alto Camaquã**: período de 1985 a 2021: dados do MapBiomas (coleção 7). 2022. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1151266>. Acesso em: 22 jul. 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: 4 out. 2024.
- SILVA FILHO, R. I. da; FRUTUOSO, G. K. da C. A derrubada das carnaubeiras no Vale do Açu/RN. **Revista do CERES**, [S. l.], v. 1, n. 2, p. 49–53, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/Revistadoceres/article/view/15133>. Acesso em: 3 out. 2024.
- USGS, United States Geological Survey. **Landsat 8**. 2024. Disponível em: <https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-8>. Acesso em: 23 set. 2024a.
- USGS, United States Geological Survey. **Landsat 9**. 2024. Disponível em: <https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-9>. Acesso em: 23 set. 2024b.