



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA**

**RODRIGO ALVES DE LIMA**

**ANÁLISE DA EVOLUÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DO USO E COBERTURA DA  
TERRA NO MÉDIO JAGUARIBE UTILIZANDO O MAPBIOMAS 9.0**

**FORTALEZA**

**2025**

RODRIGO ALVES DE LIMA

ANÁLISE DA EVOLUÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DO USO E COBERTURA DA TERRA  
NO MÉDIO JAGUARIBE UTILIZANDO O MAPBIOMAS 9.0

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Curso de Bacharelado em Geografia da  
Universidade Federal do Ceará, como parte  
dos requisitos para à obtenção do título de  
Bacharel em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Henrique  
Sopchaki

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

L71a Lima, Rodrigo Alves de.

Análise da evolução espaço-temporal do uso e cobertura da terra no Médio Jaguaribe utilizando o MapBiomas 9.0 / Rodrigo Alves de Lima. – 2025.

42 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Geografia, Fortaleza, 2025.

Orientação: Prof. Dr. Carlos Henrique Sopchaki.

1. Açude. 2. MapBiomas. 3. Médio Jaguaribe. 4. Uso e cobertura. I. Título.

CDD 910

---

RODRIGO ALVES DE LIMA

ANÁLISE DA EVOLUÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DO USO E COBERTURA DA TERRA  
NO MÉDIO JAGUARIBE UTILIZANDO O MAPBIOMAS 9.0

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Curso de Bacharelado em Geografia da  
Universidade Federal do Ceará, como requisito  
parcial à obtenção do título de Bacharel em  
Geografia.

Orientador: Professor Doutor Carlos Henrique  
Sopchaki.

Aprovada em: 24/02/2025.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Carlos Henrique Sopchaki (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará

---

Esp. Rosilene de Melo França  
Universidade Federal do Ceará

---

Me. Luis Felipe Santos Moura  
Universidade Federal do Ceará

## AGRADECIMENTOS

Sou grato aos meus pais, que mesmo não intencionalmente, me influenciaram a escolher a Geografia. Meu pai, por ter me dado um atlas geográfico na infância, que é o presente mais significativo que já recebi. Minha mãe, por sempre ter apoiado meus estudos, e os visto como oportunidade de transformação de vida.

Sou grato aos meus amigos, Cherry e Lucas, que sempre estiveram comigo nos mais diversos momentos, os quais o apoio também foi responsável por me guiar até aqui.

Também quero agradecer aos professores de Geografia que tive ao longo da vida, e que me inspiraram. No ensino fundamental: Alexsandra, Liduina e Rosângela.

Sou grato à professora Alexsandra Muniz, que foi minha primeira orientadora de pesquisa científica na Universidade Federal do Ceará, e à professora Iara Gomes, pelo carinho e atenção.

Faço um agradecimento especial ao professor Carlos Henrique Sopchaki, que foi meu orientador de estágio e neste trabalho, por sempre ser solícito e atencioso, e que tem importância inigualável para a conclusão deste ciclo.

Agradeço ao setor de geoprocessamento da COGERH, pela disponibilização de dados.

Agradeço ao maravilhoso trabalho do projeto MapBiomass, que é a base principal utilizada no estudo.

Por fim, agradeço aqueles que dedicam suas vidas à defesa da educação pública e a democratização do acesso a ela.

## **RESUMO**

As condições de sobrevivência, por vezes hostis, características do Semi-Árido do Nordeste do Brasil, não impedem a ocupação e modificação desse espaço pelo ser humano. Nesse contexto, a criação de reservatórios de água induz transformações da paisagem. O objetivo do presente estudo é analisar as mudanças de uso e cobertura da terra na sub-bacia do Médio Jaguaribe para os anos de 1993, 2003, 2013 e 2023, com o objetivo de se observar mudanças de forma concisa a cada década. Para tal, foram utilizados dados obtidos através de sensoriamento remoto, disponíveis na coleção 9.0 da plataforma MapBiomas Brasil. Assim, foram desenvolvidos mapas e tabelas que permitiram analisar a mudança no nível de ocupação de cada classe em relação à área da sub-bacia do Médio Jaguaribe. Através desses produtos, foi possível constatar importantes mudanças, como a diminuição da formação savântica na região, a variação espacial dos espelhos d'água e a expansão de lavouras e núcleos urbanos.

Palavras-chave: Açude; MapBiomas; Médio Jaguaribe; Uso e cobertura.

## **ABSTRACT**

The sometimes hostile conditions of survival characteristics of the Semi-Arid Region of Northeast Brazil do not prevent the occupation and modification of this space by human beings. In this context, the creation of water reservoirs induces transformations in the landscape. The objective of the present study is to analyze the changes in land use and land cover in the Middle Jaguaribe sub-basin for the years 1993, 2003, 2013 and 2023, with the objective of observing changes concisely every decade. To this end, data obtained through remote sensing, available in collection 9.0 of the MapBiomas Brasil platform were used. Thus, maps and tables were developed that allowed the analysis of the change in the level of occupation of each class in relation to the area of the Middle Jaguaribe sub-basin. Through these products, it was possible to verify important changes, such as the decrease in the savanna formation in the region, the spatial variation of the water mirrors and the expansion of crops and urban centers.

Keywords: Dam; Mapbiomas; Middle Jaguaribe; Use and coverage.

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 - Fotografia da Vista do Açude Castanhão.....  | 25 |
| Figura 2 - Fotografia da Vista Jusante da barragem do Açude Castanhão.....  | 26 |
| Quadro 1 - Classes de Uso e Cobertura da Terra utilizadas na pesquisa.....  | 30 |
| Gráfico 1 - Evolução do percentual de participação das classes de uso e cobertura da terra na sub-bacia do Médio Jaguaribe para os anos de 1993, 2003, 2013 e 2023..... | 40 |

## **LISTA DE MAPAS**

|  |    |
|--|----|
| Mapa 1 - Sub-bacia do Médio Jaguaribe.....   | 15 |
| Mapa 2 - Classificação Litoestatigráfica do Médio Jaguaribe.....                   | 17 |
| Mapa 3 - Unidades Geomorfológicas do Médio Jaguaribe.....                          | 20 |
| Mapa 4 - Classificação Pedológica do Médio Jaguaribe.....                          | 22 |
| Mapa 5 - Recursos Hídricos do Médio Jaguaribe .....                                | 25 |
| Mapa 6 - Classificação de Uso e Cobertura da Terra no Médio Jaguaribe - 1993.....  | 32 |
| Mapa 7 - Classificação de Uso e Cobertura da Terra no Médio Jaguaribe - 2003. .... | 34 |
| Mapa 8 - Classificação de Uso e Cobertura da Terra no Médio Jaguaribe - 2013.....  | 36 |
| Mapa 9 - Classificação de Uso e Cobertura da Terra no Médio Jaguaribe - 2023. .... | 38 |

## **LISTA DE TABELAS**

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 - Açudes construídos na sub-bacia do Médio Jaguaribe.....           | 26 |
| Tabela 2 - Classes de Uso e Cobertura da Terra - Médio Jaguaribe, 1993 ..... | 33 |
| Tabela 3 - Classes de Uso e Cobertura da Terra - Médio Jaguaribe, 2003 ..... | 34 |
| Tabela 4 - Classes de Uso e Cobertura da Terra - Médio Jaguaribe, 2013 ..... | 36 |
| Tabela 5 - Classes de Uso e Cobertura da Terra - Médio Jaguaribe, 2023 ..... | 38 |

## **LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS**

BDiA - Banco de Dados e Informações Ambientais  
COGERH - Companhia de Gestão de Recursos Hídricos  
CSBH - Médio Jaguaribe - Comitê da Sub-Bacia Hidrográfica do Médio Jaguaribe  
CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais  
DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra as Secas  
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará  
SOHIDRA - Superintendência de Obras Hidráulicas  
SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO.....</b>   | <b>13</b> |
| <b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>  | <b>17</b> |
| <b>2.1 Geologia do Médio Jaguaribe.....</b>  | <b>17</b> |
| <b>2.1 Geomorfologia do Médio Jaguaribe.....</b>   | <b>20</b> |
| <b>2.2 Pedologia do Médio Jaguaribe.....</b>   | <b>21</b> |
| <b>2.3 Açudagem e sua influência nos padrões de uso e coberturas da terra.....</b>           | <b>24</b> |
| <b>3 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>  | <b>29</b> |
| <b>4 RESULTADOS.....</b>   | <b>32</b> |
| <b>4.1 Uso e cobertura da terra para o ano de 1993.....</b>                                  | <b>32</b> |
| <b>4.2 Uso e cobertura da terra para o ano de 2003.....</b>                                  | <b>33</b> |
| <b>4.3 Uso e cobertura da terra para o ano de 2013.....</b>                                  | <b>35</b> |
| <b>4.4 Uso e cobertura da terra para o ano de 2023.....</b>                                  | <b>37</b> |
| <b>4.5 Evolução do uso e cobertura da terra para os anos de 1993, 2003, 2013 e 2023.....</b> | <b>39</b> |
| <b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>   | <b>41</b> |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>   | <b>42</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com Ross (1994), o crescimento da urbanização, aliado à utilização da tecnologia na exploração dos recursos naturais, tem causado alterações irrecuperáveis na paisagem natural. Ross (1994) também trata dos efeitos que esses processos causam no que chama de regiões que “importaram o progresso tecnológico”, onde se acentuam as desigualdades sociais e a degradação do meio natural. O autor faz um compilado desse retrato no Brasil, a partir do século XVI:

[...] Produtos quase únicos da pauta de exportações de suas épocas, sempre colocaram o país nas condições de economia de suprimento complementar dos centros mais desenvolvidos. A mineração e as monoculturas da cana de açúcar, café e mais recentemente a soja foram responsáveis por surtos econômicos significativos, mas ao mesmo tempo foram acompanhados de vigorosos processos de degradação da natureza e agressivos processos de exploração irracional com grandes desperdícios dos recursos naturais (Ross, 1994, p. 63).

Ab'Saber (1999) trata de uma das regiões do país: o Nordeste Seco. O autor aponta que suas características naturais e sociais a tornam diferente em relação ao resto do mundo subdesenvolvido. Ab'Sáber (1999) afirma de forma crítica que o Nordeste Seco é uma *região sob intervenção*, onde o estado define projetos e incentivos econômicos que não combatem a desigualdade ali presente. O autor pontua ainda que apesar dessa problemática, na região se encontra uma importante hierarquia urbana, além de rodovias que permitem o deslocamento em seu interior e para outras regiões, além de uma rede de açudes que permite o fornecimento de água para perímetros irrigados.

O Sertão é uma das quatro subdivisões do Nordeste - além da Zona da Mata, Agreste e Meio Norte -, e é nele que o Ceará está inserido. 171 de seus 184 municípios fazem parte do Polígono das Secas, segundo a última atualização realizada pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), em 2021 (SUDENE, 2021). A Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), divide o estado em doze sub-bacias hidrográficas, e a do Médio Jaguaribe é uma delas, delimitada pela sub-bacia do Baixo Jaguaribe ao norte, pela sub-bacia do Banabuiú a norte e oeste, pelas sub-bacias do Alto Jaguaribe e Salgado a oeste e sul (Atlas dos recursos hídricos do Ceará, 2020), e pela bacia Apodi-Mossoró ao leste, no estado do Rio Grande do Norte (Rio Grande do Norte, 2009).

De acordo com Guerra (2009), a bacia do Jaguaribe é um importante exemplo das características culturais, econômicas e sociais do sertão nordestino. Os sertões do Médio

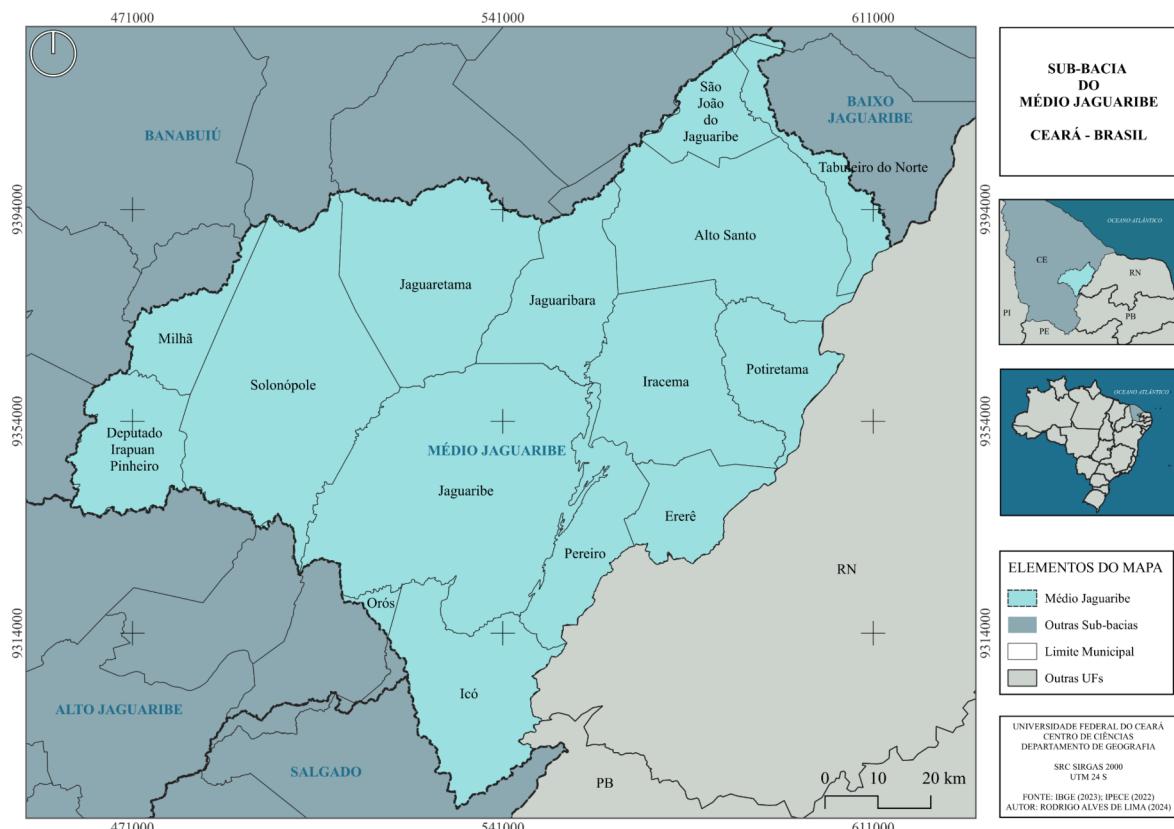
Jaguaribe tem importância econômica histórica para o estado do Ceará. Guerra, Souza e Lustosa (2011) apontam o binômio do gado-algodão na região, ainda que num contexto de reforço de desigualdades sociais. Guerra (2009) também aponta para o crescimento da agricultura e pastagem na década de 90, com maior intensidade nos anos 2000.

Pantaleia e Maia (2014), citam a importância histórica que o Rio Jaguaribe tem para o estado do Ceará, e a possibilidade de aproveitamento para atividades como pecuária, agricultura, aquicultura, mineração e produção de energia, que foi utilizado pelo poder público e proprietários de terra, na maioria das vezes sem levar em consideração os impactos ambientais. Outro processo adotado na região é a açudagem, como mostrado em Campos e Studart (2001). Os açudes são elementos artificiais característicos do sertão nordestino. Sua inserção à paisagem da região se deu como o principal mecanismo de combate aos efeitos devastadores que as secas causam, como mostram Assunção e Livingstone (1993), que também apontam os problemas da utilização desse modelo, como as altas taxas de evapotranspiração, causadas pelas condições climáticas atuantes no sertão, assim como as barreiras econômicas em relação ao transporte da água dos açudes para as pessoas. E é no Jaguaribe onde está localizado o Açude Castanhão, o maior do Ceará (Atlas dos recursos hídricos do Ceará, 2020). Outro açude importante que está localizado na bacia é o Figueiredo, nos municípios de Alto Santo e Iracema (Atlas dos recursos hídricos do Ceará, 2020). Em ambos os casos, foram necessárias as realocações dos núcleos urbanos presentes nas áreas destinadas à construção dos reservatórios.

A sub-bacia do Médio Jaguaribe é gerida pelo Comitê da Sub-Bacia Hidrográfica do Médio Jaguaribe (CSBH Médio Jaguaribe), formado por representantes da sociedade civil, usuários, poder público municipal, estadual e federal.

Treze municípios cearenses fazem parte desse comitê gestor (Mapa 1), sendo que oito estão inseridos totalmente, (Deputado Irapuan Pinheiro, Ererê, Iracema, Jaguaribe, Pereiro, Potiretama, São João do Jaguaribe e Solonópole), enquanto outros cinco com parte do seu território (Alto Santo, Jaguaretama, Jaguaribara, Milhã e Tabuleiro do Norte). Esses municípios totalizam uma população de 194.809 habitantes, o que representa cerca de 4,5% da população cearense (IBGE, 2022).

## Mapa 1 - Sub-bacia do Médio Jaguaribe



Elaborado pelo autor, 2024.

De acordo com Campos (1995), dois pontos utilizados para a defesa da construção do Açude Castanhão seriam a capacidade de diminuir a perda das águas do rio para o oceano, e a de diminuição da intensidade das cheias que se davam corriqueiramente no Vale do Jaguaribe.

O estudo de Albuquerque, Ribeiro e Sales (2019) aponta a importância e influência do Açude Castanhão, que além de ser considerado o maior Açude público do país a ser utilizado para diversos fins, provocou importantes mudanças ambientais e sociais para a região onde está instalado.

Como apresentado em Cabral (2016), o reassentamento da sede do município de Jaguaribara e a remoção da caatinga na região foram um dos primeiros impactos diretos causados pelas obras de construção do Açude Castanhão. Ainda segundo a autora, a agricultura de sequeiro, pecuária e extrativismo eram os principais tipos de uso praticados no município até o início dos anos 2000. Após a inauguração do Castanhão, houve ampliação das pscultura, além da agricultura de irrigação, como utilizada no Assentamento Curupaiti. A açudagem do Rio Jaguaribe para a construção do Castanhão promoveu mudanças de uso da

terra na região, como mostra Silva Neta (2016), onde em um primeiro momento através de auxílios governamentais em capacitação e recurso, famílias passaram a praticar a atividade de piscicultura no reservatório.

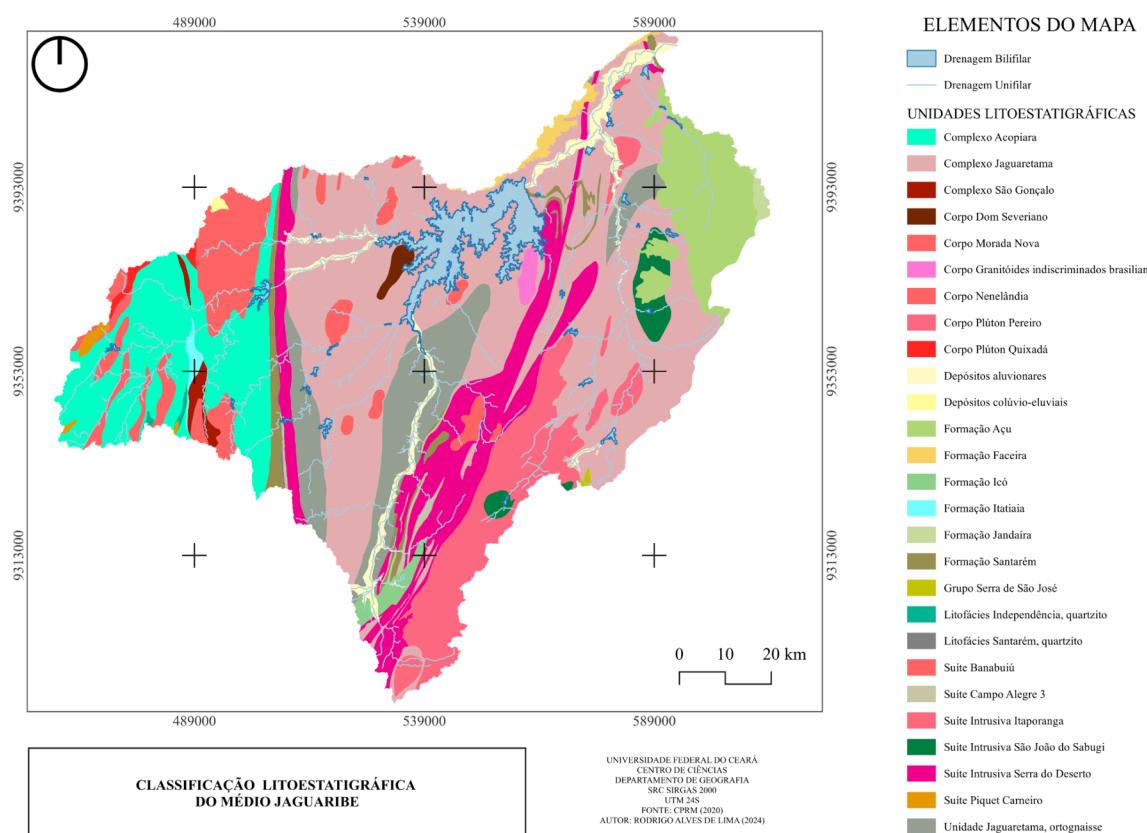
A partir do que foi exposto, essa pesquisa tem como objetivo principal, analisar as mudanças nos padrões de uso e ocupação da terra na região do Médio Jaguaribe, assim como observar a influência que a construção de açudes causou, utilizando levantamentos de sensoriamento remoto feitos pelo projeto MapBiomas, em sua coleção de versão 9.0, para os anos de 1993, 2003, 2013 e 2023. Para tal, foram confeccionados, para cada ano, mapas de classes de uso e cobertura da terra, e tabelas com dados quantitativos representando a participação de cada classe quanto a área para cada ano e para a variação através dos anos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Geologia do Médio Jaguaribe

A geologia da sub-bacia é bastante diversificada (Mapa 2). Apresenta ao todo, 27 unidades litoestatigráficas, entre complexos, corpos, depósitos, formações, grupo, litofácies, suítes e unidade (Palheta; Pinéo, 2021).

Mapa 2 - Classificação Litoestatigráfica do Médio Jaguaribe



Elaborado pelo autor, 2024.

O Complexo Acopiara é uma unidade paleoproterozoica formada por migmatitos paraderivados, paragonaisses, xistas aluminosos, xistas grafíticos, quartzitos, mármore e rochas calcissilicáticas, anfibolito e, em hierarquia inferior, ortognaisses cinza, ocasionalmente migmatíticos, de formação granítica e granodiorítica (Palheta; Pinéo, 2021).

O Complexo Jaguaretama, da era paleoproterozoica, é formado em sua maior parte por migmatitos derivados, xistas, lentes de anfibolitos, quartzitos, rochas calcissilicáticas, ademais de ortognaisses de composição granodiorítica. (Palheta; Pinéo, 2021)

O Complexo São Gonçalo, também do paleoproterozoico, tem em sua composição ortognaisses tonalíticos e ortognaisses migmatíticos de composição monzogranítica e granodiorítica. As rochas apresentam coloração cinza e granulação fina a grossa, além de textura granoblástica. (Palheta; Pinéo, 2021)

O Corpo Granitóides Indiscriminados Brasilianos é composto por rochas sem dados de caráter isotópicos, litoquímicos e geocronológicos que proporcionem uma classificação de maior qualidade. Os tipos petrográficos frequentes são granitos, granodioritos, monzogranitos, sienogranitos, dioritos e tonalitos. (Palheta; Pinéo, 2021)

Os Depósitos Aluvionares estão situados principalmente ao lado dos cursos do Rio Jaguaribe e do Riacho Boa Vista. Deles fazem parte sedimentos inconsolidados formados por seixos, areias de granulometria de fina a grossa, material silto-argiloso e argilas orgânicas (Palheta; Pinéo, 2021). “A rede de drenagem é densa e a suavização dos perfis longitudinais favorece a formação de largas faixas de planícies aluviais” (Soares et al., 1995, p. 305).

Os autores também destacam a aptidão para o cultivo na área. “As planícies aluviais são largas e chegam a atingir sua maior expressão às margens do rio Jaguaribe, onde têm largura de até 10 km. É o setor de maior potencial hídrico e de fertilidade natural aparente” (Soares et al., 1995, p. 305).

Os Depósitos Colúvio-eluviais são formados por diversos tipos de sedimentos, dentre eles: areias, areias argilosas, argilas e sedimentos cascalhosos com matriz argilosa e lateritzados. (Palheta; Pinéo, 2021)

De acordo com Kreider e Andery (1949) apud (Palheta; Pinéo, 2021), a Formação Açu é formada por camadas espessas de arenitos finos e grossos, apresentando cor branca, com alternância de folhetos, argilitos e siltitos. Manoel Filho (1970) apud (Palheta; Pinéo, 2021) aponta semelhanças entre a Formação Açu e a Formação Sitiá.

A Formação Faceira é formada por conglomerados e arenitos grosseiros, apresentando cor vermelha, mal selecionados, com clastos de baixa esfericidade e subarredondados, também contando com níveis de argilas e cascalhos. SUDENE-ASMIC (1967) apud (Palheta; Pinéo, 2021)..

A Formação Icó faz parte do Grupo Iguatu. Dela fazem parte brechas, conglomerados polimíticos e arenitos imaturos arcostanos, com a granulação de fina a grosseira e conglomeráticos. Também são encontradas intercalações de arenitos, folhelhos, siltitos, argilitos e margas. São destacadas estratificações cruzadas planares e acanaladas (Palheta; Pinéo, 2021)

A Formação Itatiaia é constituída de mármore calcíticos e dolomíticos, também apresentando rochas calcissilicáticas, xistos e quartzitos. A Litofácie Independência, quartzito, está localizada próxima a essa formação (Palheta; Pinéo, 2021).

A Formação Jandaíra é composta de calcários fossilíferos com cor bege, calcarenitos, calcilutitos, dolomitos e argilitos (Palheta; Pinéo, 2021).

A Formação Santarém, presente no Grupo Orós, é constituída em sua maioria por filitos e xistos miloníticos, metagrauvacas, com níveis de quartzitos, rochas calcissilicáticas, mármore e anfibolitos. A Litofácie Santarém, quartzito, também faz parte do Grupo Orós (Palheta; Pinéo, 2021).

O Grupo Serra de São José é formado por biotita xistos com alternância de rochas metavulcânicas ácidas e básicas, assim como níveis de quartzitos, metaconglomerados, rochas calcissilicáticas, mármore e anfibólito gnaisse. (Palheta; Pinéo, 2021)

A Suíte Banabuiú é formada por leucogranitos tipo S. Composta por granitos leucocráticos a duas micas com granada, e de granulação fina a média, apresentando coloração branca e cinza-claro, com estrutura isotrópica, mas com bordas foliadas, em forma de batólitos, stocks e diques. (Palheta; Pinéo, 2021).

O Corpo Morada Nova (Pinéo, 2017 apud Cavalcanti, 2006 apud Palheta; Pinéo, 2021) e o Corpo Nenelândia (Almeida et al., 2008 apud Palheta; Pinéo, 2021) foram integrados a essa suíte (Palheta; Pinéo, 2021).

A Suíte Intrusiva Itaporanga (adicionada do Plútão Pereiro e Plútão Quixadá) é composta por batólitos e stocks formados de granodioritos, monzogranitos, sienogranitos, granitos e monzonitos, cálcio-alcalinos de alto potássio e granulação média a grossa, apresentando textura porfirítica. (Palheta; Pinéo, 2021)

A Suíte Intrusiva São João do Sabugi é formada por dioritos, quartzo dioritos, quartzo monzodioritos, gabros, hornblenditos, gabronoritos, tonalitos e granodioritos. Esse litotipos comumente são dotados de enclaves máficos microgranulares e possuem textura equigranular, granulação fina a média e estrutura isotrópica, além da possibilidade de terem bordas foliadas. O Corpo Dom Severiano tem características homogêneas. (Palheta; Pinéo, 2021)

A Suíte Intrusiva Serra do Deserto é formada por augen gnaisse ortoderivado de composições graníticas, granodiorítica e sienogranítica. Sua matriz é em maior parte de coloração cinza, granulação média, apresentando os minerais máficos biotita e hornblenda. (Palheta; Pinéo, 2021)

A Suíte Piquet Carneiro é formada de quartzo monzonitos, granitos, sienitos e granodioritos, leucocráticos, apresentando coloração cinza-claro, branco e rosa, granulação fina a média, em pouquíssimos casos porfiríticos, e estruturas isotrópicas foliadas apresentando quimismo cálcio-alcalino de alto potássio a shoshonítico (Palheta; Pinéo, 2021).

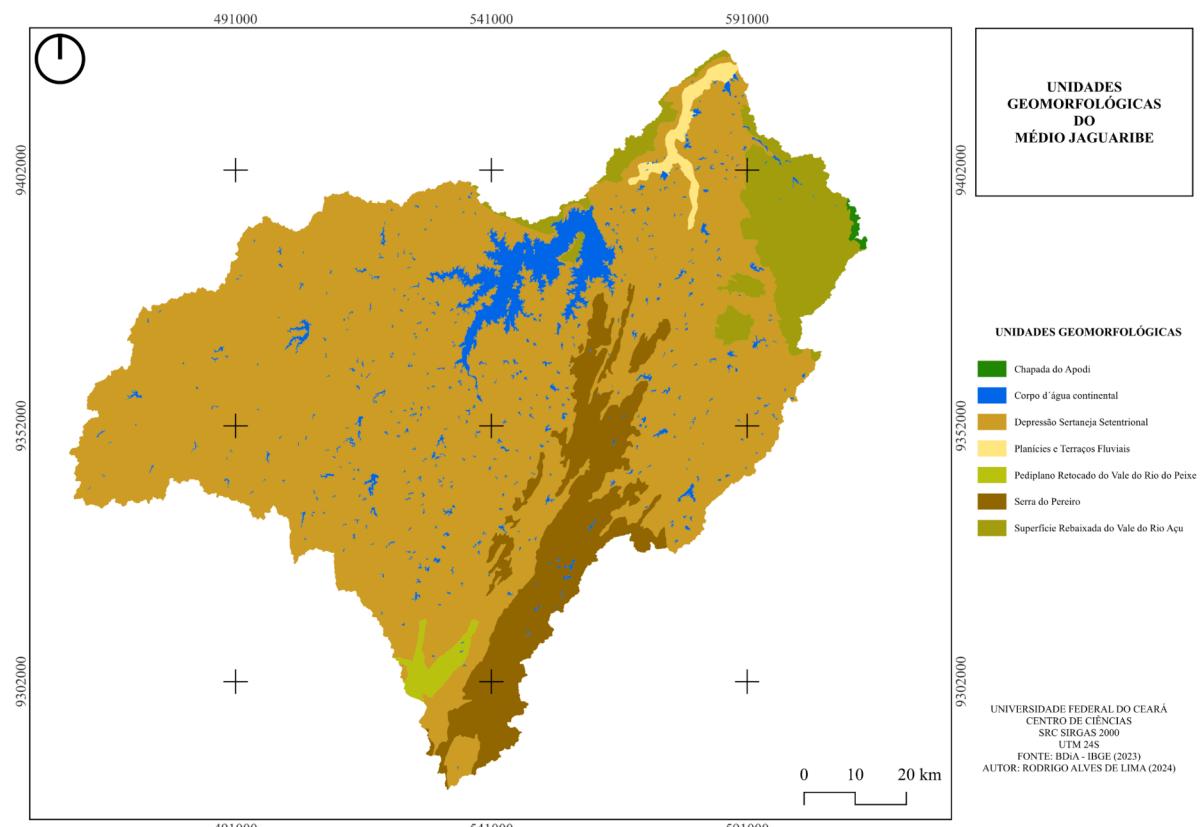
A Unidade Jaguaretama Ortognaisse é composta por ortognaisses cinzas, graníticos a granodioríticos e tonalíticos, em alguns casos migmátíticos, apresentando paragnaisses subordinados. (Palheta; Pinéo, 2021)

A Suíte Campo Alegre 3 é composta por rochas metavulcânicas e metaultramáficas (Palheta; Pinéo, 2021).

## 2.2 Geomorfologia do Médio Jaguaribe

Na área de estudo são encontradas seis unidades geomorfológicas (Mapa 3): Chapada do Apodi, Depressão Sertaneja Setentrional, Pediplano Retocado do Vale do Rio do Peixe, Planícies e Terraços Fluviais, Serra do Pereiro e a Superfície Rebaixada do Vale do Rio Açu (IBGE, 2023).

Mapa 3 - Unidades Geomorfológicas do Médio Jaguaribe



Elaborado pelo autor, 2024.

A Depressão Sertaneja Setentrional ocupa um pouco mais de três quartos da superfície da sub-bacia (IBGE, 2023). Essa unidade morfológica se apresenta com superfícies aplainadas regionais, assim como com diferentes patamares de altitude e diferença de nível (Brandão; Freitas, 2014). A Serra do Pereiro, uma serra seca localizada na divisa do Ceará com a Paraíba e o Rio Grande do Norte, com altitudes que variam de 300 a 500 metros, se destacando sobre a Depressão Sertaneja (Brandão; Freitas, 2014).

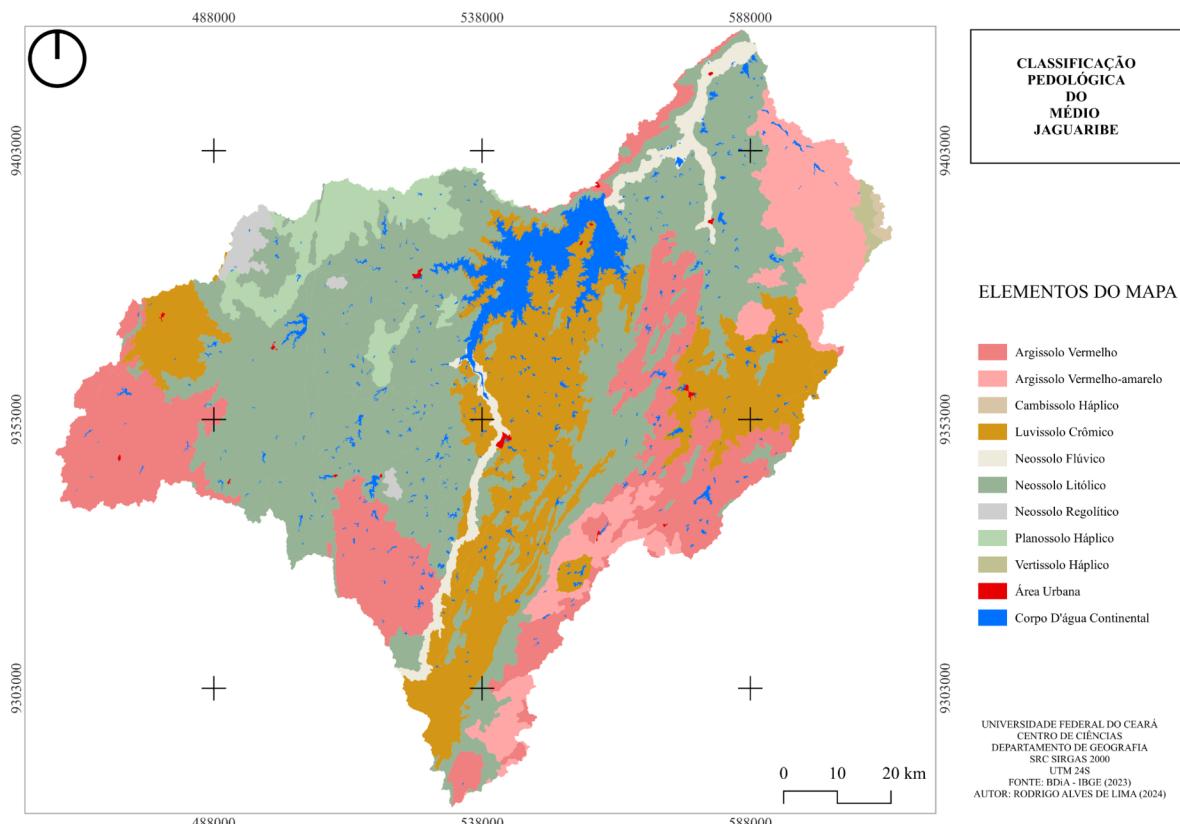
De acordo com Medeiros (2018), na Superfície Rebaixada do Vale do Rio Açu podem ser encontrados pediplanos degradados e/ou inundados, além de formas dissecadas que apresentam topos tabulares. A Chapada do Apodi se localiza na divisa do Ceará com o Rio Grande do Norte, caracterizada por topos planos, com solos férteis e de baixa profundidade (Brandão; Freitas, 2014).

As planícies fluviais são compostas por depósitos arenoargilosos/argiloarenosos, com drenagem imperfeita, enquanto os terraços fluviais são formados por depósitos arenosos/argilosos com boa drenagem (Brandão; Freitas, 2014). O Pediplano Retocado do Vale do Rio do Peixe cobre menos de 1% da sub-bacia e está ao sul da região, circundado pela Depressão Sertaneja Setentrional (IBGE, 2023).

### **2.3 Pedologia do Médio Jaguaribe**

A partir de informações do Banco de Dados e Informações Ambientais (BDIA) do IBGE, foram encontradas 10 subordens de solos na região do Médio Jaguaribe (Mapa 4).

Mapa 4 - Classificação Pedológica do Médio Jaguaribe



Elaborado pelo autor, 2024.

Os neossolos têm a maior cobertura da área da sub-bacia, com 44,02% (IBGE, 2023). São compostos por materiais minerais ou orgânicos sem alterações importantes em relação à baixa força de atuação de processos pedogenéticos (Santos et al., 2018). São encontradas na região três subordens de neossolos: Litólicos, Flúvicos e Regolíticos.

Neossolos Litólicos, que tem contato lítico ou lítico fragmentário entre 50 cm desde a superfície, com horizonte A ou hístico assente imediatamente sobre a rocha, horizontes C/Cr ou material entre 90% e 100% de massa formada de fragmentos grosseiros com diâmetro superior a 2 mm (Santos et al., 2018). Os Neossolos Flúvicos são derivados de sedimentos aluviais com horizonte A assente acima de camada ou horizonte C, e com caráter flúvico entre 150 cm desde a superfície do solo (Santos et al., 2018). Os Neossolos Regolíticos não têm contato lítico ou lítico fragmentado entre 50 cm desde a superfície, podendo apresentar horizonte B em início de formação (Santos et al., 2018).

Os Argissolos cobrem 26,56% da área do Médio Jaguaribe (IBGE, 2023). São solos de composição mineral, com variabilidade no seu nível de drenagem. (Santos et al., 2018).

A presença de Argissolos na região se dá através de Argissolos Vermelhos e Argissolos Vermelho-Amarelos. O Argissolo Vermelho apresentam matiz 7,5YR ou são mais amarelos dentro do primeiro metro a partir da superfície no horizonte B (Santos et al., 2018). Já os Argissolo Vermelho-Amarelo são solos de coloração vermelho-amarelada que não estão compreendidos em outras subordens de argissolos (Santos et al., 2018).

A terceira maior cobertura de solos da sub-bacia é conferida aos Luvissolos, ocupando 19,96% de sua área (IBGE, 2023). Assim como os argissolos, os luvissolos são formados por compostos minerais, com diferentes níveis de drenagem. Também podem apresentar ocorrência de pedras em sua superfície e saturação de sódio na subsuperfície (Santos et al., 2018). A única subordem de luvissolo encontrada na área de estudo é a crômica. O luvissolo crômico tem a maior parte do primeiro metro no horizonte B definido pelo caráter crômico (Santos et al., 2018).

Com menor área de cobertura, são encontrados Planossolos, Vertissolos e Cambissolos.

Os Planossolos cobrem 4,22% do Médio Jaguaribe (IBGE, 2023). Os Planossolos apresentam baixa capacidade de drenagem, com diferentes texturas em seus horizontes (Santos et al., 2018). Os Planossolos Háplicos são os que não se encaixam na outra subordem de Planossolos, que é dos Planossolos Nátricos (Santos et al., 2018).

Os Vertissolos cobrem apenas 0,34% da área da sub-bacia (IBGE, 2023). São solos minerais com pouca mudança de textura entre seus horizontes. Possuem a capacidade de mudança de volume a depender da quantidade de água presente, se reduzindo quando secos e apresentando rachaduras (Santos et al., 2018). Sua única subordem presente na região é a de Vertissolos Háplicos. São os vertissolos que não se encaixam nas definições de vertissolos hidromórficos e vertissolos ebânicos (Santos et al., 2018).

Por fim, os cambissolos, que ocupam apenas 0,17% do Médio Jaguaribe (IBGE, 2023). Os cambissolos com alta diferenciação de composição do material de origem, a depender de fatores geomorfológicos e climáticos. (Santos et al., 2018). No Médio Jaguaribe eles são representados pelo Cambissolo Háplico. São solos que não se encaixam nas definições das outras subordens de cambissolos: hísticos, húmicos e flúvicos (Santos et al., 2018).

## 2.4 Açudagem e sua influência nos padrões de uso e coberturas da terra

Albuquerque, Ribeiro e Sales (2019) atentam à importância singular do manejo com bases na sustentabilidade para uma boa gestão de recursos hídricos em regiões semi áridas. Cirilo (2008) aponta a importância da sustentabilidade e da função social em relação aos recursos hídricos, e sua importância para o desenvolvimento de regiões semiáridas. Ainda de acordo com o autor:

É fato que os governos de muitas regiões semi-áridas do mundo vêm atuando com o objetivo de implantar infra-estruturas capazes de disponibilizar água suficiente para garantir o abastecimento humano e animal e viabilizar a irrigação. Todavia, esse esforço ainda é, de forma global, insuficiente para resolver os problemas decorrentes da escassez de água, o que faz que as regiões continuem vulneráveis à ocorrência de secas, especialmente quando se trata do uso difuso da água no meio rural. De qualquer modo, a ampliação e o fortalecimento da infra-estrutura hídrica, com adequada gestão, constituem requisitos essenciais para a solução do problema, servindo como elemento básico para interiorização do desenvolvimento. (Cirilo, 2008, p. 61).

Souza et al. (2011) tratam da situação dos recursos hídricos na sub-bacia antes da instalação do Açude Castanhão:

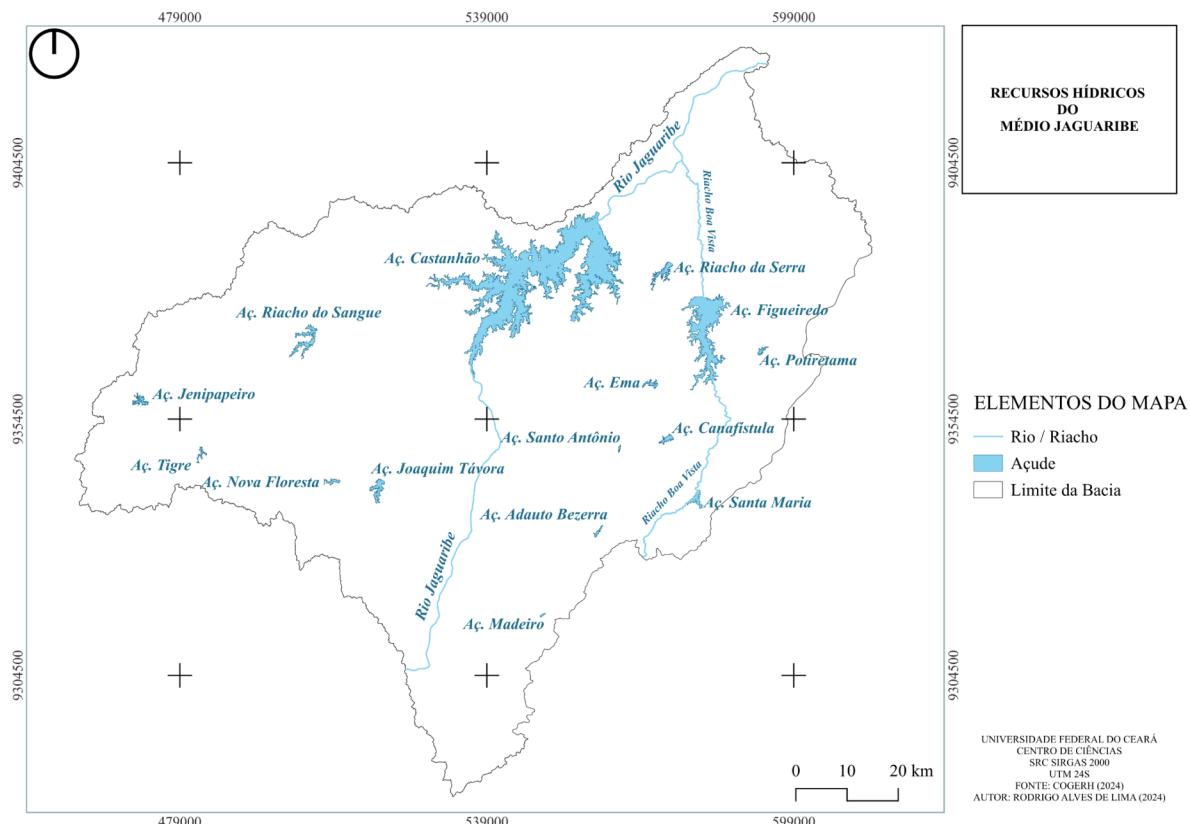
Antes do Castanhão, os recursos hídricos superficiais e subterrâneos tendiam para a insuficiência ou se exibiam com níveis comprometedores de poluição. De tal modo esse problema se agravava que, na área do bioma da caatinga, a deficiência dos recursos hídricos constituiá o principal empescilho para a ocupação humana e para a satisfação das necessidades das atividades do meio rural. (Souza et al., 2011, p. 11)

O Decreto Estadual nº 25.391/1999 expõe sobre a criação do comitê da sub-bacia do Médio Jaguaribe em seu Anexo II, tratando de sua composição e finalidade (Ceará, 1999). O parágrafo 1 do Art. 2 do Anexo 2 estabelece:

I – proceder estudos, divulgar e debater os programas de serviços e obras a serem realizados, garantindo a participação pública e a defesa dos interesses da coletividade, definindo prioridades, objetivos, metas, benefícios custos e riscos sociais, ambientais e financeiros, para integrar o plano da sub-bacia hidrográfica; (Ceará, 1999).

Com 15 açudes (Mapa 5) monitorados na sub-bacia do Médio Jaguaribe, se destacam o Castanhão (Figuras 1 e 2), inaugurado em 2003, e o Figueiredo, inaugurado em 2013 (SRH, 2020).

Mapa 5 - Recursos Hídricos do Médio Jaguaribe



Elaborado pelo autor; 2024.

Figura 1 - Fotografia da Vista do Açude Castanhão.



Acervo do autor, 2022.

Figura 2 - Fotografia da Vista Jusante da barragem do Açude Castanhão.



Acervo do autor, 2022.

A Tabela 1 mostra que o Açude Castanhão se destaca na sub-bacia do Médio Jaguaribe, concentrando pouco mais de 90% da capacidade máxima de armazenamento. O Açude Figueiredo vem em segundo lugar, mas com apenas cerca de 7% dessa capacidade. O volume total dos outros treze reservatórios não supera 3%.

Tabela 1 - Açudes construídos na sub-bacia do Médio Jaguaribe

| Açude            | Município  | Capacidade m <sup>3</sup> | Participação no conjunto dos açudes estudados (%) | Órgão Executor | Ano de conclusão |
|------------------|--|---------------------------|---|----------------|------------------|
| Castanhão        | Alto Santo, Jaguaretama, Jaguaribara, Jaguaripe, Iracema | 6.700.000.000             | ≈ 90,48   | SRC/DNOCS      | 2003             |
| Figueiredo       | Alto Santo, Iracema e Potiretama                         | 519.600.000               | ≈ 7,02  | DNOCS          | 2013             |
| Riacho do Sangue | Solonópole   | 61.424.000                | ≈ 0,83  | DNOCS          | 1918             |
| Joaquim Távora   | Jaguaribe  | 26.772.800                | ≈ 0,36  | DNOCS          | 1933             |
| Riacho da Serra  | Alto Santo   | 23.470.000                | ≈ 0,32  | SRH/SOHIDRA    | 2011             |
| Jenipapeiro      | Dep. Irapuan Pinheiro                                    | 17.000.000                | ≈ 0,23  | SRC/DNOCS      | 1997             |

|                |                        |            |                |             |      |
|----------------|------------------------|------------|----------------|-------------|------|
| Canafistula    | Iracema                | 13.110.000 | $\approx 0,18$ | SRH/SOHIDRA | 1992 |
| Ema            | Iracema                | 10.390.000 | $\approx 0,14$ | DNOCS       | 1984 |
| Nova Floresta  | Jaguaribe e Solonópole | 7.610.000  | $\approx 0,10$ | DNOCS       | 1926 |
| Potiretama     | Potiretama             | 6.330.000  | $\approx 0,09$ | SRH/SOHIDRA | 1992 |
| Santa Maria    | Ereré                  | 5.866.800  | $\approx 0,08$ | SRH/SOHIDRA | 1999 |
| Adauto Bezerra | Pereiro                | 5.250.000  | $\approx 0,07$ | DNOCS       | 1984 |
| Tigre          | Solonópole             | 3.510.000  | $\approx 0,05$ | SRH/SOHIDRA | 1991 |
| Madeiro        | Pereiro                | 2.810.000  | $\approx 0,04$ | SRH/SOHIDRA | 1998 |
| Santo Antônio  | Iracema                | 832.000    | $\approx 0,01$ | SRH/SOHIDRA | 1927 |

Fonte: Atlas dos Recursos Hídricos do Ceará e IPECE; Adaptado pelo autor.

A primeira importante alteração causada no uso e ocupação da terra pela construção do Castanhão foi a inundação de áreas habitadas em Jaguaribara, como mostra Perote (2005).

A cidade ocupava uma área de 731 km<sup>2</sup>. Poço Comprido é seu único distrito cuja vila-sede situa-se no extremo norte do território municipal. Com a construção do Castanhão, o município de Jaguaribara teria dois terços de suas terras submersas, incluindo a sua sede e o distrito. (Perote, 2005, p. 100).

Uma área de cerca de 4 km<sup>2</sup> foi urbanizada devido a criação do município de Nova Jaguaribara. (Cavalcanti, 2006 apud Salinas, 2014)

De acordo com Salinas (2014), após a construção do Castanhão, áreas em seu entorno que foram expropriadas passaram a ser aproveitadas para a agricultura irrigada e a piscicultura.

Dantas (2017) aponta mudanças que a açudagem (classificada como Rio, Lago e Oceano, para esse estudo) causou no uso e cobertura da terra, principalmente no que diz respeito a paisagens que se encaixam nas classificações de Formação Campestre e Aquicultura.

A retirada da vegetação nativa para a construção do reservatório também pode ser apontado como um grande prejuízo e/ou dano ambiental local, pois com a construção do Castanhão a cobertura vegetal, constituída principalmente por rasteira, foi removida. Já o projeto da piscicultura foi instalado após a remoção da massa vegetada, não podendo ser esse o causador do dano. Mas com a intensidade do

povoamento de piscicultores e a consequente instalação das gaiolas dos peixes fez com que a mata nativa não se regenerasse e permanecesse sem sua cobertura vegetal nas margens do reservatório (Dantas, 2017 p.88)

Com a construção do Açude Castanhão, no leito do Rio Jaguaribe, mudou-se a pesca praticada de forma artesanal no rio para a aquicultura na barragem, com fatores como velocidade e profundidade das águas completamente diferentes do que era praticado pelos habitantes locais até então (Duarte, 2007 apud Matias, 2012).

Citó e Vieira (2009) e Lima (2009) trazem em seus estudos o objetivo do então futuro Açude Figueiredo, que não foge a lógica de outros empreendimentos do tipo no Semi-Árido: a utilização de suas águas para o abastecimento da população de municípios ao seu redor, além da possibilidade de uso na indústria e na agricultura, através da irrigação.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

A primeira fase da pesquisa se deu através de consulta bibliográfica por canais como o Google Acadêmico e Scielo, assim como o Repositório Institucional de universidades e outras instituições de pesquisa.

Os dados matriciais disponibilizados pelo MapBiomass podem ser obtidos através de sua plataforma online, assim como de seu plugin para o QGis. Para este trabalho, foi optado por fazer o download dos arquivos em formato GeoTiff de todo o território nacional (a acurácia geral para a coleção 0 é de 93,08%). Foram feitos downloads de quatro arquivos, referentes aos anos de 1993, 2003, 2013 e 2023, através do link ([https://storage.googleapis.com/mapbiomas-public/initiatives/brasil/collection\\_9/lclu/coverage/brasil\\_coverage\\_2023.tif](https://storage.googleapis.com/mapbiomas-public/initiatives/brasil/collection_9/lclu/coverage/brasil_coverage_2023.tif)), no caso do ano de 2023, devendo se alterar o número do final do link em função do ano desejado (disponível a partir do ano de 1985)

Para o tratamento dos dados matriciais, foi utilizada a versão 3.34.5-Prizren do QGis. As imagens matriciais adquiridas tem como sistema de referência de coordenadas (SRC) o *World Geodetic System* (WGS84; EPSG 4326). A plataforma MapBiomass informa que para cálculo de áreas, deve-se utilizar arquivos em projeções métricas. Dessa forma, cada imagem raster de abrangência nacional foi recortada utilizando arquivo vetorial da área de estudo, no mesmo SRC. Após isso, as imagens foram convertidas para o SRC Sistema de Referência Geodésico para as Américas (SIRGAS 2000 / UTM Zone 24S; EPSG 31984), que é o SRC de todo o material cartográfico deste trabalho.

O tipo de renderização das camadas foi definido como Paletizado/valores únicos, em seguida, realizando a classificação, e obtendo os valores, que representam as classes definidas pelo MapBiomass. Ao todo, foram encontradas doze classes de uso e cobertura da terra, sendo que elas podem ou não estar presentes em cada ano analisado.

Para o cálculo da área de classes, os arquivos matriciais foram convertidos em vetoriais. Cada um dos arquivos gerou diversos polígonos que representavam uma única classe, desse modo, foi utilizada a ferramenta “dissolver”, para criar polígonos únicos para cada classe, com base na coluna referente às classes. Com isso, foi feito o cálculo de área das classes, em km<sup>2</sup>, utilizando a calculadora de campo na tabela de atributos. Por fim, foi feito o cálculo percentual das mudanças de área do uso e ocupação da terra para cada década pesquisada em relação à anterior.

A coleção 9 do MapBiomass apresenta 37 classes de uso e ocupação do solo, contidas em 4 níveis. Para esse trabalho, o Quadro 1 compila descrições das 12 classes que foram

observadas nos quatro anos analisados - 1993, 2003, 2013 e 2023. É importante ressaltar que essas classes podem estar presentes ou não em cada ano.

Na classe “Outras Lavouras Temporárias”, o “Outras” é utilizado em oposição ao uso do solo por lavouras temporárias que não incluem soja, cana, arroz e algodão (beta). Já na classe “Outras Lavouras Perenes”, o mesmo vale para Café, Citrus e Dendê. Essas culturas têm suas próprias classes perante o MapBiomas, as quais a presença na área de estudo não foi diagnosticada nos anos analisados.

Quadro 1 - Classes de Uso e Cobertura da Terra utilizadas na pesquisa.

| Classes                        |                    |         |         | Descrição   |
|--------------------------------|--------------------|---------|---------|---|
| Nível 1                        | Nível 2            | Nível 3 | Nível 4 |   |
| Floresta                       | Formação Florestal |         |         | Tipos de vegetação com predominância de contínua dossel - Savana Estepe Arborizada, Semi-decídua e Floresta Estacional Decídua.   |
|                                | Formação Savânica  |         |         | Tipos de vegetação com predominância de espécies de dossel semi-contínuas - Estepe Arborizada Savana e Savana Arborizada.   |
| Vegetação Herbácea e Arbustiva | Formação Campestre |         |         | Tipo de vegetação com predominância de herbácea espécies (Parque Estepe Savana, Herbácea-Lenhosa, Savana Estepe, Savana Parque, Herbácea-Lenhosa Savana) + (Áreas alagadas com rede interligada rede de lagoa, localizada ao longo de cursos de água e em áreas de várzea que acumulam água, vegetação predominantemente herbácea e arbustiva). |
| Agropecuária                   | Pastagem           |         |         | Área de pastagem, predominantemente plantada, vinculada a atividades de produção pecuária. Áreas naturais pastagens são predominantemente classificadas como pastagens ou zonas húmidas, que podem ou não ser   |

|                   |                            |                    |   |   |
|-------------------|----------------------------|--------------------|---|---|
|                   |                            |                    | pastoreadas.  |   |
|                   | Agricultura                | Lavoura Temporária | Outras Lavouras Temporárias   | Áreas ocupadas com curto ou médio prazo culturas agrícolas, geralmente com ciclo vegetativo de menos de um ano, que após a colheita precisam ser plantados novamente para produzir. |
|                   |                            | Lavoura Perene     | Outras Lavouras Perenes   | Áreas ocupadas com culturas agrícolas com longo ciclo vegetativo (mais de um ano), que permitem colheitas sucessivas, sem necessidade de novos plantios.                            |
|                   | Mosaico de Usos            |                    | Áreas agrícolas onde não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura.  |   |
| Área Não Vegetada | Área Urbanizada            |                    | Áreas urbanas com predominância de áreas não vegetadas, superfícies, incluindo estradas, rodovias e construções.                              |   |
|                   | Mineração                  |                    | Áreas onde há sinais claros de extensa mineralização extrações estão presentes, mostra clara exposição do solo pela ação de máquinas pesadas. |   |
|                   | Outras Áreas Não Vegetadas |                    | Superfícies não permeáveis (infraestrutura, áreas urbanas em expansão ou mineração) não mapeados em suas classes                              |   |
| Corpo D'água      | Rio, Lago e Oceano         |                    | Rios, lagos, represas, reservatórios e outros corpos d'água   |   |
|                   | Aquicultura                |                    | Lagos artificiais, onde a aquicultura e/ou as atividades de produção de sal predominam.   |   |

Fonte: Algorithm Theoretical Basis Document, do MapBiomas; Adaptado pelo autor.

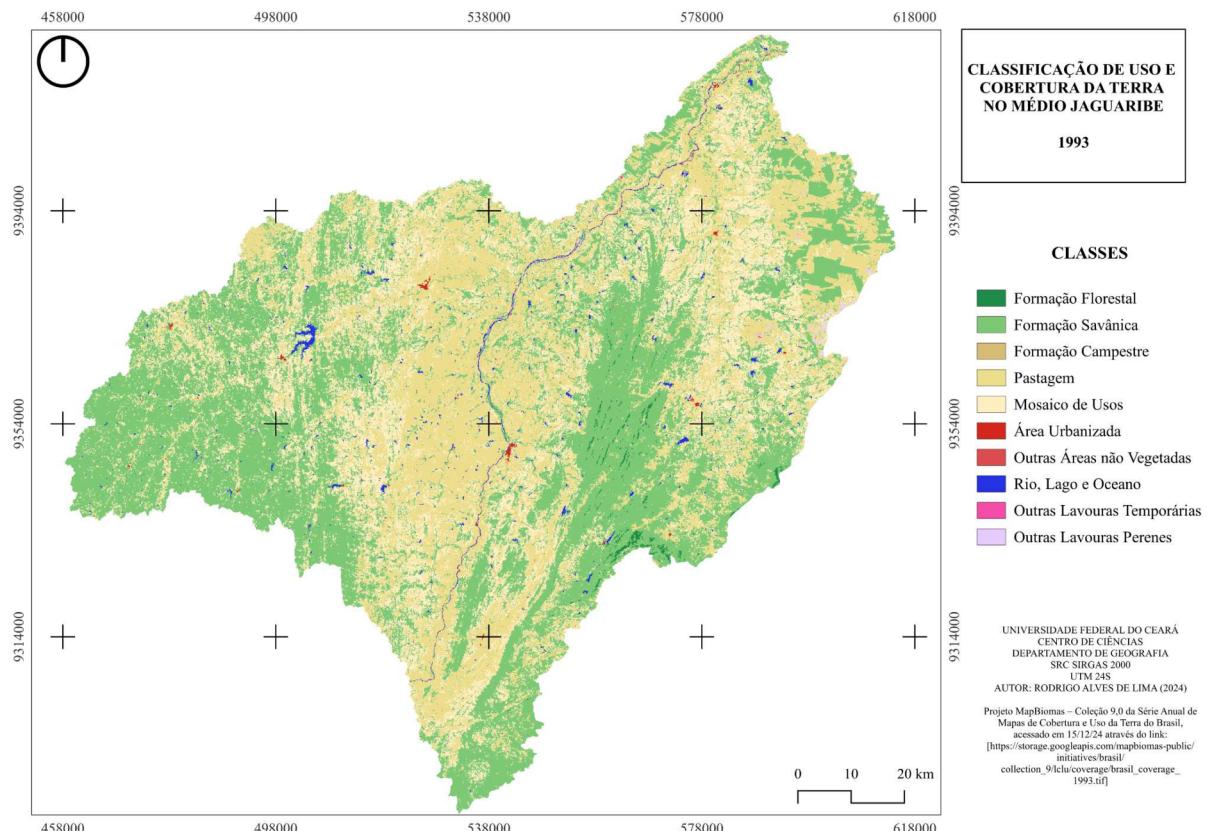
## 4 RESULTADOS

A partir do tratamento dos dados de uso e cobertura do solo obtidos através da coleção 9.0 do MapBiomas, foram elaborados mapas e tabelas para cada ano analisado - 1993, 2003, 2013 e 2023.

### 4.1 Uso e cobertura da terra para o ano de 1993

O Mapa 6, relativo ao ano de 1993, mostra a situação da sub-bacia antes da construção de seus dois maiores reservatórios, o Açude Castanhão e o Açude Figueiredo. É visível que a maior parte sua terra é coberta por formações savânicas e pastagens. Também é possível observar a mancha urbana de Jaguaribara, antes de sua realocação para a construção do Castanhão.

Mapa 6 - Classificação de Uso e Cobertura da Terra no Médio Jaguaribe - 1993.



Elaborado pelo autor, 2024.

A Tabela 2 aponta além da importância do tamanho de cobertura das classes de formação savânica e pastagem, uma parcela importante ocupada por Mosaicos de Usos. As

outras classes que representam também/ou florestas, vegetações herbáceas e arbustivas, agropecuária, áreas não vegetadas e corpos d'água tem presença bem pequena em relação às três classes citadas anteriormente.

Tabela 2 - Classes de Uso e Cobertura da Terra - Médio Jaguaripe, 1993

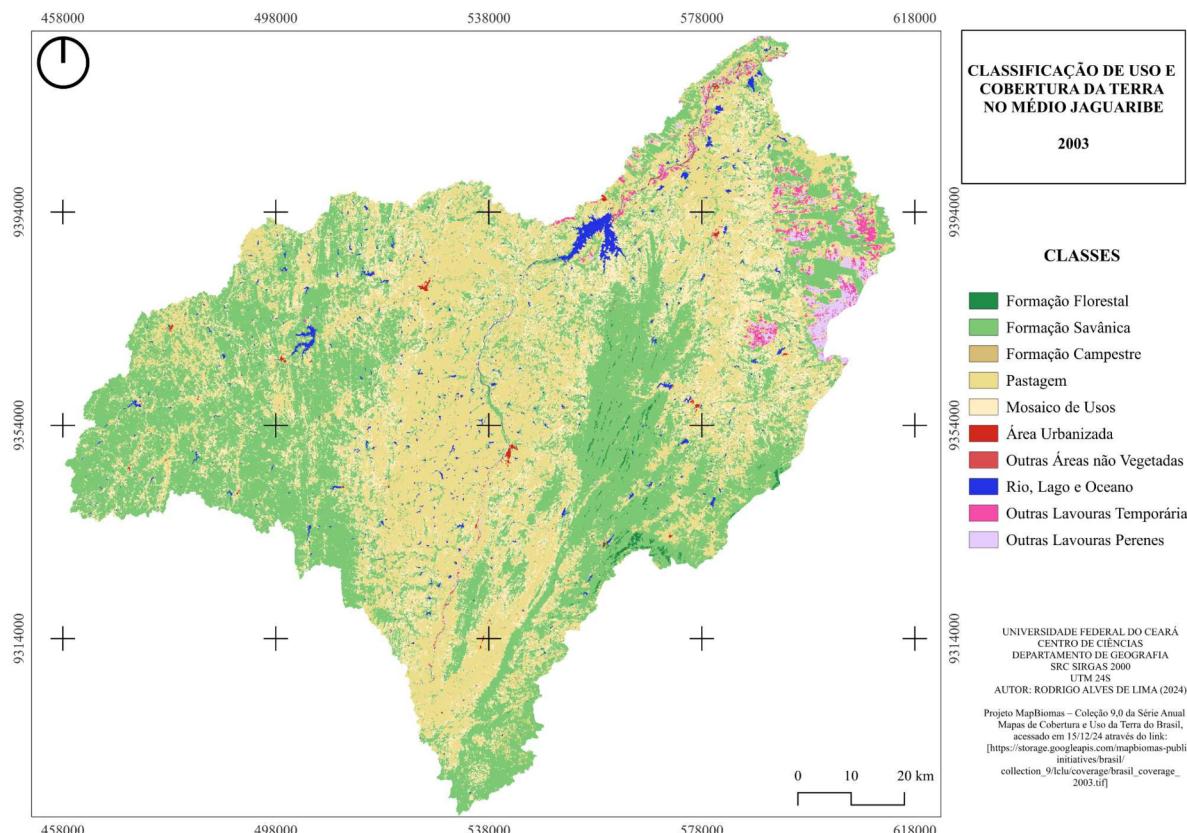
| Classes                     | Área (km <sup>2</sup> ) | Porcentagem de Cobertura e Uso (%) |
|-----------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| Formação Savânica           | 4.554,78                | 44,13%                             |
| Pastagem                    | 3.083,80                | 29,88%                             |
| Mosaico de Usos             | 2.534,01                | 24,55%                             |
| Rio, Lago e Oceano          | 86,477                  | 0,84%                              |
| Formação Florestal          | 31,482                  | 0,31%                              |
| Outras Lavouras Perenes     | 11,564                  | 0,11%                              |
| Área Urbanizada             | 9,969                   | 0,10%                              |
| Outras Áreas não Vegetadas  | 6,948                   | 0,07%                              |
| Outras Lavouras Temporárias | 0,888                   | 0,0086%                            |
| Formação Campestre          | 0,52                    | 0,0050%                            |

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados da plataforma MapBiomas Coleção 9.0

#### 4.2 Uso e cobertura da terra para o ano de 2003

O Mapa 7 traz mudanças perceptíveis em relação ao Mapa 6. É possível observar o Açude Castanhão, inaugurado no final de 2002, ainda sem cobrir a maior parte de seu potencial máximo, mas o bastante para se destacar em relação a outros corpos d'água visíveis na sub-bacia. Outra importante novidade são as classes de Outros Tipos de Lavoura e Outras Lavouras Perenes, presente à jusante do Açude Castanhão, além da região a nordeste do mapa, no Apodi, próximo ao limite com o Rio Grande do Norte.

Mapa 7 - Classificação de Uso e Cobertura da Terra no Médio Jaguaribe - 2003.



Elaborado pelo autor, 2024.

A Tabela 3 traz a variação do uso e cobertura da terra de cada classe, com os maiores crescimentos percentuais para Outras Lavouras Temporárias e Outras Lavouras Perenes. Também é importante observar o dobro de cobertura da classe de Rio, Lago e Oceano, em quase sua totalidade, devido a inundação do reservatório do Castanhão. Apenas três classes diminuíram sua representatividade, com as quedas mais consideráveis de Formações Campestres e Mosaicos de Uso

Tabela 3 - Classes de Uso e Cobertura da Terra - Médio Jaguaribe, 2003

| Classes            | Área (km <sup>2</sup> ) | Porcentagem de Cobertura e Uso (%) | Variação em uma década (%) |
|--------------------|-------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| Formação Savânica  | 4.518,05                | 43,78%                             | -0,81                      |
| Pastagem           | 3.678,26                | 35,64%                             | 19,30                      |
| Mosaico de Usos    | 1.742,13                | 16,88%                             | -31,00                     |
| Rio, Lago e Oceano | 135,915                 | 1,32%                              | 57,16                      |

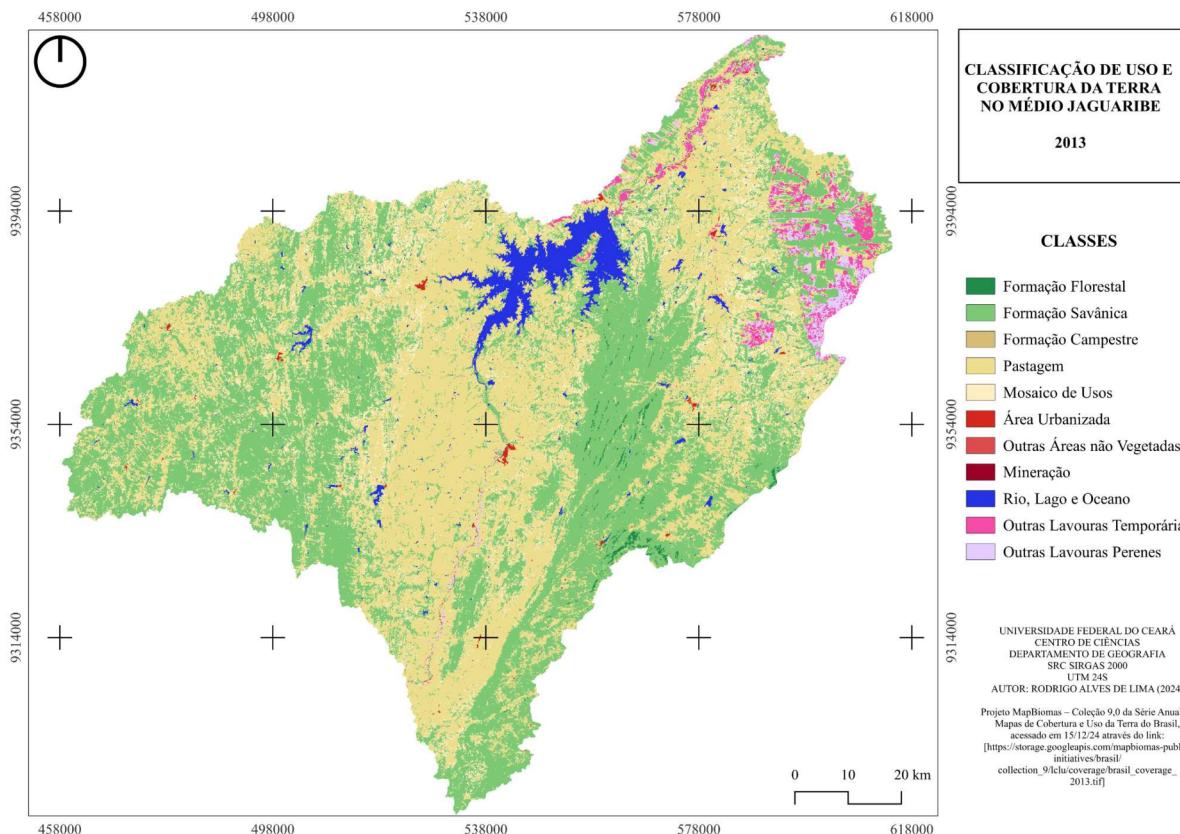
|                             |        |         |           |
|-----------------------------|--------|---------|-----------|
| Outras Lavouras Perenes     | 96,882 | 0,94%   | 737,79    |
| Outras Lavouras Temporárias | 91,31  | 0,88%   | 10.182,66 |
| Formação Florestal          | 31,95  | 0,31%   | 1,49      |
| Área Urbanizada             | 13,309 | 0,13%   | 33,50     |
| Outras Áreas não Vegetadas  | 12,381 | 0,12%   | 78,19     |
| Formação Campestre          | 0,245  | 0,0024% | -52,89    |

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados da plataforma MapBiomas Coleção 9.0

#### 4.3 Uso e cobertura da terra para o ano de 2013

O Mapa 8 mostra a expansão máxima do Açude Castanhão em relação às suas outras representações presentes neste trabalho, além da presença do Açude Figueiredo, concluído em 2013. Também é possível notar o crescimento de Outras Lavouras Perenes, mas principalmente de Outras Lavouras Temporárias, nas mesmas regiões citadas anteriormente. Também é possível notar a expansão de manchas vermelhas, que representam Áreas Urbanizadas, dentro de áreas consolidadas de Pastagem.

Mapa 8 - Classificação de Uso e Cobertura da Terra no Médio Jaguaribe - 2013.



Elaborado pelo autor, 2024.

A Tabela 4 mostra que 2013 teve importante crescimento em relação a 2003 para a classe de Rio, Lagoa e Oceano, resultado da expansão do Açude Castanhão, além da construção de outros como o Açude Figueiredo. Também houve um forte crescimento de Outras Lavouras Temporárias e de Áreas Urbanizadas. Coberturas naturais como Formações Savânticas e Formações Florestais tiveram pequenas quedas. A diminuição mais notável aqui é referente a classe de Mosaicos de Usos. Apesar de ter tido de longe o maior crescimento, a classe de Formação Campestre tem uma cobertura consideravelmente reduzida em relação às outras classes. É importante citar também a aparição da classe de Mineração, ainda que com a menor participação na cobertura e uso do solo.

Tabela 4 - Classes de Uso e Cobertura da Terra - Médio Jaguaribe, 2013

| Classes            | Área (km <sup>2</sup> ) | Porcentagem de Cobertura e Uso (%) | Variação em uma década (%) |
|--------------------|-------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| Formação Savântica | 4.457,03                | 43,18%                             | -1,35                      |
| Pastagem           | 4.151,54                | 40,22%                             | 12,87                      |

|                             |          |          |          |
|-----------------------------|----------|----------|----------|
| Mosaico de Usos             | 1.056,90 | 10,24%   | -39,33   |
| Rio, Lago e Oceano          | 310,603  | 3,01%    | 128,52   |
| Outras Lavouras Temporárias | 159,628  | 1,55%    | 74,81    |
| Outras Lavouras Perenes     | 122,029  | 1,18%    | 25,95    |
| Formação Florestal          | 31,74    | 0,31%    | -0,66    |
| Área Urbanizada             | 19,475   | 0,19%    | 46,33    |
| Outras Áreas não Vegetadas  | 8,566    | 0,08%    | -30,81   |
| Formação Campestre          | 2,903    | 0,03%    | 1.084,90 |
| Mineração (1)               | 0,028    | 0,00027% | -        |

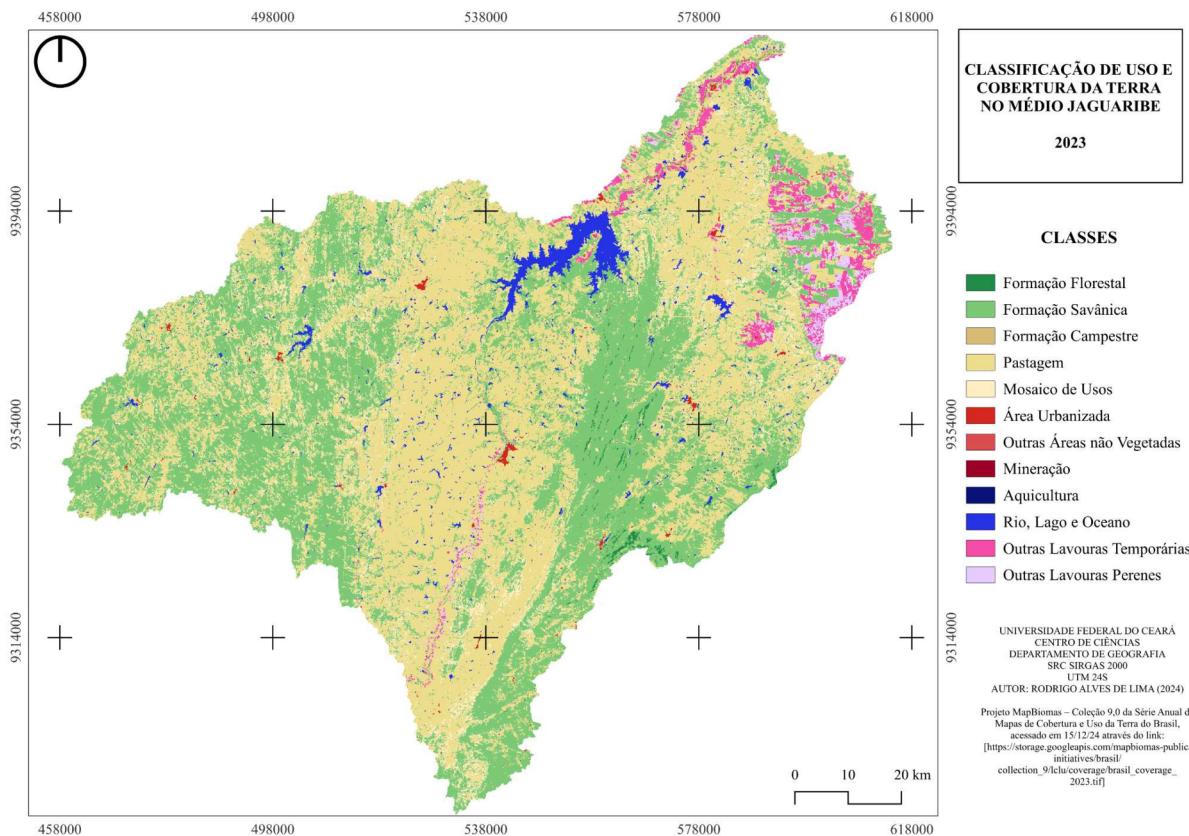
Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados da plataforma MapBiomas Coleção 9.0

(1) Classe não apresenta valor de variação em relação à década passada, pois não apareceu na classificação do ano de 2003, presente na Tabela 2.

#### 4.4 Uso e cobertura da terra para o ano de 2023

O Mapa 9 mostra o aumento de cobertura da classe de Outras Lavouras Temporárias, agora se tornando bem mais distribuídas e visivelmente delineadas ao longo das áreas de várzea do Rio Jaguaribe, à jusante do Açude Castanhão. Também é possível notar a redução da área de ocupação desse corpo hídrico, causada pelos processos de seca que se deram em anos anteriores.

Mapa 9 - Classificação de Uso e Cobertura da Terra no Médio Jaguaribe - 2023.



Elaborado pelo autor, 2024.

A Tabela 5 mostra que ocorreram importantes aumentos na cobertura das classes de Outras Lavouras Temporárias, e Áreas Urbanizadas. Outras mudanças notáveis foram as diminuições de cobertura de Rios, Lagos e Oceano, (que mesmo com o aumento do volume do Açude Figueiredo, sofreu com a redução do Açude Castanhão) Mosaicos de Uso, Outras Lavouras Perenes e Formações Savânicas. Uma classe nova é adicionada: a de Aquicultura, importante atividade econômica praticada nas águas do Castanhão.

Tabela 5 - Classes de Uso e Cobertura da Terra - Médio Jaguaribe, 2023

| Classes            | Área (km <sup>2</sup> ) | Porcentagem de Cobertura e Uso (%) | Variação em uma década (%) |
|--------------------|-------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| Pastagem           | 4.682,00                | 45,37%                             | 12,77                      |
| Formação Savânica  | 4.076,68                | 39,51%                             | -8,53                      |
| Mosaico de Usos    | 912,522                 | 8,84%                              | -13,66                     |
| Rio, Lago e Oceano | 240,935                 | 2,33%                              | -22,43                     |
| Outras Lavouras    | 226,203                 | 2,19%                              | 41,70                      |

|                            |         |         |        |
|----------------------------|---------|---------|--------|
| Temporárias                |         |         |        |
| Outras Lavouras Perenes    | 111,517 | 1,08%   | -8,61  |
| Formação Florestal         | 32,331  | 0,31%   | 1,86   |
| Área Urbanizada            | 25,945  | 0,25%   | 33,22  |
| Outras Áreas não Vegetadas | 10,437  | 0,10%   | 21,92  |
| Formação Campestre         | 1,434   | 0,01%   | -50,60 |
| Aquicultura (1)            | 0,261   | 0,0025% | -      |
| Mineração                  | 0,171   | 0,0017% | 510,71 |

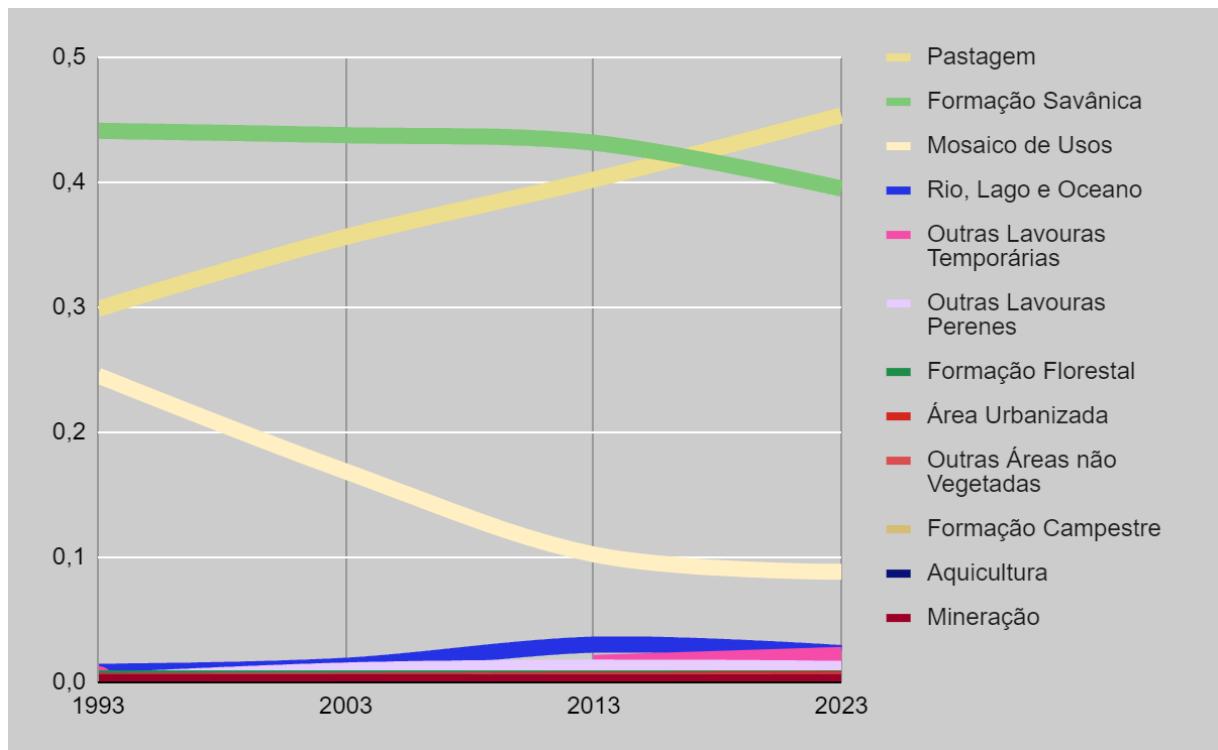
Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados da plataforma MapBiomas Coleção 9.0

(1) Classe não apresenta valor de variação em relação à década passada, pois não apareceu na classificação do ano de 2013, presente na Tabela 3.

#### 4.5 Evolução do uso e cobertura da terra para os anos de 1993, 2003, 2013 e 2023

O Gráfico 1 mostra de forma concisa a evolução da participação de cada classe na ocupação da área de estudos, para os anos propostos. É possível observar que a formação savântica, que tinha o maior percentual de ocupação do Médio Jaguaribe, apresentou um declínio importante a partir de 2013, mas se mantém em 2023 no segundo lugar. O percentual de ocupação das pastagens apresentou ascensão desde 1993, assumindo a maior participação entre as classes no último ano analisado. Outra classe que apresenta destaque entre é a de Mosaico de Usos, que tem a terceira a terceira maior área de cobertura, apesar de apresentar uma abrupta queda ao longo das três décadas. As outras 9 classes apresentam menor destaque em relação às três já citadas, mas com destaque importante para a de rio, lago e oceano, no ano de 2013, que foi quando o Açude Castanhão teve a maior expansão em relação aos outros anos analisados no estudo. O aumento da capacidade de reserva de água na região é um dos prováveis motivos do aumento de culturas, como visto com as classes de outras lavouras temporárias e outras lavouras perenes, que se dão principalmente nas margens do Rio Jaguaribe e ao sul da Chapada do Apodi, além claro, da expansão de núcleos urbanos.

Gráfico 1 - Evolução do percentual de participação das classes de uso e cobertura da terra na sub-bacia do Médio Jaguaribe para os anos de 1993, 2003, 2013 e 2023.



Elaborado pelo autor, 2024.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final deste estudo, é importante destacar a importância do trabalho desenvolvido pelo MapBiomas, que proporciona a análise de mudanças empregadas ao uso e ocupação da terra entre os anos de 1985 e 2023 (além de outros projetos desenvolvidos, como o MapBiomas Alerta e o Monitor do Crédito Rural), e portanto, o conhecimento desses dados por parte da sociedade.

Como limitações da pesquisa, podem ser apontados que como o estudo leva em conta especificamente os anos de 1993, 2003, 2013 e 2023, mudanças que tenham ocorrido no intervalo desses anos não foram representadas. Uma análise mais extensa do intervalo desses anos pode melhorar o entendimento sobre as dinâmicas de uso e ocupação da terra na região. Outro ponto importante a ser discutido é sobre a importância que a aquicultura tem para a região. A classificação utilizada no estudo aponta apenas áreas de aquicultura externas ao Açude Castanhão, que é onde essa atividade tem maior importância. Como já especificado anteriormente, essa classe leva em conta apenas lagos artificiais onde a aquicultura predomina ou têm totalidade no uso do espaço.

A coleção 9.0 do projeto trouxe como atualização a classificação de uso e cobertura da terra para 2023, que foi utilizada neste estudo. A partir do tratamento desses dados foi possível observar que a formação savânica, que para a área de estudo representa a Caatinga, ainda cobre grande parte da sub-bacia, apesar de ter perdido espaço para outras classes, o que é observado nos mapas deste trabalho.

Também é possível observar que a açudagem de cursos d'água, como o Rio Jaguaribe, para a construção do Açude Castanhão, e um de seus afluentes, o Riacho Boa Vista (também chamado de Rio Figueiredo), para a construção do Açude Figueiredo, infere na porcentagem de cobertura para a classe onde açudes estão incluídos, que é de rio, lago e oceano, que para essa região, apresenta níveis importantes de dinamicidade. Vale destacar que o nível desses reservatórios depende do aporte hídrico, e portanto, de fator pluviométrico, aliado aos altos níveis de evaporação registrados no Castanhão. Essas mudanças foram notadas no estudo, com dados que mostram o que a classe teve variação no percentual de cobertura positiva para os anos de 2003 e 2013, e negativa para o ano de 2023.

Outro apontamento importante é que a açudagem e criação de pequenos reservatórios permitiram o crescimento de outra classe na área de estudo: a de aquicultura. Neste estudo, essa classe foi observada apenas para o ano de 2023, ocupando apenas 0,0025% do total de área para o ano, a jusante do Açude Castanhão, próxima às margens do Rio Jaguaribe.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SÁBER, A.N. Sertões e sertanejos: uma geografia humana sofrida. **Estudos Avançados**, São Paulo, Brasil, v. 13, n. 36, p. 7–59, 1999. Acesso em: 10 nov. 2024.
- ALBUQUERQUE, A. M.; RIBEIRO, J. R. C.; SALES, M. C. L.. A Aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para Análise da Degradação Ambiental da Área de Influência Direta do Açude Castanhão. **Casa da Geografia de Sobral**, [s. l.], v. 21, n. 2, p. 674-685, 2019. DOI DOI: 10.35701/rcgs.v21n2.602. Acesso em: 31 dez. 2024.
- BRANDÃO, R. L.; FREITAS, L. C. B. (org.). **Geodiversidade do Estado do Ceará**. Fortaleza: CPRM, 2014. 214 p. ISBN 978-85-7499-140-5. Acesso em: 24 jan. 2025.
- CABRAL, R. M. **A influência do açude Castanhão na dinâmica do uso e ocupação do município de Jaguaribara (2000-2014)**. 2016. 122 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Departamento de Geografia, [S. l.], 2016. Acesso em: 27 jan. 2025.
- CAMPOS, J. N. B. Participação do público no processo decisório: açude Castanhão, um estudo de caso. **Revista de Administração Pública**, [s. l.], v. 29, ed. 3, p. 157-170, 1995. Acesso em: 5 nov. 2024.
- CAMPOS, J. N. B.; STUDART, T. M. C. **Secas no Nordeste do Brasil: origens, causas e soluções**. In: INTER-AMERICAN DIALOGUE ON WATER MANAGEMENT, 4., 2001, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2001. Acesso em: 8 jan. 2025.
- CEARÁ, Decreto Estadual nº 25.391, de 01 de março de 1999. Cria os Comitês das Sub-bacias Hidrográficas do Baixo e do Médio Jaguaribe e institui seus estatutos. **Diário Oficial do Estado**, Fortaleza-CE, 01 abr. 1999.
- CIRILO, J; A. Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido. **Estudos Avançados**, São Paulo, Brasil, v. 22, n. 63, p. 61–82, 2008. Acesso em: 26 dez. 2024.
- CITÓ, T. C.; VIEIRA, V. P. P. B. Índice de sustentabilidade associado à operação de açudes no semi-árido – o açude Figueiredo como estudo de caso. **Revista Tecnologia**, [s. l.], v. 25, ed. 2, p. 1-7, 2009. Acesso em: 6 fev. 2025.
- DANTAS, S. P. **Açudagem no nordeste brasileiro e no Ceará: estimativa de evaporação do açude Castanhão em um ano seco**. 2017. 195 f. Tese (Doutor em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017. Acesso em: 4 fev. 2025.
- GUERRA, M. D. F. **A Problemática da Desertificação nos Sertões do Médio Jaguaribe, Ceará: o Contexto do Município de Jaguaribe**. 2009. 170 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2009. Acesso em: 3 jan. 2025.
- GUERRA, M. D. F.; SOUZA, M. J. N.; LUSTOSA, J. P. G. **A pecuária, o algodão e a desertificação nos sertões do Médio Jaguaribe - Ceará/Brasil**. Mercator, Fortaleza, v. 11, ed. 25, p. 103-112, 2011. DOI 10.4215/RM2012.1125.0008. Acesso em: 2 jan. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Banco de Dados e Informações Ambientais. **Geomorfologia**. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/geomorfologia>. Acesso em: 14 jan. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Banco de Dados e Informações Ambientais. **Pedologia**. 3. [S. l.]: IBGE, 2023. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/pedologia>. Acesso em: 11 dez. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE Cidades. **Cidades e Estados do Brasil**. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 26 dez. 2024.

LIMA, L. S. C. G. **Alocação de custos em projetos de usos múltiplos de recursos hídricos: Uma aplicação do valor de Shapley**. 2009. 47 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Programa de Pós Graduação em Economia, CAEN, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009. Acesso em: 4 fev. 2025.

LIVINGSTONE, I.; ASSUNÇÃO, L. M. Desenvolvimento inadequado: construção de açudes e secas no sertão do Nordeste. **Revista Brasileira de Economia**, [s. l.], v. 47, ed. 3, p. 425-448, 1993. Acesso em: 29 nov. 2024.

MAPBIOMAS (Brasil). **Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD) - Collection 9**. 2. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/en/download-dos-atbds-com-metodo-detallado/>. Acesso em: 28 jan. 2025.

MATIAS, J. F. N. **Análise da Sustentabilidade da Aquicultura em Águas de Domínio da União, nos Parque Aquícolas do Reservatório do Castanhão, Estado do Ceará: Estudo de Caso**. 2012. 126 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Pesca) - Pós Graduação em Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012. Acesso em: 28 dez. 2024.

MEDEIROS, M. D. **Eventos hidroclimáticos extremos e vulnerabilidade socioambiental a inundações no Baixo-Açu – RN**. 2018. 207 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018. Acesso em: 8 jan. 2025.

PEROTE, L. T. R. A Seca e A Realocação de Cidades No Nordeste: O Caso de Nova Jaguariaba - CE. **Oculum Ensaios**, Campinas, ed. 4, 2005. Acesso em: 27 dez. 2024.

PALHETA, E. S. M.; PINÉO, T. R. G. (org.). **Projeto mapa geológico e de recursos minerais do estado do Ceará**. Fortaleza: Serviço Geológico do Brasil - CPRM, 2021. 89 p. ISBN 978-65-5664-163-8. Acesso em: 12 dez. 2024.

PANTALENA, A. F.; MAIA, L. P. Marcas da ação antrópica na história ambiental do Rio Jaguaribe, Ceará, Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, Lisboa, v. 14, ed. 3, p. 459-469, 2014. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=388340108009>. Acesso em: 13 nov. 2024.

RECIFE. **Resolução CONDEL/SUDENE N° 150, de 13 de dezembro de 2021**. Aprova a Proposição n. 151/2021, que trata do Relatório Técnico que apresenta os resultados da revisão da delimitação do Semiárido 2021, inclusive os critérios técnicos e científicos, a relação de

municípios habilitados, e da regra de transição para municípios excluídos. Recife, PE: Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, 2021. Acesso em 26 jan. 2025.

RIO GRANDE DO NORTE. **Instituto de Gestão das Águas do RN**. Natal, 2009. Disponível em: <http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/IGARN/doc/DOC000000000028892.PDF>. Acesso em 23/01/2025.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, Brasil, v. 8, p. 63–74, 2011. DOI: 10.7154/RDG.1994.0008.0006. Acesso em: 02 nov. 2024.

SALINAS, C. E. T. **Desenvolvimento sustentável no município de Nova Jaguaribara: uma proposta de avaliação ex-post segundo os efeitos da construção do Complexo Padre Cícero-Castanhão**. 2014. 165 f.: Tese (doutorado) - Universidade Federal do Ceará, Programa de Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA, Fortaleza-CE, 2014. Acesso em: 27 dez. 2024.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. Á.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e aum. Brasília: Embrapa, 2018. 356 p. ISBN 978-85-7035-817-2. Acesso em: 4 dez. 2024.

SILVA NETA, M. E. **Piscicultura no Açude Castanhão em Jaguaribara Ceará: Uma Avaliação Econômica, Social e Ambiental**. 2016. 72 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Economia Agrícola, Programa de Pós-Graduação em Economia Rural, [S. l.], 2016. Acesso em: 5 fev. 2025.

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS (CE). Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. **Atlas dos recursos hídricos do Ceará**. [S. l.], 2020. Acesso em: 29 jan. 2025.

SOARES, A. M. L.; LEITE, F. R. B.; LEMOS, J. J. S.; MARTINS, M. L. R.; NERA, R. D. M.; OLIVEIRA, V. P. V. Áreas Degradáveis Suscetíveis aos Processos de Desertificação no Ceará. In: MAGALHÃES, A.; GOMES, G. M.; SOUZA, H. R. (org.). **Desenvolvimento Sustentável no Nordeste**. Brasília: IPEA, 1995. cap. 8, p. 305-327. Acesso em: 28 dez. 2024.

SOUZA, M. J. N.; NETO, J. M.; CRUZ, M. L. B.; OLIVEIRA, V. P. V. Prognóstico da gestão ambiental da área de Influência direta do Açude Castanhão. In: MEDEIROS, C. N.; GOMES, D. D. M.; ALBUQUERQUE, E. L.; CRUZ, M. L. B. (org.). **Os recursos hídricos do Ceará: integração, gestão e potencialidades**. Fortaleza: IPECE, 2011. cap. 1, p. 11-37. ISBN 978-85-98664-20-0. Acesso em: 18 dez. 2024.