UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS
ENGENHARIA DE AGRIMENSURA E CARTOGRÁFICA

GUSTAVO HENRIQUE GERMANO DE LIMA

Dinâmica da superfície de pequenos reservatórios do semiárido alagoano

Rio Largo - AL
2025

GUSTAVO HENRIQUE GERMANO DE LIMA

Dinâmica da superfície de pequenos reservatórios do semiárido alagoano.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Agrimensura e Cartográfica

Orientador: Prof. Dr. Jhonathan Gomes dos Santos

Rio Largo - AL

2025

Página reservada à ficha catalográfica (item obrigatório, elaborado, somente, por Bibliotecário). Para saber como solicitar a sua ficha, acesse: http://sibi.ufal.br/portal/?page_id=579.

Folha de Aprovação

GUSTAVO HENRIQUE GERMANO DE LIMA

Dinâmica da superfície de pequenos reservatórios do semiárido alagoano.

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à banca examinadora do curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Agrimensura e Cartográfica

Aprovado em: 27/05/2025

gov.br Documento assinado digitalmente
JHONATHAN GOMES DOS SANTOS
Data: 09/06/2025 19:28:21-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

(Prof. Dr. Jhonathan Gomes dos Santos – UFAL)

Banca examinadora:

gov.br Documento assinado digitalmente
ANDRE PINTO ROCHA
Data: 10/06/2025 10:44:55-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

(Prof. Msc. André Pinto Rocha - IFAL)

gov.br Documento assinado digitalmente
AYRTON MARTIM OLIVEIRA DIAS MELO
Data: 09/06/2025 21:50:08-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

(Prof. Msc. Ayrton Martin Oliveira Dias Melo - UFAL

Á minha família, aos meus pais Ana Cristina e Erivaldo Lima que são meu alicerce e os maiores incentivadores ao estudo.

AGRADECIMENTOS

Concluir uma fase da vida que dura tantos anos não é fácil, seria impossível finalizar esse ciclo da minha vida sem as pessoas que foram fundamentais para o qual. Por isso essa seção é dedicada a essas pessoas.

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, pela sabedoria e inteligência.

Em memoria dos meus avós paternos Estelito Mendes e Margarida Silva e a minha avó materna Amara Lins, expresso minha gratidão pelo encorajamento, conselhos e ensinamentos de conceitos e valores que foram fundamentais durante a minha graduação.

Aos meus pais Ana Cristina e Erivaldo Lima por proporcionar educação, carinho, amor, acolhimento por me incentivar e acreditar. Expresso minha gratidão pelo apoio incondicional que foram fundamentais para o sucesso e perseverança para essa jornada.

Ao meu orientador Prof. Dr. Jhonathan Gomes pela compreensão, expertise, paciência, pela troca de conhecimentos e conselhos acadêmicos e da vida. Sua orientação foi de extrema importância para o meu crescimento acadêmico e profissional.

As professoras Dra. Juciela Santos e Dra. Rafaela Faciola, pelos ensinamentos que vão além da vida acadêmica e pelos momentos em aulas e no laboratório.

Aos professores Msc. Aryton Melo e Msc. André Rocha pela paciência, compreensão, empatia e conhecimentos passados durante o projeto de pesquisa da laguna mundaú.

Aos amigos e amigas que pude cultivar durante esse período de curso, amizades que vão além dos momentos tristes e felizes vividos em sala de aula e que tornaram essa jornada leve nos momentos difíceis.

Por fim, gostaria de agradecer a todos aqueles que, de alguma forma contribuíram para o meu desenvolvimento como pessoa, como profissional durante esta jornada.

RESUMO

Esse trabalho tem como objetivo analisar a dinâmica da superfície de pequenos reservatórios situados no semiárido do estado de Alagoas, entre os anos de 1985 a 2021, utilizando dados do projeto Mapbiomas. A região semiárida é marcada pela baixa precipitação, alta evaporação e elevada vulnerabilidade a eventos climáticos extremos, como o fenômeno El niño. Neste contexto, os pequenos reservatórios – estruturas fundamentais para o abastecimento humano, agricultura de subsistência e pecuária – são especialmente sensíveis às variações climáticas, apresentando flutuações significativas em sua área alagada ao longo do tempo. Nesse sentido, a metodologia empregada incluiu a seleção de 21 reservatórios com base em dados de instituições como a Agência Nacional de Águas (ANA) e a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Alagoas (SEMARH). Dessa forma, foram coletadas informações como localização, uso, capacidade, bioma e bacia hidrográfica para identificação dos reservatórios integrantes do semiárido alagoano. Após essa etapa foi realizado o tratamento das máscaras d'água dos reservatórios no formato shapefile no software QGIS. A partir das máscaras d´água, foram extraídos os dados da classe 33 (Rio, Lago e Oceano) da coleção 9 do MapBiomas, obtendo-se assim o raster de cada ano entre 1985 e 2021 totalizando uma série temporal de 36 anos para cada reservatório. Os resultados demonstraram que os reservatórios analisados apresentaram padrões distintos de variação da superfície alagada ao longo dos anos, diretamente associados à intensidade e frequência de eventos do El niño. Reservatórios como Curralinho, Travessia e Poço das Trincheiras registraram reduções drásticas de área, chegando a atingir níveis nulos de espelho d'água durante os eventos do El niño muito forte (1997/1998 e 2015/2016), agravados por períodos de seca prolongada, como o período entre 2012 e 2017. A análise gráfica mostrou que os reservatórios com menor capacidade de armazenamento são os mais vulneráveis às oscilações climáticas, enquanto aqueles situados em regiões de maior pluviosidade, como o Agreste, apresentaram maior resiliência. Portanto, concluiu-se que o monitoramento multitemporal por meio do MapBiomas se mostrou ser uma ferramenta eficaz na análise dos padrões de variação hídrica, podendo utilizado tanto em planos de mitigação dos efeitos da seca bem como na gestão dos recursos hídricos.

Palavras-chave: El niño; Mapbiomas; Seca.

ABSTRACT

This study aims to analyze the surface dynamics of small reservoirs located in the semi-arid region of the state of Alagoas, Brazil, between the years 1985 and 2021, using data from the MapBiomas project. The semi-arid region is characterized by low precipitation, high evaporation, and high vulnerability to extreme climatic events, such as the El Niño phenomenon. In this context, small reservoirs—fundamental structures for human supply, subsistence agriculture, and livestock—are especially sensitive to climate variations, showing significant fluctuations in their water-covered area over time. The methodology employed included the selection of 21 reservoirs based on data from institutions such as the National Water Agency (ANA) and the Alagoas State Department of Environment and Water Resources (SEMARH). Information such as location, use, capacity, biome, and watershed was collected to identify the reservoirs located within the semi-arid zone of Alagoas. After this stage, water masks of the reservoirs in shapefile format were processed using QGIS software. From the water masks, data from class 33 (River, Lake, and Ocean) of MapBiomas Collection 9 were extracted, resulting in a raster image for each year between 1985 and 2021, totaling a 36-year time series for each reservoir. The results showed that the analyzed reservoirs exhibited distinct patterns of flooded surface variation over the years, directly associated with the intensity and frequency of El Niño events. Reservoirs such as Curralinho, Travessia, and Poço das Trincheiras recorded drastic area reductions, even reaching zero water surface levels during very strong El Niño events (1997/1998 and 2015/2016), which were worsened by prolonged drought periods, such as from 2012 to 2017. Graphical analysis indicated that reservoirs with lower storage capacity are more vulnerable to climatic oscillations, whereas those located in regions with higher rainfall, such as the agreste region, demonstrated greater resilience. Therefore, it is concluded that multitemporal monitoring through MapBiomas proved to be an effective tool in identifying water variation patterns, which can be used in drought mitigation plans as well as in water resource management.

Keywords: El niño; MapBiomas; Dry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma..... 29
Figura 2 - Mapa de localização dos reservatórios em estudo..... 30
Figura 3 - Forma em que os dados são disponibilizados no portal SNIRH..... 33
Figura 4 - Reservatórios extraídos..... 34
Figura 5 - Reservatórios disponibilizados pela SEMARH..... 35
Figura 6 - Reservatórios com buffer..... 36
Figura 7 - Evolução da superfície d'água dos reservatórios Barragem Velha, Carangueja, Arapiraca, Açude Coruripe, Curralinho, Pai Mané..... 40
Figura 8 - Mapa da área do espelho d'água do reservatório Açude Coruripe..... 41
Figura 9 - Mapa da área do espelho d'água do reservatório Arapiraca..... 42
Figura 10 - Mapa da área do espelho d'água do reservatório Barragem Velha..... 43
Figura 11 - Mapa da área do espelho d'água do reservatório Carangueja..... 44
Figura 12 - Mapa da área do espelho d'água do reservatório Curralinho..... 45
Figura 13 - Mapa da área do espelho d'água do reservatório Pai Mané..... 46
Figura 14 - Evolução da superfície d'água dos reservatórios Campo Grande, Sertão de Baixo, Retiro, Maravilha, São José da Tapera..... 47
Figura 15 - Mapa da área do espelho d'água do reservatório Sertão de Baixo..... 48
Figura 16 - Mapa da área do espelho d'água do reservatório Retiro..... 49
Figura 17 - Mapa da área do espelho d'água do reservatório Maravilha..... 50
Figura 18 - Mapa da área do espelho d'água do reservatório São José da Tapera..... 51
Figura 19 - Mapa da área do espelho d'água do reservatório Parinconha..... 52
Figura 20 - Mapa da área do espelho d'água do reservatório Riacho do Bode..... 53
Figura 21 - Mapa da área do espelho d'água do reservatório Ponciano..... 54
Figura 22 - Mapa da área do espelho d'água do reservatório Caraibinhas..... 55
Figura 23 - Mapa da área do espelho d'água do reservatório Poço das Trincheiras..... 55
Figura 24 - Evolução da superfície d'água dos reservatórios Jacaré dos Homens, Craíbas dos Nunes, Travessia, Major Izidoro..... 56
Figura 25 - Mapa da área do espelho d'água do reservatório Jacaré dos Homens..... 57
Figura 26 - Mapa da área do espelho d'água do reservatório Craíbas dos Nunes..... 58
Figura 27 - Mapa da área do espelho d'água do reservatório Travessia..... 59

Figura 28 - Mapa da área do espelho d’água do reservatório Travessia..... 60
Figura 29 - Mapa da área do espelho d’água do reservatório Caçambas..... 61

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Reservatórios identificados 31

Quadro 2 - Períodos de ocorrência do El niño..... 38

Quadro 3 - Períodos de seca..... 39

Quadro 4 - Reservatórios por grupo..... 39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
ASA	Articulação do Semiárido Brasileiro
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
IBAMA	Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IMA	Instituto do Meio Ambiente de Alagoas
NEB	Nordeste Brasileiro
SEMARH	Secretária do Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Alagoas
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SNIRH	Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste

SUMÁRIO

1	**INTRODUÇÃO**	14
1.1	**Objetivos**.....	16
1.1.1	**Objetivo Geral**.....	16
1.1.2	**Objetivos Específicos**.....	16
2	**REFERENCIAL TEÓRICO …….....**	17
2.1	Gerenciamento de recursos hídricos……..……..	17
2.2	Caracterização do semiárido alagoano**.**.....	18
2.3	Contexto histórico e Social dos reservatórios.....	20
2.4	Importância dos reservatórios para a região.....	22
2.5	Reservatórios artificiais no semiárido de alagoas.....	24
2.6	El niño e seus efeitos no semiárido	24
2.7	Secas.....	25
2.8	Sensoriamento remoto.....	26
2.9	Geoprocessamento.....	27
2.10	Mapbiomas.....	27
3	**METODOLOGIA.....**	29
3.1	Metodologia geral.....	29
3.2	Área de estudo.....	30
3.3	Identificação dos reservatórios.....	30
3.4	Tratamento das máscaras d'água dos reservatórios.....	35
3.5	Extração de dados mapbiomas.....	36
3.6	Processamento dos dados.....	37
3.7	Obtenção dos rasters água para cada reservatório.....	37
4	**RESULTADOS E DISCUSSÕES.....**	38
4.1	Dinâmica das áreas dos reservatórios.....	38
5	**CONCLUSÃO.....**	62
	REFERÊNCIAS.....	63

1. INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro é uma das regiões mais vulneráveis às variações climáticas e à escassez hídrica. O bioma apresenta um regime hidroclimático caracterizado por baixa precipitação anual (400 a 600 mm no sertão) e elevada evapotranspiração potencial (1.400 a 1.500 mm), resultando em acentuado déficit hídrico ocasionado pela diferença da evotranspiração potencial e a precipitação anual, o mesmo é frequentemente superior a 900 mm/ano. Essa condição é agravada pela concentração das chuvas em poucos meses e pela influência de fenômenos como o El Niño, que intensificam a variabilidade interanual. No estado de Alagoas, o semiárido ocupa mais da metade do território estadual, abrangendo áreas do sertão e do agreste, onde a população convive historicamente com a irregularidade das chuvas e longos períodos de estiagem (ALAGOAS, 2022).

Os reservatórios hídricos são um tipo de instrumento utilizado na garantia da segurança hídrica. São estruturas para o armazenamento das águas, viabilizando o abastecimento humano, a agricultura de subsistência e a pecuária, uma vez que constituem, desde o século XIX, a principal estratégia de enfrentamento à seca, mantendo-se até hoje como elementos centrais das políticas públicas voltadas à convivência com as adversidades climáticas (Rebouças, 2006).

Pequenos reservatórios são especialmente sensíveis a essas oscilações, apresentando rápidas variações na superfície alagada. A análise da dinâmica temporal dessas áreas, com base em séries históricas de dados de cobertura de água, revela correlação entre a redução da superfície hídrica e os eventos climáticos extremos, destacando a vulnerabilidade hídrica da região e a importância do monitoramento contínuo desses sistemas (EMBRAPA, 2012).

Embora desempenhem funções essenciais, como abastecimento humano e dessedentação animal, por exemplo, parte dos reservatórios do semiárido enfrentam desafios relacionados à gestão inadequada, processos de assoreamento, contaminação da água e redução progressiva de sua capacidade de armazenamento, além da carência de dados atualizados sobre essas estruturas, limitando a efetividade das políticas públicas e comprometendo o planejamento hídrico de médio e longo prazo (SILVA *et al*., 2020).

É de fundamental considerar os impactos sociais e ambientais associados ao uso e à gestão dos reservatórios no semiárido alagoano. Muitas comunidades rurais dependem exclusivamente desses corpos hídricos para atender às suas necessidades básicas de consumo, produção agrícola e pecuária. Nesse contexto, a ausência de mecanismos de governança participativa no setor hídrico contribui para o aprofundamento das desigualdades sociais e

compromete a efetividade das políticas públicas voltadas à segurança hídrica (OLIVEIRA, 2018).

Paralelamente, observa-se um processo crescente de degradação ambiental no entorno dos reservatórios, provocado por ocupações irregulares, desmatamento e lançamento de efluentes, o que compromete a qualidade da água e reduz a vida útil dessas estruturas (SANTOS; ALMEIDA, 2021). Diante desse cenário, a incorporação de tecnologias de monitoramento ambiental e modelagem hidrológica apresenta-se como uma alternativa promissora para diagnosticar, mitigar e prevenir tais impactos (ARAÚJO; LIMA, 2016).

Desta forma, os dados do projeto MapBiomas podem ser utilizados também com finalidade de analisar a dinâmica hídrica de pequenos reservatórios no semiárido alagoano. A plataforma oferece mapas anuais de superfície a partir de 1985, gerados a partir de imagens Landsat e técnicas de classificação subpixel (FERREIRA, *et al* 2023). Essas informações permitem identificar variações na área alagada, associá-las a eventos climáticos extremos e orientar ações de gestão hídrica e planejamento territorial (MAPBIOMAS, 2023).

O entendimento das particularidades territoriais é essencial para uma gestão hídrica eficiente (LIMA, 2017; SOUZA; FERREIRA, 2019). Nesse sentido, este estudo propõe um diagnóstico fundamentado em dados secundários, análise espacial, revisão bibliográfica visando traçar um panorama atual das condições dos reservatórios e apontar caminhos para a sustentabilidade hídrica na região.

1.1 OBJETIVOS

Nesta seção, são apresentados os objetivos geral e específicos definidos para o desenvolvimento deste trabalho.

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar a dinâmica da superfície de pequenos reservatórios do semiárido alagoano durante o período compreendimento anos de 1985 e 2021 com base em dados do MapBiomas, identificando padrões de variação associados a eventos climáticos extremos.

1.1.2 Objetivos Específicos

a) Mapear reservatórios hídricos da região semiárida alagoana;

b) Quantificar a variação anual da área de superfície (em hectares) dos reservatórios selecionados, com base em dados do MapBiomas para o período de 1985 a 2021;

c) Analisar os impactos dos eventos climáticos sobre a disponibilidade hídrica.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Gerenciamento de recursos hídricos

A água é um recurso crucial para as atividades humanas desempenhando funções diretamente com a saúde, bem-estar da sociedade. A sua gestão demanda ações complexas em planejamento, outorga e no uso e ocupação do solo, uma vez que estes estão interligados na dinâmica da água impactando o ciclo hidrológico (OLIVEIRA, 2018 apud SANTOS, 2020).

Dessa forma, a gestão eficaz de recursos hídricos é fundamental para desenvolvimento da sociedade tendo em vista que a falta de água acarretará não só para o crescimento, mas também para a ocupação de determinadas áreas (MELO, 2020).

Em 1997 foi publicada a Lei nº 9.433 comumente chamada de Lei das águas que busca viabilizar o acesso de água em padrões de qualidade adequados para população que atrelada a Lei Federal 14.026/2020 que tem como diretrizes abrangência dos serviços: "abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de forma adequada à saúde pública, à conservação dos recursos naturais e á proteção do meio ambiente" (BRASIL, 2020).

De acordo com Silva et al (2025), as alterações do uso e cobertura do solo causadas pela expansão urbana, associadas a eventos climáticos extremos cada vez mais frequentes e intensos somados a mudanças de uso da terra para fins extrativistas de modo desenfreado configura um desafio maior para a gestão de recursos hídricos.

Segundo, Morais (2021) a gestão sustentável da água é um dos maiores desafios para o século XXI. Esse desafio torna-se maior em regiões que possuem características como a irregularidade de chuvas e o baixo índice pluviométrico (Caiçara et al, 2022), além de sofrer com eventos climáticos como El Niño e La Niña, como é o caso do semiárido , localizado brasileiro que fica na região nordeste (FONSECA, NASCIMENTO e MEDEIROS, 2022).

Neste contexto, a gestão de recursos hídricos é um campo estratégico para o desenvolvimento sustentável, especialmente em regiões vulneráveis à escassez de água. O conceito refere-se ao conjunto de ações, políticas e instrumentos voltados à administração racional dos recursos hídricos, considerando seus múltiplos usos e o equilíbrio entre oferta e demanda (BRAGA et al*.,* 2006).

Um aspecto importante na gestão das águas é o investimento em ações educativas e de conscientização. A formação de uma cultura voltada ao cuidado com os recursos hídricos depende da sensibilização da sociedade quanto à importância da água. Programas educacionais, atividades nas escolas e ações comunitárias são fundamentais para promover mudanças de

comportamento e ampliar o engajamento social na proteção dos mananciais (SANTOS; ALMEIDA, 2021).

2.2 Caracterização do Semiárido Alagoano

O semiárido brasileiro está entre as maiores regiões com esse tipo de clima em todo o planeta, abrangendo mais de mil municípios distribuídos majoritariamente no Nordeste e em parte do norte de Minas Gerais. No estado de Alagoas, esse território inclui cerca de 56 municípios situados principalmente nas regiões do agreste e sertão, com destaque para cidades como Delmiro Gouveia, Piranhas, Santana do Ipanema e Palmeira dos Índios (SUDENE, 2021).

A classificação oficial dessa área se baseia em critérios técnicos definidos pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), que levam em conta três fatores principais: média anual de chuvas, grau de aridez e frequência de secas. São consideradas semiáridas as regiões onde o volume pluviométrico é inferior a 800 milímetros por ano, o balanço hídrico é negativo e há elevada incidência de estiagens (SUDENE, 2021; INSA, 2022).

Segundo a classificação climática de Köppen, o semiárido de Alagoas é identificado como BSh, indicando um clima seco e quente. O período chuvoso é curto e mal definido, concentrando-se entre os meses de março e julho, enquanto o restante do ano é marcado por estiagens prolongadas, o que agrava as limitações de acesso à água e torna mais intensos os efeitos da seca sobre a população (ALVARES et al., 2013).

A precipitação pluviométrica na região é distribuída de maneira irregular tanto no tempo quanto no espaço, o que dificulta o planejamento de atividades agrícolas e o aproveitamento adequado da água das chuvas. A evapotranspiração elevada, que frequentemente excede os volumes de chuva, contribui para a diminuição da água disponível, agravando os impactos ambientais e sociais das estiagens (ARAÚJO; SILVA, 2020).

Sob o ponto de vista físico, o relevo do semiárido alagoano é composto principalmente por áreas de topografia suave, com ocorrência de solos pouco profundos e de baixa fertilidade, como os tipos litólicos e brunos não cálcicos. Essa condição do solo, somada à escassez de chuvas, dificulta o desenvolvimento agrícola intensivo, sendo a agricultura de sequeiro a principal forma de subsistência da população rural (SANTOS; LIMA, 2018).

A cobertura vegetal predominante no semiárido alagoano pertence ao bioma Caatinga, que é exclusivo do território brasileiro e especialmente adaptado às adversidades climáticas dessa região. Entre as espécies que compõem essa vegetação destacam-se plantas resistentes à escassez hídrica, como diversos tipos de cactos, bromélias e leguminosas com porte arbustivo.

Apesar dessa adaptação, a ação humana tem contribuído significativamente para a degradação desse ecossistema, sobretudo por meio do desmatamento, das queimadas e do uso intensivo e não planejado do solo, o que tem acelerado os processos de desertificação (MMA, 2018).

Do ponto de vista social e econômico, a população residente no semiárido de Alagoas enfrenta grandes desafios. A região é marcada por índices elevados de pobreza, carência de infraestrutura e acesso limitado a serviços públicos essenciais. Indicadores como o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) revelam defasagens significativas em comparação com outras regiões do estado e do país, além da forte dependência de programas de transferência de renda, como o Bolsa Família, para garantir o sustento básico das famílias (IBGE, 2022).

Mesmo diante de tantas limitações, o semiárido tem se mostrado um território de resistência e transformação. Desde o início do século XXI, ganhou força a proposta da convivência com o semiárido, que visa desenvolver soluções adaptadas à realidade climática da região. Essa abordagem aposta na adoção de práticas sustentáveis, como a instalação de cisternas para captação da água da chuva, construção de barragens subterrâneas e uso de métodos agroecológicos, além de promover o fortalecimento das organizações comunitárias (SILVA; CORREIA, 2016).

A infraestrutura hídrica presente na região inclui uma variedade de sistemas, como reservatórios públicos, poços profundos, pequenas barragens e redes de distribuição de água. Contudo, muitos desses sistemas operam com falhas significativas, enfrentando problemas como falta de manutenção, acúmulo de sedimentos nos reservatórios e contaminação da água por resíduos sólidos e esgotos. Esses fatores dificultam a garantia de segurança hídrica para milhares de pessoas, especialmente nas áreas mais isoladas (SANTOS; ALMEIDA, 2021).

As alterações climáticas globais representam um agravante importante para esse cenário. O aumento gradual das temperaturas e a maior frequência de fenômenos extremos, como secas mais intensas e duradouras, têm gerado impactos severos sobre os sistemas naturais e sociais da região. Para lidar com essas transformações, são necessárias políticas públicas bem estruturadas, que incorporem ações de adaptação e proteção dos recursos ambientais, especialmente nos territórios mais suscetíveis, como o semiárido alagoano (MALVEZZI *et al.,* 2014).

Além disso, a desertificação já é uma realidade em várias áreas do estado. Conforme apontado pelo Ministério do Meio Ambiente (2018), há evidências claras de perda da cobertura vegetal, empobrecimento do solo e redução da biodiversidade em diversas localidades. Esses processos comprometem não apenas o funcionamento dos ecossistemas, mas também afetam

diretamente os modos de vida tradicionais das comunidades que dependem dos recursos naturais para sobreviver.

2.3 Contexto Histórico e Social dos Reservatórios

A origem da construção de reservatórios no semiárido brasileiro remonta ao período do Império, quando começaram a surgir iniciativas voltadas à mitigação dos efeitos recorrentes da seca. Um episódio marcante foi a estiagem severa ocorrida entre 1877 e 1879, que impulsionou o Estado a adotar suas primeiras ações estruturantes no campo da gestão hídrica, como a implantação de açudes públicos com o objetivo de assegurar o fornecimento de água para consumo humano e animal (LIMA, 2006).

Com a chegada do século XX, o Estado intensificou seu papel na formulação de políticas hidráulicas voltadas à região semiárida. Foi nesse contexto que surgiu o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), instituição responsável por coordenar a construção de grandes açudes e barragens. A atuação do órgão se baseava em soluções predominantemente técnicas, centradas em intervenções de engenharia de grande escala, com foco na regulação dos recursos hídricos e no controle das cheias e estiagens (DINIZ, 2002).

A visão que norteava tais intervenções era a de que a seca constituía um obstáculo natural a ser combatido por meio de obras físicas. Esse modelo, conhecido como “política de combate à seca”, desconsiderava outros aspectos importantes da realidade semiárida, como as dimensões sociais, econômicas e culturais das populações locais. Com isso, as ações implementadas nem sempre geravam os resultados esperados no longo prazo, sobretudo no que diz respeito à adaptação sustentável ao clima da região (AB’SABER, 1999).

Com o passar do tempo, os reservatórios adquiriram múltiplas funções, deixando de ser apenas instrumentos emergenciais. Ao longo do século XX, à medida que cresciam as populações e se expandiam as atividades agrícolas no interior nordestino, os açudes passaram a ser utilizados também para irrigação, pesca artesanal, abastecimento animal e atividades de lazer, o que reforçou sua importância estratégica para o desenvolvimento regional (SILVA; MEDEIROS, 2017).

Apesar disso, o modelo tradicional de gestão, caracterizado pela centralização das decisões e pela ausência de participação popular, comprometeu a efetividade e a sustentabilidade dessas estruturas. Em muitos casos, os açudes foram construídos sem considerar as especificidades locais, o que levou a conflitos pelo uso da água, problemas ambientais como o assoreamento, e ao abandono de alguns reservatórios devido à má conservação e à ausência de gestão compartilhada (BRITO; GALVÃO, 2015).

A partir dos anos 1990, com a criação da Lei nº 9.433/1997, conhecida como Política Nacional de Recursos Hídricos, houve uma transformação no modelo de gestão das águas no Brasil. Essa nova abordagem incorporou diretrizes como a descentralização das decisões, a inclusão da sociedade civil nos processos e a integração dos diversos setores usuários. Com isso, foram criados os comitês de bacia hidrográfica e os conselhos estaduais e nacionais de recursos hídricos, com o objetivo de ampliar a participação social e tornar a governança hídrica mais democrática (BRASIL, 1997).

Essa mudança estrutural coincidiu com o fortalecimento de movimentos sociais e organizações populares, entre elas a Articulação do Semiárido Brasileiro (ASA), que passaram a difundir soluções adaptadas à realidade do clima semiárido. A disseminação de tecnologias sociais como cisternas para captação de água da chuva, pequenos barreiros e barragens subterrâneas passou a integrar estratégias voltadas à autonomia das populações rurais, promovendo a convivência com as adversidades climáticas da região (SILVA; CORREIA, 2016).

No caso do semiárido de Alagoas, essas transformações também se fizeram presentes. Ao longo do século XX, diversas obras hídricas foram implantadas tanto por programas governamentais quanto por iniciativas das próprias comunidades. Cidades como Delmiro Gouveia, Santana do Ipanema e Pão de Açúcar são exemplos de localidades que contam com reservatórios de diferentes dimensões, responsáveis pelo abastecimento humano, animal e agrícola, com níveis distintos de conservação e eficiência (FERREIRA; BARROS, 2020).

Esses reservatórios não desempenham apenas funções técnicas. Eles têm forte presença no cotidiano das populações locais, atuando como espaços de uso múltiplo. Além do fornecimento de água, são também locais de interação social, manifestações religiosas e recreação. No entanto, por sua importância estratégica, também são áreas de conflito entre diferentes usuários, como agricultores, pescadores, empresas privadas e gestores públicos (LOPES; NASCIMENTO, 2019).

Apesar de sua relevância, muitas dessas estruturas enfrentam problemas sérios. A falta de manutenção, o acúmulo de sedimentos, a poluição por resíduos e a irregularidade das chuvas afetam diretamente sua capacidade de armazenar e fornecer água de qualidade. É comum que, mesmo em localidades próximas a grandes reservatórios, a população dependa do abastecimento por carros-pipa ou de fontes alternativas precárias (COSTA; MOURA, 2018).

Por outro lado, experiências de gestão compartilhada têm mostrado resultados positivos. Quando as comunidades locais participam da gestão dos recursos hídricos, os reservatórios tendem a ter melhor desempenho. Projetos que envolvem capacitação técnica, monitoramento

participativo e ações de recuperação ambiental demonstram que é possível tornar o uso da água mais eficiente e sustentável (SANTOS; RODRIGUES, 2021).

2.4 Importância dos Reservatórios para a Região

Os reservatórios artificiais exercem um papel fundamental na dinâmica hídrica e socioeconômica do semiárido alagoano. Em um território sujeito a longas estiagens e chuvas mal distribuídas, armazenar água nos períodos chuvosos é uma estratégia essencial para garantir o fornecimento durante os meses de seca, sendo um dos principais mecanismos de enfrentamento à escassez (SILVA; GOMES, 2020).

Entre suas diversas funções, destaca-se o fornecimento de água para consumo humano. Em várias localidades do interior de Alagoas, especialmente nas áreas rurais, a rede de abastecimento depende diretamente desses mananciais artificiais. A ausência de fontes permanentes torna os açudes e barragens indispensáveis para suprir as necessidades básicas da população, que, sem essas estruturas, ficaria ainda mais exposta à insegurança hídrica (SANTOS et al*.,* 2022).

Além do uso doméstico, os reservatórios são cruciais para atividades produtivas, como a criação de animais. A pecuária, amplamente praticada na região, depende da oferta de água para dessedentação do rebanho. Durante as secas prolongadas, a escassez hídrica pode comprometer a sobrevivência dos animais e, por consequência, a principal fonte de renda de muitas famílias (COSTA; LIMA, 2019).

Outro aspecto relevante está relacionado à agricultura de base familiar. A água acumulada nos reservatórios é utilizada para irrigar pequenas plantações, permitindo a produção contínua mesmo em períodos secos. Essa irrigação de subsistência contribui para a segurança alimentar das famílias e também para a geração de renda por meio da comercialização de produtos como hortaliças e frutas (FERREIRA; SOARES, 2021).

A pesca artesanal é mais uma prática que depende diretamente da presença dos reservatórios. Em muitos açudes da região, a criação de peixes, como a tilápia, tem sido incentivada por políticas públicas e iniciativas comunitárias, complementando a dieta das populações locais e representando uma alternativa de renda para comunidades tradicionais (ALMEIDA; VASCONCELOS, 2020).

Por fim, essas estruturas também desempenham função reguladora no ciclo hidrológico. Em períodos de precipitação elevada, os reservatórios ajudam a controlar o escoamento superficial, diminuindo o risco de enchentes e a ocorrência de processos erosivos. Dessa forma,

contribuem para a conservação do solo e para a estabilidade ambiental das áreas ao seu redor (BRITO; MEDEIROS, 2018).

Do ponto de vista ambiental, os reservatórios construídos no semiárido exercem influência significativa no entorno, contribuindo para a formação de microclimas que suavizam as condições típicas da região. A presença constante de água nesses espaços favorece o aumento da biodiversidade, atraindo diferentes espécies de animais e auxiliando na preservação de áreas com vegetação nativa nos arredores dos espelhos d'água (OLIVEIRA, 2017).

Sob uma perspectiva sociocultural, os açudes e barragens ultrapassam sua função técnica de armazenamento e passam a ser reconhecidos como locais de encontro e convivência. Em diversas localidades, esses espaços se tornam cenários para celebrações populares, atividades de lazer, práticas esportivas e momentos de religiosidade, sendo incorporados à identidade coletiva das comunidades rurais (LOPES; SILVA, 2021).

Entretanto, o papel estratégico dos reservatórios só se concretiza quando há cuidado com sua conservação. Problemas como o acúmulo de sedimentos, o lançamento inadequado de esgoto e o uso desordenado dos recursos comprometem a qualidade da água e a longevidade dessas estruturas. Em situações extremas, esses corpos d'água deixam de garantir abastecimento seguro e passam a representar riscos à saúde pública (MOURA; SOUZA, 2020).

A manutenção da capacidade de retenção dos açudes depende diretamente da integridade ambiental das bacias hidrográficas em que estão inseridos. A vegetação ciliar, por exemplo, atua como barreira natural contra a erosão e o transporte de sedimentos. Sua remoção favorece o assoreamento, encurtando a vida útil dos reservatórios e prejudicando sua funcionalidade (SILVA; ALBUQUERQUE, 2019).

Diante das incertezas climáticas e da previsão de eventos extremos mais intensos e frequentes, os reservatórios ganham ainda mais importância como estratégia de adaptação regional. O agravamento das secas em função das mudanças climáticas exige sistemas de armazenamento mais resilientes, bem como políticas públicas que fortaleçam a capacidade de resposta das comunidades ao estresse hídrico (MALVEZZI et al*.,* 2014).

2.5 Reservatórios artificiais no semiárido de Alagoas

Na deficiência dos reservatórios naturais, os reservatórios artificiais exercem um papel fundamental na redução dos impactos provocados pelas longas estiagens, contribuindo significativamente para a segurança hídrica das comunidades da região. Projetados para acumular água nos escassos períodos de chuva, esses sistemas são essenciais para o abastecimento humano, a dessedentação de animais, a agricultura irrigada e outras práticas econômicas (ARAÚJO 2012 apud LIMA 2016).

Segundo Carvalho (2023), no estado de alagoas a política de enfrentamento a seca é vivida desde do ano de 1877 até o período atual, onde houve a fase de soluções hidráulicas, período de desenvolvimento regional planejado e por fim, o período de programa institucionais que é o atual. Neste contexto, o DNOCS construiu cerca de 23 reservatórios, os quais estão disponíveis no portal oficial do mesmo em: https://www.dnocs.gov.br/php/canais/recursos_hidricos/fic_tec_estado.php?sigla_estado=AL

É visto que os reservatórios surgiram a partir de políticas públicas que buscam promover a ampliação dos recursos hídricos através da construção de reservatórios públicos e privados, além de buscar o fortalecimento da economia da região através da agricultura (CARVALHO 2023). A partir disso, são observados reservatórios de capacidades e usos diferentes, onde existem grandes reservatórios multiuso que atendem uma cidade inteira como também reservatórios pequenos que atendem apenas a pequenas plantações ou criação de animais em propriedades familiares (DNOCS, 2021).

2.6 El niño e seus efeitos no semiárido

Segundo Bezerra (2023), o El niño é um fenômeno associado ao comportamento anômalo da temperatura superficial do mar sobre o oceano pacífico central e leste. É um fenômeno associado a anomalias nos ventos alísios e nas temperaturas do oceano pacifico, o mesmo apresenta duas fases, a fase quente é denominada de El niño enquanto a fase fria é chamada de La niña. (MEDEIROS et al., 2020).

O Nordeste Brasileiro (NEB) é uma região que sofre impactos severos durante a ocorrência do o el niño que modifica o regime de chuvas ocasionando longos períodos de seca como é visto em diversos estudos (Bezerra, 2023), (Medeiros, 2020), Marengo, Cunha e Alves (2016), Fonseca, Nascimento, Medeiros (2022), Santos (2023) que relacionam as ocorrências do el niño com as secas no NEB.

Neste contexto, o semiárido brasileiro fique fica majoritariamente localizado no NEB, é uma das regiões mais vulneráveis às variações climáticas, normalmente a média de chuvas

varia entre 500 a 800 mm anuais. O período de precipitações dessa região geralmente é curto, onde as mesmas ocorrem de dezembro a junho, entretanto as chuvas se concentram nos meses de fevereiro, março e abril. Dito isso, percebe-se que o volume chuvas é baixo e irregular podendo ser alterado de acordo com os eventos climáticos. (AB'SABER, 2003 apud FONSECA, NASCIMENTO e MEDEIROS 2022).

Segundo, Marengo et al (2016) as consequências de um longo período de estiagem são severas para a população local tendo em vista a baixa capacidade hídrica somada a elevadas taxas de evaporação, além das secas frequentes que assolam a região, estes fatores fazem que a oferta de água cada vez mais limitada para a região trazendo modificações aos indicadores sociais e econômicos tendo em vista que água é um item fundamental para a população e o desenvolvimento agrícola. (Paz 2000 apud MEDEIROS et al*.,* 2018).

Desse modo, a agricultura de sequeiro sofre diretamente com a escassez hídrica uma vez que é fortemente influenciada pela variabilidade da precipitação, a mesma é afetada pelas temperaturas elevadas e altas taxas de evaporação que são registradas na parte semiárida (SILVA, 2006 *apud* LOURENÇO, 2018). Os reservatórios artificiais por sua vez tem sidos cada vez mais impactados pelas anomalias de precipitação provocadas pelos eventos climáticos, por exemplo de acordo com estudos de Marengo, Cunha e Alves (2016), a região mais afetada pela seca foi o semiárido nordestino, onde no ano hidrológico de 2011 – 2012 foi registrado o acumulado de precipitação de apenas 496mm. Este acontecimento afeta diretamente os reservatórios artificiais tendo em vista que os mesmos foram construídos com o intuito de ajudar a população no combate a períodos de seca severos

2.7 Secas

A seca é um fenômeno climático recorrente no semiárido brasileiro, com sérios impactos nas esferas social, econômica e ambiental. Esse fenômeno é caracterizado pela escassez ou pela diminuição substancial das chuvas por longos períodos, afetando diretamente a produção agrícola, o fornecimento de água e a subsistência das comunidades rurais. No semiárido alagoano, a seca constitui um dos principais elementos de vulnerabilidade social (PEREIRA et al., 2018).

A irregularidade e a imprevisibilidade das chuvas no semiárido tornam o planejamento das atividades agrícolas e pecuárias um grande desafio, impactando negativamente tanto a produção de alimentos quanto a economia local. Durante os períodos mais críticos, muitas comunidades enfrentam racionamento de água, dependem do fornecimento por carros-pipa e

sofrem com o êxodo rural, o que agrava ainda mais os problemas de pobreza e insegurança alimentar (CAVALCANTI; BARROS, 2020).

Historicamente, as respostas às secas foram pautadas por ações emergenciais, como a distribuição de alimentos e a construção de açudes. No entanto, tais intervenções foram frequentemente pontuais e de caráter assistencialista, sem promover soluções duradouras. Com o passar dos anos, começaram a emergir propostas mais sustentáveis, centradas na convivência com o semiárido, incorporando tecnologias adaptativas e um planejamento de longo prazo (BRITO; SILVA, 2019).

Além disso, a seca impacta diretamente os reservatórios, resultando em perdas de volume devido à evaporação e à diminuição da recarga hídrica. Esses efeitos prejudicam a qualidade da água, favorecendo a proliferação de algas e o aumento da concentração de poluentes. A degradação das áreas de recarga, frequentemente causada pela remoção da vegetação nativa, intensifica esse problema (ALMEIDA; RODRIGUES, 2021).

2.8 Sensoriamento Remoto

O sensoriamento remoto desempenha um papel crucial no monitoramento ambiental, especialmente em regiões de difícil acesso e grandes dimensões, como o semiárido alagoano. Através das imagens capturadas por satélites, é possível observar mudanças na cobertura do solo, as variações no uso da terra, modificações na vegetação e as transformações nos corpos hídricos, como rios temporários e reservatórios (MOREIRA, 2017).

No que tange aos recursos hídricos, essa tecnologia permite a análise da evolução dos volumes armazenados nos reservatórios ao longo do tempo, a detecção de áreas afetadas por assoreamento e a identificação de zonas suscetíveis a riscos hídricos. Satélites como o Landsat, Sentinel-2 e CBERS são comumente empregados para o monitoramento das superfícies hídricas, oferecendo imagens com resoluções espaciais e temporais adequadas para análises ambientais (SILVA; LOPES, 2020).

Com o uso da análise espectral de imagens multitemporais, é possível estimar índices como o de evaporação, a umidade do solo e o índice de vegetação (NDVI), indicadores fundamentais para a compreensão dos impactos das secas e a dinâmica das bacias hidrográficas. Esses dados são essenciais para o planejamento e a gestão eficiente dos recursos naturais (CAMPOS; GOMES, 2019).

Além disso, o sensoriamento remoto oferece a vantagem de ser uma ferramenta de baixo custo em comparação com os levantamentos de campo, permitindo diagnósticos quase em tempo real, o que é particularmente vantajoso em regiões com infraestrutura limitada. Sua

aplicação tem crescido significativamente em políticas públicas voltadas para o monitoramento ambiental e a preservação de ecossistemas no semiárido (MENDONÇA; SOUZA, 2021).

2.9 Geoprocessamento

O geoprocessamento refere-se a um conjunto de técnicas computacionais que visam a coleta, o tratamento, a análise e a representação de dados georreferenciados, sendo essencial para a análise espacial de fenômenos naturais e humanos. No contexto do semiárido alagoano, essa tecnologia tem se consolidado como uma ferramenta fundamental para a realização de estudos sobre recursos hídricos, uso da terra e planejamento territorial (ANDRADE; FERREIRA, 2020).

Através dos sistemas de informações geográficas (SIG), é possível integrar diferentes camadas de dados, como informações sobre a topografia, o clima, o uso do solo, a localização de reservatórios e as redes hidrográficas. Isso possibilita uma análise abrangente dos diversos fatores que impactam a disponibilidade e a qualidade da água na região (RODRIGUES; MELO, 2018).

Além disso, o geoprocessamento facilita o mapeamento de áreas de recarga hídrica, regiões com risco de desertificação e zonas prioritárias para a implementação de ações de conservação ambiental. Essas informações são valiosas para órgãos governamentais, agricultores e comunidades locais, que podem planejar suas atividades com base em dados precisos e atualizados (SOUZA; SANTOS, 2019).

Na gestão de reservatórios, essa ferramenta permite calcular as áreas alagadas, delimitar as bacias de contribuição e monitorar mudanças ao longo do tempo. Quando combinada com o sensoriamento remoto, o geoprocessamento enriquece as análises e proporciona uma visão abrangente dos processos ambientais, tanto no aspecto espacial quanto temporal (LIMA; ALVES, 2020).

2.10 MapBiomas: uso e cobertura do solo

O projeto MapBiomas é uma iniciativa colaborativa com especialistas nos biomas, usos da terra, sensoriamento remoto, sistemas de informações geográficas e ciência da computação que realiza, anualmente, o mapeamento do uso e da cobertura do solo no Brasil. Utilizando imagens de satélite e aplicando técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, o projeto gera dados essenciais para o monitoramento ambiental, a gestão de recursos naturais e a criação de políticas públicas (MAPBIOMAS, 2023).

Este projeto funciona na plataforma Google Earth Engine que é um ambiente para processamento e análise em escala planetária de dados de monitoramento da superfície terrestre, as imagens utilizadas no mesmo são das series históricas produzidas pelos satélites LANDSAT (com 30 metros de resolução espacial) onde são processadas em pixels, estas imagens estão disponíveis gratuitamente no Google Earth Engine (MAPBIOMAS, 2023).

De acordo com Rosa et al. (2019) apud Francisco (2023), a estratégia de mapeamento inclui o uso dos mais avançados métodos de processamento, tecnologia e big data disponíveis, fornecidos pelo Google Earth Engine. De modo especifico, a iniciativa usa métodos empíricos e estatísticos, como por exemplo, random forest e aprendizado de máquina pra contar o histórico recente de pixels e criar mapas de uso e cobertura da terra.

Todas as imagens disponíveis no ano são usadas para a geração de ortomosaicos, com as bandas de reflectância, índices espectrais, temporais e de textura. O processamento do projeto é realizado na nuvem e as classificações supervisionadas são feitas por algoritmos de aprendizagem de máquina no Google Earth Engine (GORELICK, 2016).

Diversas são as aplicações dos produtos gerados pelo Mapbiomas, temas como agricultura, mudanças climáticas, uso e ocupação do solo podem ser observados em diversos estudos Francisco et al (2023), Fonseca et al (2023). Isso demonstra que a plataforma possui grande impacto devido as suas utilidades para a comunidade científica.

No semiárido alagoano, o MapBiomas tem sido fundamental para monitorar a expansão das áreas agrícolas, o avanço da degradação ambiental e a perda de vegetação nativa. Esses dados são cruciais para identificar regiões suscetíveis à desertificação, ao assoreamento dos rios e à perda de biodiversidade, fatores que impactam diretamente a qualidade e a disponibilidade dos recursos hídricos (SILVA et al., 2022).

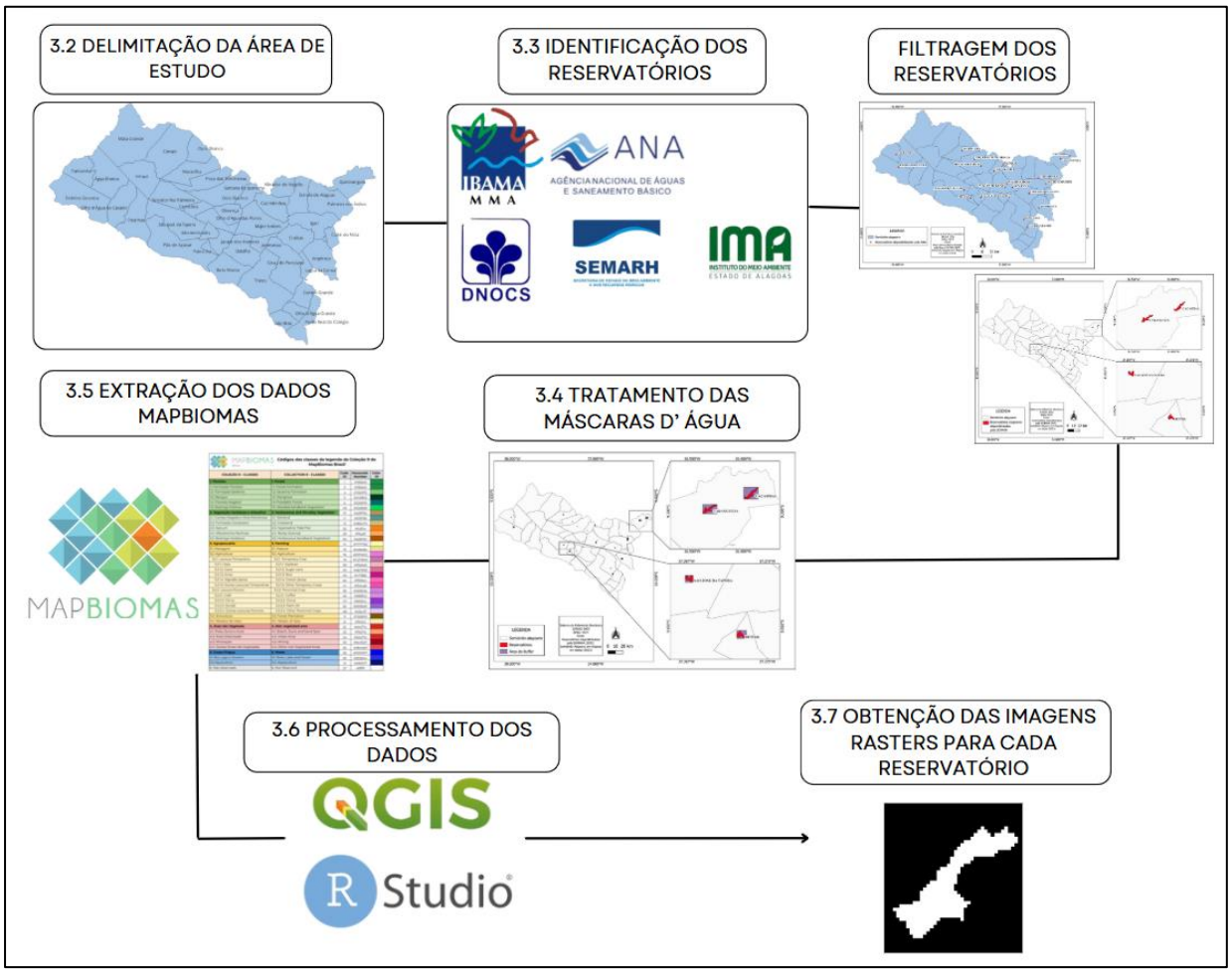
O monitoramento da cobertura do solo realizado pelo MapBiomas possibilita a avaliação dos impactos das atividades humanas nos ecossistemas. A substituição da vegetação nativa por áreas de pastagem ou cultivo agrícola altera o ciclo hidrológico, reduz a infiltração de água no solo e intensifica a erosão. Tais transformações afetam diretamente a recarga dos reservatórios e a manutenção dos cursos d'água (CAMPOS; OLIVEIRA, 2020).

Neste contexto, o MapBiomas também possibilita o acompanhamento da recuperação de áreas degradadas, como nos casos de reflorestamento ou restauração de matas ciliares, que são vitais para a conservação dos recursos hídricos. Os dados históricos fornecidos pela plataforma oferecem uma base sólida para avaliar a eficácia de políticas ambientais e estratégias de manejo sustentável (FERREIRA; NASCIMENTO, 2021).

3.METODOLOGIA

3.1 Metodologia geral

Figura 1 – Fluxograma

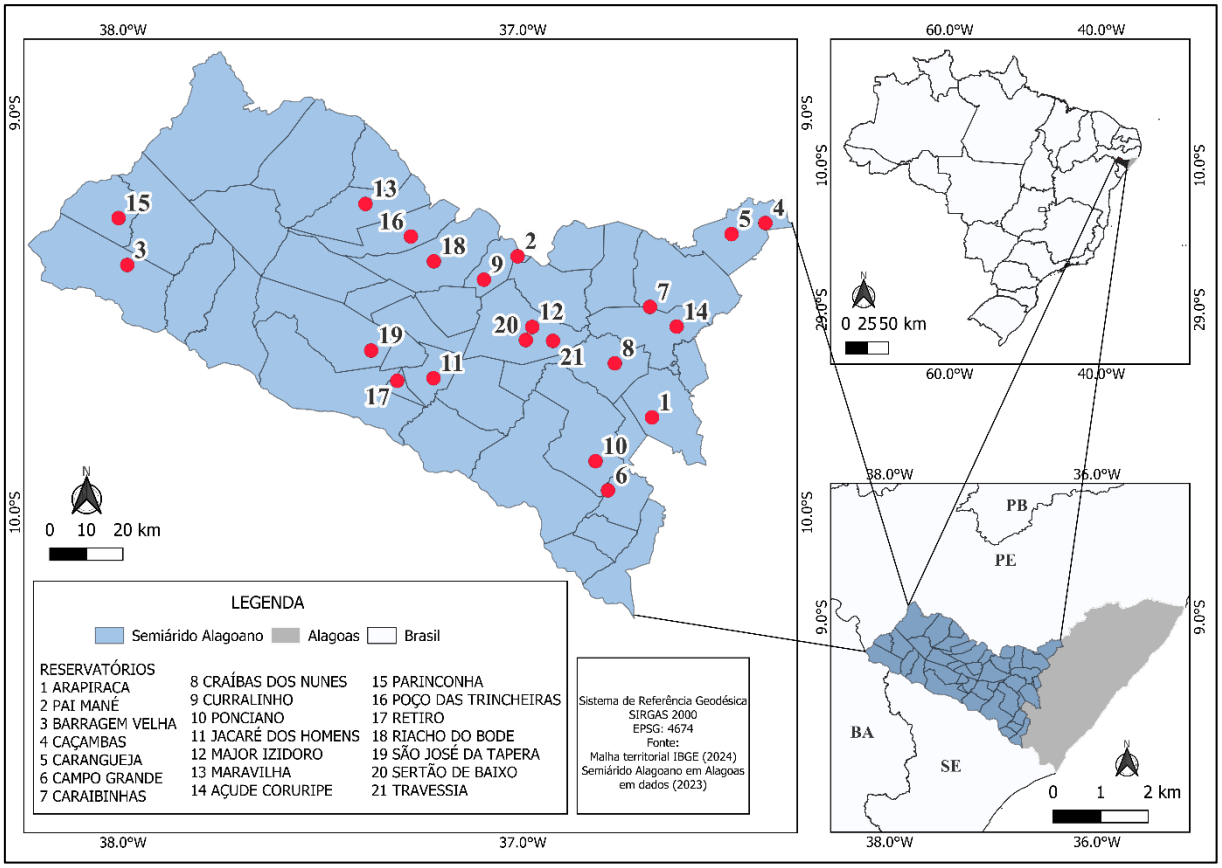


Fonte: Autor (2025)

3.2 Área de estudo

A área de estudo deste trabalho se deu pela localização dos reservatórios, tendo em vista que estes estão distribuídos no estado de Alagoas na região do semiárido. Dessa forma, confeccionou-se o mapa abaixo para a visualização espacial.

Figura 2 – Mapa de localização dos reservatórios em estudo.



Fonte: Autor (2025)

3.3 Identificação dos reservatórios

Realizou-se uma pesquisa junto a órgãos públicos federais, como o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e a Agência Nacional de Águas (ANA), Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) e órgãos estaduais Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Alagoas (SEMARH) e Instituto do Meio Ambiente de Alagoas (IMA/AL), afim de coletar todas as informações acerca dos principais reservatórios artificiais localizados no estado de Alagoas. Os dados obtidos demonstraram que a maioria dos reservatórios está situada na região do semiárido do Estado.

A partir disso, foram coletados os dados necessários dos reservatórios para as análises realizadas neste trabalho, como ano de formação do reservatório, administrador, bacia hidrográfica, bioma, capacidade, mesorregião e município, conforme quadro abaixo.

Quadro 1 – Reservatórios identificados

Reservatório	**Uso**	**Bacia**	**Bioma**	**Município**	**Capacidade**	**Ano de formação**	**Administrador**	**Mesorregião**
Arapiraca	Abastecimento/Irrigação	Rio Perucaba	Caatinga	Arapiraca	4,13	1965	Dnocs	Agreste
Pai Mane	Abastecimento	Rio Ipanema	Caatinga	Dois Riachos	2,12	1958	Dnocs	Sertão
Barragem Velha	Pecuária/Piscicultura	Rio Grande da Cruz	Caatinga	Delmiro Gouveia	5,04	1965	Dnocs	Sertão
Caçambas	Abastecimento	Rio Caçamba	Caatinga	Quebrangulo	0,25	2010	Casal	Agreste
Campo Grande	Irrigação/Piscicultura	Rio Itiuba	Caatinga	Campo Grande	1,78	1966	Dnocs	Agreste
Caraibinhas	Pecuária/Piscicultura	Rio Coruripe	Caatinga	Palmeira dos Índios	0,72	1956	Dnocs	Agreste
Carangueja	Abastecimento	Rio Paraíba	Caatinga	Quebrangulo	4,71	1977	Casal	Agreste
Craíbas dos Nunes	Abastecimento/Irrigação	Rio Traipú	Caatinga	Craíbas	0,49	1959	Dnocs	Agreste
Curralinho	Abastecimento/ Piscicultura	Rio Ipanema	Caatinga	Dois Riachos	2,5	1965	Dnocs	Sertão
Ponciano	Abastecimento	Rio Traipú	Caatinga	Girau do Ponciano	0,76	1954	Dnocs	Agreste
Jacaré dos	Pecuária/Piscicultura	Rio Jacaré	Caatinga	Jacaré dos	0,57	1953	Dnocs	Sertão

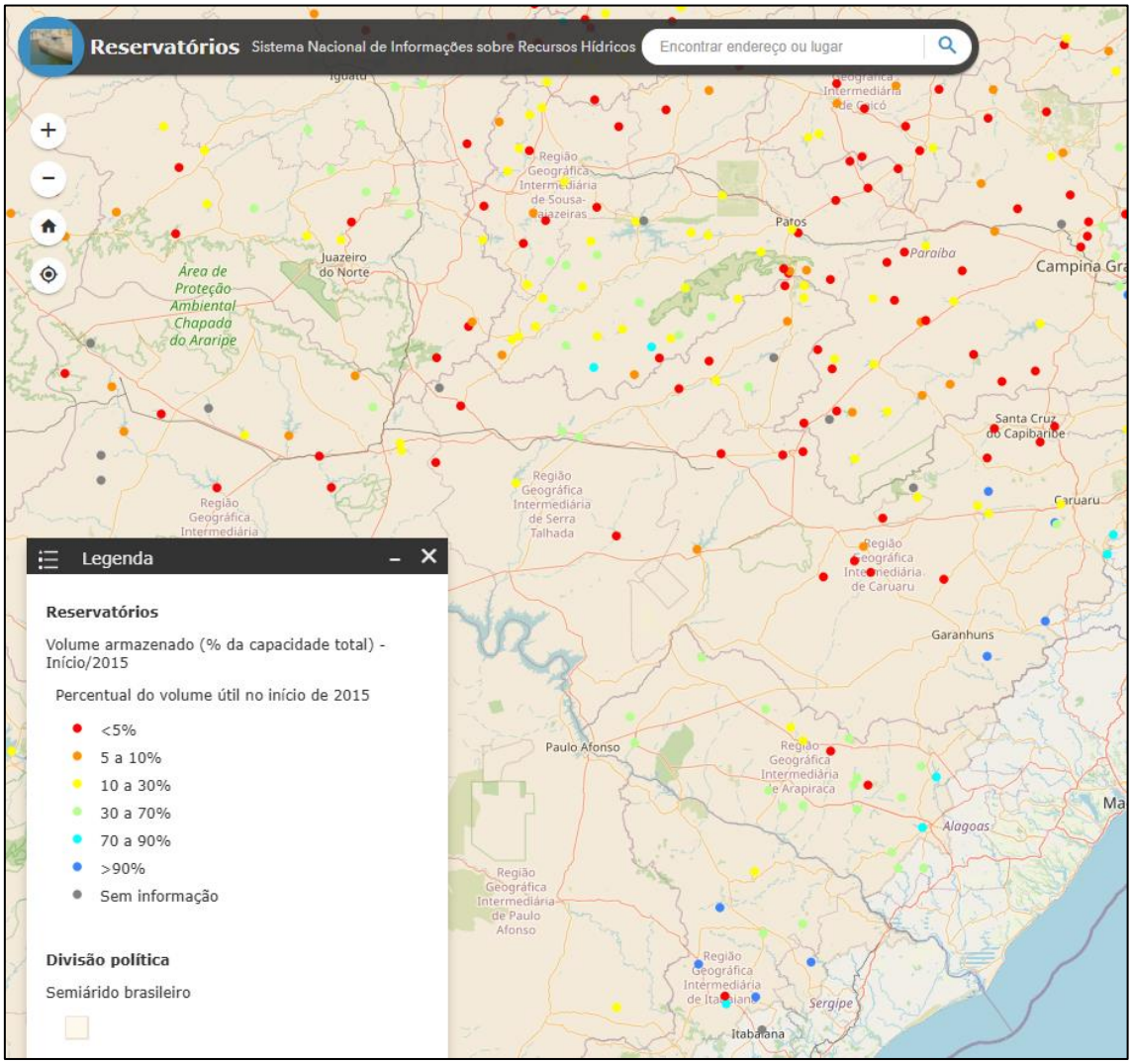
Homens				Homens				
Major Izidoro	Irrigação/Piscicultura	Rio Traipú	Caatinga	Major Izidoro	0,3	1953	Dnocs	Sertão
Maravilha	Abastecimento	Rio Capiá	Caatinga	Maravilha	1,61	1968	Dnocs	Sertão
Açude Coruripe	Abastecimento	Rio Coruripe	Caatinga	Igaci	3,74	1939	Dnocs	Agreste
Parinconha	Abastecimento	Riacho do Maxixe	Caatinga	Piconha	1,27	1960	Dnocs	Sertão
Poço das Trincheiras	Abastecimento	Rio Ipanema	Caatinga	Poço das trincheiras	0,72	1953	Dnocs	Sertão
Retiro	Abastecimento	Rio Farias	Caatinga	Palestina	1,7	1965	Dnocs	Sertão
Riacho do Bode	Abastecimento	Rio Ipanema	Caatinga	Santana do Ipanema	1,06	1956	Dnocs	Sertão
São José da Tapera	Abastecimento	Rio Farias	Caatinga	São José da Tapera	1,53	1967	Dnocs	Sertão
Sertão de Baixo	Abastecimento	Rio Traipú	Caatinga	Major Izidoro	1,73	1953	Dnocs	Sertão
Travessia	Abastecimento	Rio Traipú	Caatinga	Major Izidoro	0,41	1962	Dnocs	Sertão

Fonte: Autor (2025)

Para identificação espacial dos mesmos, foram utilizados dados espaciais disponíveis pela ANA e SEMARH. Enquanto a ANA fornece apenas localização dos reservatórios cadastrados no Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), disponibilizando o download dos dados no shapefile com o formato geométrico ponto dos mesmos, em: https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/41f4f780-dcda-43d5-80e3-5c9042eb718a. Observa-se que essa base de dados da ANA se refere ao monitoramento do volume dos reservatórios para o ano de 2015 como pode ser visto na legenda da figura 2,

entretanto os dados (posição geográfica) que são de interesse para esse trabalho podem ser utilizados uma vez que a posição geográfica dos reservatórios não se torna obsoleta.

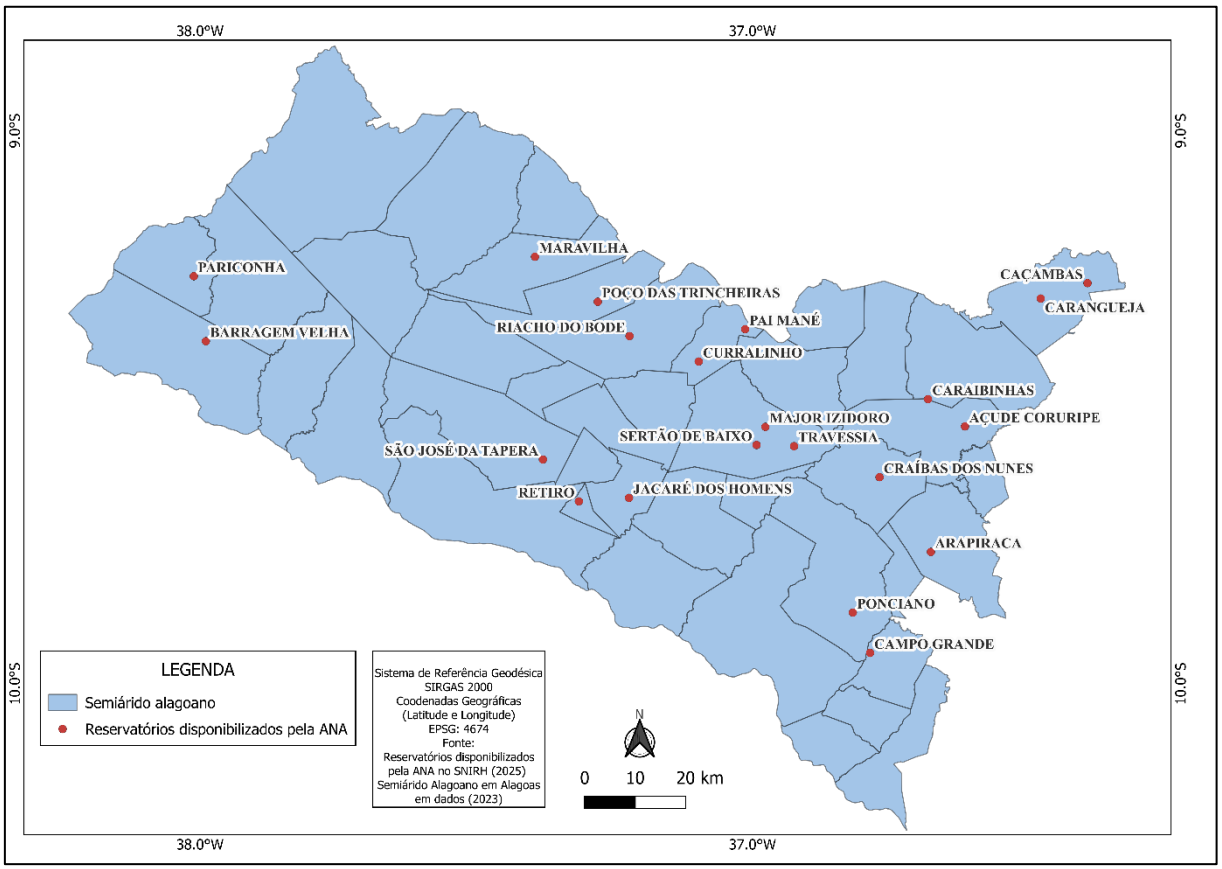
Figura 3 – Forma em que os dados são disponibilizados no portal SNIRH.



Fonte: Autor (2025)

Após o download dos dados foi realizado o recorte dos dados em ambiente GIS, onde foram tratados todos os dados espaciais utilizados neste trabalho, nesta etapa se utilizou a ferramenta recortar no software QGIS na versão 3.38.1, para obter os reservatórios de interesse desse estudo conforme a figura 3 abaixo.

Figura 4 – Reservatórios extraídos.



Fonte: Autor (2025)

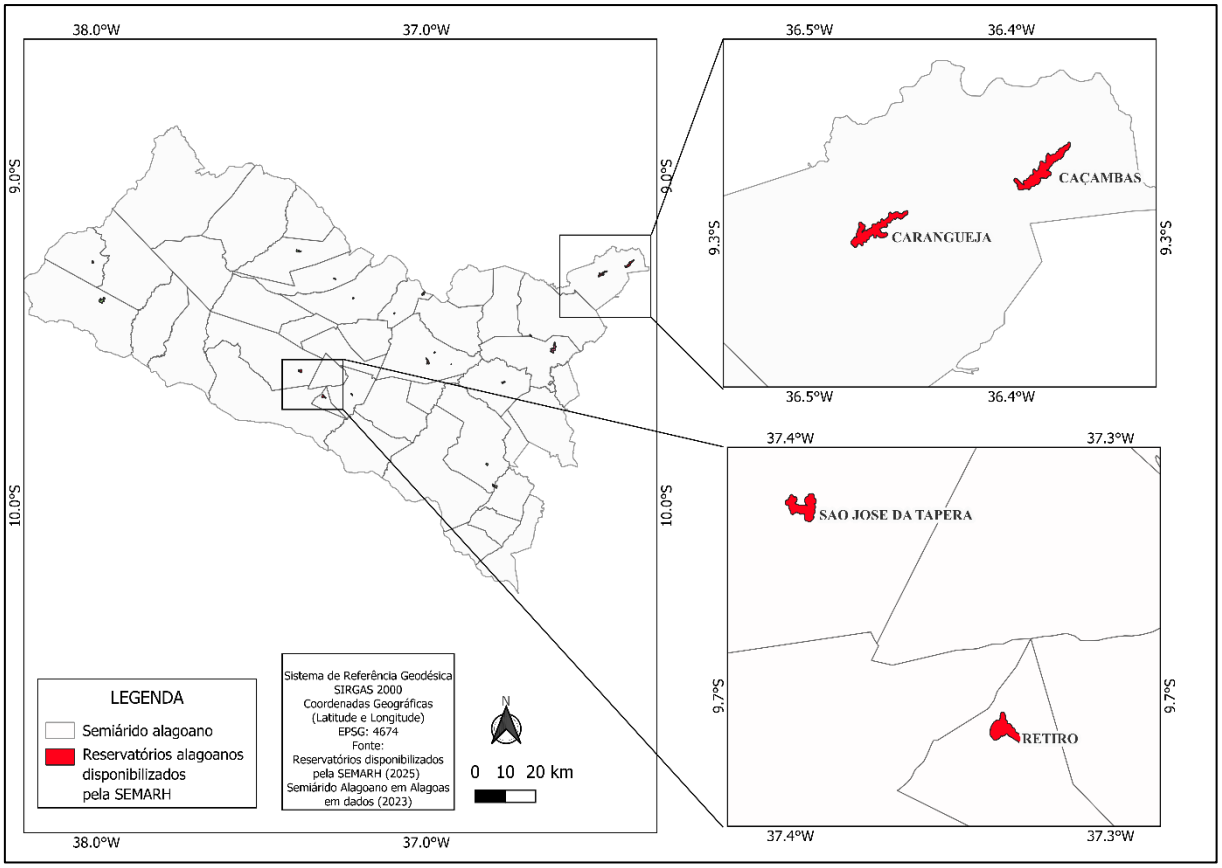
Já a SEMARH disponibiliza os reservatórios no formato shapefile, mas com o formato geométrico polígono, possibilitando a visualização da máscara d'água formada pelos mesmos esses dados estão disponíveis no portal http://perh.semarh.al.gov.br/basededados/basededados23.htm, os mesmos são denominados como ‘’Massa Permanente d' Água AL’’ assim como os dados anteriormente, foi necessário a utilização da ferramenta recortar tendo em vista que foi feito o download de todos os reservatórios do estado de Alagoas catalogados pela SEMARH, entretanto esses polígonos não estão com todas as informações pertinentes aos reservatórios sendo necessário inserir as mesmas de acordo com dados obtidos a partir da ANA, o cruzamento desses dados foi realizado a partir da informação geográfica dos reservatórios, dessa forma foram inseridos no campo da tabela de atributos, no software QGIS informações como nome do reservatório, capacidade. Além desses dados, a SEMARH também fornece os dados no formato tabular no portal http://perh.semarh.al.gov.br/quadros/infraestruturaeusodosrecursoshidricos/qualidadedasaguas

/dadosdequalidadedeaguadosreservatoriosdodnocs.html, aqui são disponibilizadas as informações que estão em falta nos dados vetoriais, as mesmas foram organizadas no software Excel.

O DNOCS, fornece as fichas técnicas dos reservatórios que estão sob sua administração, as mesmas estão disponíveis no site https://www.dnocs.gov.br/php/canais/recursos_hidricos/fic_tec_estado.php?sigla_estado=AL.

O formato de como os reservatórios são disponibilizados pela SEMARH, é visto na figura 4 com os reservatórios Carangueja, Caçambas, São José da Tapera e Retiro, tomados como exemplo.

Figura 5 - Reservatórios disponibilizados pela SEMARH.



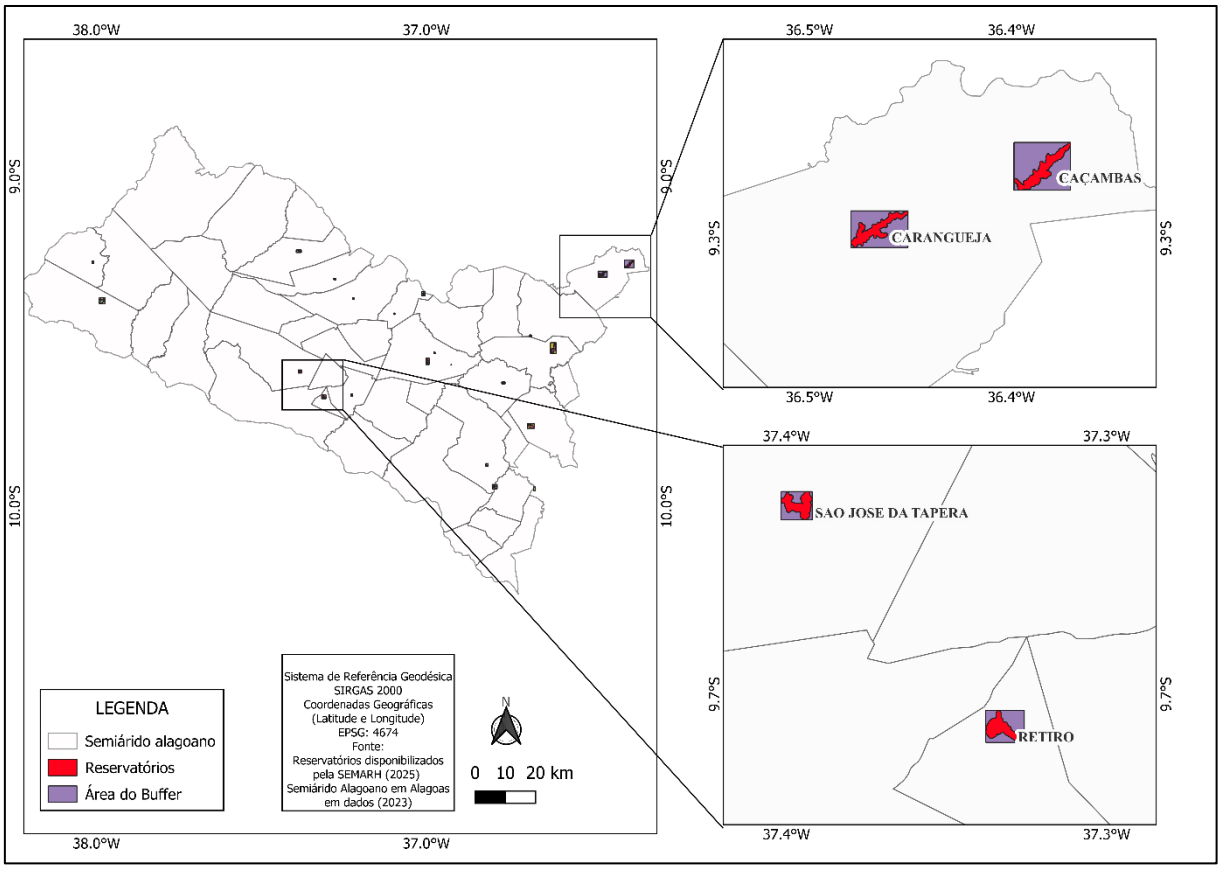
Fonte: Autor (2025)

3.4 Tratamento das máscaras d'água dos reservatórios

Nesta etapa, foram organizados todos os dados vetoriais obtidos, onde foi verificado se a área do vetor é coerente com os dados em planilha organizados no software Excel. No intuito de assegurar a confiabilidade das máscaras d'água, foi verificado o histórico da região do reservatório no software Google Earth Pro. Além disso, utilizou-se a ferramenta "buffer" do QGIS para garantir que a máscara d´água contemplasse todo entorno dos reservatórios, o buffer utilizado foi de 100 metros, utilizou-se esse valor devido a sua abrangência de mais de 3 pixels

uma vez que cada pixel tem 30 metros de largura. Dito isso, a área dos reservatórios passou a ser do buffer, assegurando a segurança dos dados que serão extraídos a partir dos dados obtidos na plataforma Mapbiomas. A figura abaixo mostra como exemplo os reservatórios Carangueja, Caçambas, São José da Tapera e Retiro com a área do ‘’buffer’’.

Figura 6 – Reservatórios com buffer.



Fonte: Autor (2025)

3.5 Extração de dados mapbiomas

Segundo Ferreira et al. (2023), os dados de superfície de água do Brasil provenientes do MapBiomas podem ser usados em diversas aplicações societais, devido à sua acurácia ser satisfatória para a maioria dos biomas, além de serem gratuitos. Neste contexto, foi feito o download no período de 1985 a 2021 das imagens raster que abrangem todos os reservatórios, utilizando a coleção 9 do Uso e Ocupação de Solo.

A coleção 9 do MapBiomas possui 5 classes, as quais estão disponíveis em https://brasil.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/4/2024/08/Legenda-Colecao-9-LEGEND-CODE.pdf.

A classe utilizada nesse trabalho foi do módulo 5. Corpo d'Água denominada 5.1 Rio, Lago e Oceano com id 33. Dessa forma, foi feito o download do direto da coleção 9 do raster de cobertura e uso da terra em todo o Brasil no formato GeoTiff, uma vez que não é possível fazer o download somente da classe de interesse.

3.6 Processamento dos dados

A manipulação dos dados e a execução de todos os processamentos foram realizadas nos ambientes Rstudio na versão 12 e QGIS, também foi utilizado o software Excel para organização dos dados. No Rstudio foi desenvolvido um algoritmo para realizar o recorte dos dados dos MapBiomas com base nas máscaras vetoriais com buffer dos reservatórios, o mesmo identifica a classe de interesse no raster proveniente do MapBiomas e faz o recorte dos pixels que são identificados pelo code id da mesma esse processo foi feito para cada reservatório para o período entre os anos de 1985 a 2021, foi utilizada Além disso, também foi extraída a área da superfície d'agua de cada reservatório para o mesmo período.

Já no QGIS ocorreu a organização dos rasters que foram agrupados de acordo com seu respectivo reservatório, enquanto que no Excel foi organizado as áreas de cada reservatório, tendo em vista que o processamento dos dados ocorreu de forma individual.

3.7 Obtenção dos raster água para cada reservatório

A obtenção dos rasters foi realizada no Rstudio, foi utilizado o pacote ‘’terra’’ que é amplamente utilizado análise e manipulação de dados espaciais raster e vetoriais. A classificação pelo método de binarização, é baseada no modelo de presença e não presença, dessa forma, ocorre a aplicação de um limiar que nesse caso é o id code da classe de interesse (33), esse valor é a referência que separa os pixels em dois grupos, onde o pixel que tem o valor 33 é recebe o valor 1 e os pixels que possuem id code diferente recebem valor 0 por conseguinte, o pixel que tem valor 1 é considerado água e os pixels que tem valor 0 não são considerados como água (JUNIOR, et al 2021).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos foram separados de acordo com os reservatórios, onde foram analisados de acordo com capacidade dos mesmos, foi observado que os reservatórios com menor capacidade de área da superfície d'água são mais sensíveis durante a ocorrência dos eventos climáticos e períodos de seca, dessa forma, serão analisados de forma detalhada, os reservatórios com capacidade a partir de 5,04 hm^3, totalizando 21 reservatórios.

Dessa forma, os gráficos de evolução da superfície d'água que serão vistos na próxima seção identificam o el niño de acordo com a sua duração e intensidade atrelados a evolução da área de superfície d'água entre os anos de 1985 a 2021, também foi confeccionado um mapa da área de superfície d'água para cada reservatório o mesmo foi produzido de acordo com o somatório dos rasters binários obtidos na seção 3.7.

4.1 Dinâmica das áreas dos reservatórios

Após o processamento dos dados obteve-se a área da água em cada ano para cada reservatório, para a visualização destes foi confeccionado gráfico de linhas e mapa, onde o gráfico de linhas mostra a evolução do espelho d'água no reservatório, já o mapa identifica a localização do reservatório com a identificação destes através dos rasters.

Observa-se que os reservatórios apresentam um padrão decrescente na área da superfície do espelho d'água durante o período de estiagem, evidenciando a sensibilidade desses corpos hídricos aos eventos climáticos. Nessa perspectiva, destaca-se que os reservatórios com menor capacidade de armazenamento são os mais impactados, podendo, em alguns casos, atingir níveis críticos em que a superfície do espelho d'água chega a nível zero.

Dentre os períodos do El niño que se destacam estão os períodos forte e muito forte que são períodos que causam o maior perda da superfície d'água dos reservatórios, é importante ressaltar que a perca da superfície d'água é causada não somente pelos eventos climáticos, mas também com os períodos de estiagem que são comuns na região do semiárido, a identificação dos períodos e intensidade que o El niño ocorre segue no quadro abaixo.

Quadro 2 – Períodos de ocorrência do El niño.

Evento	Intensidade	Período
El niño	Fraco	1986/87
	Fraco	2004/05, 2006/07
	Fraco	2014/15
	Moderado	2002/03

	Moderado	2009/10
	Forte	1991/92
	Muito Forte	1997/98
	Muito Forte	2015/16

Fonte: Santos (2022), adaptado pelo autor (2025)

Segundo Marengo et al (2016), os períodos de seca no Nordeste brasileiro (NEB) são datados desde o século 16 para a análise multitemporal do trabalho foram considerados os períodos de seca presentes no quadro 3.

Quadro 3 – Períodos de seca.

Fenômeno	Período
Seca	1992/93
	1997/98
	2001/02
	2005
	2007
	2010
	2012-2015

Fonte: Marengo et al (2016); Fonseca et al (2022), adaptado pelo Autor (2025)

Como é visto nos estudos de Fonseca, Nascimento e Medeiros (2022), Amorim (2023) e Santos (2022), a intensidade e os períodos do El niño se alternam. Desse modo, é visto as diferenças entre as formas de como os reservatórios são afetados pelo evento climático, a consequência disso pode ser observada na figura abaixo.

Para melhor entendimento e visualização os reservatórios foram separados de acordo com a sua capacidade, os grupos podem ser vistos abaixo no quadro 4.

Quadro 4 – Reservatórios por grupo.

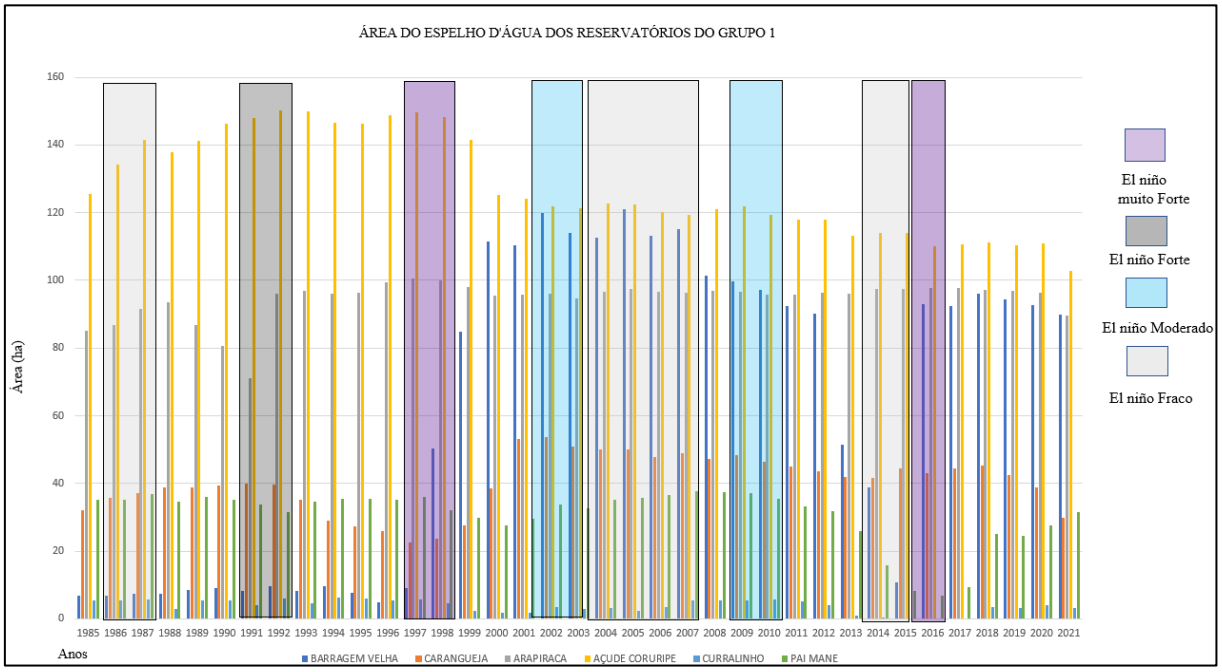
Reservatórios	Grupo	Capacidade
Barragem Velha	1	5.04
Carangueja	1	4.71
Arapiraca	1	4.13
Açude Coruripe	1	3.74
Curralinho	1	2.5
Pai Mané	1	2.12
Campo Grande	2	1.78
Sertão de Baixo	2	1.73
Retiro	2	1.7
Maravilha	2	1.61
São José da Tapera	2	1.53
Parinconha	3	1.27

Riacho do Bode	3	1.06
Ponciano	3	0.76
Caraibinhas	3	0.72
Poço das Trincheiras	3	0.72
Jacaré dos Homens	4	0.57
Craíbas dos Nunes	4	0.49
Travessia	4	0.41
Major Izidoro	4	0.3
Caçambas	4	0.25

Fonte: Autor (2025)

Dessa forma, os resultados estão divididos de acordo com os grupos. Abaixo segue os resultados do grupo 1, a figura 7 mostra a área do espelho d'água dos reservatórios pertencentes ao mesmo. Os mapas para cada reservatório foram dispostos de acordo com as analise do seu respectivo grupo.

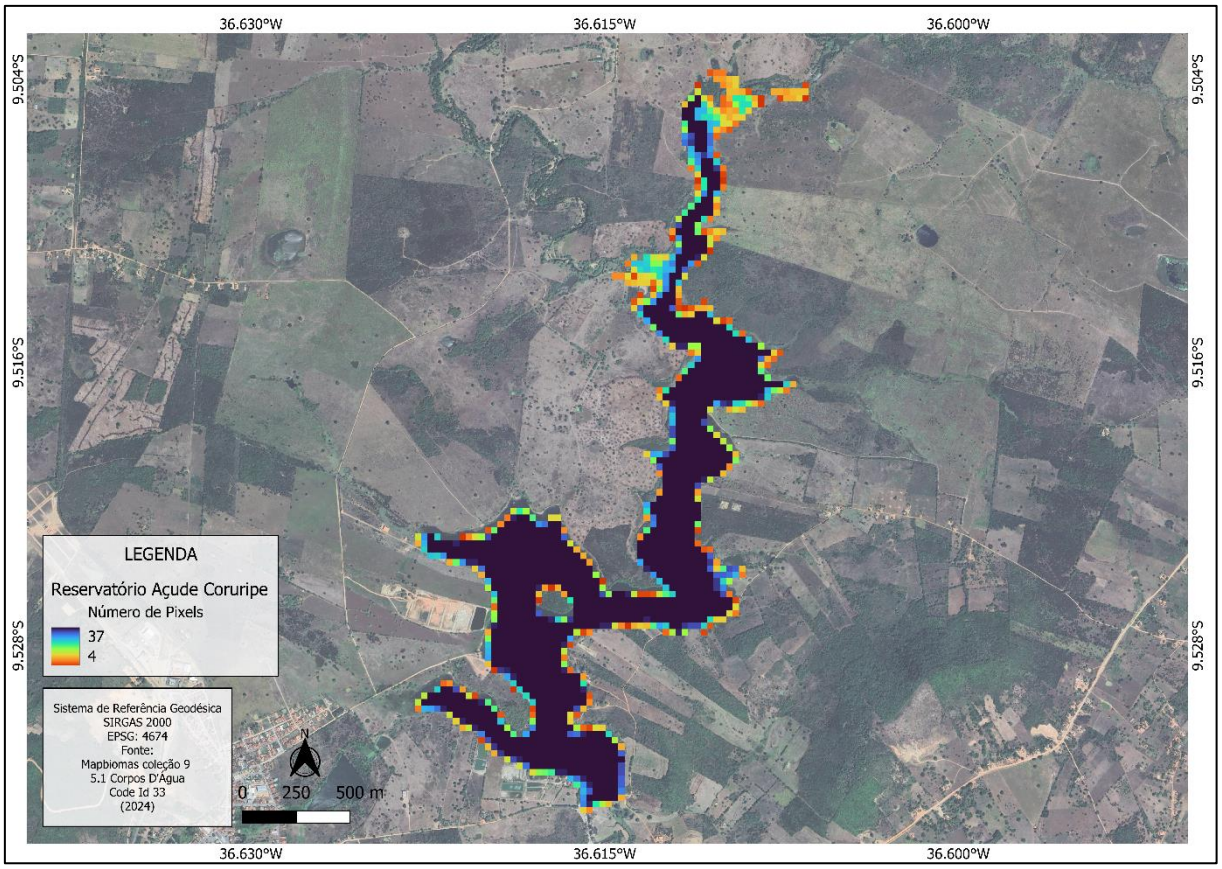
Figura 7 - Evolução da superfície d'água dos reservatórios Barragem Velha, Carangueja, Arapiraca, Açude Coruripe, Curralinho e Pai Mané.



Fonte: Autor (2025)

Os reservatórios do Grupo 1 são aqueles que possuem maior capacidade de armazenamento. Dessa forma, é possível observar, na Figura 7, o amplo espelho d'água que esses reservatórios apresentam. Entre os que se destacam, está o Açude Coruripe, que se mostra pouco sensível aos eventos climáticos e aos períodos de seca, evidenciado por sua constância na área de superfície d'água, conforme demonstrado na figura. A Figura 8 reforça essa estabilidade, como pode ser observado a seguir

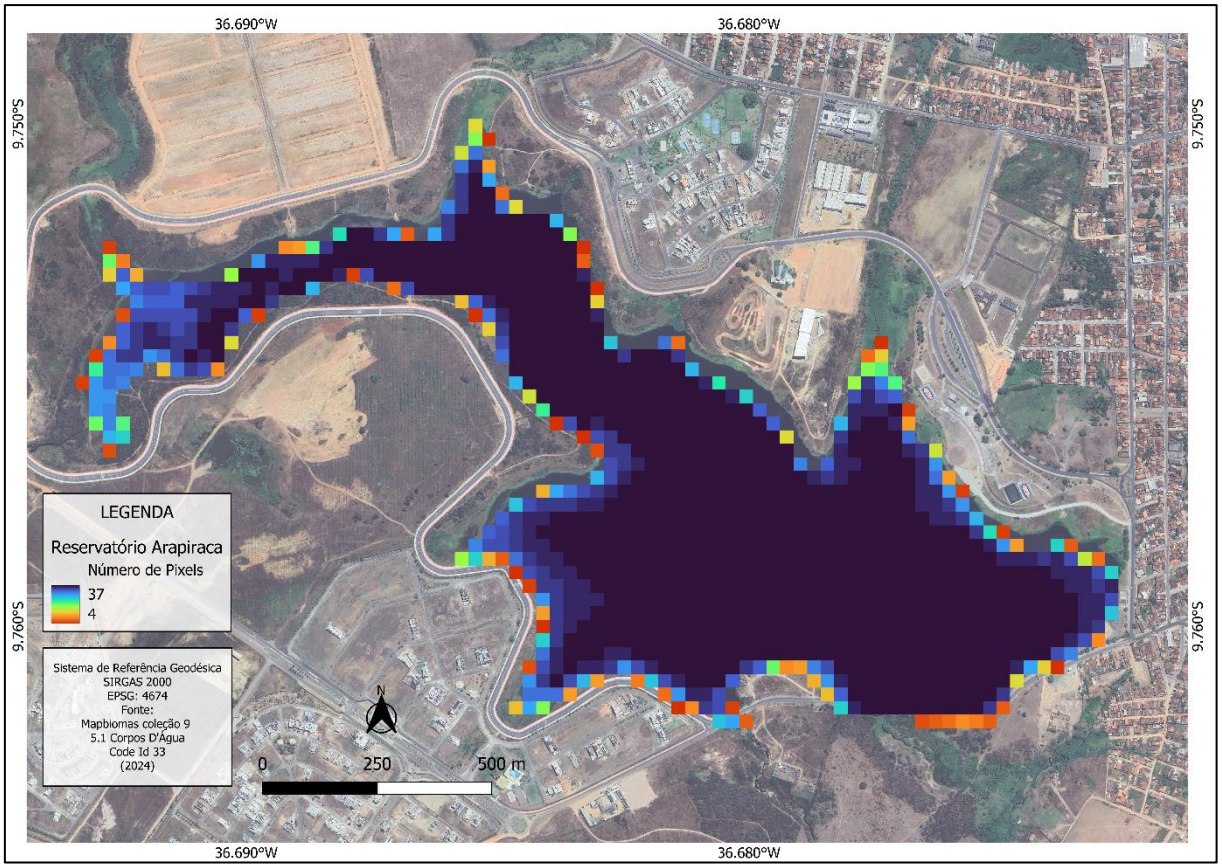
Figura 8 – Mapa da área do espelho d'água do reservatório Açude Coruripe.



Fonte: Autor (2025)

Outro reservatório que apresenta um perfil semelhante é o reservatório Arapiraca. No entanto, ele demonstrou sensibilidade durante o evento El Niño de forte intensidade ocorrido entre os anos de 1991 e 1992, quando houve uma queda significativa no espelho d'água. Em 1991, foi registrada a menor área da superfície d'água do período analisado, com valor inferior a 80 hectares. Apesar desse episódio, é possível observar certa estabilidade nos demais períodos em que ocorrem eventos climáticos. A Figura 9 apresenta a variação da área do espelho d'água para esse reservatório.

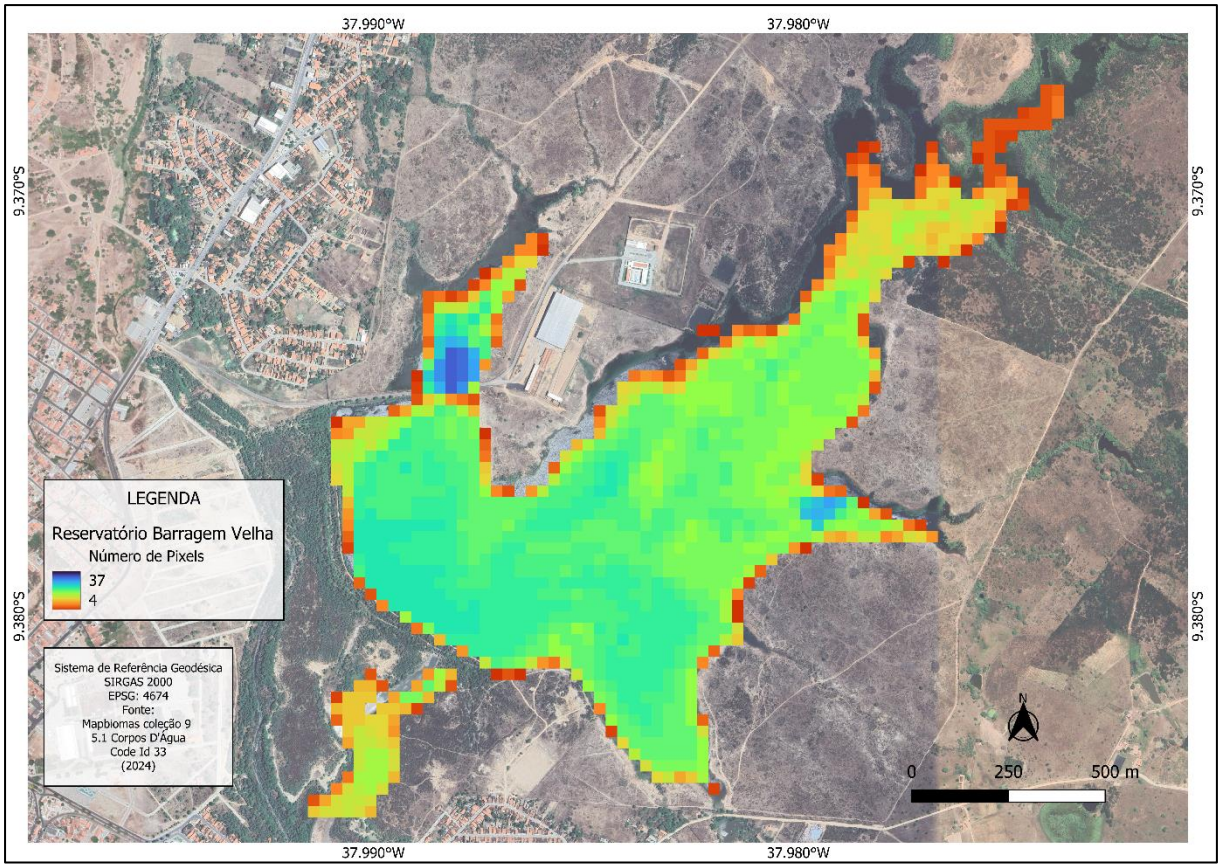
Figura 9 - Mapa da área do espelho d'água do reservatório Arapiraca.



Fonte: Autor (2025)

O reservatório Barragem Velha, que possui a maior capacidade entre os analisados, apresenta níveis baixos na área do espelho d'água durante os primeiros anos da série histórica. Seu crescimento ocorre ao final da década de 1990, atingindo o pico em 2005, com área superior a 120 hectares. Apesar da elevada capacidade, o reservatório se mostrou sensível aos eventos climáticos, como evidenciado pela queda abrupta de sua área em 2015 — ano marcado por um El Niño de forte intensidade, agravado pelo maior período de seca deste século até o momento que durou 6 anos e ocorreu entre os anos de 2012 a 2017, a mesma evoluiu para uma seca hidrológica, conforme afirmam Fonseca, Nascimento e Medeiros (2022). A Figura 10 ilustra a variação da área da superfície do espelho d'água do reservatório.

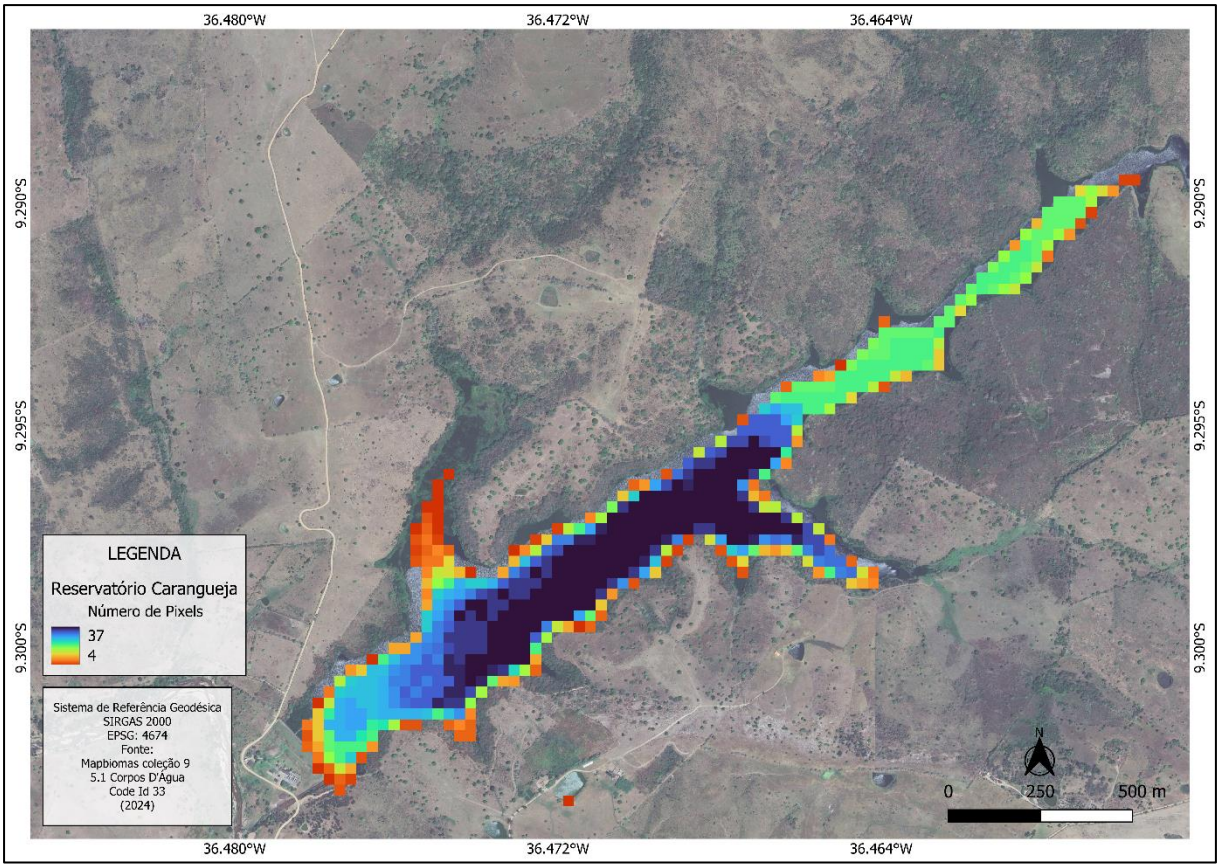
Figura 10 - Mapa da área do espelho d'água do reservatório Barragem Velha.



Fonte: Autor (2025)

O reservatório Carangueja, que apresenta comportamento irregular ao longo do tempo, possui capacidade de 4,71 hm³, sendo o segundo maior entre os reservatórios do Grupo 1. Destaca-se por sua sensibilidade tanto aos fenômenos climáticos quanto aos períodos de seca, como pode ser observado na Figura 7. A área do seu espelho d'água apresenta declínio acentuado durante eventos El Niño, especialmente nos anos de 1997 e 1998, quando ocorreu um El Niño de forte intensidade, também é possível notar uma redução, embora menos intensa, durante o El Niño moderado nos anos de 2009 e 2010, essa redução pode ser vista do mesmo modo durante a seca hidrológica mencionada anteriormente. A Figura 12 apresenta a variação da área do espelho d'água do reservatório Carangueja.

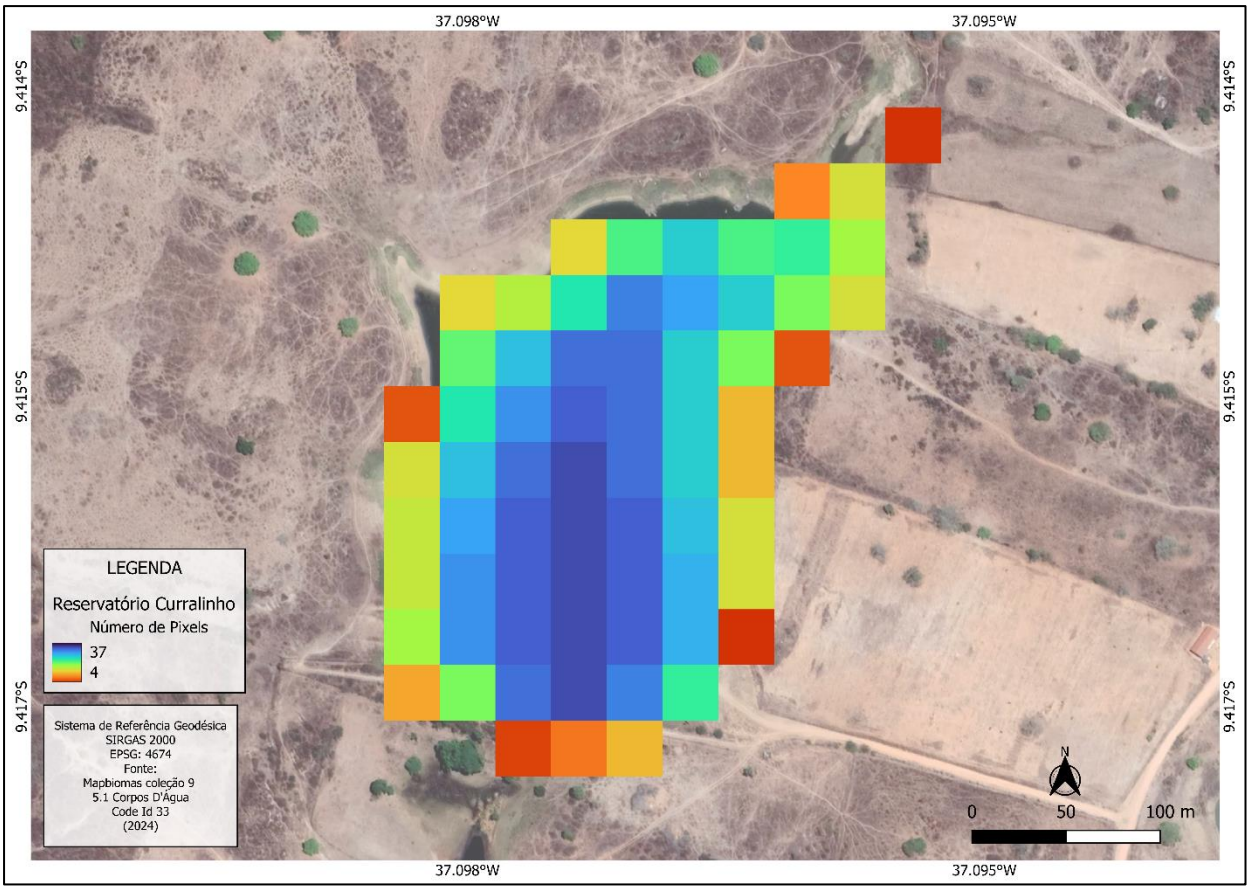
Figura 11 - Mapa da área do espelho d'água do reservatório Carangueja.



Fonte: Autor (2025)

O reservatório Curralinho demonstra o comportamento mais irregular do conjunto analisado, possuindo baixa área de espelho d'água, mas com capacidade de 2,5 hm³. Observa-se uma elevada sensibilidade tanto aos eventos do fenômeno El Niño quanto aos períodos de seca. A partir de 2013, inicia-se um processo de declínio acentuado na área de superfície do reservatório, atingindo zero em 2015 e permanecendo assim até 2018. Essa redução extrema coincide com a ocorrência de eventos El Niño, sendo um de intensidade fraca entre 2014 e 2015 e outro de intensidade muito forte em 2016. A Figura 13 apresenta a variação do espelho d'água do reservatório Curralinho.

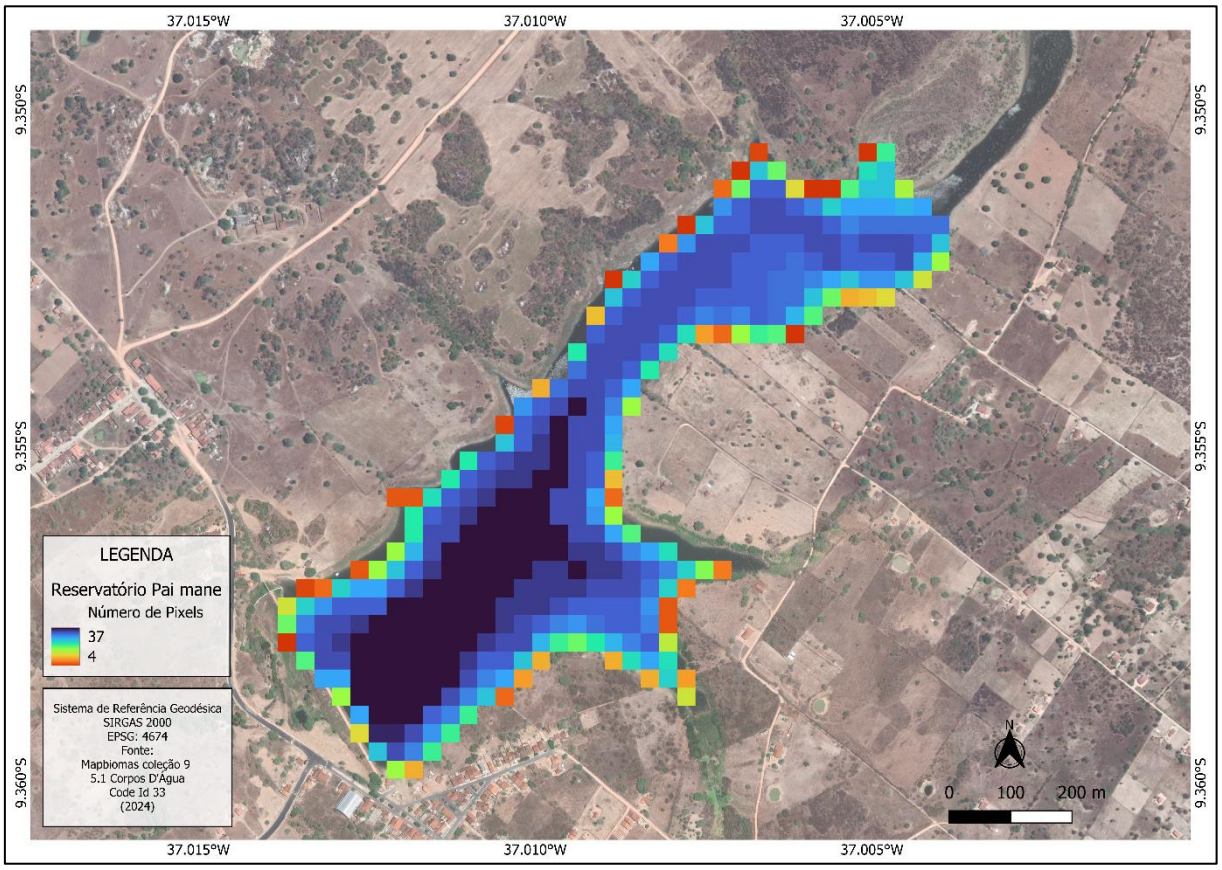
Figura 12 - Mapa da área do espelho d'água do reservatório Curralinho.



Fonte: Autor (2025)

O reservatório Pai Mané, que possui a menor capacidade entre os reservatórios analisados neste grupo, apresenta um comportamento semelhante ao do reservatório Curralinho, caracterizando-se por alta sensibilidade aos eventos climáticos e aos períodos de seca, conforme ilustrado na Figura 7. O declínio da área do seu espelho d'água é evidente durante os anos em que ocorrem fenômenos climáticos extremos, sendo esse efeito intensificado pelas secas prolongadas. A principal diferença em relação ao reservatório Curralinho é que, embora o nível do espelho d'água de Pai Mané também atinja valores bastante baixos, ele não chega a zerar, como observado nos anos de 2015 e 2016. A figura 14 ilustra a variação da área do espelho d'água desse reservatório.

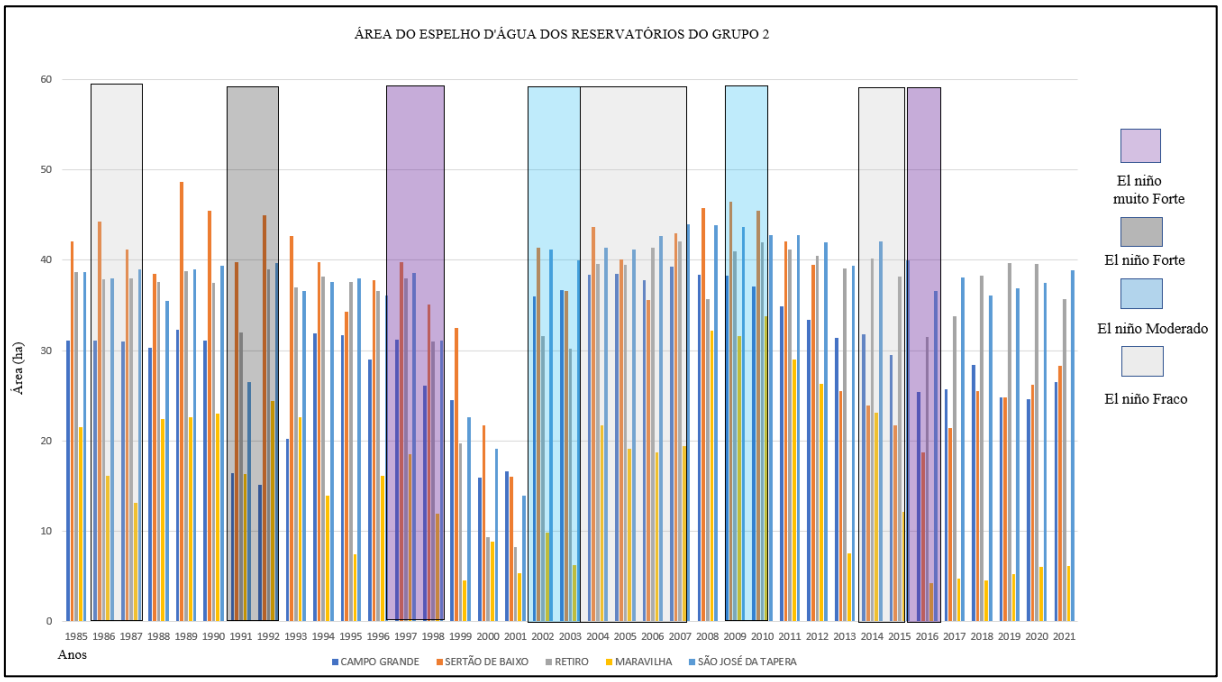
Figura 13 - Mapa da área do espelho d'água do reservatório Pai Mané.



Fonte: Autor (2025)

O Grupo 2 é composto por cinco reservatórios, os quais possuem capacidade inferior à dos reservatórios do Grupo 1. Destaca-se, nesse grupo, o reservatório Sertão de Baixo, que apresenta a maior área de espelho d'água. Já os reservatórios Retiro e São José da Tapera possuem perfis semelhantes, sendo visível a semelhança entre suas áreas de espelho d'água ao longo dos anos. Em contraste, os reservatórios Campo Grande e Maravilha apresentam as menores áreas de espelho d'água, com Maravilha registrando os menores valores entre todos, essas informações podem ser observadas na Figura 15.

Figura 14 - Evolução da superfície d'água dos reservatórios Campo Grande, Sertão de Baixo, Retiro, Maravilha e São José da Tapera.

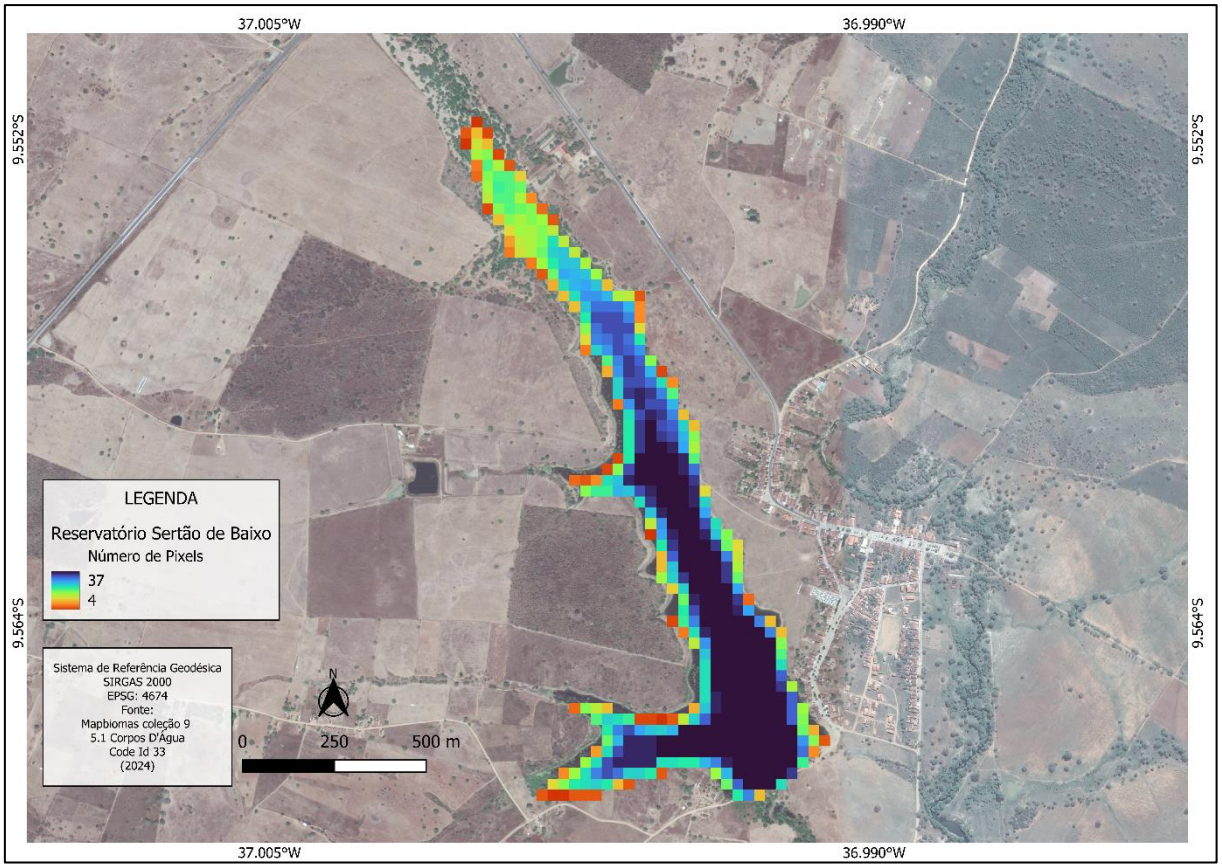


Fonte: Autor (2025)

É perceptível que os reservatórios do Grupo 2 são sensíveis às mudanças climáticas e aos períodos de seca, uma vez que a redução da área de espelho d'água coincide com a ocorrência desses eventos, isso pode ser observado nos anos de 1991/1992, durante um episódio de El Niño forte, e também nos anos de 1999 a 2001, após o El Niño muito forte. Posteriormente a esses eventos, nota-se uma recuperação na área dos espelhos d'água, porém essa tendência é interrompida com o início de um novo declínio entre os anos de 2012 e 2017 possuindo seu auge durante os anos de 2015/2015 período do El niño muito forte.

O reservatório Sertão de Baixo apresenta um comportamento instável, registrando quedas significativas nos períodos em que ocorrem eventos climáticos. A maior redução na área do espelho d'água é observada no ano de 2001, quando essa área atinge menos de 10 hectares**.** Também se destaca a sequência de declínios entre os anos de 2012 a 2017, período marcado por intensa seca, a Figura 16 ilustra a variação da área do espelho d'água desse reservatório.

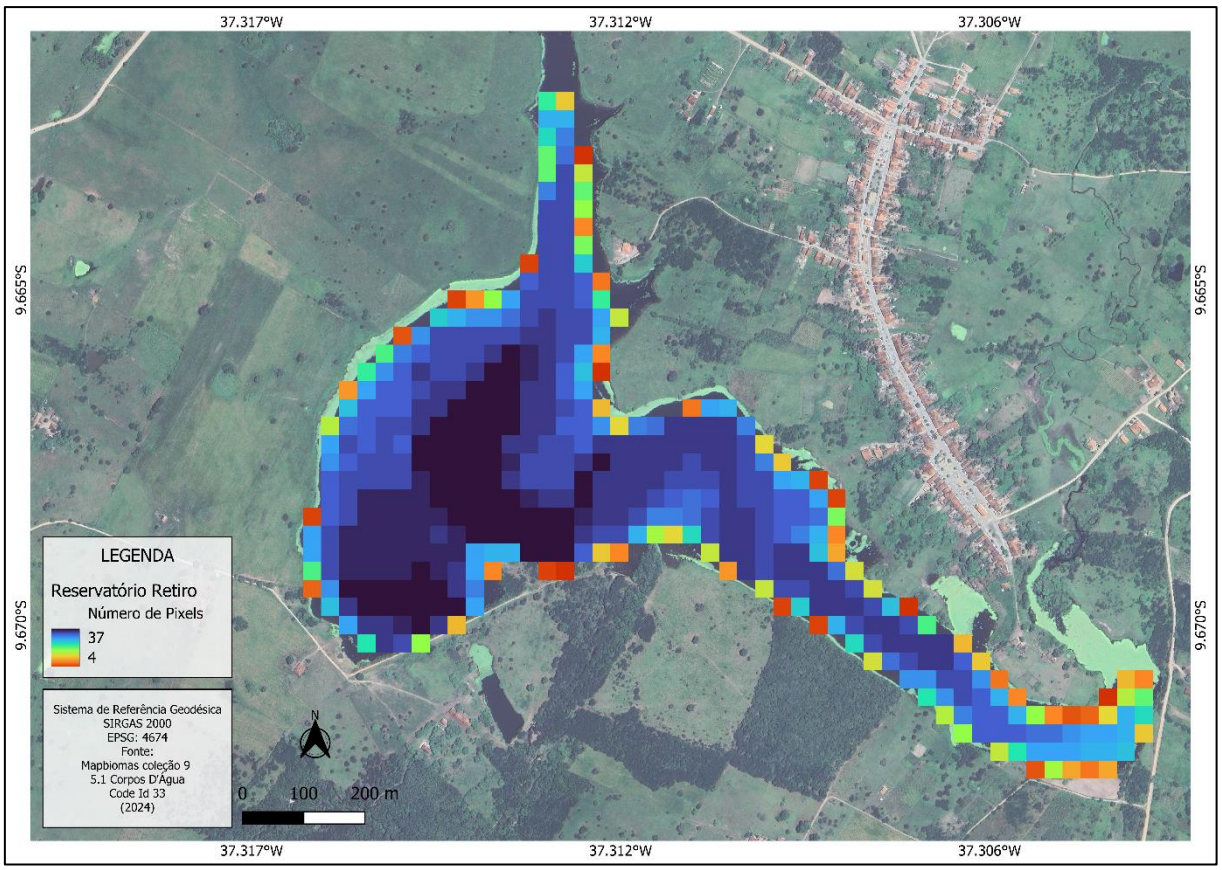
Figura 15 - Mapa da área do espelho d'água do reservatório Sertão de Baixo.



Fonte: Autor (2025)

O reservatório Retiro possui a segunda maior capacidade entre os reservatórios do grupo e, assim como o reservatório anterior, também se mostra sensível aos eventos climáticos e aos períodos de seca. É possível observar quedas na área do espelho d'água em 1991**,** ano marcado por um episódio de El Niño forte, bem como em 2001**,** quando se registra a menor área do espelho d'água para esse reservatório, a figura 17 apresenta a variação da área do espelho d'água desse reservatório.

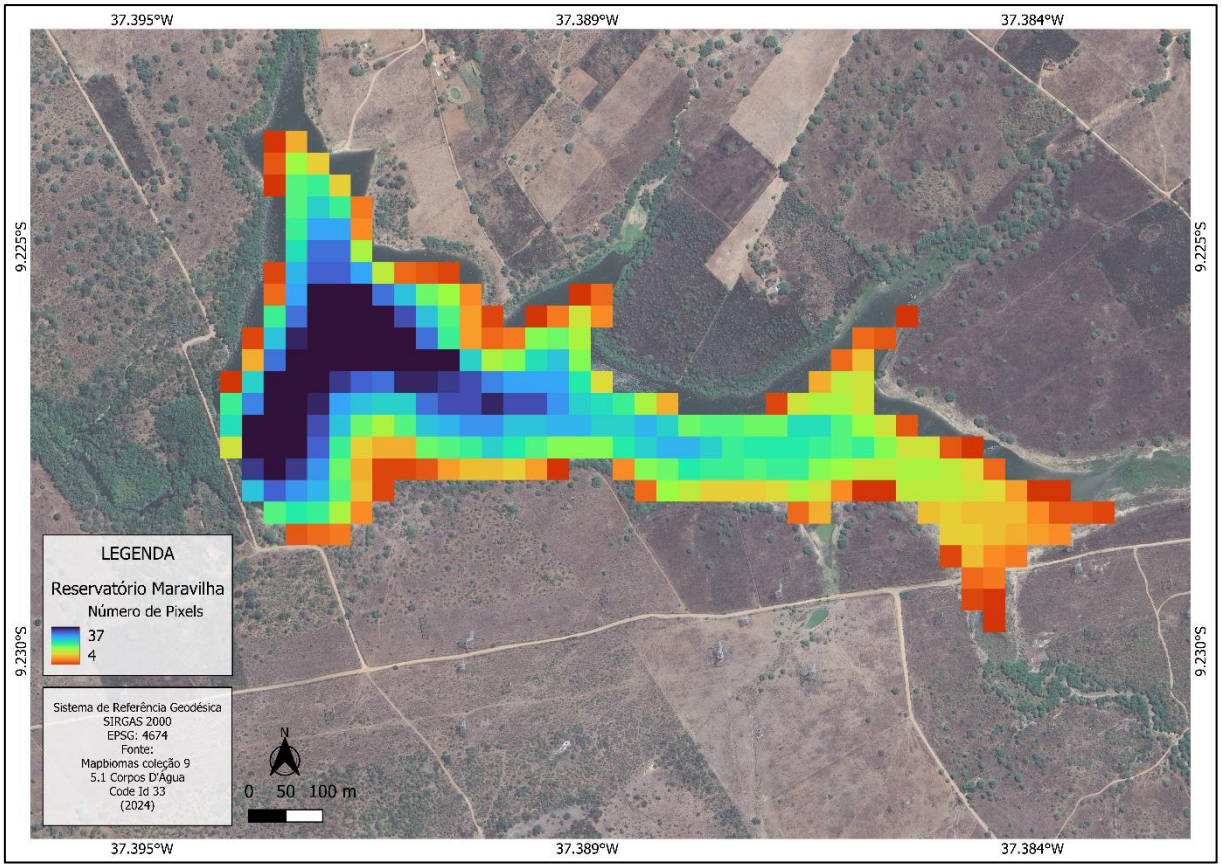
Figura 16 - Mapa da área do espelho d'água do reservatório Retiro.



Fonte: Autor (2025)

O reservatório Maravilha apresenta a maior variação na área do espelho d'água entre os reservatórios do grupo, atingindo seu auge no ano de 2010, quando a área se aproxima de 35 hectares. Observa-se uma alta sensibilidade aos eventos de El Niño e aos períodos de seca, como evidenciado pela acentuada queda registrada em 2016, ano em que o espelho d'água atinge seu menor valor, com menos de 5 hectares essa variação é ilustrada na Figura 18**.**

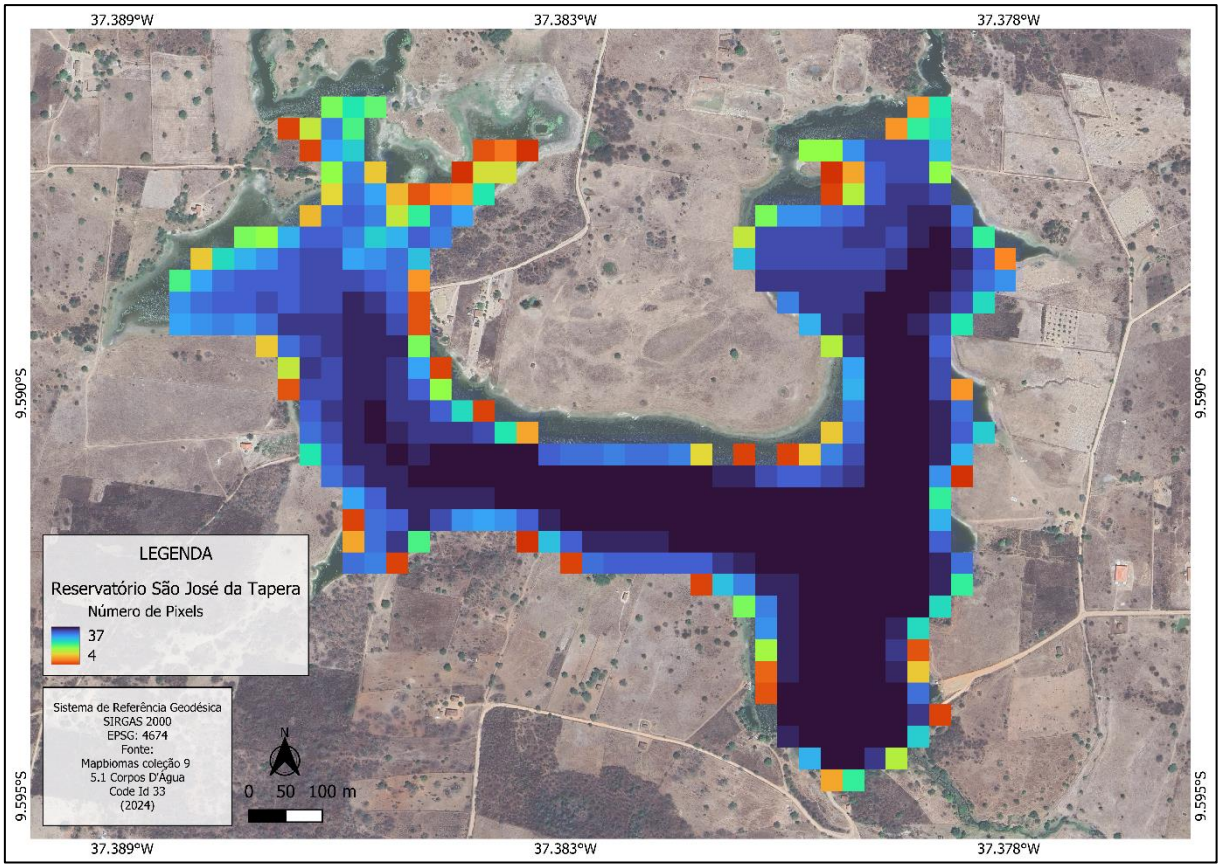
Figura 17 - Mapa da área do espelho d'água do reservatório Maravilha.



Fonte: Autor (2025)

A última análise deste grupo refere-se ao reservatório São José da Tapera, que apresenta um comportamento muito semelhante ao do reservatório Retiro. O menor valor da área do espelho d'água é registrado no ano de 2001**.** Também é observada uma queda significativa em 1991**,** ano em que ocorreu um episódio de El Niño forte**.** Além disso, nota-se um novo declínio entre os anos de 2014 e 2016**,** período marcado por eventos de El Niño fraco e muito forte, dito isso, é ressaltada a sensibilidade desse reservatório aos eventos climáticos, a figura 19 ilustra a variação da área do espelho d'água desse reservatório.

Figura 18 - Mapa da área do espelho d'água do reservatório São José da Tapera.

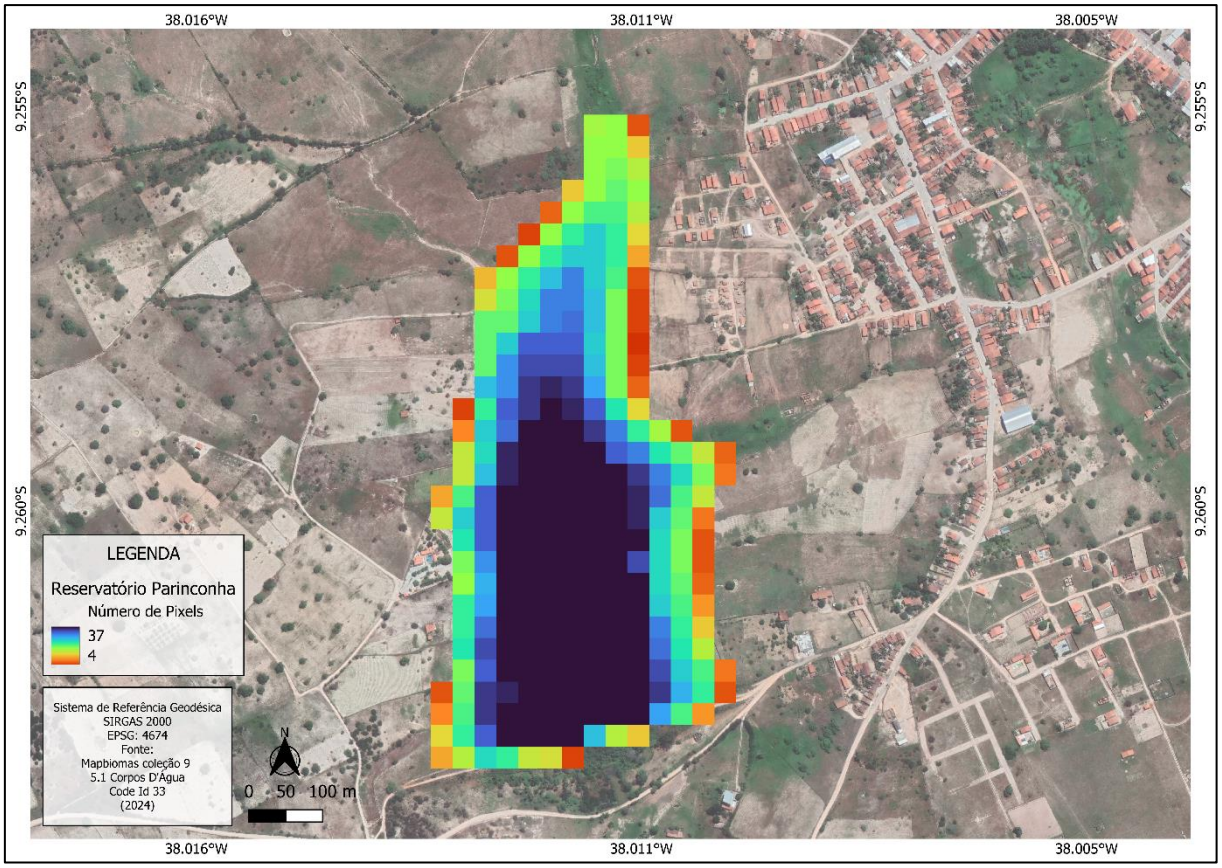


Fonte: Autor (2025)

O Grupo 3 é composto pelos reservatórios Pariconha**,** Riacho do Bode**,** Ponciano**,** Caraibinhas e Poço das Trincheiras. Assim como no Grupo 2, esses reservatórios apresentam perfis semelhantes, demonstrando alta sensibilidade aos eventos climáticos e aos períodos de seca. Destaca-se, neste grupo, o reservatório Pariconha**,** por apresentar a maior área de superfície d'água.

O reservatório Pariconha apresenta alta sensibilidade aos eventos climáticos, uma vez que as quedas na área da superfície d'água coincidem com a ocorrência do El Niño e com os períodos de seca isso pode ser observado em 1993, ano marcado por uma seca, e nos anos de 2001/2002, quando há um novo declínio esse comportamento se agrava com a ocorrência do El Niño de intensidade fraca entre 2004 e 2006. No entanto, o menor nível da superfície d'água é registrado em 2015, ano em que se verifica uma combinação entre uma forte seca e um episódio de El Niño muito forte, a figura 20 apresenta a variação do espelho d'água.

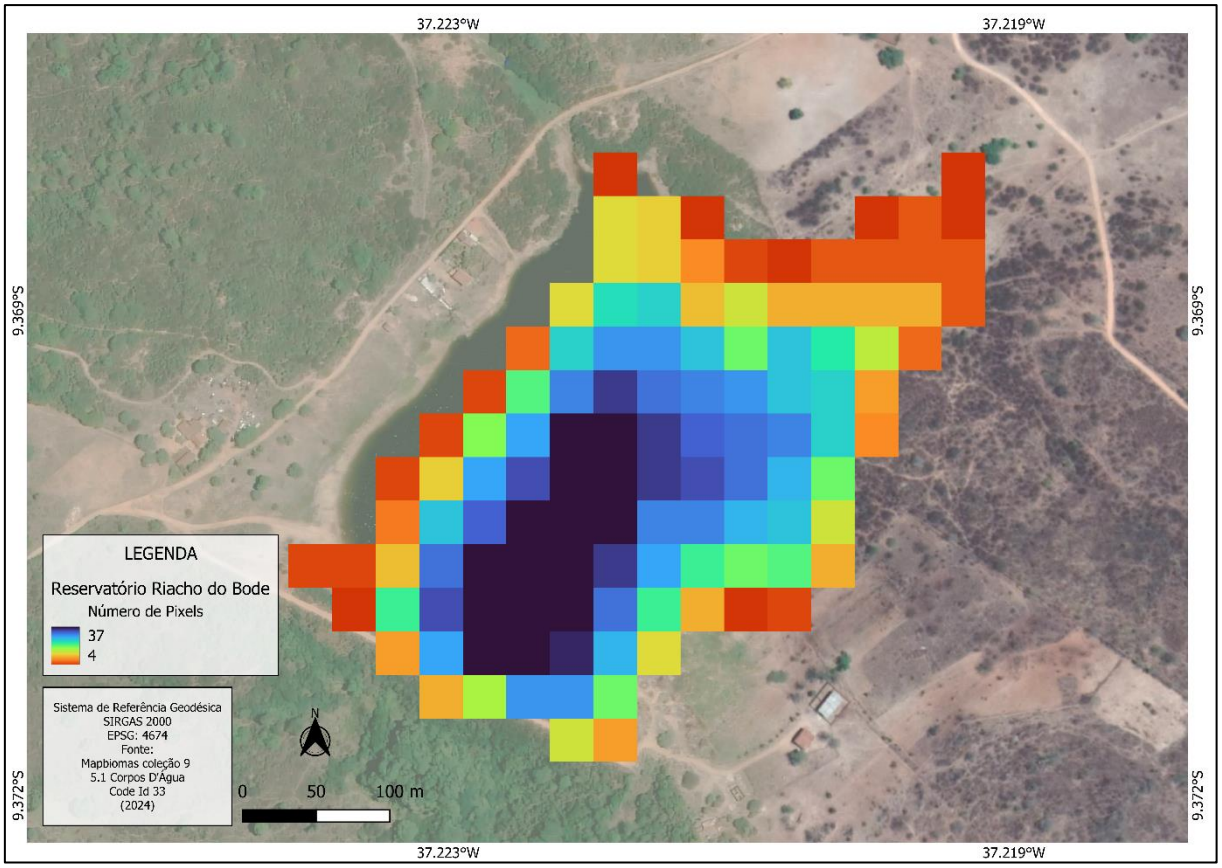
Figura 19 - Mapa da área do espelho d'água do reservatório Parinconha.



Fonte: Autor (2025)

O reservatório Riacho do Bode demonstra sensibilidade às variações climáticas, com quedas na área do espelho d'água durante os períodos de seca associados ao El Niño, isso é evidente em seu comportamento, sendo o menor registro de área observado durante a seca de 2001, o seu nível permanece baixo durante os anos de 2001 a 2005, revelando uma dificuldade na recuperação do mesmo. A nova queda da área da superfície é observada a partir do início da seca em 2012, a partir desse ponto, há uma queda acentuada da área, intensificada pelos episódios de El Niño fraco em 2014 e muito forte em 2016, a figura 21 apresenta a variação da superfície d'água.

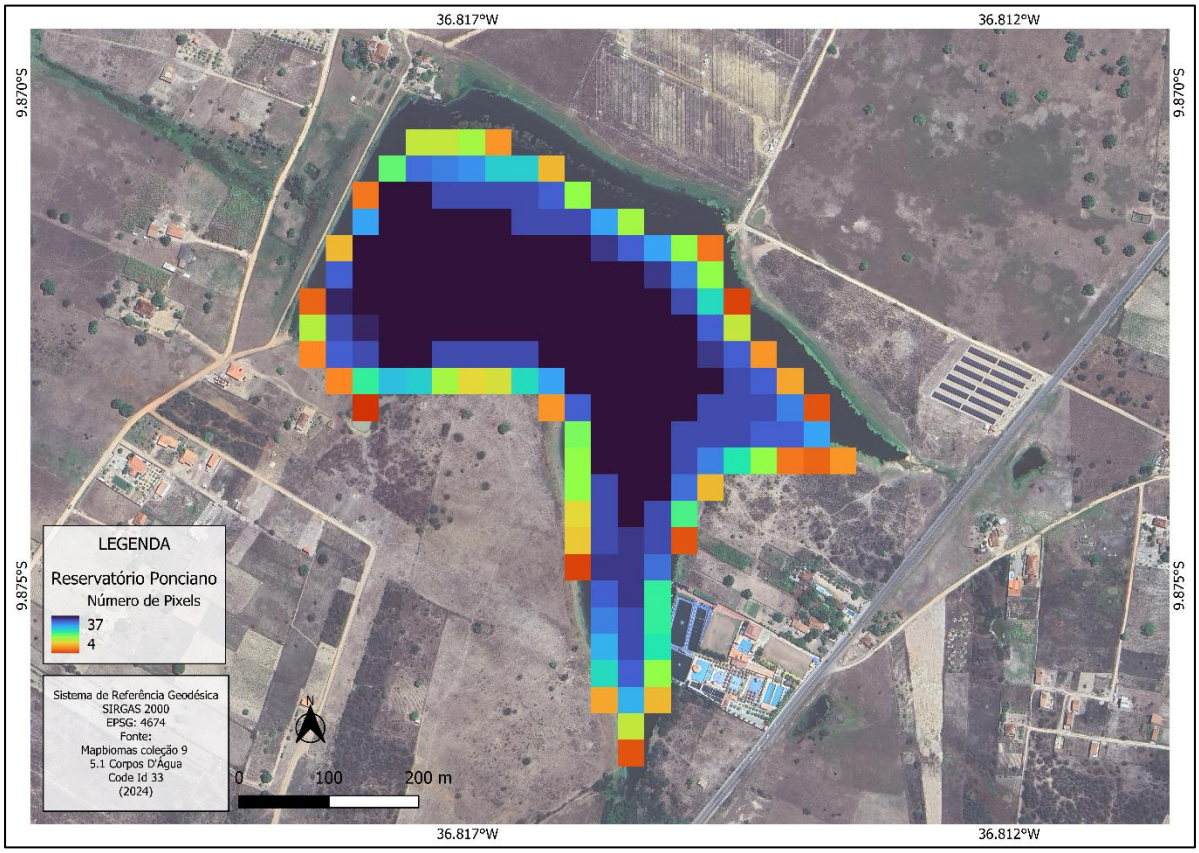
Figura 20 - Mapa da área do espelho d'água do reservatório Riacho do Bode.



Fonte: Autor (2025)

O reservatório Ponciano apresenta a menor variação entre os reservatórios do grupo. Seus menores níveis de área da superfície d'água são registrados entre os anos de 1999 e 2001, período posterior à ocorrência do El Niño muito forte, a queda do mesmo também pode ser atribuída à seca que ocorreu entre os anos de 2001 e 2002, a figura 22 exibe a variação da área da superfície do reservatório.

Figura 21 - Mapa da área do espelho d'água do reservatório Ponciano.

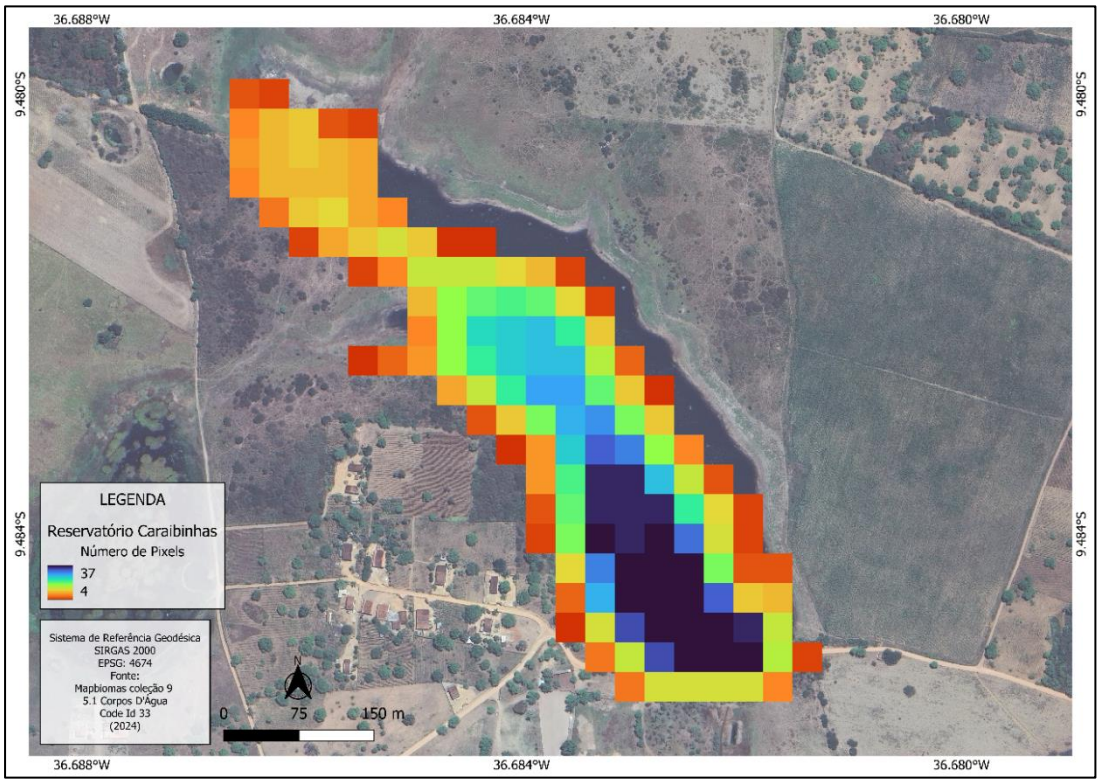


Fonte: Autor (2025)

O reservatório Caraibinhas apresenta alta sensibilidade aos eventos climáticos e à seca, possuindo uma baixa área de superfície d'água em razão da sua pequena capacidade de armazenamento, estimada em 0,72 hm³. O menor nível da superfície d'água foi registrado em 2016, provavelmente em decorrência do El Niño de intensidade muito forte, agravado pela prolongada seca ocorrida entre 2012 e 2017.

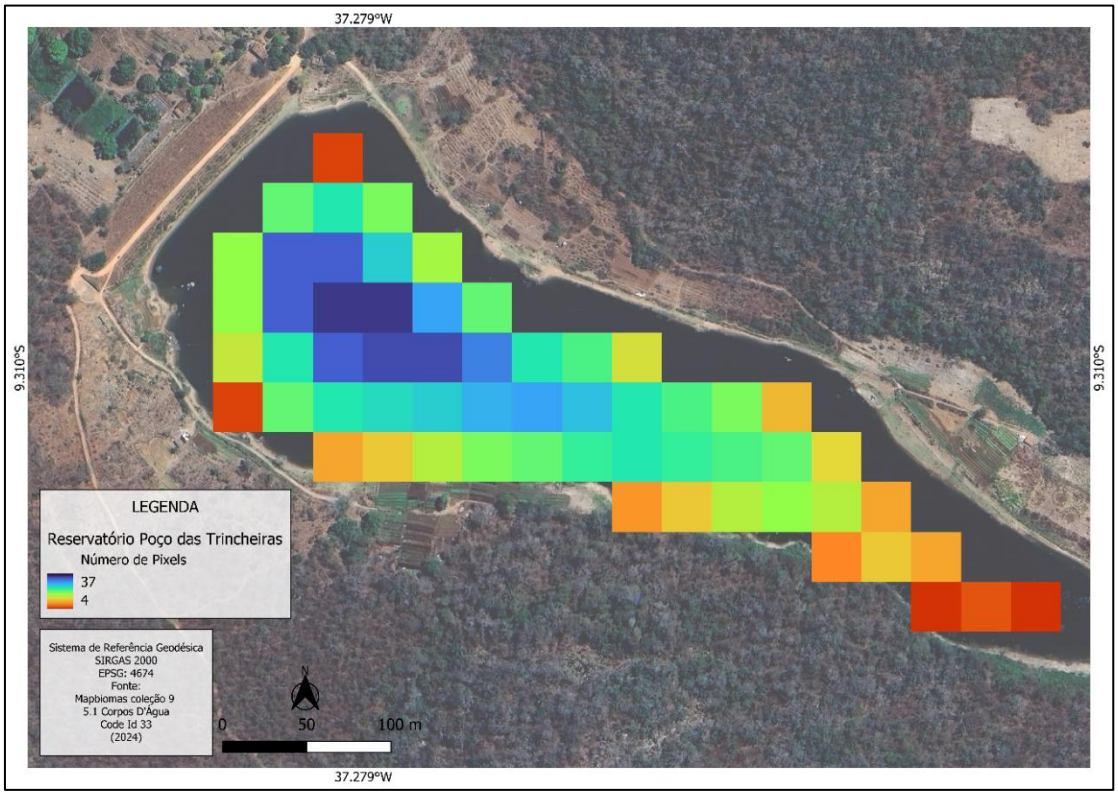
Situação semelhante é observada no reservatório Poço das Trincheiras, que possui a mesma capacidade de armazenamento do reservatório anterior. Ressalta-se que esse reservatório apresenta a menor área de superfície d'água entre os reservatórios do grupo, chegando a níveis extremamente baixos nos anos de 2016 e 2017 — também associados à ocorrência do El Niño muito forte e à seca prolongada. As variações na área da superfície d'água desses reservatórios podem ser observadas nas Figuras 23 e 24, respectivamente.

Figura 22 - Mapa da área do espelho d'água do reservatório Caraibinhas.



Fonte: Autor (2025)

Figura 23 –Mapa da área do espelho d'água do reservatório Poço das Trincheiras.

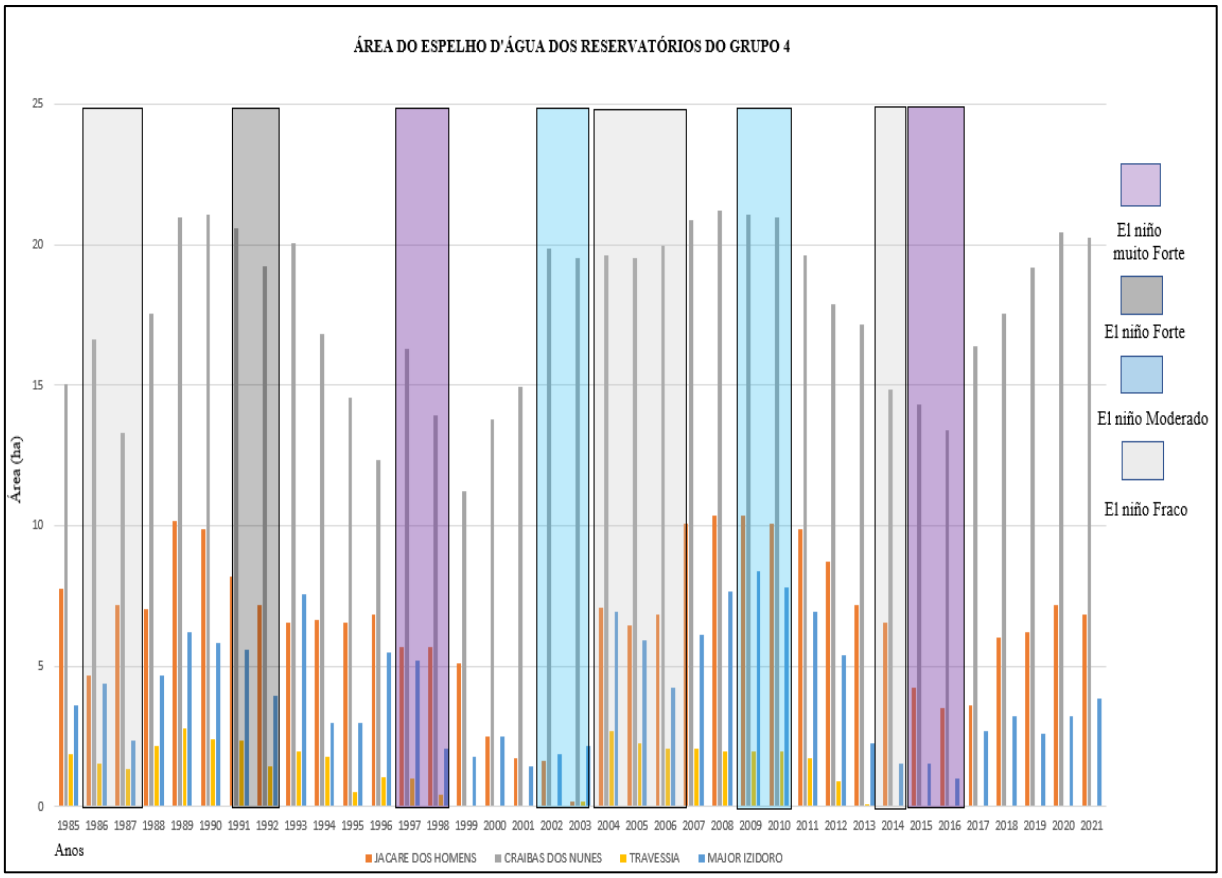


Fonte: Autor (2025)

O Grupo 4 é composto pelos reservatórios de menor capacidade, o que se reflete diretamente na reduzida área da superfície d'água. Observa-se que o comportamento hidrológico desses reservatórios é semelhante, sendo diferenciados principalmente pela

variação da área superficial. A Figura 25 ilustra o comportamento e a evolução da área do espelho d'água desses reservatórios ao longo do tempo.

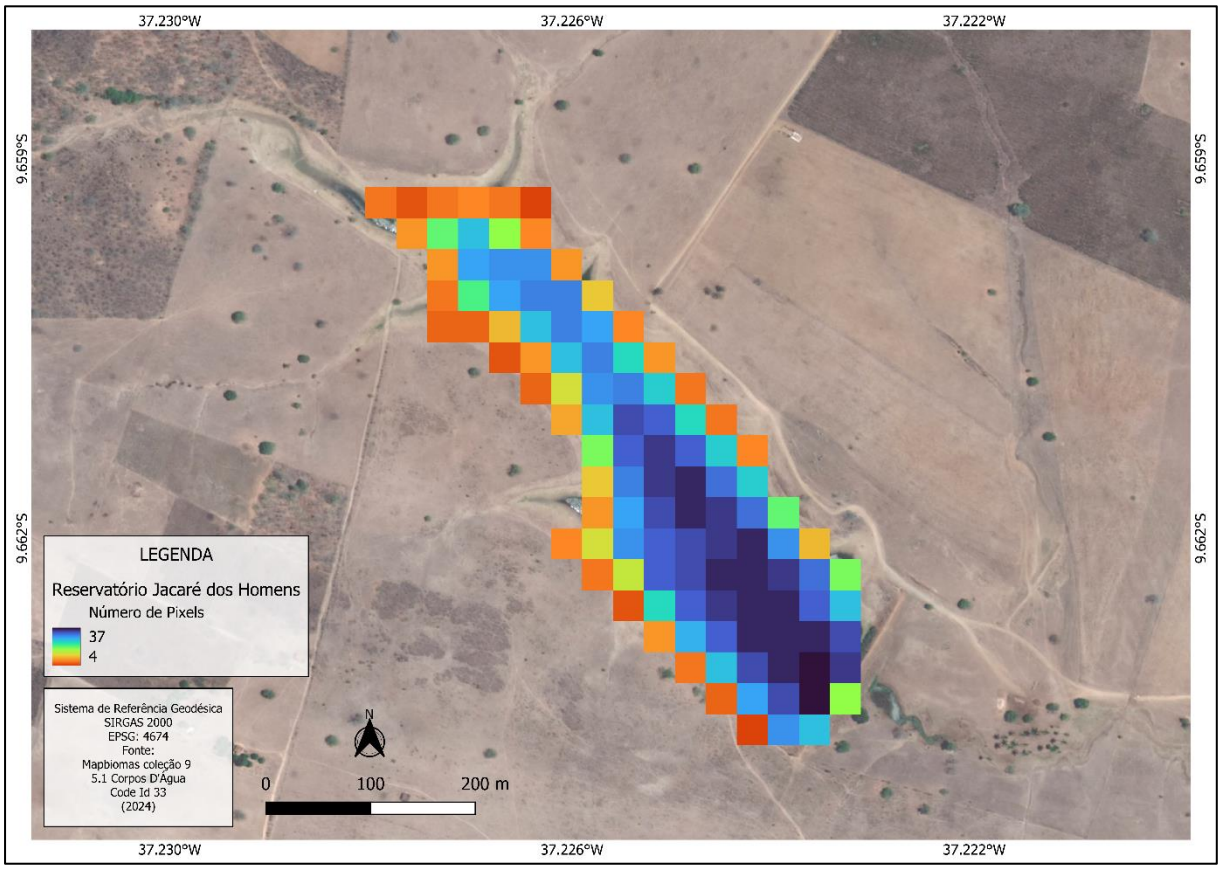
Figura 24 - Evolução da superfície d'água dos reservatórios Jacaré dos Homens, Craíbas dos Nunes, Travessia e Major Izidoro.



Fonte: Autor (2025)

O reservatório Jacaré dos Homens apresenta sensibilidade aos eventos climáticos, sendo possível observar o declínio da área da superfície do espelho d'água nos anos em que ocorrem episódios de El Niño, esse comportamento é especialmente evidente em 2003, ano marcado por um El Niño de intensidade moderada. Após esse período, o reservatório demonstra uma recuperação no nível da superfície d'água, no entanto, a partir do início da seca em 2012, a área volta a diminuir gradativamente. Essa queda é intensificada pelos episódios de El Niño fraco em 2014 e muito forte em 2016, a figura 26 ilustra a variação da área do espelho d'água do reservatório.

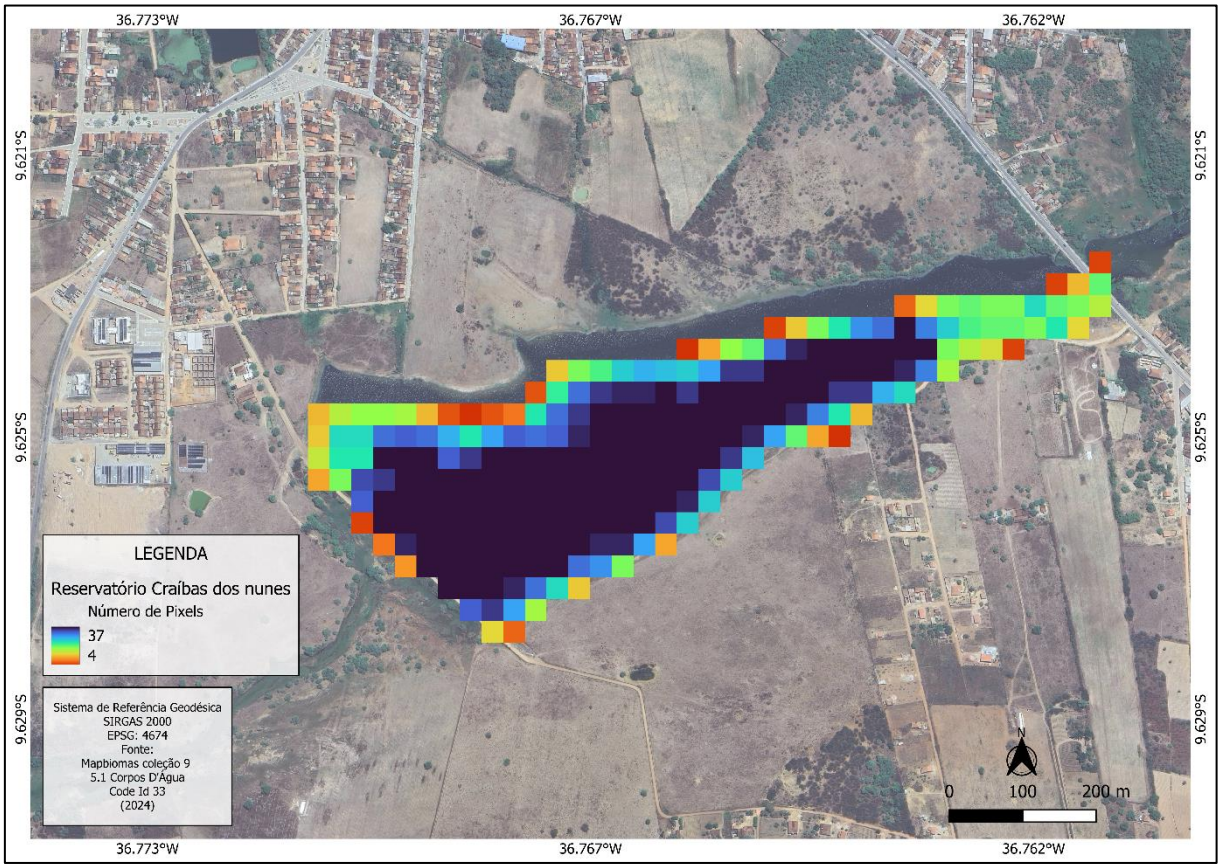
Figura 25 - Mapa da área do espelho d'água do reservatório Jacaré dos Homens.



Fonte: Autor (2025)

O reservatório Craíbas dos Nunes apresenta a maior área da superfície do espelho d'água entre os reservatórios deste grupo, ultrapassando os 20 hectares em diversos anos. No entanto, assim como o reservatório anterior, também é significativamente impactado por eventos climáticos, isso é evidenciado nos períodos de declínio da superfície d'água, especialmente nos anos em que ocorrem episódios de El Niño. A maior queda registrada ocorre em 1999, após o El Niño de intensidade muito forte, já a segunda maior redução é observada em 2016, após um declínio contínuo iniciado em 2012, marcado pelo início de um longo período de seca, a figura 27 exibe a variação da área do espelho d'água do reservatório.

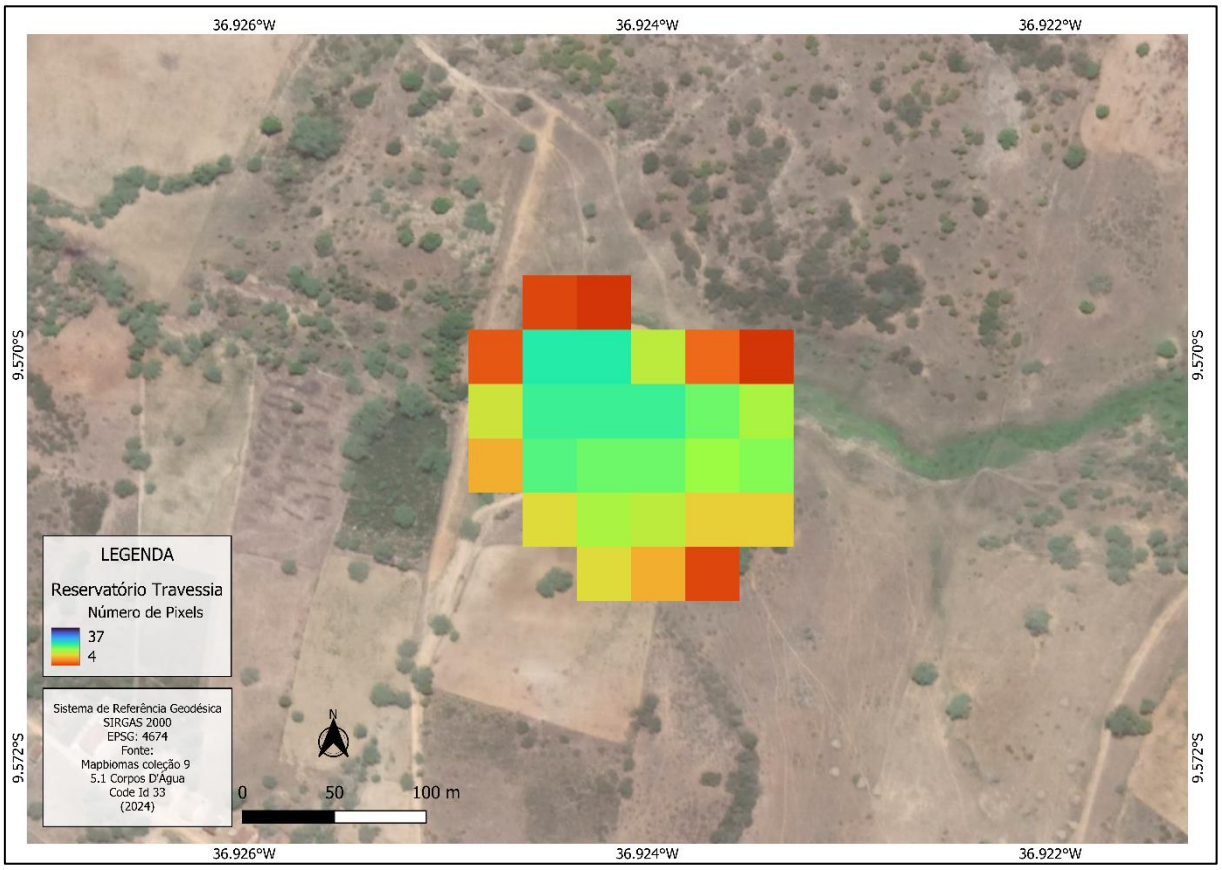
Figura 26 - Mapa da área do espelho d'água do reservatório Craíbas dos Nunes.



Fonte: Autor (2025)

O reservatório Travessia possui a menor área de superfície do espelho d'água entre os reservatórios do grupo e se destaca por ser um dos mais impactados pelos eventos climáticos. Observa-se que, nos anos em que ocorrem secas e episódios de El Niño, o reservatório apresenta um declínio contínuo no nível da superfície d'água, chegando a atingir nível zero a partir de 2012 — ano de início do maior período de seca deste século isso se assemelha ao período de 1998 a 2002 que inicia-se com o último ano do el niño muito forte com o termino do período de seca entre os anos de 2001/2002, a figura 28 mostra a variação da área da superfície do espelho d'água do reservatório.

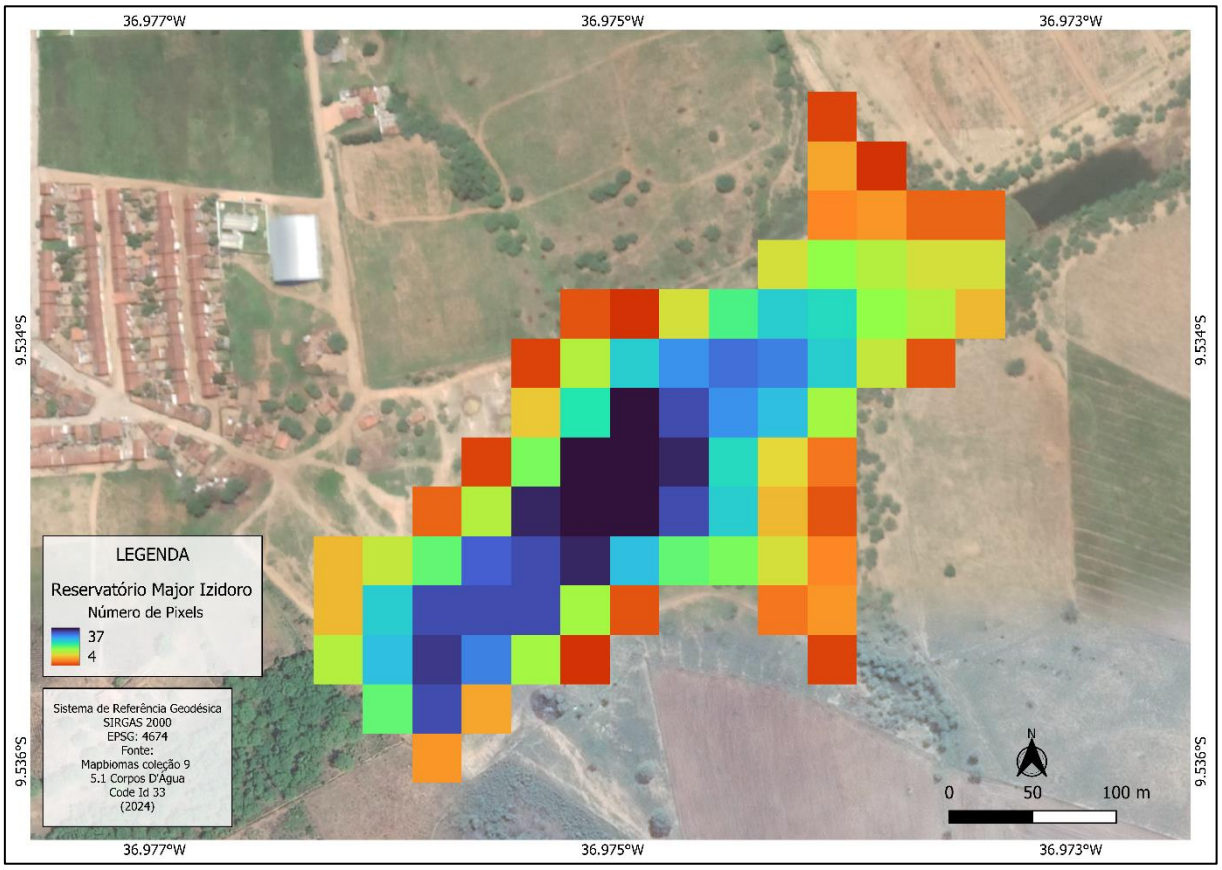
Figura 27 - Mapa da área do espelho d'água do reservatório Travessia.



Fonte: Autor (2025)

O reservatório Major Izidoro apresenta uma das maiores variabilidades dentro do grupo, em razão das frequentes oscilações na área do seu espelho d'água. O maior valor registrado ocorre no ano de 2009, quando a área supera os 8 hectares, assim como o reservatório anterior, Major Izidoro é altamente impactado por eventos climáticos, como pode ser observado nas quedas significativas do nível d'água durante os anos de 1997/1998 e 2015/2016, períodos marcados por episódios de El Niño de intensidade muito forte. A maior redução da área do espelho d'água é registrada em 2015, evidenciando os efeitos do fenômeno climático agravados pela prolongada seca entre 2012 e 2017, a figura 29 apresenta a variação do espelho d'água do reservatório.

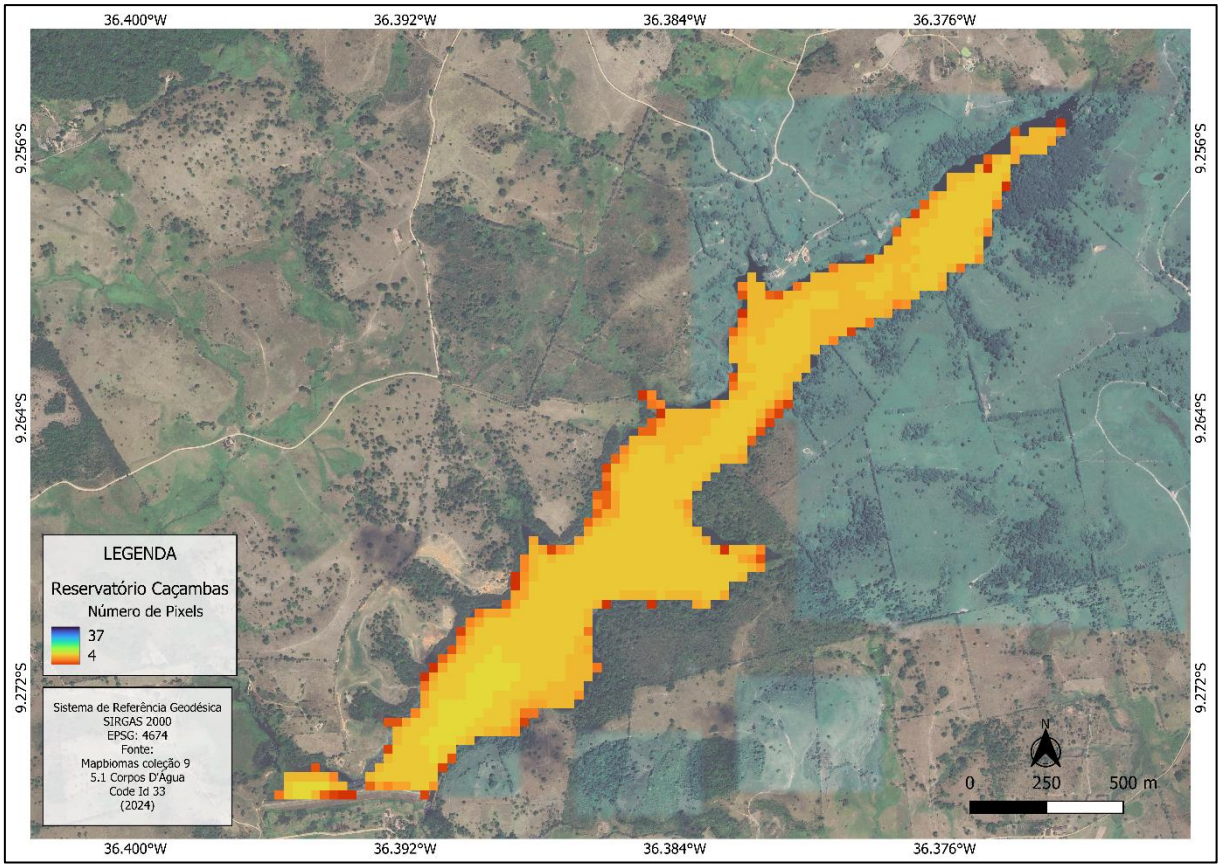
Figura 28 - Mapa da área do espelho d'água do reservatório Major Izidoro.



Fonte: Autor (2025)

O reservatório Caçambas apresenta perfil totalmente diferente os demais reservatórios do grupo, pois o mesmo foi criado em ano de 2010 e esse fato influencia totalmente na área do espelho d'água tendo em vista que só há água no reservatório a partir do ano de 2011, um ano após a sua construção, dessa forma a sua área do espelho d'água é constante a partir do respectivo ano, como é visto na figura 30.

Figura 29 - Mapa da área do espelho d'água do reservatório Caçambas.



Fonte: Autor (2025)

5. CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou uma visão geral sobre os impactos dos fenômenos climáticos no semiárido alagoano e como essa região é afetada pela seca, além de mapear os principais reservatórios que de fato sofrem com a ocorrência destes.

A análise multitemporal permitiu identificar que os reservatórios com menor capacidade de armazenamento apresentaram maior vulnerabilidade às secas e aos eventos de El Niño, chegando, em alguns casos, a níveis nulos de superfície hídrica. Por outro lado, os reservatórios localizados em áreas com maior índice pluviométrico, como o agreste, demonstraram maior resiliência às adversidades climáticas isso reforça o entendimento de que a região do sertão é a região com mais déficit hídrico uma vez que grande parte dos reservatórios analisados estão localizados nela conforme indica o mapeamento dos mesmos.

A ferramenta MapBiomas demonstrou ser eficaz na obtenção de séries históricas e no monitoramento das áreas alagadas dos reservatórios, contribuindo significativamente para a análise espacial e temporal da disponibilidade hídrica. O uso integrado de geotecnologias — como o sensoriamento remoto e o geoprocessamento — se mostrou fundamental para a elaboração de diagnósticos precisos e baseados em evidências, capazes de subsidiar políticas públicas e estratégias de gestão mais eficientes.

Dessa forma, conclui-se que o monitoramento contínuo por meio de ferramentas como o MapBiomas pode ser um importante aliado na gestão dos recursos hídricos do semiárido. A identificação de padrões de redução e recuperação da superfície hídrica fornece subsídios para o planejamento e a tomada de decisões, contribuindo para a mitigação dos efeitos da seca, a conservação dos reservatórios e o fortalecimento da segurança hídrica das comunidades locais, entretanto é ressaltado que há outras variáveis que podem agregar aos dados MapBiomas tendo em vista que essa plataforma não leva em consideração os dados pluviais da região local, outro exemplo são os dados de uso e ocupação do solo da região das cidades que são atendidas pelos reservatórios á vista do crescimento urbano das mesmas, portanto é recomendado para estudos futuros para agregar com este trabalho:

- Coleta dos dados pluviais locais para a região de estudo para comparação com os dados do projeto mapbiomas;
- Coleta dos dados pluviais das bacias hidrográficas que abastecem os reservatórios para comparação com os dados do projeto mapbiomas;
- Estudo de uso e ocupação do solo de cidades e regiões que são atendidas pelos reservatórios a fim de entender se o reservatório está atendendo a região.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 1999.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil: informe 2021**. Brasília: ANA, 2021. Disponível em: https://www.gov.br/ana. Acesso em: 6 maio 2025.

ALAGOAS. Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos – SEMARH. **Plano Estadual de Recursos Hídricos de Alagoas**. Maceió: SEMARH, 2022. Disponível em: https://www.semarh.al.gov.br. Acesso em: 6 maio 2025.

ALMEIDA, M. A.; RODRIGUES, T. R. Impactos da seca nos recursos hídricos no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 14, n. 1, p. 205–219, 2021.

ALMEIDA, F. R.; VASCONCELOS, L. M. Piscicultura em reservatórios do semiárido: potencialidades e desafios. **Revista Nordestina de Estudos em Agroecologia**, v. 15, n. 2, p. 145-161, 2020.

ALVARES, C. A. *et al*. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift,** v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

ANDRADE, L. F.; FERREIRA, A. C. Aplicações do geoprocessamento na análise ambiental do semiárido nordestino. **Caderno de Geografia, Belo Horizonte**, v. 30, n. 60, p. 123–138, 2020.

ARAÚJO, A. M.; SILVA, F. A. Gestão e monitoramento de reservatórios no semiárido: desafios e perspectivas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 19, n. 2, p. 231-245, 2014.

ARAÚJO, A. M.; LIMA, F. J. Aplicações de geotecnologias no monitoramento de reservatórios no semiárido. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 4, p. 1093-1106, 2016.

ARAÚJO, A. M.; SILVA, F. J. Monitoramento pluviométrico no semiárido alagoano: análise de séries históricas e impactos na agricultura. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 26, p. 112-130, 2020.

BEZERRA, Breno Pacely de Souza. **Impactos dos eventos de El Niño e La Niña fortes no regime de precipitação no Nordeste brasileiro: uma revisão.** 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Meteorologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Departamento de Ciências Atmosféricas e Climáticas, Natal, 2023.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; MOTA, S.; CONDE, H. A. **Introdução à engenharia ambiental**. 3. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2006.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 470–471, 9 jan. 1997.

BRITO, S. M.; GALVÃO, L. F. Gestão de águas em reservatórios do semiárido: conflitos, usos múltiplos e sustentabilidade. **Cadernos de Geografia**, v. 25, n. 2, p. 160-175, 2015.

BRITO, S. M.; MEDEIROS, R. M. Reservatórios e controle de cheias no semiárido: aspectos técnicos e ambientais. **Revista de Engenharia Ambiental**, v. 8, n. 2, p. 34-49, 2018.

BRITO, M. C.; SILVA, R. J. Convivência com o semiárido: políticas públicas e estratégias sustentáveis. **Revista de Desenvolvimento Regional,** Fortaleza, v. 6, n. 2, p. 45–61, 2019.

CAMPOS, D. F.; GOMES, M. R. *Sensoriamento remoto aplicado à gestão de recursos hídricos no semiárido*. **Revista Brasileira de Geomática,** Salvador, v. 7, n. 2, p. 134–149, 2019.

CAMPOS, L. M.; OLIVEIRA, J. P. Mudanças na cobertura do solo e implicações nos recursos hídricos em regiões semiáridas. **Revista Ciência e Sustentabilidade**, Natal, v. 12, n. 3, p. 98–112, 2020.

CAIÇARA, Thamires Macêdo S. A. et al. Panorama do abastecimento de água no semiárido brasileiro. **Exatas & Engenharias**, v. 12, n. 35, p. 22-40, 8 abr. 2022. Disponível em: https://doi.org/10.25242/885x123520222519. Acesso em: 2 jun. 2025.

CAVALCANTI, F. S.; BARROS, L. A. A seca como fenômeno climático e social no Nordeste brasileiro. **Revista ClimaCom**, Campinas, n. 19, p. 1–12, 2020.

CARVALHO, Yasmin Jandriele Neves. Infraestrutura de água no Nordeste: um estudo sobre Alagoas e a luta contra a seca. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Geografia) – Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2023.

COSTA, M. R.; MOURA, R. P. Escassez de água e acesso desigual: estudo de caso em comunidades do sertão alagoano. **Revista Brasileira de Geografia Física,** v. 11, n. 4, p. 1452-1468, 2018.

COSTA, M. R.; LIMA, A. A. A pecuária frente à escassez hídrica no semiárido alagoano: análise de impactos e estratégias. **Revista Brasileira de Geografia Agrária**, v. 14, n. 1, p. 121-138, 2019.

DINIZ, C. C. Combate às secas no Nordeste: uma análise crítica. **Estudos Econômicos**, v. 32, n. 3, p. 515-536, 2002.

DNOCS. Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. **História**. 2021. Disponível em: https://www.gov.br/dnocs/pt-br/acesso-a-informacao/institucional/historia. Acesso em: 02 jun. 2025.

EMBRAPA. Climatologia do Estado de Alagoas. 2. ed. Recife: Embrapa Solos, 2012. 32 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 211). Disponível em: https://www.cnps.embrapa.br/publicacoes/bpd/boletim211.pdf. Acesso em: 18 maio 2025.

FERREIRA, Bruno Gama; SOUZA JR., Carlos Moreira de; SCHIRMBECK, Juliano; MARTIN, Eduardo Velez; FRANCA-ROCHA, Washington; DUVERGER, Soltan Galano; COSTA, Diego Pereira; VASCONCELOS, Rodrigo Nogueira de; RAPOSO, Joaquim; DINIZ,

Cesar Guerreiro; SADECK, Luis Waldyr Rodrigues; RAMOS, Mariana Dias; ROSA, Eduardo Reis. MapBiomas Água: dinâmica e tendência da superfície de água no Brasil. In: *PROCEEDINGS OF THE MAPBIOMAS EVENT*, 2 a 5 de abril. 2023. **Anais do XX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto.** Disponível em: https://proceedings.science/p/164753?lang=pt-br. Acesso em: 21 de maio de 2025.

FERREIRA, L. P.; LIMA, R. T. *Impactos ambientais de reservatórios no semiárido nordestino: entre a escassez e o excesso. Revista Engenharia Ambiental*, v. 16, n. 1, p. 78-91, 2019.

FERREIRA, R. F.; NASCIMENTO, H. M. Uso do solo e implicações ambientais no semiárido: análise com base nos dados do MapBiomas. **Revista Geografia e Meio Ambiente**, João Pessoa, v. 14, n. 1, p. 75–90, 2021.

FERREIRA, R. M.; BARROS, K. L. Reservatórios do semiárido alagoano: diagnóstico e perspectivas de gestão. **Revista GeoNordeste,** v. 31, n. 1, p. 41-59, 2020.

FERREIRA, R. M.; SOARES, D. J. Agricultura familiar e uso de água em reservatórios no sertão alagoano. **Revista Campo & AgriNegócios**, v. 9, n. 2, p. 67-82, 2021.

FERREIRA, V. J.; OLIVEIRA, R. S. Açudes e reservatórios no sertão: usos e desafios. **Revista Nordestina de Ecologia**, Recife, v. 3, n. 1, p. 41–55, 2019.

FONSECA, Reinaldo Freire da; NASCIMENTO, Ketly dos Santos; MEDEIROS, Fábio Ferreira de. Circulação atmosférica na região tropical em condições de El Niño e La Niña e sua influência na pluviosidade do semiárido nordestino. **Educação, Ciência e Saúde**, v. 9, n. 1, p. 31–50, jan./jun. 2022. Disponível em: http://dx.doi.org/10.20438/ecs.v9i1.451. Acesso em: 21 maio 2025.

FRANCISCO, Paulo Roberto Megna et al. Dinâmica temporal da cobertura e uso das terras do estado da Paraíba utilizando MapBiomas. **Revista GEAMA – Scientific Journal of Environmental Sciences and Biotechnolog*y***, v. 9, n. 3, p. 56–65, dez. 2023. ISSN 2447-0740.

GORELICK, N.; GORELICK, N.; HANCHER, M.; DIXON, M.; ILYUSHCHENKO, S.; THAU, D.; MOORE, R. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. **Remote Sensing of Environment**, v.202, p.18-27, 2016.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo Demográfico 2022: indicadores sociais dos municípios brasileiros*. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

INSA – INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO. *Delimitação do Semiárido Brasileiro*. Campina Grande: INSA, 2022.

LIMA, A. G.; ALVES, E. D. *Geotecnologias na gestão dos recursos hídricos do semiárido: uma abordagem prática*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 25, n. 2, p. 255–268, 2020.

LIMA, C. R. **Gestão da água no semiárido: um olhar sobre o território alagoano**. *Cadernos do Semiárido*, v. 3, n. 2, p. 44-59, 2017.

LIMA, F. A.; ARAÚJO, M. B. Assoreamento de reservatórios no semiárido alagoano: causas e consequências. **Revista Ciência e Meio Ambiente**, Arapiraca, v. 18, n. 2, p. 89–103, 2021.

LIMA, J. R. História das secas no Brasil. Fortaleza: Edições UFC, 2006.

LOPES, A. C.; NASCIMENTO, F. L. A importância sociocultural dos açudes no semiárido. **Revista Sertão e Desenvolvimento**, v. 14, n. 2, p. 100-118, 2019.

LOPES, C. M.; SILVA, T. R. Açudes como espaços culturais: memória e identidade no semiárido. **Revista Sertão Cultura**, v. 5, n. 1, p. 29-45, 2021.

LOURENÇO, Renata Luana Gonçalves. **Impacto de sistemas meteorológicos no regime hídrico em cidades do semiárido.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental, Pombal, 2018.

MACHADO, C. J. S.; WILKINSON, J. Água e território: desafios à gestão descentralizada no Brasil. **Revista Ambiente & Sociedade**, v. 18, n. 1, p. 1-18, 2015.

MALVEZZI, M. J. et al. Gestão de recursos hídricos e desenvolvimento regional: desafios e perspectivas para o semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional,** v. 10, n. 3, p. 221-240, 2014.

MARENGO, José A.; Cunha, Ana P. M.A.; ALVES, Lincoln M. A Seca de 2012 – 15 no semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico. **Revista Brasileira de Meteorologia***, [S.I.],* nov. 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/311058940. Acesso em: 21 maio 2025.

MAPBIOMAS. Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso do Solo do Brasil. Projeto MapBiomas, 2023. Disponível em: https://mapbiomas.org. Acesso em: 07 maio 2025.

MAPBIOMAS. ATBD – Algorithm Theoretical Basis Document: Surface Water Map – Collection 3. Versão 1. [S.l.]: MapBiomas Water Working Group, 2023. Disponível em: https://mapbiomas.org. Acesso em: 18 maio 2025.

MELO, Ayrton Martim Oliveira Dias Melo. **Geotecnologias Aplicadas a Levantamentos Batimétricos: estudo de caso na Laguna Mundaú – Maceió/AL**. 2020. Dissertação de Mestrado. (Mestrado em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação). Centro de Tecnologia e Geociências, Departamento de Engenharia Cartográfica, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, 2020.

MEDEIROS, Raimundo Mainar de *et al*. Influência do El Niño e La Niña na precipitação em São Bento do Una - Pernambuco, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 12, e29791211074, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.33448/rsd-v9i12.11074. Acesso em: 21 maio 2025.

MEDEIROS, Felipe Jeferson de; LIMA, Kellen Carla; CAETANO, Darllin de Araújo; SILVA, Francisco Jânio de Oliveira. Impacto da variabilidade interanual da precipitação nos reservatórios do semiárido do Nordeste do Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências –**

UFRJ, v. 41, n. 3, p. 731–741, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.11137/2018_3_731_741. Acesso em: 21 maio 2025.

MENDONÇA, C. F.; SOUZA, R. A. Monitoramento ambiental via sensoriamento remoto: avanços e desafios. **Revista Geociências**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 51–65, 2021.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Plano de Ação para Prevenção e Controle da Desertificação – PAN-Brasil*. Brasília: MMA, 2018.

MOREIRA, M. A. *Fundamentos de sensoriamento remoto e metodologias de aplicação*. 5. ed. Viçosa: UFV, 2017.

MORAIS, Maria Alcilene. **Análise espaço-temporal da qualidade da água em reservatório superficial nas condições semiáridas: uma proposta para os usos múltiplos da água**. 2021. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

MOURA, F. S.; SOUZA, A. C. Saneamento básico e qualidade da água em reservatórios do interior alagoano. **Revista Saúde & Meio Ambiente**, v. 6, n. 1, p. 99-113, 2020.

OLIVEIRA, C. A. Gestão participativa da água no semiárido: limites e possibilidades. **Cadernos de Desenvolvimento Regional**, v. 13, n. 1, p. 45-58, 2017.

OLIVEIRA, J. P.; RAMOS, E. A. Microclimas em torno de açudes do semiárido nordestino: implicações ecológicas. **Revista Brasileira de Ecologia**, v. 22, n. 3, p. 223-237, 2017.

OLIVEIRA, S. M. Gestão participativa dos recursos hídricos no semiárido nordestino: limites e perspectivas. **Revista de Políticas Públicas**, v. 22, n. 1, p. 123-140, 2018.

PEREIRA, Emerson Ricardo Rodrigues; FREITAS, Joherlan Campos de; ANDRADE, Antonio Ricardo Souza de; MACEDO, Monica Larissa Aires de; SILVA NETO, Manoel Faustino da. Variabilidade do número de dias de chuva no estado de Alagoas. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia, Guarapuava**, v. 5, n. 1, p. 7–26, jan./abr. 2012. Disponível em: https://doi.org/10.5777/PAeT.V5.N1.01. Acesso em: 02 junho 2025.

PEREIRA, M. M. *et al*. Secas e vulnerabilidades no semiárido nordestino: uma análise multidimensional. **Revista de Estudos Regionais**, Recife, v. 15, n. 3, p. 113–128, 2018. Acesso em 21 de maio de 2025.

PORTO, M. Gestão da água no Brasil: uma visão integrada e participativa. **Estudos Avançados**, v. 17, n. 47, p. 7-22, 2003.

REBOUÇAS, A. C. **Águas do Brasil: múltiplas dimensões**. 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2006.

RODRIGUES, C. L.; MELO, T. R. SIG como instrumento para planejamento ambiental no semiárido. **Revista Geotecnologias**, Teresina, v. 9, n. 1, p. 32–46, 2018.

SANTOS, G. A. et al. Gestão dos reservatórios artificiais em tempos de escassez: o caso do semiárido alagoano. **Revista Sustentare**, Maceió, v. 5, n. 1, p. 55–69, 2022.

SANTOS, H. R.; ALMEIDA, D. L. Poluição e degradação dos reservatórios no sertão alagoano: desafios da sustentabilidade. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 12, n. 1, p. 87-102, 2021.

SANTOS, L. F.; RODRIGUES, M. A. Gestão participativa da água no semiárido: desafios e avanços. **Revista Ambiente & Sociedade**, v. 24, p. 1-19, 2021.

SANTOS, L. F. *et al.* Acesso à água e desigualdades sociais no sertão de Alagoas. **Revista Políticas Públicas**, v. 26, n. 1, p. 95-112, 2022.

SANTOS, J. E.; LIMA, K. M. Solos e aptidão agrícola no semiárido de Alagoas. **Revista Agroambiental**, v. 10, n. 2, p. 58-65, 2018.

SANTOS, Juliana de Sousa. **Efeitos do El Niño-Oscilação Sul nos eventos extremos de chuva em Alagoas.** 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Meteorologia) – Instituto de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2023.

SANTOS, Marcos Paulo dos et al. Influence of land use and land cover on the maintenance of water bodies in the Paraguaçu Basin. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 6, p. 2521-2535, 2021. DOI: https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.6.p2521-2535. Acesso em: 21 maio 2025.

SILVA, D. C.; LOPES, A. J. Aplicação de imagens Landsat no monitoramento de corpos d'água em regiões semiáridas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 13, n. 3, p. 199–211, 2020.

SILVA, A. P.; ALBUQUERQUE, A. J. Conservação de matas ciliares em bacias hidrográficas do semiárido. **Revista Ambiência**, v. 15, n. 1, p. 75-89, 2019.

SILVA, F. J.; GOMES, R. A. A importância dos reservatórios para a resiliência hídrica no semiárido de Alagoas. **Revista Nordestina de Geografia**, v. 11, n. 2, p. 58-73, 2020.

SILVA, G. J.; CARVALHO, M. A.; NUNES, T. L. Reservatórios e escassez hídrica em Alagoas: uma análise crítica. **Revista Água & Sociedade**, v. 5, n. 1, p. 20-35, 2020.

SILVA, J. P.; MELO, R. R.; ALMEIDA, D. T. Reservatórios no semiárido brasileiro: uma análise da sustentabilidade hídrica. **Revista Ambiente & Água**, v. 13, n. 1, p. 1-15, 2018

SILVA, L. J. et al. Mapeamento do uso da terra no semiárido alagoano com base nos dados do MapBiomas. **Revista Geografia Atual**, Maceió, v. 10, n. 2, p. 44–59, 2022.

SILVA, M. C.; CORREIA, M. R. Convivência com o semiárido: uma abordagem socioambiental. **Cadernos do Semiárido**, v. 6, n. 2, p. 45-59, 2016.

SILVA, R. T. et al. Reservatórios no semiárido nordestino: perspectivas de gestão e desafios ambientais. **Revista Água e Sociedad**e, Fortaleza, v. 9, n. 1, p. 101–115, 2020.

SILVA, T. M.; MEDEIROS, R. M. Usos múltiplos dos reservatórios no semiárido: entre o abastecimento e o lazer. **Revista Geografia e Território**, v. 12, n. 1, p. 88-102, 2017.

SOUZA, A. F.; FERREIRA, P. R. Mudanças climáticas e a segurança hídrica no semiárido alagoano. **Revista Clima e Sociedade**, v. 11, n. 3, p. 225-240, 2019.

SUDENE – SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. *Delimitação do Semiárido Brasileiro: critérios e atualização*. Recife: SUDENE, 2021.