



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ECONOMIA ECOLÓGICA

DÉBORA MARIA PATRÍCIO SOUSA

**AFAGAR A TERRA: SUSTENTABILIDADE DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS
NO ENTORNO DO AÇUDE QUANDÚ EM ITAPIPOCA - CEARÁ**

FORTALEZA - CE
2025

DÉBORA MARIA PATRÍCIO SOUSA

AFAGAR A TERRA: SUSTENTABILIDADE DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS NO
ENTORNO DO AÇUDE QUANDÚ EM ITAPIPOCA - CEARÁ

Monografia apresentada ao Curso de Economia Ecológica do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Economia Ecológica.

Orientador(a): Prof^o. Dr. Francisco Casimiro Filho

FORTALEZA - CE
2025

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

S696a Sousa, Débora Maria Patrício.
Afagar a terra : sustentabilidade dos serviços ecossistêmicos no entorno do açude Quandú em Itapipoca - Ceará / Débora Maria Patrício Sousa. – 2025.
91 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Economia Ecológica, Fortaleza, 2025.
Orientação: Prof. Dr. Francisco Casimiro Filho.

1. Serviços ecossistêmicos. 2. Açude. 3. Sustentabilidade. I. Título.

CDD 577

DÉBORA MARIA PATRÍCIO SOUSA

AFAGAR A TERRA: SUSTENTABILIDADE DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS NO
ENTORNO DO AÇUDE QUANDÚ EM ITAPIPOCA - CEARÁ

Monografia apresentada ao Curso de Economia Ecológica do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Economia Ecológica.

Orientador(a): Prof^o. Dr. Francisco Casimiro Filho

Aprovada em: 07/03/2025

BANCA EXAMINADORA

Prof^o. Dr. Francisco Casimiro Filho (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof^a. Dr. Maria Lúcia de Sousa Moreira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Bruno Silva Pereira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Para Rosa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe Maria Eugênia, quem primeiro me ensinou a ser demasiadamente livre, e ver no esforço e na dedicação aquilo que sustenta as paixões; E para minha irmã Eva que ainda tão pequena me ensina tanto sobre grandeza.

Para Rosa, minha avó (*In Memoriam*) que me soprou um segredo para os dias de medo em que sempre posso voltar e encontrar o conforto. Para João, meu avô (*In Memoriam*) que me ensinou como desfazer quaisquer nós e que não gostar de pimenta é sobretudo não saber dosar. A minha Tia Cléo, e ao Clailton, e a Érica pelo suporte na distância e o apoio na proximidade; Para Deyviane, que me conheceu em todas as fases da minha vida e continuou me gostando; Ao Gabriel M. pelas vezes que dividimos o fone, e para Morgana e Samantha que me deram a sorte de cuidá-las.

Agradeço ainda aos amigos que me acompanharam desde o início dessa caminhada e que de perto dividimos não só as risadas, mas também os medos e os spoilers de One Piece; Karoline, gentil e voraz que me ajudou quando eu nem sabia que precisava de ajuda; Vitor que em tantos dias não se preocupou em perder suas poucas horas de sono para me auxiliar em minhas dúvidas mais toscas; Pedro, pelas incontáveis risadas e conversas profundas de banco de ônibus; Bruna pelo seu humor ácido e profano que sempre tira minha mente do conforto presente na mesmice e na cafonice. Dedico também a Ingrid e Suyan pelos ótimos momentos no corredor Labomar/ Pici; Aos os que chegaram no meio do caminho: Josafá, pelas muitas conversas e planos que sonhamos juntos rebolados no chão do Centro de Humanidades, e que nesse processo segurou minha mão e não me deixou esmorecer, concordo com a amiga da sua mãe, talvez você seja mesmo um anjo. Para Juliana que sempre com sua sutileza nos detalhes me ensina tanto; A Lúcia pelo maravilhoso gosto musical e pelas caipirinhas ao longo do caminho; Para Camila e Bianca que sempre que perto, parece que nunca estivemos longe. E aos Amigos da Gestão Chico Mendes (2023/2024) Bárbara, Mallu, Carla, Day, Mairla, Célio e ao Fernando também, pelas lutas galgadas.

Ao Professor Casimiro por aceitar me orientar e que com poucas palavras sanou tantas dúvidas e a professora Maria Inês pelos ensinamentos no caminho.

Aos professores que me acompanharam ao longo da graduação, especificamente nessa reta de mudanças e principalmente para minhas “Tias” Sheyla, Letícia, Vilma que no ensino fundamental dividiram não só as carambolas do almoço comigo, deixaram em mim sonhos possíveis.

Mandacaru, xiquexique
Coroa-de-frade e quipá
Macambira, unha-de -gato
Jurema e caroá
A beleza dos espinhos
Ornamentam os caminhos
Onde eu gosto de andar

Antônio Bispo

RESUMO

Compreender como ocorre a sustentabilidade dos serviços ecossistêmicos nas comunidades do entorno do Açude Quandú é de extrema importância na dinâmica local do município de Itapipoca. As comunidades mantêm uma relação com práticas características da agricultura familiar, capazes de assegurar o bom funcionamento dos serviços ecossistêmicos no entorno do açude, além de promover a sustentabilidade no uso dos recursos hídricos e garantir a segurança alimentar. Tão logo o objetivo do presente trabalho foi investigar de que modo ocorre a sustentabilidade dos serviços ecossistêmicos no entorno do açude e a qualidade ambiental de suas águas. Através da classificação CICES e da triangulação dos dados Municipais e Estaduais, buscou-se evidenciar como a organização territorial está fortemente ligada aos serviços de provisão e as relações de resiliência das comunidades dependentes dos recursos hídricos do açude. Também se buscou traçar uma análise dos impactos das políticas de açudagem no Ceará e suas repercussões para a sustentabilidade hídrica, adentrando nos arcabouços legais desse processo; além disso, são discutidas como as dinâmicas da agricultura familiar são alternativas para a conservação dos recursos naturais; por fim, caracterização e a classificação explicitam sobre a diversidade de cultivos de criações no entorno do açude, explícito nos aspectos de provisão e culturais e as disparidades na qualidade ambiental, as considerações finais destacam a necessidade de uma gestão integrada e participativa, incorporando saberes tradicionais e instrumentos regulatórios eficazes.

Palavras-chave: Serviços ecossistêmicos; Açude; Sustentabilidade

RESUMEN

Entender cómo ocurre la sostenibilidad de los servicios ecosistémicos en las comunidades del entorno de la represa de Quandú es de extrema importancia en la dinámica local del municipio de Itapipoca. Las comunidades mantienen una relación con prácticas características de la agricultura familiar, que son capaces de asegurar el buen funcionamiento de los servicios ecosistémicos alrededor de la represa, así como promover la sostenibilidad en el uso de los recursos hídricos y garantizar la seguridad alimentaria. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue investigar cómo se produce la sostenibilidad de los servicios ecosistémicos en torno a la presa y la calidad ambiental de sus aguas. A través de la clasificación CICES y de la triangulación de datos municipales y estatales, se buscó evidenciar cómo la organización territorial está fuertemente vinculada a la prestación de servicios y a las relaciones de resiliencia de las comunidades dependientes de los recursos hídricos del embalse. También buscamos analizar los impactos de las políticas de represamiento en Ceará y sus repercusiones en la sostenibilidad hídrica, profundizando en los marcos legales de este proceso; además, discutimos cómo las dinámicas de la agricultura familiar son alternativas para la conservación de los recursos naturales; por último, la caracterización y clasificación explican la diversidad de cultivos y ganadería en torno a la presa, explícita en los aspectos de provisión y cultura y las disparidades en la calidad ambiental; las consideraciones finales destacan la necesidad de una gestión en profundidad de los recursos hídricos.

Palabras clave: Servicios Ecosistémicos; Embalse; Sostenibilidad

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Abordagens para classificação.	16
Figura 2 - Hierarquia CICES	18
Figura 3 - Diagrama do Marco Conceitual da International Platform on Biodiversity and Ecosystem Services- IPBES	34
Figura 4 - Mapa de localização município de Itapipoca/Ce	52
Figura 6 - Açude Quandú	56
Figura 7 - Espelho Quandú	57
Figura 8 - Frutíferas	61
Figura 9 - Criação de porcos, abelhas e biodigestor	62
Figura 10 - Captação de água por cisternas	63
Figura 11 - Biomassa, animais e produtos	64
Figura 12 - Romaria das águas de 2018	68
Figura 13 - Convite Romaria de 2018	69
Figura 14 - Quantidade de açudes classificados por estado trófico na camp. fev/2024	71
Figura 15 - Interconexões e Paradoxos	76

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação das funções ecossistêmicas e suas funções de De Groot, Wilson e Boumans.....	17
Quadro 2 - Classificação dos serviços ecossistêmicos de acordo com Classificação Internacional Comum dos Serviços Ecossistêmicos (CICES)...	19
Quadro 3 - Classificação Provisão - CICES.....	21
Quadro 4 - Classificação CICES - Provisão – Abastecimento.....	23
Quadro 5 - Classificação CICES - Regulação e Manutenção.....	24
Quadro 6 - Classificação CICES - Cultural.....	26
Quadro 8 - Serviços ecossistêmicos no contexto hídrico.....	31
Quadro 9 - Uso da IPBES na gestão de recursos hídricos e na resiliência ecológica.....	35
Quadro 10 - Histórico das políticas públicas de convivência com a seca.....	39
Quadro 11 - Diretrizes da gestão de águas no Ceará.....	42
Quadro 12 - Processos metodológicos.....	54
Quadro 13 - Indicadores de serviços de provisão.....	59
Quadro 14 - Serviços Ecossistêmicos identificados - Provisão.....	60
Quadro 15 - Serviços Ecossistêmicos identificados - Cultural.....	66
Quadro 16 - Descrição do estado de trofia.....	71
Quadro 17 - Poluição difusa.....	73
Quadro 18 - Prognóstico de Bacia Integrado.....	74
Quadro 19 - Correlações Causais.....	75
Quadro 20 - Interconexões e Paradoxos.....	75
Quadro 21 - Diretrizes de atuação prognóstica.....	77

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNB	Banco do Nordeste do Brasil
CBHS	Comitê de Bacias Hidrográficas
CICES	Classificação Internacional Comum de Serviços Ecossistêmicos
COGERH	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
CONERH	Conselho Estadual de Recursos Hídricos
DNOCS	Departamento de Obras Contra as Secas
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
IPBES	Plataforma Intergovernamental de Ciência e Política
IPCC	Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas
MEA	Avaliação Ecossistêmica do Milênio
MMA	Ministério do Meio Ambiente
SE	Serviços Ecossistêmicos
SIGERH	Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos
SOHIDRA	Superintendência de Obras Hidráulicas
SSE	Sistema Socioecológico

SUMÁRIO

1. FORJAR NO TRIGO O MILAGRE DO PÃO	12
1.1 Introdução	12
2. RECOLHER A GARAPA DA CANA	15
2.1 Serviços ecossistêmicos, elos de uma abordagem interdisciplinar	15
2.2 Resiliência ecológica e suas correlações com as funções de provisão.	30
2.3 Diretrizes da política de açudagem e seus desdobramentos territoriais	37
2.3.3 Arcabouços institucionais e legais	44
2.4 Inter-relação entre o território e a sustentabilidade dos recursos hídricos	47
2.5 Agricultura familiar e sustentabilidade	50
3 A DOÇURA DO MEL: PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	52
3.1 Caracterização da área de estudo	52
3.2 Coleta de dados	55
3.3 Processos para a caracterização e classificação dos serviços ecossistêmicos	56
3.4 Procedimentos para análise da qualidade ambiental do Açude Quandú	58
4 DESEJOS DA TERRA: RESULTADOS E DISCUSSÕES	60
4.1 Caracterização e Classificação dos serviços ecossistêmicos	60
4.2 Análise da qualidade ambiental do Açude Quandú	71
5 CONCLUSÃO	79
REFERÊNCIAS	80
APÊNDICE	90

1. FORJAR NO TRIGO O MILAGRE DO PÃO

1.1 Introdução

A sustentabilidade de serviços ecossistêmicos no entorno de açudes, é um tema de extrema relevância no contexto das mudanças climáticas e da crescente demanda por recursos hídricos. Esses ecossistemas desempenham funções vitais para o bem-estar humano, como a regulação do ciclo hidrológico, a manutenção da biodiversidade e o fornecimento de água para consumo humano, agricultura e atividades econômicas.

Destaca-se, nesse debate, que um “bem de uso comum” não garante, por si só, a equidade socioambiental, especialmente em regiões onde a escassez hídrica intensifica vulnerabilidades históricas. Esses são fatos a serem avaliados com afincos na ponderação dos usos da água. Na realidade cearense a gestão dos recursos hídricos é coordenada pela Secretaria de Recursos Hídricos (SRH) e pelo Comitê da Bacia Hidrográfica, que buscam equilibrar as demandas socioeconômicas com a preservação ambiental.

Todavia os desafios como a sobreposição de interesses entre grandes irrigantes, municípios e comunidades pesqueiras, evidenciando assimetrias de poder que moldam a governança da água. Ponderando que a gestão dos recursos hídricos no entorno de açudes, envolve desafios complexos e que amalgamam diversas abordagens, como a necessidade de conciliar o uso múltiplo da água com a conservação dos ecossistemas aquáticos e terrestres.

No contexto local, a gestão participativa, envolvendo comunidades, órgãos governamentais e instituições de pesquisa, é fundamental para a elaboração de estratégias que garantam a sustentabilidade dos serviços ecossistêmicos, promovendo a segurança hídrica e a qualidade de vida da população. A integração entre práticas de conservação e o envolvimento comunitário é essencial para a sustentabilidade dos serviços ecossistêmicos no entorno de sistemas hídricos principalmente no semiárido nordestino, onde a escassez é uma realidade, sendo a gestão sustentável desses serviços essencial para garantir a resiliência das comunidades locais e a conservação dos recursos naturais. Contudo, a implementação de instrumentos de gestão, como o enquadramento dos corpos d'água em classes de uso e a elaboração de planos de manejo, podem contribuir para a redução de impactos ambientais, como a poluição e o assoreamento.

Além disso, a educação ambiental e a conscientização sobre o uso racional da água são ferramentas importantes para fortalecer a resiliência das comunidades locais frente às

diversas formas de manejo. Dessa forma, a sustentabilidade dos serviços ecossistêmicos no semiárido cearense depende não apenas da aplicação eficaz da legislação, mas também da construção de uma governança hídrica inclusiva e adaptativa, capaz de responder às demandas presentes e futuras.

Nesse viés, o açude Quandú situado no leito do Riacho Quandú, um dos afluentes do Rio Mundaú, no município de Itapipoca, detém um forte vínculo com práticas que caracterizam a agricultura familiar e que podem vir a garantir um bom funcionamento na provisão de serviços ecossistêmicos no entorno do açude, bem como a sustentabilidade nos usos dos recursos hídricos e a garantia de segurança alimentar.

Denotando sobre como a organização territorial comunitária se relaciona com a paisagem e com as funções ecossistêmicas promovidas pelo açude, a essa maneira a relação especificamente no distrito de Assunção e as comunidades de Mocambo de cima, Mocambo de baixo, Patos, Pedra, Quandú, Matinhas, Malhada e o Distrito de Assunção perpassa apenas o estado de apêndice do açude, mas fomenta a herança sociocultural da região.

Tão logo, a carência de análises socioambientais profundas nesses contextos onde muitas vezes tratados apenas por métricas técnicas de vazão ou qualidade da água limita a capacidade de enfrentar problemas como o assoreamento, a salinização de solos e a perda de biodiversidade, produtos de escolhas políticas e modelos de desenvolvimento excludentes.

Assim, repensar a gestão dos recursos hídricos em Itapipoca- Ce implica reconhecer que a sustentabilidade não se resume à manutenção de estoques naturais, mas à construção de diálogos que incluam saberes tradicionais, fortaleçam a participação social e refletem a pluralidade de vozes em um território marcado por contrastes entre o urbano, o rural e o costeiro. Entretanto, avançar nessa compreensão exige superar abordagens reducionistas ainda predominantes, que negligenciam as dinâmicas socioambientais profundas, como as desigualdades no acesso à água, e os conflitos territoriais e os saberes locais escanteados e colocados à margem do conhecimento.

Assim sendo, o objetivo central deste trabalho consistiu em investigar de que modo se estabelece a sustentabilidade dos serviços ecossistêmicos no entorno do açude Quandú, buscando compreender as dinâmicas que asseguram sua permanência e funcionalidade no contexto socioambiental.

Para tanto, definiram-se três objetivos específicos interligados: caracterizar os serviços ecossistêmicos associados ao açude, identificando suas funções e contribuições para o ecossistema local; Classificar tais serviços com base em critérios ecológicos, econômicos e culturais, mapeando sua distribuição e relevância; E analisar a qualidade ambiental do açude,

avaliando parâmetros como disponibilidade hídrica, biodiversidade e impactos antrópicos a partir da triangulação de dados. Dessa maneira, visou-se não apenas diagnosticar o estado atual desses serviços, mas entender como políticas e práticas locais podem fortalecer sua sustentabilidade a longo prazo.

Para embasar essa investigação, parte-se dos fundamentos teóricos sobre serviços ecossistêmicos e suas implicações para a gestão sustentável da água, articulando conceitos como resiliência, provisão hídrica e integração comunitária. Nesse sentido, desenvolve-se a análise em três etapas interligadas:

Primeiramente, analisar a resiliência ecológica e suas correlações com as funções de provisão, esmiuçando a trajetória histórica da política de açudagem no semiárido e entender como essa estratégia estruturou a gestão hídrica regional. Em seguida, explorar, de maneira integrada, as interrelações entre o território e a sustentabilidade dos recursos hídricos, destacando como práticas locais, dinâmicas ambientais e políticas públicas convergem para garantir equilíbrio ecossistêmico.

Por fim, integrar a agricultura familiar nessa equação, reconhecendo seu papel estratégico na promoção da sustentabilidade, articular saberes tradicionais com inovações técnicas, promover o uso responsável da água e fortalecer modos de vida resilientes frente às adversidades climáticas.

Assim, visa-se não apenas diagnosticar desafios, mas propor caminhos para harmonizar a preservação ambiental com as necessidades humanas, assegurando que o açude Quandú continue a ser um eixo vital para a biodiversidade e as comunidades que dele dependem.

2. RECOLHER A GARAPA DA CANA

2.1 Serviços ecossistêmicos, elos de uma abordagem interdisciplinar

Serviços Ecossistêmicos (SE) possuem definições que os caracterizam em sua essência como benefícios que a natureza oferece à sobrevivência e ao bem-estar de toda vida na Terra. Constroem os SE uma gama de processos e estruturas bióticas e abióticas que possibilitam condições essenciais para produção de alimentos, polinização de culturas, água potável, manutenção do ciclo hídrico, regulação climática, purificação do ar (Costanza *et al.*, 1997; Daily *et al.*, 1997).

Todos esses ciclos e processos naturais ancestrais que fornecem SE são resultados de bilhões de anos e existindo nas formas similares às que conhecemos hoje, há pouco mais de cem milhões de anos (Daily, 1997). Ponderando que estes ciclos ancestrais não são apenas testemunhos da complexidade e da resiliência da biodiversidade, mas também da profunda interconexão entre todas as formas que habitam o planeta, tão logo, níveis maiores ou menores integridade dos ecossistemas traduzem o fornecimento de conjuntos diferentes dos serviços ecossistêmicos, assim como consequências distintas para usuários distintos (Biggs, Schlüter *et al.*, 2015; Díaz *et al.*, 2015; MEA, 2005).

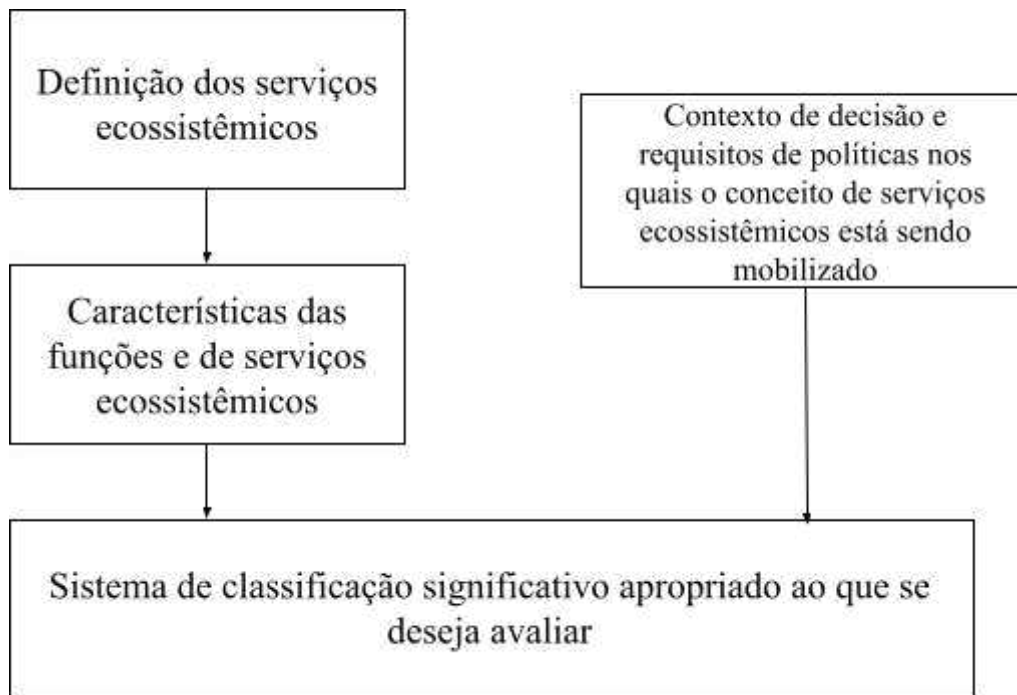
Na estrutura do *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA) em 2005, os serviços ecossistêmicos proporcionam benefícios que são essenciais para a sociedade, fundamentais para o bem-estar humano e um indicador da saúde dos ecossistemas, tão logo quaisquer alterações nos ciclos naturais ponderam um reflexo da saúde ambiental, funcionando como alerta sobre os impactos das nossas ações no planeta, mas também para garantir que as futuras gerações possam usufruir dos mesmos recursos essenciais para a boa e sadia qualidade de vida.

De maneira que o equilíbrio ecológico desses serviços impulsiona a qualidade de vida e a manutenção da biodiversidade, relações indispensáveis para a sobrevivência humana. De modo que cada espécie, em cada ecossistema, representa um elo de interação de uma cadeia contínua de acontecimentos metabólicos. Ou seja, poderosos elos integrativos em elementos sociais e ambientais em dados sistemas socioecológicos (Moraes 2019).

Segundo De Groot *et al.* (2002) SE são classificados de acordo com seus conceitos e categorias, abrangendo provisão, regulação, suporte e serviços culturais, é possível destacar a inerente condição da necessidade de um espaço adequadamente sustentável e que contribua para a resiliência dos serviços, de modo que a integração humana com o espaço seja uma relação positiva e que possa vir a aglutinar as necessidades principais para o bem-estar.

Se compreende que a consistência das funções ecossistêmicas transborda a linearidade da construção de sua conceituação. De maneira que os serviços ecossistêmicos estão inatamente ligados aos sistemas sociais e às decisões sociais (Figura 1) (Fisher; Turner; Morling, 2009). Assim a classificação dos serviços deve ser sempre adaptada ao contexto em que se busca analisar, integralmente avaliando abordagens ecológicas, políticas e sociais.

Figura 1 - Abordagens para classificação.



Fonte: Adaptado de Fisher; Turner; Morling, 2009

Assim o uso do conceito de serviços ecossistêmicos, embora instrumental para políticas ambientais, é inerentemente antropocêntrico, reduzindo a complexidade ecológica a uma lógica de benefícios utilitários direcionados ao bem-estar humano (Gomes; Dantas Neto; Silva, 2018). Desta forma, tenciona não somente dilemas éticos debruçados no reducionismo das relações ecológicas, mas também revelando-se como um dispositivo de dominação, um catalisador para reimaginar relações sociedade-natureza em bases mais interdependentes.

Sabendo-se da complexidade que emerge nessa dualidade: se, por um lado, o termo pode perpetuar a mercantilização da natureza (como na precificação de polinização ou estoques de carbono), por outro, ele opera como ferramenta pedagógica e estratégica, evidenciando como a degradação ambiental se traduz em riscos concretos para toda a Biosfera (Gomes; Dantas Neto; Silva, 2018).

Todavia no estabelecimento de uma definição una sobre os SE acaba se reforçando uma visão instrumental da natureza, onde florestas, rios e biodiversidade são valorizados não por seu valor intrínseco, sua existência autônoma e direitos próprios, mas por sua capacidade de fornecer recursos, regulação climática ou lazer (Gomes; Dantas Neto; Silva, 2018).

Conforme discutido por De Groot, Wilson e Boumans (2002), é possível estabelecer uma tipologia para classificar, descrever e avaliar as funções, bens e serviços dos ecossistemas, contribuindo para uma melhor compreensão e gestão desses recursos, ponderando que essa análise compreende a sistematização de funções bióticas e abióticas sem “pesos” de distribuição e valoração desses serviços (Quadro 1).

Quadro 1 - Classificação das funções ecossistêmicas e suas funções de De Groot, Wilson e Boumans.

Funções	Processos	Serviços
Funções de Provisão	Fotossíntese, absorção de nutrientes e conversão energética, nutrientes em uma ampla variedade de estruturas de carboidratos que são então usadas por produtores secundários para criar uma variedade ainda maior de biomassa viva, responsável pela consequente cadeia trófica.	Fornecem muitos bens ecossistêmicos para consumo humano, variando entre a produção de alimentos e matérias-primas como recursos energéticos e material genético.
Funções de Regulação	Capacidade inerente aos ecossistemas naturais e seminaturais de regulação dos processos ecológicos essenciais e sistemas de suporte à vida por meio de ciclos biogeoquímicos e outros processos biosféricos.	Garante a saúde do ecossistema bem como de toda biosfera, fornecendo muitos serviços que têm benefícios diretos e indiretos aos humanos como purificação do ar, água e solo limpos e serviços de controle biológico
Funções de Habitat	Fornecer habitat (espaço de vida adequado) para	Manutenção da diversidade biológica e genética (e,

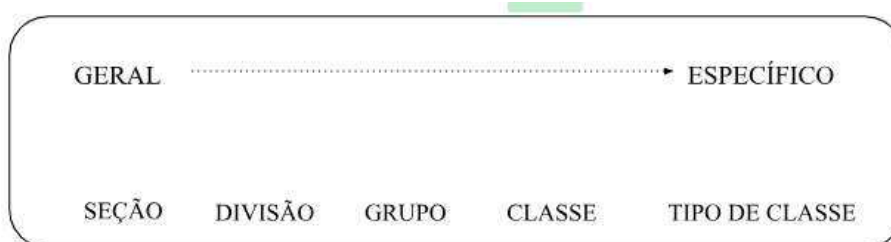
	espécies de plantas e animais selvagem	portanto, a base para a maioria das outras funções
Funções Informativas e Culturais	São os benefícios imateriais obtidos dos ecossistemas, visto que a evolução humana ocorreu dentro do contexto de habitat não domesticado, os ecossistemas naturais que fornecem uma "função de referência" contribuindo na manutenção da saúde	Acarreta o desenvolvimento cognitivo, em consonância com a informação estética bem como atividades de Recreação, devido a variedade de paisagens e assim como usos recreativos, informações culturais e artísticas

Fonte: Adaptado de De Groot, Wilson e Boumans, 2002

Dessa maneira se avalia que as funções de provisão e a derivação dos seus serviços são elementos cruciais para entender a relação do fornecimento de bens, e em especial a água potável para o consumo humano, dessedentamento de animais assim como produção de alimentos, hortaliças, frutas, sementes oriundas dessas frutas consequentemente da regeneração do solo e da ciclagem de nutrientes (De Groot; Wilson; Boumans, 2002).

Nesse sentido, a *Common International Classification of Ecosystem Services*¹(CICES) foi estruturada em um modelo hierárquico, no qual o nível superior abrange três das quatro categorias definidas pela Avaliação Ecosistêmica do Milênio (MEA): provisionamento, regulação e manutenção, e serviços culturais. A estrutura da CICES se inicia com as "Seções" e se desdobra em subníveis organizados em "Divisões", "Grupos" e "Classes", detalhando progressivamente os serviços ecossistêmicos de forma sistemática e categorizada (Figura 2) (Haines-Young; Potschin, 2018).

Figura 2 - Hierarquia CICES



¹ Classificação Internacional Comum dos Serviços Ecossistêmicos

Fonte: Adaptado de Haines-Young e Potschin, 2018

A seção engloba as três principais categorias de serviços ecossistêmicos: provisão, regulação e cultural. No nível seguinte, a “divisão” segmenta essas categorias em tipos fundamentais de saída ou processos, como nutrição, energia, materiais, entre outros.

Por sua vez, o “grupo” subdivide as divisões com base em processos biológicos, físicos ou culturais específicos. Já a classe detalha ainda mais as categorias de grupo, diferenciando produtos materiais, processos biofísicos ou práticas culturais concretas e vinculáveis a fontes identificáveis. Por fim, os tipos de classe refinam essa estrutura, categorizando entidades individuais e propondo metodologias para mensurar a produção de serviços ecossistêmicos associados a cada nível hierárquico. (Haines-Young; Potschin, 2018).

A estrutura organizacional CICES funciona como um roteiro para aplicações metodológicas; como suscitado no Quadro 2.

Quadro 2 - Classificação dos serviços ecossistêmicos de acordo com Classificação Internacional Comum dos Serviços Ecossistêmicos (CICES)

Seção	Divisão		Grupo
Provisionamento	Nutrição		Biomassa
			Água
	Materiais		Biomassa, Fibra
			Água
	Energia		Fontes de energia à base de biomassa
			Energia mecânica
Regulação e Manutenção	Mediação de resíduos, tóxicos e outros incômodos		Mediação por biota
			Mediação por ecossistemas
	Mediação de fluxos		Fluxos de massa

			Fluxos líquidos
			Fluxos gasosos / de ar
	Manutenção das condições físicas, químicas e biológicas		Manutenção do ciclo de vida, habitat e proteção do pool genético
			Controle de pragas e doenças
			Formação e composição do solo
			Condições da água
			Composição atmosférica e regulação do clima
Cultural	Interações Físicas e intelectuais com ecossistemas e paisagens terrestres/marinhas [configurações ambientais]		Interações físicas e experienciais
			Interações intelectuais e representacionais
	Interações espirituais, simbólicas e outras com ecossistemas e paisagens terrestres/marinhas [configurações ambientais] Espiritual/e emblemático Outras produções culturais		Espiritual e/ou emblemático
			Outras produções culturais

Desse modo, se percebe que a provisão da água estabelece uma cascata de entrelaces em todo o ecossistema, são as características da qualidade da água que estão mais veementemente associadas às fontes de captação ou processos onde o potencial para regulação do ecossistema é maior, esmiuçando interações diretas dos serviços ecossistêmicos e as dinâmicas territoriais (Smith *et al.*, 2012).

Na seção de provisão, os serviços ecossistêmicos são organizados em dois grupos principais. O nível de Divisão estabelece a distinção entre: serviços de provisão baseados em biomassa (recursos bióticos), relacionados a produtos derivados de organismos vivos; e serviços de provisão de ecossistemas abióticos, associados a recursos não vivos, como minerais ou água.

Como exemplificado no Quadro 3 e 4, onde se detalha especificamente os serviços de provisão vinculados à biomassa e aquoso, destacando sua origem biológica e processos de produção associados. A divisão hierárquica permite uma categorização clara entre recursos renováveis (bióticos) e não renováveis (abióticos), facilitando a identificação e medição desses serviços em análises ambientais.

Quadro 3 - Classificação Provisão - CICES

Seção	Divisão	Grupo	Classe	Tipo de classe
Provisão		Terrestre cultivados plantas para nutrição, materiais ou energia.	Plantas terrestres cultivadas (incluindo fungos, algas) cultivadas para fins nutricionais.	Culturas por quantidade, tipo (cereais, tubérculos e frutas).
			Fibras e outros materiais cultivados: plantas, fungos, algas e bactérias para o uso ou processamento.	Material por quantidade, tipo uso (terra, solo, água doce e marinha).
			Plantas cultivadas (incluindo fungos, algas) crescem como uma fonte de energia.	Por quantidade, tipo, fonte.

	Biomassa	Plantas aquáticas cultivadas para nutrição, materiais ou energia.	Plantas cultivadas para fins nutricionais fins da aquicultura in situ.	Plantas, algas por quantidade, tipo.
			Plantas cultivadas para obter material finalidades da aquicultura in situ (excluindo materiais genéticos).	Plantas, algas por quantidade, tipo.
			Plantas cultivadas como fonte de energia por aquicultura in situ.	Plantas, algas por quantidade, tipo.
	Animais criados para nutrição, materiais ou energia.	Animais criados para fornecer nutrição.	Animais, produtos de quantidade, tipo (carne e laticínios).	
		Fibras e outros materiais criados, animais para uso direto ou processamento (excluindo material genético).	Material por quantidade, tipo (terra, solo, água doce e marinha).	
		Animais criados para fornecer energia (incluindo mecânico).	Por quantidade, tipo, fonte.	
		Animais criados por aquicultura in situ para fins nutricionais.	Animais por quantidade, tipo.	
		Animais criados por aquicultura in situ para finalidades (excluindo material genético).	Animais por quantidade, tipo	
		Animais criados pela aquicultura in situ como uma	Animais por quantidade, tipo	

			fonte de energia.	
--	--	--	-------------------	--

Fonte: Adaptado Haines-Young; Potschin, 2018

Quadro 4 - Classificação CICES - Provisão – Abastecimento

SEÇÃO	DIVISÃO	GRUPO	CLASSE	TIPO DE CLASSE
Provisão	Água	Água de superfície usada para nutrição, materiais ou energia.	Água de superfície para beber	Por quantidade, tipo, fonte
			Água de superfície usada como material (não fins para beber)	Por quantidade e fonte
			Água doce de superfície usada como energia fonte	Por quantidade, tipo, fonte
			Água costeira e marinha usada como energia fonte	Por quantidade, tipo, fonte
		Água subterrânea para o uso para nutrição, materiais e energia.	Água subterrânea para beber	Por quantidade, tipo, fonte
			Água subterrânea usada como material (não fins de beber)	Por quantidade e fonte
			Água subterrânea usada como fonte de energia	Por quantidade, tipo, fonte
		Outro aquoso resultado dos ecossistemas	De outros	Use códigos aninhados para colocar outro provisionamento serviços de não

				vivos sistemas apropriados Grupos e classes
--	--	--	--	---

Fonte: Adaptado Haines-Young; Potschin, 2018.

Na Seção de Regulamento e Manutenção são englobados processos pelos quais os organismos vivos atuam na mediação ou moderação do ambiente, impactando positivamente a saúde, segurança e bem-estar humanos. No nível de Divisão, essa seção abrange:

- A transformação de insumos bioquímicos ou físicos nos ecossistemas, como a conversão de resíduos, substâncias tóxicas e outros elementos em formas menos prejudiciais (ex.: decomposição, detoxificação).
- A regulação das condições ambientais (físicas, químicas e biológicas), que inclui o controle de parâmetros como qualidade do ar, equilíbrio climático, ciclagem de nutrientes e estabilidade de habitats.

Estes mecanismos ponderam como os sistemas vivos influenciam diretamente o ambiente físico-químico e biológico, garantindo benefícios essenciais às sociedades humanas, desde a mitigação de poluentes até a manutenção de ecossistemas funcionais.

Quadro 5 - Classificação CICES - Regulação e Manutenção

Seção	Divisão	Grupo	Classe	Tipo de Classe
Regulação e Manutenção	Transformação de bioquímico ou físico entrada para os ecossistemas	Medição de resíduos ou substâncias tóxicas de origem antropogênica por seres vivos	Filtração, sequestro, armazenamento acumulação não por micro-organismos, algas, plantas e animais	Por tipo de sistema vivo, por água ou tipo de substância
		Medição de aborrecimento de origem antropogênica	Redução de cheiro e atenuação de ruído	Por tipo de sistema vivo

	Regulação do físico, químico e condições biológicas	Regulação da linha de base, fluxos e extremos eventos	Controle de taxas de erosão	Pela redução de riscos, área protegida
			Ciclo hidrológico e regulação do fluxo de água e controle de enchentes	Por profundidade/volumes
		Manutenção do ciclo de vida, habitats e proteção genética	Polinização	Por quantidade e polinizador
			Dispersão de sementes	Por quantidade e dispersão
			Manter populações e habitats em viveiros	Por quantidade e fonte
		Regulação da qualidade do solo	Processos de intemperismo e seus efeitos no solo	Por quantidade/concentração e fonte
			Processo de decomposição	
		Condições da água	Regulação da condição química de água doce por processos vivos	Por tipo de sistema vivo
		Composição atmosférica e condições	Regulação de temperatura e umidade	Por contribuição do tipo de sistema vivo para somar, concentração ou clima
		Outros tipos de	De outros	De outros

	regulamentação e serviço de manutenção por processos vivos			para alocar outro regulador e serviço de manutenção de sistemas vivos para grupos apropriados
--	--	--	--	---

Fonte: Adaptado Haines-Young; Potschin, 2018.

A Seção Cultural refere-se aos benefícios imateriais, geralmente não rivais e não consumptivos, que os ecossistemas (tanto bióticos quanto abióticos) proporcionam, influenciando o bem-estar físico e mental das pessoas.

Esses serviços culturais estão intrinsecamente ligados às características ambientais, locais ou contextos específicos que promovem mudanças no estado físico e mental dos indivíduos. A natureza desses ambientes desempenha um papel essencial nesses processos, sendo fundamental para a qualidade de vida e a experiência humana (Haines-Young; Potschin, 2018).

Quadro 6 - Classificação CICES - Cultural

SEÇÃO	DIVISÃO	GRUPO	CLASSE	TIPO DE CLASSE
CULTURA L	Direto, in-situ e ao ar livre interações com a vida sistemas que dependem de presença no configuração ambiental	Físico e experiencial interações com natural meio ambiente	Características dos sistemas vivos que possibilitar atividades que promovam a saúde, recuperação ou gozo por meio ativo ou interações imersivas	Por tipo de sistema vivo ou configuração ambiental
			Características dos sistemas vivos que permitem atividades de promoção da saúde, recuperação ou prazer por meio passivo ou	Por tipo de sistema vivo ou

			observacional interações	configuração ambiental
		Intelectual e representante interações com natural meio ambiente	Características dos sistemas vivos que permitem investigação científica ou a criação de conhecimento ecológico tradicional	Por tipo de sistema vivo ou configuração ambiental
			Características dos sistemas vivos que permitem Educação e treinamento	Por tipo de sistema vivo ou configuração ambiental
			Características dos sistemas vivos que são ressonante em termos de cultura ou patrimônio	Por tipo de sistema vivo ou configuração ambiental
			Características dos sistemas vivos que permitem experiências estéticas	Por tipo de sistema vivo ou configuração ambiental
	Indireto, remoto, frequentemente interações internas com sistemas vivos que não requer presença no configuração ambienta	Espiritual, simbólico e outras interações com ambiente natural	Elementos de sistemas vivos que possuem significado	Por tipo de sistema vivo ou configuração ambiental
			Elementos de sistemas vivos que possuem ou significado religioso	Por tipo de sistema vivo ou configuração ambiental

			Elementos de sistemas vivos usados para entretenimento ou representação	Por tipo de sistema vivo ou configuração ambiental
		Outro biótico características que têm um valor de não uso	Características ou características dos sistemas vivos que tem um valor de existência	Por tipo de sistema vivo ou configuração ambiental
			Características ou características dos sistemas vivos que TM um valor de herança	Por tipo de sistemas vivo ou configuração ambiental
	Outras características de sistemas vivos que têm cultura significante	De outros	De outros	Use códigos aninhados para alocar outra cultura serviços de vida sistemas apropriados Grupos e classes

Fonte: Adaptado Haines-Young; Potschin, 2018.

Assim como destacado por Small (2017) a diversidade dos beneficiários dos serviços culturais contribuem diretamente para acrescentar uma camada extra de complexidade e pluralidade à concepção de valor desses serviços ecossistêmicos.

Isso ocorre porque o valor exercido pelos serviços culturais, por exemplo, é intrinsecamente subjetivo, já que sua avaliação necessita principalmente de múltiplas características interligadas; Tais como as diferenças geográficas, intergeracionais e culturais.

Além disso, essas variações não só refletem sobre as distintas percepções coletivas e individuais, mas também evidenciam a necessidade de abordagens flexíveis que considerem, por um lado, a dinâmica histórica das comunidades e, por outro, os contextos socioambientais específicos. (Haines-Young; Potschin, 2018; Brauman *et al.*, 2007).

Assim sendo, a própria noção de valor torna-se um “constructo” multifacetado, o que, por sua vez, desafia os modelos rígidos de avaliação e exigem a atuação de mecanismos cada

vez mais participativos e capazes de integrar diferentes vozes, espaços e as mais diversas perspectivas. (Brauman *et al.*, 2007)

Dessa maneira não é exagero afirmar que ocorre uma interdependência entre os serviços ecossistêmicos hídricos e as atividades humanas evidenciando a disponibilidade e a qualidade da água não são apenas produtos diretos da provisão, mas também resultam de processos regulatórios intrínsecos aos ecossistemas, como a filtragem por vegetação ripária, a recarga de aquíferos e a autodepuração de corpos hídricos (Brauman *et al.*, 2007).

Assim, essa dinâmica ressalta que a degradação de habitats, como o desmatamento de áreas úmidas ou a contaminação de bacias hidrográficas, compromete não só a resiliência hídrica, mas também a capacidade dos ecossistemas de sustentar ciclos biogeoquímicos essenciais à segurança alimentar e à saúde pública (MEA, 2005).

Nesse contexto, a integridade dos serviços de regulação – como controle de enchentes e retenção de sedimentos por exemplo atua como um "amortecedor ecológico" contra crises de escassez, reforçando como aspectos de gestão da água deve transcender a abordagem utilitarista e incorporar a restauração das funcionalidades ecossistêmicas (Daily *et al.*, 1997; IPBES, 2019).

Assim, a sinergia entre provisão, regulação e serviços culturais (como valores espirituais ligados a mananciais) revela que a água é um eixo central na tessitura socioecológica, cuja sustentabilidade depende da manutenção de processos naturais interconectados (Falkenmark; Rockström, 2006). Preconizando como ocorre a relação dos processos sociais no espaço e os eixos interdisciplinares de quaisquer abordagens de avaliação.

Essa complexidade de interdependência exige abordagens complexas e que integrem saberes tradicionais, científicos e retóricas políticas, reconhecendo que a gestão da água transcende dimensões apenas técnicas. (Swyngedouw, 2009)

Tendo em vista que a degradação de ecossistemas hídricos, é agravada por mudanças climáticas extremas, desigualdades socioeconômicas, e dinâmicas antrópicas, evidenciando a urgência de modelos de governança inclusivos, capazes de harmonizar demandas humanas e limites ecológicos (Janine; Karla; De Barros, 2024).

Nesse contexto, a participação comunitária e a valorização de práticas ancestrais de conservação emergem como pilares para resiliência, reforçando que a sustentabilidade hídrica não é apenas um desafio ambiental, mas um imperativo ético e cultural.

Assim, a interconexão entre justiça ambiental, equidade e preservação de ciclos hidrológicos sublinha que a água, enquanto patrimônio comum, demanda corresponsabilidade

global e local, alinhada às premissas da ecologia política como avaliado por (Swyngedouw, 2009; Berkes, 2009).

2.2 Resiliência ecológica e suas correlações com as funções de provisão.

Se compreende que a resiliência ecológica foi inicialmente conceituada por Holling (1973) como a habilidade de um sistema ecológico em manter sua estrutura e funcionalidade mesmo após uma perturbação.

Walker *et al.* (2004) ampliaram esse conceito, incorporando a noção de "sistemas adaptativos complexos", nos quais a resiliência envolve não apenas recuperação, mas também adaptação a novos estados de equilíbrio, emergindo como um paradigma crítico para compreender a dinâmica dos ecossistemas frente a pressões antrópicas e climáticas. Ponderando que esse processo de resiliência ecológica não é apenas um atributo dos ecossistemas, mas uma pré-condição para a provisão contínua de serviços hídricos.

Na literatura atual, o conceito de resiliência sustenta-se em três pilares principais. Primeiramente, é essencial assegurar a Diversidade Funcional, que consiste em garantir a biodiversidade com redundância de funções, sustentada pela variabilidade de respostas das espécies (dentro de grupos funcionais) a mudanças ambientais conceito denominado "diversidade de resposta", visando manter a resiliência do ecossistema frente a perturbações (Elmqvist *et al.*, 2003).

A resiliência ecossistêmica ancora-se, ainda, na Conectividade; Integrando componentes ambientais por meio de fluxos contínuos de energia e matéria, o que não apenas correlaciona estruturas, mas também fortalece a estabilidade do sistema frente a perturbações (Folke *et al.*, 2021).

Complementarmente, destaca-se a Capacidade Adaptativa, que envolve ajustar processos em resposta a mudanças críticas, garantindo adaptações dinâmicas capazes de preservar a funcionalidade e a integridade do ecossistema ao longo do tempo (Biggs *et al.*, 2015).

Destacando a Diversidade de resposta Conectividade e Adaptabilidade reforçam a importância das abordagens socioecológicas que valorizem toda a complexidade existente nos sistemas naturais, suscitando sobre a necessidade de compreensão de dinâmicas socioambientais seguindo a lógica de reciprocidade (Biggs *et al.*, 2015; Elmqvist *et al.*, 2003; Folke *et al.*, 2021).

Especialmente em contextos como o semiárido brasileiro, onde pensar sobre a água e seus usos exige não somente uma crítica do ideal de progresso infinito, mas também na elaboração de perspectivas de desenvolvimento alternativo e, no limite, alternativas ao desenvolvimento (ver Escobar, 1998).

Nessa compreensão o dinamismo dos serviços ecossistêmicos no contexto hídrico demonstrados no (Quadro 8) reforçam a conexão inerente entre os aspectos da resiliência dos ecossistemas e a necessidade de práticas adaptativas enraizadas na experiência popular.

Quadro 8 - Serviços ecossistêmicos no contexto hídrico.

Serviços ecossistêmicos de provisão e sua dependência da resiliência	
PROVISÃO	DEPENDÊNCIA
Abastecimento de água doce	Recarga de aquíferos e manutenção de rios
Qualidade da água	Filtragem por solos e vegetação
Estabilidade hidrológica	Mitigação de secas e enchentes
Mecanismos de resiliência	Zonas úmidas que atuam como esponjas naturais, armazenando água e liberando-a gradualmente
	Vegetação ripária, Florestas ciliares atuam como tampões, reduzindo erosão e filtrando poluentes

Fonte: Adaptada de Mea 2005; Tundisi, 2008; Mitsch e Gosselink, 2015

De modo que as ações humanas são dominantes, a adaptabilidade do sistema é principalmente função do componente social, os indivíduos e grupos que atuam para gerir o sistema, ações que influenciam a resiliência, de forma intencional ou não intencional (Walker *et al.*, 2004). Gerando impactos e interações constantes e porventura irreversíveis.

Em Leach *et al.* (2010) esse espaço de compreensão, no qual a resiliência pode ser politizada, reflete principalmente como as relações desiguais de poder influenciam a definição de quais componentes do sistema devem ser preservados. Nesse contexto, entender esses atores sociais e suas dinâmicas torna-se crucial para analisar como as interseções sócioecossistêmicas são avaliadas.

Tendo em vista que ocorre em um extremo, certa abordagem utilitarista e que propõe uma separação entre ser humano e natureza, tratando-os como entidades distintas, sendo necessário repensar essa dicotomia para integrar perspectivas que reconheçam a interdependência entre os sistemas sociais e ecológicos, ambos indistintos em relações profundas de paridade e de obrigações recíprocas (Díaz et al., 2018).

O engajamento das populações locais na gestão e no monitoramento dos ecossistemas pode sim levar ao fortalecimento da resiliência dessas áreas diante de desafios como a escassez de água e as mudanças climáticas, uma vez que estas percepções podem influenciar diretamente na forma como as comunidades interagem com o ambiente e nas práticas adotadas em sua gerência. (Leach *et al.* 2010)

Nessa guisa a compreensão das percepções principalmente das populações rurais aos bens e serviços ecossistêmicos oferecidos pelas paisagens de reservatórios semiáridos são cruciais na conservação e sustentabilidade desses ecossistemas das comunidades tradicionais conforme discutido por Sousa *et al.* (2024).

Nesse contexto, se evidencia que a resiliência de açudes não se limita à infraestrutura física, mas envolve arranjos institucionais que fortaleçam a governança participativa; Destacando a importância de compreensão das interações entre serviços ecossistêmicos e sistemas socioecológicos para a resiliência em diversos ecossistemas, e as múltiplas maneiras de conviver com a natureza, promovendo autonomia local e segurança hídrica. Folke *et al.* (2010)

Dessa maneira, é cabível pensar as políticas públicas embasadas na sinergia entre conhecimento ancestral e inovação técnica podem transformar a Caatinga em um modelo de adaptação climática, garantindo a perpetuação de sua biodiversidade única e a dignidade de quem nela habita, Sousa *et al.* (2024).

Reforçando tessituras incorporadas na construção da Plataforma Intergovernamental da Biodiversidade e dos SE, (IPBES) aplica-se a necessidade de governança inclusiva, essencial para a provisão sustentável de serviços ecossistêmicos e iniciativas que articulam tais interações, apontado por Colding e Barthel (2013), não apenas conservam a biodiversidade, mas também fortalecem a justiça ambiental, especialmente em regiões vulneráveis às mudanças climáticas.

Andrade (2013) evidencia, portanto, sobre a necessidade de uma perspectiva mais integradora, capaz de promover o diálogo e a integração entre diferentes valores.

Na estrutura conceitual da IPBES identifica três elementos inclusivos na interação entre as sociedades humanas e o mundo não humano, que são: a natureza, os benefícios da natureza para as pessoas e uma boa qualidade de vida (Pascual *et al.*, 2017).

Ao aprofundarmos essa estrutura conceitual proposta pela IPBES, percebemos que a relação entre sociedades humanas e o mundo não humano não se limita a uma simples troca de recursos, mas se desdobra em uma rede complexa de interdependências. Por um lado, a natureza, entendida como os ecossistemas e a biodiversidade, não apenas sustenta a vida no planeta, mas também se torna protagonista na oferta de benefícios essenciais, como água potável, alimentos e regulação climática (Díaz *et al.*, 2018).

Por outro lado, esses benefícios que vão desde aspectos materiais até valores culturais e espirituais são a base para uma boa qualidade de vida, a qual, por sua vez, não se resume a condições econômicas, mas engloba saúde, segurança, equilíbrio emocional e conexão com o meio ambiente. Nesse sentido, enquanto a natureza fornece os meios para a autossuficiência, os benefícios dela derivados permitem que as comunidades desenvolvam relações mais harmônicas e resilientes, fomentando, assim, práticas sustentáveis. (Pascual *et al.*, 2017; (Díaz *et al.*, 2018; IPBES, 2019)

No entanto, para que esse ciclo seja virtuoso, é preciso não só reconhecer a importância de cada elemento, como também integrá-los em políticas que combatam desigualdades, pois; Como aponta Pascual *et al.* (2017), a degradação ambiental não afeta a todos igualmente impactando, sobretudo, populações vulneráveis.

Dessa forma, a IPBES não apenas convida à reflexão, mas desafia a humanidade a repensar seu lugar na teia da vida, onde cuidar da natureza é, ao mesmo tempo, cuidar de si e do futuro coletivo. (Pascual *et al.*, 2017)

Essa abordagem é conceituada como as Contribuições da Natureza para as Pessoas (CNP), em que, é definida como todas as contribuições positivas, ou benefícios, ocasionalmente contribuições negativas, perdas ou prejuízos, que as pessoas obtêm da natureza; Como resultado, essa postura não só limita a compreensão sistêmica dos desafios contemporâneos, como ainda dificulta a construção de soluções equilibradas que visem a equidade e sustentabilidade planetária (IPBES, 2019).

Contudo, por outro lado, os discursos e modelos hegemônicos, que, por sua vez, estão ancorados no monismo valorativo, reforçam uma visão fragmentada que não apenas dissocia as dimensões econômica, social e ambiental, mas também as trata como esferas isoladas e concorrentes, em vez de interdependentes.

Se compreende que o processo de resiliência ecológica principalmente nas regiões semiáridas está profundamente vinculada à gestão sustentável de recursos hídricos, especialmente em açudes, que são estruturas-chave para a segurança hídrica e a manutenção de serviços ecossistêmicos, segundo o relatório de 2018 da Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES) se ressalta principalmente que os aspectos de erosão de práticas tradicionais, como a manutenção coletiva de cacimbas e a divisão equitativa de água, compromete não apenas a biodiversidade, mas também a coesão social, enfraquecendo mecanismos de adaptação a secas prolongadas (IPBES, 2023).

Como destacado, a capacidade adaptativa desses sistemas depende da integração entre tecnologias ancestrais, ou seja, com o manejo comunitário de água e o aprimoramento de tecnologias sociais contemporâneas, reforçando a necessidade de diálogo entre saberes locais e políticas públicas (IPBES, 2023).

Operando como ponte entre conhecimento científico/ação prática, alinhando-se às necessidades de gestão sustentável e equidade socioambiental como suscitado abaixo:

Quadro 9 - Uso da IPBES na gestão de recursos hídricos e na resiliência ecológica

Objetivo	Ação / Utilização da IPBES	Exemplo
Avaliação de serviços ecossistêmicos	Diagnósticos integrados sobre o estado da biodiversidade e serviços hídricos	Uso do Relatório de Avaliação global 2019, para identificar regiões com risco de escassez hídrica
Suporte e políticas públicas	Fornecendo evidências científicas para orientar políticas de gestão de água e conservação.	Alinhamento de políticas nacionais com metas de conservação de ecossistemas aquáticos
Integração de saberes	Promove a inclusão de conhecimentos tradicionais e locais no manejo de recursos hídricos	Incorporação de práticas tradicionais de manejo de bacias hidrográficas em planos governamentais.
Criação de cenários futuros	Desenvolvimento de	Planejamento de espaços e

	modelos que projetam impactos de mudanças climáticas e uso do solo na disponibilidade hídricas	infraestruturas mais verdes para reduzir a vulnerabilidade dos corpos hídricos e secas
Valoração inclusiva	Incentiva metodologias e abordagens que considere os valores culturais, ecológicos e econômicos da água	Valoração de matas ciliares, manguezais pelas funções de filtragem hídrica
Fortalecimento de diálogos	Facilita cooperação entre os governos, cientistas, comunidades e instituições do terceiro	Pactuar metas de uso sustentável de aquíferos compartilhados

Fonte: Adaptado de Tengö *et al.*, 2017; Díaz *et al.*, 2015

Tão logo o uso sustentável dos serviços de provisão oriundos de corpos hídricos demanda abordagens transdisciplinares, pilares essenciais na construção de sistemas socioecológicos resilientes capazes de enfrentar cenários de escassez hídrica, conforme defendido por Tengö *et al.* (2017).

Ao vincular a saúde dos corpos hídricos a políticas de uso da terra e conservação, a plataforma reforça que a resiliência hídrica depende não apenas de infraestruturas físicas, mas também da integridade ecológica e da equidade social essenciais para enfrentar desafios complexos.

2.3 Diretrizes da política de açudagem e seus desdobramentos territoriais

A açudagem no Brasil enquanto estratégia estruturante de combate aos efeitos dos períodos de secas no semiárido nordestino sobrepuja o desenvolvimento de políticas públicas de convivência, mas insere um capítulo complexo de remodelação das organizações sociais. Contradições entre o ideal de desenvolvimento regional e a histórica concentração de terras de renda (Furtado, 1959) pondera as dinâmicas socioambientais de um território historicamente negligenciado.

Compreendendo que boa parte das políticas públicas praticadas no Nordeste brasileiro no século passado foi formulada no âmbito de combate às secas desde os primeiros açudes

imperiais no século XIX, e megaprojetos contemporâneos como a Transposição do Rio São Francisco, a construção de reservatórios revela-se não apenas uma resposta à escassez hídrica, mas também um espelho das relações de poder na contemporaneidade, as desigualdades regionais e as perspectivas acerca do desenvolvimento galgado que moldaram o país. (Nilson, 2014; Chacon, 2007; Passador, 2010)

Todavia os desdobramentos territoriais da açudagem como infraestruturas concebidas para mitigar vulnerabilidade climática podem, paradoxalmente, reproduzir assimetrias sociais e ambientais.

Enraizada na dualidade entre o "combate à seca" e a "convivência com o semiárido" que perduram formas de violências simbólicas e induzem práticas culturais contraditórias na relação de entre sociedade e natureza, acarretando em transformações profundas: se de um lado, garantiu segurança hídrica para milhões de pessoas e fomentou polos agrícolas; de outro, perpetuou conflitos por água, degradação de ecossistemas e reforço de estruturas clientelistas, conhecidas como a "indústria da seca" (Teixeira, 2025).

Estabelecendo um jogo de antíteses e de narrativas históricas que corroboram nos desdobramentos territoriais, onde a abordagem técnica muitas vezes ignorou as dinâmicas sociais e ecológicas do sertão, perpetuando desigualdades como suscitado por Euclides da Cunha em os Sertões 1902:

Dilatam-se os horizontes. O firmamento sem o azul carregado dos desertos, alteia-se. E o sertão é um vale fértil. É um pomar vastíssimo, sem dono. Depois, tudo isso se acaba. Voltam os dias torturantes: a atmosfera asfixiadora; empedramento do solo; a nudez da flora; e nas ocasiões em os estios se ligam sem a intermitência das chuvas – o espasmo assombroso das seca.

Em Araújo (1997) A partir de 1904, o governo instituiu três comissões técnicas como parte de uma estratégia pioneira para enfrentar os desafios hídricos do Nordeste: a Comissão de Açudes e Irrigação, sediada em Fortaleza (CE); A Comissão de Estudos e Obras Contra as Secas, com base em Natal (RN); e a Comissão de Perfuração de Poços, também estabelecida em Fortaleza (CE); Os resultados precários dessas efêmeras Comissões levou, à instalação da IOCS - Inspetoria de Obras Contra as Secas e pelo Decreto n °13.687, de 09 de Julho de 1919 a IOCS tornou-se Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas- IFOCS.

De modo seminal na conclusão do primeiro açude construído no semiárido pelo ainda chamado IFOCS, foi o grande pontapé para no Açude Cedro (1890-1906) e desde então contabiliza inúmeras obras de represamento e de construção para a Açudagem Pública.

Os açudes no Nordeste passaram a ser entendidos como fomentadores de desenvolvimento regional, o papel da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) foi decisivo na implantação de açudes no semiárido brasileiro, uma vez que eram somente voltados para o abastecimento humano e a irrigação agrícola, esses reservatórios passaram a incorporar funções complementares, como a piscicultura por exemplo, consolidando um paradigma de uso múltiplo das águas conforme Gheyi *et al.* (2019).

Um marco nessa evolução de abordagens foi a atuação da "Missão Francesa" – grupo de hidrólogos vinculados ao Programa de Cooperação SUDENE-ORSTOM (atual *Institut de Recherche pour le Développement*³– IRD), atuaram na região entre as décadas de 1970 e 1990. Desenvolvendo metodologias inovadoras no aproveitamento integrado de açudes, com ênfase nos pequenos reservatórios, que combinavam segurança hídrica, produção alimentar e gestão sustentável (Gheyi *et al.* 2019; Molle; Cadier, 1992).

O ocasionamento das obras públicas de combate a escassez hídrica promoveu consequentemente a concentração fundiária. De acordo com Furtado (1959) a porventura do caráter assistencialista e desconexo de como a açudagem integrou-se aos projetos nacionais reforçaram as estruturas latifundiárias já pré-estabelecidas e aprofundando as desigualdades sociais, e porventura os solavancos da regionalização da região Nordeste.

Castro (1946) estabelece que a concentração de água aumentou hierarquias sociais, corroborando principalmente para o enriquecimento de elites rurais em detrimento de pequenos agricultores e tão logo na estrutura alimentar dos mesmos.

As estruturas que formatam o cenário de convivência com o semiárido perpassam as dinâmicas de território; Segundo Araújo(1997) a incidência das secas cíclicas rechaça os fluxos migratórios, contribuindo significativamente com a formação de periferias urbanas e a expansão desordenada, evidenciando as desigualdades geracionais que acometem ao êxodo rural, como a marginalização dos indivíduos e negligência dos direitos básicos para qualidade de vida (Araújo, 1997; Oliveira 1977).

Em relação à política de açudagem, o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) administrava, em 2002, um total de 313 barragens construídas no Nordeste. No período de 1997 a 2002, a instituição perfurou 754 poços na região, dos quais 633 foram aproveitados, resultando em uma taxa de aproveitamento de 87%. o maior número foi no

³ Instituto de Pesquisa para o Desenvolvimento

estado do Rio Grande do Norte com 214 poços perfurados, seguidos da Paraíba com 117, Pernambuco com 108, Ceará com 104 e Piauí com 90. (Araújo, 2013)

Até o final de 2002, o DNOCS havia perfurado 27.671 poços no total, sendo 8.435 públicos e 19.236 particulares. Desse montante, 23.947 unidades (87%) estavam em operação, consolidando a infraestrutura hídrica da região (*DNOCS – Relatório 1997-2002, 2004*). Ainda assim, cabe avaliar sobre a chegada da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) que pondera uma relação dicotômica.

Para Araújo, (2013) Com o apoio de recursos externos incluindo aqueles viabilizados pelo Banco do Nordeste do Brasil (BNB), fortaleceram-se as denominadas agências de desenvolvimento, como a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE).

Em contraste, o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), até então sem autonomia administrativa ou financeira, foi relegado a uma posição secundária. Sem capacidade para expandir seus programas, a instituição viu-se obrigada a transferir parte significativa de suas atribuições históricas, relacionadas ao combate às secas e à escassez hídrica nos estados nordestinos para essas novas agências públicas.

A estratégia inicial para enfrentar a escassez de água no Semiárido nordestino, priorizada pelo governo federal, concentrou-se principalmente em soluções hídricas e prevaleceu até aproximadamente 1945.

Esse cenário mudou com a Constituição de 1946, que determinou a destinação de 3% da arrecadação fiscal para investimentos na região Nordeste. A partir daí, surgiu uma nova abordagem na política de combate à seca, distanciando-se do modelo tradicional centrado em grandes obras de infraestrutura hídrica. A época marcou a transição para uma visão mais racional no uso dos recursos disponíveis, priorizando a eficiência em vez de projetos monumentais (Passador, 2010).

Essa mudança de paradigma pode ser observada nos programas governamentais implementados posteriormente, que refletem a evolução das políticas públicas direcionadas ao Semiárido.

Quadro 10 - Histórico das políticas públicas de convivência com a seca.

Medidas de salvação 1850- 1945	<p>1856: Primeira iniciativa documentada de construção de açudes no Ceará, sob comando do imperador Dom Pedro II.</p> <p>O Império instituiu uma Comissão Imperial para estudar a abertura de um canal que comunicasse as águas do rio Jaguaribe com as do rio São Francisco, porém não foi concretizado, e a prioridade foi dada à construção de açudes e poços tubulares.</p>
--------------------------------	---

	<p>1877–1879: Grande Seca do Nordeste, com estimativa de 500 mil mortes. A resposta foi assistencialista, sem planejamento estrutural.</p> <p>1909: Criação da Inspetoria de Obras Contra as Secas (IOCS), sob liderança do engenheiro Miguel Arrojado Lisboa. Foco era em açudes e construção de estradas.</p> <p>1920: Instituição da "Caixa de Socorro às Secas", destacando a necessidade de medidas emergenciais.</p> <p>1919: Ampliação da IOCS para IFOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas), consolidando a política de "combate à seca" via infraestrutura hídrica.</p> <p>1934: Lei das Águas</p> <p>1936: Delimitação do Polígono das Secas, área prioritária para ações de combate aos efeitos das estiagens e construção do Açude Cedro (CE), símbolo da engenharia hidráulica do IFOCS</p> <p>1945: Criação DNOCS</p>
<p>O Desenvolvimento planejado 1951-1959</p>	<p>1948: Criação da Comissão do Vale do São Francisco (CVSF), integrando gestão de bacias hidrográficas.</p> <p>1951: Redelimitação do Polígono das Secas, ajustando a área de abrangência das políticas públicas</p> <p>O Banco do Nordeste foi criado em 1952 para apoiar financeiramente os municípios que faziam parte do Polígono das Secas.</p> <p>1958: Criação do GTDN (Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Nordeste), ampliando o escopo das ações para o desenvolvimento regional</p> <p>1959: Foi criado o Conselho de Desenvolvimento do Nordeste (Codeno), tendo Celso Furtado como diretor e encarregado de lutar pela aprovação da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sudene) no Congresso Nacional.</p>

<p>Programas Institucionais</p>	<p>1970: Megaobras como o Açude Orós - CE (1961); Açude Banabuiú-Ce em 1967 e a Transposição do São Francisco (projeto iniciado, porém interrompido)</p> <p>Os principais foram: Programa de Integração Nacional (PIN), o Programa de Redistribuição de Terra e de Estímulo à Agroindústria do Norte e Nordeste (Proterra, 1971) incorporados ao I Plano de Desenvolvimento Nacional (I PND) e o Programa Especial para o Vale do São Francisco (Provale, 1972)</p> <p>Programa de Desenvolvimento de Integradas do Nordeste (Polonordeste, 1974), incorporados.</p> <p>II Plano de Desenvolvimento Nacional (II PND)</p> <p>1976 Foi criado o Projeto Sertanejo, que visava tornar a economia mais resistente aos efeitos da seca pela associação entre agricultura irrigada e seca.</p> <p>1979, foi implementado o Programa de Recursos Hídricos do Nordeste (Prohidro), através de acordo de cooperação com o Banco Mundial, para aumentar a oferta de recursos hídricos por meio da construção de açudes públicos e privados e perfuração de poços</p> <p>1978, foi criada a Política Nacional de Irrigação, que enfatizava a função social da irrigação, destacando, no caso nordestino, o combate à pobreza e a resistência à seca.</p> <p>1981, foi criado o Programa Provárzeas, a cargo da Emater, para prestar assistência ao pequeno agricultor</p> <p>1984, houve um acordo entre o Ministério da Integração (MI) e o Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD) para admitir a implantação de médias empresas nos projetos de irrigação,</p> <p>O Programa de Irrigação do Nordeste (PROINE, 1986) foi ampliado para Programa Nacional de Irrigação (PRONI, 1986).</p> <p>O Projeto Nordeste I englobou seis programas, dos quais vingou apenas o Programa de Apoio ao Pequeno Produtor Rural (PAPP) do Semiárido.</p> <p>Nos anos 1990, iniciaram-se os debates sobre os projetos de assentamento de pequenos produtores <i>versus</i> a participação do produtor e empresário.</p> <p>1995 Início das Obras do Castanhão</p>
-------------------------------------	--

	<p>1997, foi constituído o modelo de irrigação, com lotes familiares para projetos de assentamento e projetos públicos de irrigação totalmente ocupados por empresas</p> <p>1998 Criação do Programa Federal de Combate aos Efeitos da Seca, coordenado pela Sudene, para ajudar os atingidos pela seca.</p>
2001 em diante	<p>Programa 1 Milhão de Cisternas Rurais P1MC, dentro do Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido, da ONG Articulação do Semiárido (Asa), criado em 1999.</p> <p>O P1MC passa a ser política pública do governo federal, ao ser firmado o Termo de Parceria nº 001/2003 com o Ministério do Desenvolvimento Social (MDS). Devido às denúncias de corrupção divulgadas pelo TCU, a Sudene foi extinta em maio de 2001, tendo sido renomeada Agência de Desenvolvimento do Nordeste (Adene) em junho de 2004.</p> <p>2002: Finalização das Obras do Castanhão.</p> <p>2005: Retomada da Transposição do Rio São Francisco (obra concluída parcialmente em 2022).</p> <p>2012: Plano Nacional de Segurança Hídrica, integrando a açudagem nas estratégias de adaptação climática.</p> <p>2020: Novo Marco Legal do Saneamento (Lei 14.026), impactando a gestão de águas.</p>

Fonte: Adaptado de DNOCS; Passador, 2010; Nilson, 2014.

No contexto cearense o recorte de diretrizes de aplicação a gestão dos recursos hídricos perdurou os aspectos concretos de uma distribuição desigual revelando especificidades que indicam como os processos históricos de mudanças e permanências nas formas de uso e apropriação convergiram nas diferenças territoriais e na gestão dos recursos hídricos no Ceará.

Quadro 11 - Diretrizes da gestão de águas no Ceará.

Ano	Evento
1987	Criação da Secretaria de Recursos Hídricos (SRH) no Ceará.
1991	Conclusão do Plano Estadual de Recursos Hídricos no governo de Ciro Gomes.

1992	Sanção da Lei das Águas do Ceará (primeira lei estadual do Brasil sobre o tema) Criação do Canal do Trabalhador captando as águas do rio Jaguaribe oriundas do Açude Orós, alocando no Açude Pacajus e abastecendo a Região Metropolitana de Fortaleza.
1993	Criação da Cogerh (Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos).
1994	Implementação do Programa Prourb (financiado pelo Banco Mundial)
1995	Início do Progerih (Programa de Gerenciamento e Integração de Recursos Hídricos).
1996	O Ceará torna-se o primeiro estado brasileiro a cobrar pelo uso da água bruta .
1997	Promulgação da Lei Federal 9.433 (Política Nacional de Recursos Hídricos).
1997 1999	Elaboração dos Planos de Bacias Hidrográficas no Ceará.
1999	Conclusão da fase de planejamento do Progerih .
2000	Assinatura do contrato de financiamento do Progerih com o Banco Mundial.
2002	Inauguração do Açude Castanhão (maior do Ceará e 1º maior do Nordeste).
2004	Início da construção do Canal da Integração (Castanhão-Currá Velho)
2005	Inauguração do primeiro trecho do Canal da Integração (Caminho das Águas).
2010	Expansão do Canal da Integração para interligar mais reservatórios e municípios
2015	Implementação de sistemas de dessalinização em regiões de seca extrema no interior.
2018	Lançamento do Programa Água para Todos (parceria com a União para

	acesso à água rural).
2020	Conclusão da interligação Castanhão-Pecém , garantindo água para o Porto do Pecém.
2021	Início do uso de tecnologia de inteligência artificial para gestão de bacias.
2022	Seca histórica no Nordeste: reforço em barragens subterrâneas e captação de água da chuva.
2023	Parceria com a ONU para o projeto " Água Resiliente " (adaptação às mudanças climáticas).
2024 Projeção	Conclusão da Fase 3 do Canal da Integração , levando água ao Cariri cearense
2025 Projeção	Inauguração do Açude Novo Horizonte , com foco em irrigação e abastecimento urbano.

Fonte: Adaptado Chacon 2007; SRH-CE; COGERH

2.3.3 Arcabouços institucionais e legais

A política estadual de recursos hídricos do Ceará foi inicialmente estabelecida em 29 de julho de 1992, por meio da Lei Estadual nº 11.996, a qual, além de regulamentar a política estadual, também instituiu o Sistema Estadual de Gestão de Recursos Hídricos. Posteriormente, em 28 de dezembro de 2010, a referida política passou por uma atualização, conforme a Lei Estadual nº 14.844, visando adequar-se às novas demandas e contextos socioambientais. Entre os principais instrumentos de gestão apresentados por essa política, destacam-se, por exemplo, a outorga de uso e a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, bem como mecanismos de planejamento e fiscalização.

Segundo Oliveira, Pereira e Pereira (2017) É importante ressaltar que a outorga atua não apenas como uma autorização para o uso da água, mas também como uma ferramenta para garantir o controle quantitativo e qualitativo dos recursos. Por sua vez, a cobrança pelo uso, busca financiar ações de preservação e gestão sustentável, assim ocorre a integração entre aspectos econômicos e ambientais consolidando um modelo de gestão que, ao mesmo tempo, promove a equidade no acesso à água e fortalece a segurança;

No que se refere à estrutura organizacional, o governo do estado do Ceará instituiu, em 1987, uma secretaria dedicada exclusivamente à gestão dos recursos hídricos.

Criada com a missão inicial de conduzir o Plano Estadual de Recursos Hídricos, essa secretaria teve seu trabalho consolidado em 1992, quando o plano foi publicado, dando origem a um marco fundamental: a estruturação do Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos (SIGERH).

Esse sistema, por sua vez, foi formalmente instituído por meio da Lei Estadual nº 11.996/92, a qual não apenas regulamentou a política hídrica, mas também estabeleceu uma governança participativa.

Quanto à organização da SIGERH, ela é dividida em duas esferas principais: de um lado, as instituições colegiadas, como o Conselho de Recursos Hídricos do Ceará (CONERH) e os Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs), responsáveis por debates democráticos e decisões estratégicas; de outro, os órgãos executores, encarregados de operacionalizar as políticas e ações. No âmbito executivo, a SIGERH é composta não só pela Secretaria de Recursos Hídricos (SRH), órgão central gestor da política estadual.

Por um lado, a Superintendência de Obras Hídricas (SOHIDRA), cuja atribuição principal é executar, supervisionar e acompanhar a construção de infraestruturas hídricas, garantindo assim a concretização de projetos estratégicos.

Por outro, a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), que se dedica a estudos especializados em meteorologia e recursos hídricos, fornece dados essenciais para o planejamento e a prevenção de crises.

Além disso, a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH) atua diretamente na gestão operacional das águas, promovendo o acesso equilibrado a esse recurso e contribuindo para o desenvolvimento sustentável, por meio de ações como a distribuição negociada e a mediação de conflitos.

No arcabouço legal, no contexto do Plano Estadual de Recursos Hídricos de 1992, já naquela época, surgiu a proposta de uma legislação específica para organizar o sistema de gestão hídrica no Ceará. Assim, ainda no mesmo ano da publicação do plano, foi promulgada a Lei Estadual nº 11.996/92, a qual não apenas estabeleceu a Política Estadual de Recursos Hídricos, mas também criou o sistema gestor no estado.

Dentre as inovações trazidas por essa lei, destacaram-se dois instrumentos fundamentais: por um lado, a outorga de uso das águas, que visa garantir controle sobre sua utilização; por outro, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, mecanismo que buscava

incentivar o consumo responsável e financiar ações de gestão (Oliveira, Pereira e Pereira, 2017)

Posteriormente, em resposta à Lei Federal nº 9.433/97 (que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Gestão em 1997), o Ceará decidiu atualizar seu marco legal. Dessa forma, em 2010, a Lei Estadual nº 11.996/92 foi revogada pela Lei nº 14.844/2010, com o objetivo explícito de alinhar a política estadual às diretrizes nacionais. Essa nova legislação, além de reforçar princípios como a descentralização e a participação social, ampliou significativamente os instrumentos de gestão, passando a incluir sete ferramentas principais:

- Primeiramente, a outorga de direitos de uso de águas e de execução de obras ou serviços relacionados;
- Em segundo lugar, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, agora integrada a um sistema de incentivos econômicos;
- Ademais, os planos de recursos hídricos, que orientam ações de curto, médio e longo prazo;
- Não menos importante, o Fundo Estadual de Recursos Hídricos, responsável por financiar projetos e emergências;
- Somando-se a isso, o Sistema de Informação de Recursos Hídricos, baseado em dados técnicos para tomada de decisões;
- Outro avanço foi o enquadramento dos corpos hídricos, que define metas de qualidade conforme o uso da água;
- Por fim, a fiscalização, garantindo o cumprimento das normas e a proteção dos recursos.

Todavia, esse sistema não foi capaz, ou não teve interesse, de reproduzir suas condições básicas no espaço do Sertão, tomando-o apenas como um apêndice, usando-o conforme a conveniência conjuntural exigisse colocado em (Chacon, 2007). Nesse contexto é possível se observar as fissuras e contradições das apropriações ecossistêmicas conglomeradas e dos serviços de provisão.

Em Dourado (2015, p.161) é “posto que na rota do desenvolvimento estão populações tradicionais, camponeses, indígenas, entre tantos outros sujeitos, considerados “opositores bárbaros” ao processo expansionista do capital em sua tentativa de controlar as terras planas”, férteis e com disponibilidade hídrica. O Estado do Ceará não se distanciou da narrativa capturada por diferentes interesses de grupos industriais e elites do campo.

Tendo em vista que a direta mercantilização das águas se mostra como a expressão inequívoca da expropriação no campo e da apropriação privada dos recursos naturais” (Silveira; Silva, 2029, p.343).

2.4 Inter-relação entre o território e a sustentabilidade dos recursos hídricos

Há muito tempo se reconhece que a água é um recurso natural finito e essencial para a manutenção da vida, uma vez que todos os seres vivos dependem do seu consumo para sobreviver. Para tanto, de acordo com Albuquerque e Kishi (1992) assegurar as condições necessárias para um desenvolvimento sustentável exige a implementação de políticas adequadas e um planejamento sistemático da utilização dos recursos hídricos, a fim de prevenir o esgotamento das fontes de água.

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída pela Lei 4.933 de 1997 apresenta em seu Art. 1º a água enquanto um bem de domínio público, dotado de valor econômico e que em situações de escassez o uso prioritário é dado ao abastecimento humano e a dessedentação animal (Brasil, 1997).

Por meio disso, a legislação brasileira, através da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997), estabeleceu as diretrizes para a gestão integrada e participativa das águas, incluindo a outorga de direitos de uso, a cobrança pelo uso da água assim como a implementação de planos de bacias hidrográficas (Brasil, 1997).

Além disso, a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981) e a Constituição Federal de 1988 destacam sobre a inerente responsabilidade do poder público e da sociedade civil na promoção do desenvolvimento sustentável, indagando sobre a necessidade diversos atores e percepções (Brasil, 1988).

Porém, frequentemente falha em articular as especificidades de ecossistemas do semiáridos, onde a gestão hídrica requer sinergia entre políticas ambientais, planejamento urbano e direitos de populações tradicionais.

De acordo com Mota (1995), nos programas de proteção de recursos hídricos não se deve considerar o corpo de água isoladamente, mas como integrante de um ambiente completo, que forma a sua bacia hidrográfica. Qualquer alteração ocorrida no meio ambiente, em um determinado local, terá consequências, ou em nível temporal, ou em nível espacial

Fundamentando a compreensão de que a água é um bem inapropriável e inteiramente de domínio público.

Para que assim ocorra na forma da lei e na práxis, deve se atentar ainda para a implementação de uma gestão social descentralizada, promovendo a participação de toda a sociedade no debate e nos interesses envolvidos, tão logo participação da sociedade nos processos decisórios e na gestão é garantida pela Lei 9.433/1997 (Art. 39), e constitui as bases necessárias à gestão democrática e racional dos recursos hídricos.

Seguindo essa guisa à medida que a água bruta se torna um recurso hídrico, devido à demanda das atividades antrópicas, de cultivo ou de provisão, também cresce o conflito em torno de sua apropriação e seu uso, adquirindo valor, pois se torna um bem econômico (ZAGO, 2007, p. 28).

No semiárido a relação territorial com os recursos hídricos se associam diretamente aos convencimentos de seus usos, as dimensões mútuas prevalecem de acordo com (Silva, 2020) estão; i) As formas de uso e preservação; ii) Apropriação particular, envolvendo quase na totalidade dos casos o impedimento e/ou diminuição de acesso a água e também a destruição ou poluição dos corpos hídricos (naturais e/ou artificiais) iii) Conflitos associados a polícia de barramentos e açudes, associando-se a esses os conflitos que envolvem os projetos de reassentamento dos atingidos, as ameaças de expropriação e o não cumprimento de procedimentos legais.

Porventura se amalgama que a relação da posse da Terra com o uso dos recursos, fundamentam as tessituras de domínio e sustentabilidade dos recursos hídricos, ou seja o enraizamento de conflitos envolvendo interesses divergentes, devido à complexidade dessa dinâmica que reside na forma como a concentração de Terra, historicamente vinculada a estruturas de poder coloniais e capitalistas, determina o acesso desigual aos recursos hídricos, exacerbando conflitos socioambientais, e culturais.

De acordo com Nascimento (2013) a prática de barramento artificial constitui um “modelo” cultural de captação e aproveitamento dos recursos hídricos na região semiárida e revela a importância de valorização dos conhecimentos empíricos que a população sertaneja desenvolveu no espaço-tempo.

Quando a gestão da água é subordinada a interesses privados ou a modelos de exploração intensiva como no agronegócio, na mineração e na especulação urbana, a sustentabilidade ecossistêmica é comprometida, privilegiando a acumulação em detrimento da garantia de direitos básicos às comunidades tradicionais, indígenas e camponesas.

Assim, a disputa pela água revela-se não apenas uma questão técnica, mas um embate político, onde as assimetrias de poder refletem visões antagônicas sobre o território: de um

lado, a mercantilização da natureza; de outro, a defesa de práticas ancestrais e coletivas que enxergam a água como bem comum, indispensável à vida.

Segundo Thomaz Junior (2010), a posse da terra e da água singulariza a reflexão a respeito do papel do Estado como empoderador do capital, mas sobretudo sobre os seus efeitos no quadro da exclusão social, da fome, e da emergência na soberania alimentar. Essa reflexão evidencia a dependência sistêmica entre as interações humanas e os naturais sustentando a premissa de que um espaço é desterritorializado devido a dinâmica de apropriação do agro-hidronegócio, não somente ao território e as águas, mas também a tudo que não é visível ou contabilizado.

Observa-se que “a relação que é estabelecida com a terra e demais recursos naturais indispensáveis à produção revela o conflito entre proprietários (para quem a terra é uma forma de negócio), e os produtores diretos (que tem na terra sua condição de sobrevivência)” (Silveira; Silva, 2029, p. 346). Nessa circunstância, a compreensão da transformação do espaço modela o sentimento de pertencimento e práticas socioculturais, estabelecendo dinâmicas definitivas e amorfas, pela descaracterização daquilo que qualifica um território, suscitado por Mendonça (2015, p. 6):

O morar e as práticas alimentares, comumente caracterizados pelo sentimento de pertencimento, em como, as práticas socioculturais são tratadas plasticamente nas agroempresas e na maioria das vezes só existem por imposições normativas.

No contexto da extração de riquezas provindas da terra e da água se prevalece “eivada” de contradições, e a territorialização do agrohidronegócio ocorre por meio da integração entre espaço, território, lugar e paisagem, num processo de coalização de forças políticas e econômicas, com diversos desdobramentos “ (Dourado,2015, p. 163).

Não somente a descaracterização do território, mas também o processo de desterritorialização atravessam o mesmo sentido de perda de insígnias culturais, o modo de vida e as práticas de cultivo (Cavalcanti, 2015). Destrinchar esses processos perpassa pela superação do alienamento socioeconômico, dado o posicionamento e estratégias políticas que colocam a lógica do superávit econômico em detrimento do bem estar social e da boa qualidade de vida, retirando o acesso a serviços vitais e necessários. Tendo vista que essa ideia dicotomizada do desenvolvimento como um pressuposto de progresso econômico causa o completo oposto, o subdesenvolvimento Cavalcanti (2015, p. 175) pondera que:

O desenvolvimento, para ser sustentável, deve usar os recursos renováveis a um ritmo inferior ao da sua reprodução; e os não renováveis, procurando investir os rendimentos deles obtidos para o

desenvolvimento científico e tecnológico no sentido de encontrar substitutos renováveis.

Todavia, entender essas apropriações socioecossistemas de modo interligado e dependente da compreensão do território a partir do rechaço e expansão do agrohidronegócio é de essencial importância para proposição de estratégias regulamentadoras para uma legislação eficiente e uma gestão de recursos democrática

2.5 Agricultura familiar e sustentabilidade

O Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), reforça a importância da proteção das Áreas de Preservação Permanente (APPs) no entorno de corpos d'água, visando à manutenção dos serviços ecossistêmicos, como a proteção do solo, a recarga de aquíferos e a regulação do microclima e concomitante a isso se perdura as interações entre a agricultura familiar e a sustentabilidade.

Essa extensa configuração não é somente espacial, mas também essencial na constituição de políticas públicas, e na “abordagem territorial” do desenvolvimento rural desempenhando uma função fundamental na preservação e recuperação dos recursos hídricos;

A agricultura familiar é, portanto, um tipo de sistema agropecuário conhecido por termos como “pequena produção”, “agricultura de subsistência”, “produtor de baixa renda” ou ainda “pobres do campo” (ABRAMOVAY, 1997). Sistema produtivo que articula diversas temporalidades e diversas espacialidades, e que permite a reprodução social da família no campo ou na cidade, não somente em termos econômicos, mas também culturais.

Se ressalta ainda que a produção de pequeno porte e de mão de obra familiar com diversificação de cultivos fomenta a manutenção e reprodução de saberes familiares favorecem, ainda, a continuidade de práticas agrícolas mais harmoniosas com o meio ambiente, legando à agricultura familiar um importante papel na preservação ambiental, mesmo nos estabelecimentos de produção mais modernizada integrando estratégias que harmonizam a produção agrícola com a conservação ambiental (Stoffel, 2018; Schneider e Niederle 2008).

Nessa guisa, é cabível a compreensão que a agricultura familiar ao longo do processo de colonização até os dias atuais atravessou diversas tentativas de adaptação às mudanças impostas pelo sistema (Stoffel, 2018). Dessa maneira compreender os desafios em torno do

que envolve a agricultura familiar é crucial para construção sendo assim, pensa-se ser bastante pertinente o conceito empregado por Schneider e Niederle (2008):

Ao se referirem ao agricultor familiar e ao camponês: O que há de comum entre ambas as noções é que trabalho, produção e família formam um conjunto que opera de forma unificada e sistêmica, cultivando organismos vivos e gerenciando processos biológicos através dos quais buscam criar condições materiais que visam garantir sua reprodução enquanto grupo social. (Schneider, Niederl, 2008, p. 6)

Dito isso concluíram que a persistência da pequena produção agrícola de base familiar encontraria sua explicação na relativa incapacidade do modo de produção capitalista em impor plenamente à agricultura o modelo produtivo em vigor na indústria, em outros termos, a agricultura seria um setor no qual várias atividades ainda resistiram aos processos industriais, e tão logo garantem a sustentabilidade dos recursos naturais. (Abramovay, 1997; Schneider e Niederle).

Contudo, entender a sustentabilidade como algo podado e inato pondera a exclusão de diversas dimensões que integram seu real sentido, Sachs (2009), comenta que o termo sustentabilidade é muito mais abrangente e envolve diversas outras dimensões, além da ambiental, entre as quais destaca a sustentabilidade social; sustentabilidade econômica e a sustentabilidade política, a qual pode ser representada pelo ambiente institucional.

Entender o processo de sustentabilidade na agricultura familiar é aferir a habilidade em um agrossistema de manter produtividade quando exposto a forças perturbadoras, sintomas de stress que aparecem através de salinização, contaminação do solo e da água ou choque evento imprevisível e transitório, como por exemplo, uma nova peste, seca (Sousa Filho 2001).

Essa forma de agricultura, que frequentemente utiliza métodos tradicionais e adaptados às condições locais, enfatiza a manutenção e recuperação de áreas de preservação permanente, como as matas ciliares, fundamentais para a proteção dos mananciais (ALTIERI, 2012). Agricultura familiar não só se destaca por suas práticas agroecológicas, mas também por sua estreita relação com a conservação dos recursos hídricos, promovendo o uso racional e sustentável da água.

Além disso, práticas como o manejo integrado da irrigação e a captação de água da chuva são estratégias empregadas pelos pequenos produtores, contribuindo para a recarga dos lençóis freáticos e mitigando os efeitos de períodos de seca (CAPORAL; COSTABEBER, 2004).

Ao adotar sistemas como agroflorestas, rotação de culturas e manejo orgânico, promove-se a infiltração da água no solo, reduzindo o escoamento superficial e a erosão. A cobertura vegetal permanente, o uso de cobertura morta e a construção de terraços contribuem para a retenção de umidade, minimizando a evaporação e protegendo nascentes e córregos, evitando também a contaminação por agrotóxicos e fertilizantes sintéticos, preservando não somente a água para de qualidade para consumo humano, mas também para os ecossistemas aquáticos.

Dessa forma, a sinergia entre a agricultura familiar e a gestão sustentável dos recursos hídricos revela-se essencial para a promoção da segurança hídrica e ambiental, reforçando a necessidade de políticas públicas que incentivem e valorizem essas práticas.

Tendo em vista que estratégias de manejo não só garantem a disponibilidade hídrica a longo prazo, mas também fortalecem a resiliência climática, demonstrando que a sustentabilidade agrícola e a proteção das bacias hidrográficas são indissociáveis.

3 A DOÇURA DO MEL: PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Caracterização da área de estudo

Localizado na mesorregião geográfica do Norte Cearense, nordeste do Brasil, o município de Itapipoca abrange uma área territorial de 1.614,159 km² (IBGE, 2010) e possui uma população estimada em 116.065 habitantes, com Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) de 0,640, classificado como médio pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD, 2010).

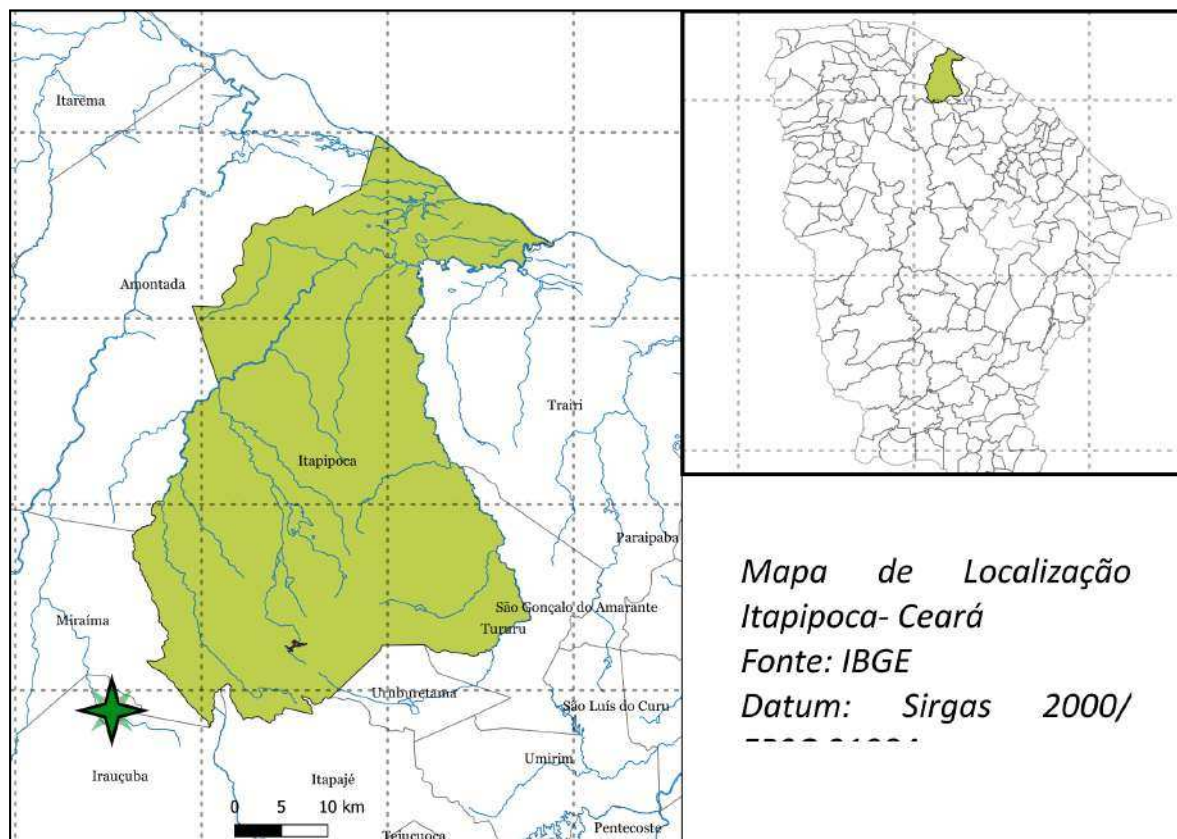
Geograficamente, o município situa-se a 130 km da capital Fortaleza e está organizado administrativamente em doze distritos: Itapipoca (sede), Arapari, Assunção, Baleia, Barrento, Bela Vista, Calugi, Cruxati, Deserto, Ipu Mazagão, Lagoa das Mercês e Marinheiros (IBGE, 2010). O sítio urbano da sede municipal está disposto na porção norte do sopé do Maciço de Uruburetama, caracterizando-se por uma topografia de baixas altitudes, o que influencia diretamente sua dinâmica socioespacial e econômica.

Conforme Maciel (2016), o topônimo "Itapipoca" origina-se no dialeto Tupinambá, significando "pedra de pele estalada", "pedra lascada" ou "pedra de pele arrebatada". O autor ressalta que essa interpretação está documentada nas cartas "Annuas", correspondências enviadas pelos missionários jesuítas a Roma entre os séculos XVI e XVII, período marcado pela evangelização colonial no Brasil.

A denominação está associada a uma formação morfológica singular, esculpida em relevo granítico e localizada no Maciço de Uruburetama, cujo acesso é naturalmente

complexo. Ademais, como forma de preservar a memória local, uma réplica dessa estrutura geológica foi instalada na Praça José Pontes Fialho, popularmente conhecida como Praça do Hotel, situada no distrito-sede. Esse marco simbólico reforça a relação entre identidade cultural e paisagem natural no município.

Figura 4 - Mapa de localização município de Itapipoca/Ce



Fonte: Elaboração própria

Localizado no distrito de Arapari, município de Itapipoca (CE), o Açude Quandú construído em 1990 no barramento do Rio Quandú, constitui um sistema hídrico estratégico para o abastecimento humano, atividades recreativas e manutenção de ecossistemas locais,

Segundo a Cogerh possui uma capacidade de 2.447.902 hm³, com a vazão regularizada (L/s) de 47.7 e está situado na Vertente Subúmida do Maciço de Uruburetama, inserido no contexto geológico do Complexo Tamboril-Santa Quitéria (CPRM, 2021).

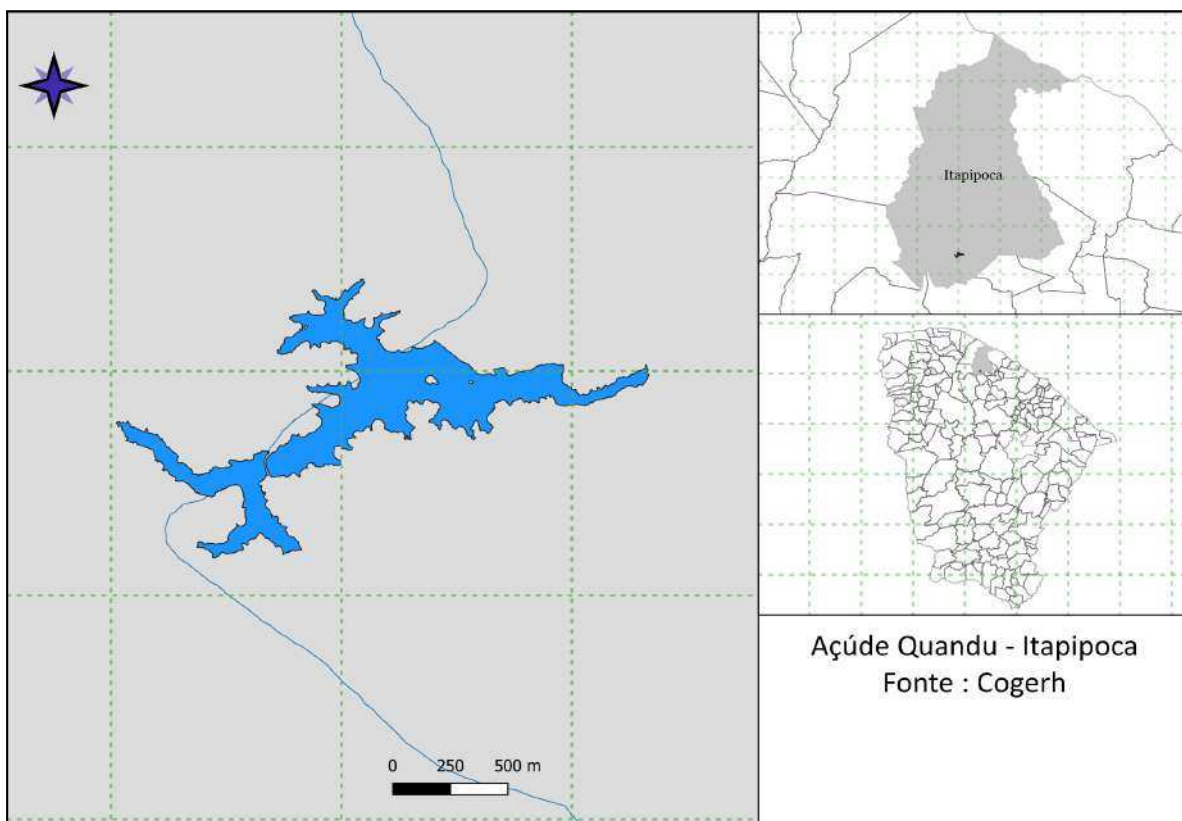
Integra a rede de reservatórios da Bacia Hidrográfica do Litoral, gerenciada pela COGERH, e apresenta características únicas, como sua simbologia que o torna objeto de estudo prioritário para políticas de conservação e planejamento regional. Seu barramento é

realizado por meio de uma tomada d'água do tipo galeria, estrutura técnica projetada para garantir eficiência na captação e distribuição hídrica.

O Quandú situa-se a 14 km da sede urbana de Itapipoca, inserido na região serrana que marca a transição entre o litoral e o sertão cearense.

De acordo com a Cogerh sua bacia de drenagem abrange áreas de preservação ambiental e zonas de uso agropecuário, desaguando no Rio Mundaú, divisor natural entre Itapipoca e Trairi. Segundo a Prefeitura de Itapipoca sua proximidade com sítios paleontológicos como o Tanque do Jirau (78 m de extensão com 3.000 peças fósseis catalogadas) confere importância geológica ao entorno.

Figura 5 - Mapa de localização Açude Quandú



Fonte: Elaboração própria

A construção do açude no século XX acompanhou a expansão agrícola na região serrana, inicialmente servindo à irrigação de cultivos de subsistência. Sua localização próxima à Igreja Nossa Senhora das Mercês (1772), marco fundacional de Itapipoca, evidencia o papel hídrico no desenvolvimento urbano.

Registros orais indicam que as primeiras barragens rudimentares datam da década de 1930, consolidando-se como infraestrutura permanente na gestão de DNOCS e, segundo relatos locais, a consulta do barramento se demonstrou figurativa.

O Açude Quandú personifica os desafios da gestão hídrica no semiárido nordestino, onde patrimônio natural, demandas humanas e vulnerabilidades climáticas coexistem em equilíbrio frágil.

A rica história geológica e cultural de seu entorno serve como lembrete de que a água é, antes de tudo, um vetor de conexão entre passado, presente e futuro.

3.2 Coleta de dados

Compreende-se a metodologia com caráter qualitativo e exploratório, a partir de uma análise documental e entrevistas estruturadas com moradores do entorno do açude. Para a compreensão da percepção dos moradores em relação aos serviços ecossistêmicos no entorno do Açude Quandú, foram aplicados métodos qualitativos para obtenção dos dados apresentados no Quadro 12.

Quadro 12 - Processos metodológicos

Objetivos específicos	Método aplicado
Caracterizar os serviços ecossistêmicos providos pelo Açude	Por meio do uso de entrevistas bem como a complementação da observação participante, buscou compartilhar da percepção sobre os serviços ecossistêmicos providos pelo açude.
Classificação dos Serviços Ecossistêmicos	Uso do método de classificação dos S.E foi utilizada a Classificação Internacional Comum dos Serviços Ecossistêmicos (CICES) destacando em sua composição os serviços de provisão, regulação e cultural, com uso da CICES revisada V5.1
Análise da qualidade ambiental do Açude Quandú.	Análise e triangulação do diagnóstico ambiental da companhia de gerenciamento dos recursos hídricos/COGERH

Fonte: Elaboração própria

3.3 Processos para a caracterização e classificação dos serviços ecossistêmicos

Para compreender a percepção das comunidades locais acerca dos serviços ecossistêmicos oferecidos pelo Açude Quandú, localizado em Itapipoca (Ceará), adotou-se uma abordagem metodológica integrada, combinando entrevistas semiestruturadas com observação participante e uso do método de classificação dos S.E foi utilizada a Classificação Internacional Comum dos Serviços Ecossistêmicos (CICES),

As entrevistas foram conduzidas junto a moradores e agricultores, que permitiram capturar narrativas sobre o papel do reservatório no abastecimento hídrico, na regulação microclimática e nas práticas culturais vinculadas ao território essa relação da comunidade com o reservatório vai além da utilidade imediata, transformando-se em um elemento simbólico que fortalece laços comunitários e preserva a memória coletiva frente às transformações socioeconômicas.

Paralelamente, a observação participante, que consiste em uma imersão do pesquisador no cotidiano do grupo estudado, permitindo a compreensão das práticas, significados e dinâmicas sociais a partir de uma perspectiva interna.

No contexto de estudos socioecológicos, como os realizados por Diegues (2000) em populações tradicionais, a observação participante revela sobre os saberes locais, como as técnicas de manejo de recursos hídricos ou agricultura familiar se entrelaçam com a resiliência ambiental ao integrar-se às atividades diárias como o plantio, e feiras comunitárias.

Essa metodologia, portanto, não apenas documenta práticas, mas desvela as lógicas coletivas que sustentam sistemas socioambientais complexos, como os observados no entorno do Açude Quandú. Realizada em conjunto das atividades cotidianas como o manejo agrícola, a pesca artesanal, revelou dimensões não verbais dessa relação socioecológica, como a adaptação às secas sazonais e a valorização simbólica do açude como elemento identitário.

A investigação adotou uma abordagem qualitativa combinando a técnica de bola de neve, consistindo em indicações cruzadas de participação, para seleção de participantes, totalizando 13 moradores do entorno do Açude Quandú, em Itapipoca (CE), com idades entre 17 e 92 anos. Essa amplitude geracional permitiu capturar perspectivas intergeracionais, desde memórias sobre o processo de construção do barramento na década de 1990 até às percepções contemporâneas sobre os serviços ecossistêmicos.

A observação participante ocorreu entre os dias 9 e 13 de fevereiro de 2025 com a realização de visitas domiciliares em três comunidades no entorno do Açude: Patos, Assunção e a própria comunidade do Quandú (ver Figura 6)

Figura 6 - Açude Quandú



Fonte: Arquivo pessoal

A coleta de dados foi realizada por meio de entrevistas semiestruturadas gravadas, alinhadas ao modelo de identificação de serviços ecossistêmicos proposto por CICES, organizado em uma estrutura hierárquica, sumariamente como seção, como Divisão, Grupo e classe e descrição do serviço, se tornando mais afunilado podendo haver muitos serviços aninhados entre as amplas categorias, concentrando nos resultados sobre a busca das propriedades ecológicas suas funcionalidades.

Essa análise qualitativa evidenciou como a transformação da diversidade ambiental e cultural da Caatinga não se restringe à mera variabilidade de paisagens, mas abarca dinâmicas socioecológicas complexas, como a interação entre os ciclos sazonais do bioma, as práticas tradicionais de manejo e a resiliência das espécies endêmicas frente às mudanças do clima.

Observou-se, ainda, que essas transformações refletem processos adaptativos multifacetados, nos quais a percepção local sobre os serviços ecossistêmicos, como provisão

de recursos hídricos, regulação microclimática e manutenção da biodiversidade desempenha um papel catalisador na reconfiguração da relação entre as comunidades e do ecossistema.

A triangulação entre narrativas orais e observação direta revelou, assim, que o Quandú transcende sua função hidráulica, configurando-se como um lugar de memória e um eixo catalisador de relações ecológicas, culturais e produtivas.

3.4 Procedimentos para análise da qualidade ambiental do Açude Quandú

O estudo também consistiu em uma revisão sistemática dos relatórios técnicos da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), com foco no Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do Litoral (2022) e nos planos de gestão hídrica prospectivos, visando investigar a qualidade ambiental do Açude Quandú (Figura 7), bem como os desafios de gestão apontados no levantamento de dados públicos.

Figura 7 - Espelho Quandú



Fonte: Arquivo pessoal, 2025

Para tanto, adotou-se uma abordagem triangulativa; essa triangulação de dados compreende-se como uma estratégia metodológica que visa ampliar a confiabilidade e a validade de uma pesquisa por meio da convergência de múltiplas fontes, técnicas ou perspectivas de análise.

Como destaca Minayo (2014), essa abordagem permite contrastar informações obtidas através de métodos distintos (ex.: entrevistas, observação participante, análise documental),

identificando padrões e contradições que enriquecem a interpretação dos fenômenos estudados.

O presente trabalho consistiu no cruzamento de dados quali-quantitativos de eixos centrais como: Os índices de qualidade da água (como IQA e IET), calculados a partir de parâmetros físico-químicos e biológicos e análises da Bacia do Litoral, os indicadores tróficos, as principais fontes de poluição e os mecanismos institucionais e de participação social.

Segundo (SANTOS et al., 2017) O Índice de Qualidade da Água (IQA), calculado com nove parâmetros (incluindo oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes e turbidez), classifica corpos hídricos em categorias de "ótimo" a "péssimo".

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Onde:

q_i : qualidade do i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva curva média de variação de qualidade, em função de sua concentração ou medida;

w_i : peso correspondente ao i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade

A metodologia usada no Ceará, pela Cogerh precisa atender a Resolução CONAMA 357/2005 exige adaptações: o IQA necessitaria incluir quatro parâmetros adicionais para atender plenamente às exigências legais (ALINE et al., 2019). Já ao que se refere ao Índice de Estado Trófico (IET), focado em fósforo total, nitrogênio e clorofila-a, mostrou-se mais adequado para açudes semiáridos.

O IET tem por finalidade classificar corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avaliar a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas ou ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas (CETESB, 2009);

$$IET = [IET(PT) + IET (CL)]/2$$

Onde:

PT: concentração de fósforo total (em mg.L-1);

CL: concentração de clorofila total (em mg.L-1);

ln: é o logaritmo natural.

4 DESEJOS DA TERRA: RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Caracterização e Classificação dos serviços ecossistêmicos

Como resultado do processo de identificação dos serviços ecossistêmicos associados ao Açude Quandú, foram identificados serviços pertencentes às categorias de provisão, regulação e cultural, além de seus benefícios socioecológicos correspondentes.

A categorização foi realizada em conformidade com o Sistema Comum Internacional de Classificação de Serviços Ecossistêmicos (CICES), o que permitiu sistematizar as interações entre as funções ecossistêmicas do manancial e os ganhos tangíveis e intangíveis para a população e o ambiente.

Essa análise evidenciou não apenas a diversidade de serviços oferecidos pelo açude, mas também a interdependência entre sua qualidade ambiental e a sustentabilidade dos usos humanos associados.

Quadro 13 - Indicadores de serviços de provisão

Indicadores que compõem o serviço de provisão	
NUTRIÇÃO	Alimentos da aquicultura, alimentos da agricultura, flora silvestre, alimentos vindos da criação animal, água de poço, água de rio, açude, água de chuva.
MATERIAIS, ENERGIA E ESPAÇO	Remédios naturais, usos como fermentação, plantas, e animais para a agricultura, água (poço para irrigação, usos industriais, comerciais), água de rios, açudes, lagos para usos que não sejam consumo humano.
ENERGIA	Animais e plantas para (carvão vegetal, lenha, biodiesel, óleos, gorduras, produção de energia...) biomassa, combustíveis fósseis (carvão mineral, gás natural.), mecânica de animais (agricultura e transportes), radiação solar (eletricidade).

Fonte: Adaptado de Rabelo, 2014.

Quadro 14 - Serviços Ecossistêmicos identificados - Provisão

Seção	Divisão	Grupo	Classe	Tipo de classe	Identificados
Provisão	Nutrição	Biomassa	Culturas	Culturas, por tipo	Feijão, Milho, Macaxeira, batata doce Hortas (cheiro-verde, rúcula, alface) Frutas: Manga, caju, Ata, Goiaba, seriguela, limão, graviola, acerola
			Animais criados plantas Selvagens, alga	Animais e produtos, por tipo, Plantas selvagens e algas por tipo	Tilápias (Oreochromis niloticus) e arpas (Cyprinus carpio), Cavalos, Vacas, leite Galinhas, ovos, patos, capote, porcos, cabra abelhas e mel.
			Animais selvagens	Animais por quantidade tipo	martim-pescador (Ceryle torquata) e garça-branca (Ardea alba) nas zonas ripárias
		Água	Água de superfície potável	Por quantidade	Coleta por chuva (cisternas)
			Água subterrânea potável		Poços profundo, Cacimbão, olho d'água
		Materiais	Biomassa	Fibras/materiais de plantas e animais para uso	

			direto ou transformação	Material por quantidade, tipo, uso	corama, sálvia pepaçonha, alecrim, quebra-pedra, hortelã, boldo, cúrcuma, babosa.
			Materiais de plantas e animais para uso agrícola		Esterco de gado, Esterco de porcos p biodigestor, galinha Forragem (restos de hortaliças)
	Energia	Fonte de energia a base de biomassa	Recursos a base de plantas	Por quantidade, tipo e uso	Lenha - obtida a partir de galhos e pequenos arbustos
			Recursos a base de animais		Esterco; necessário para o biodigestor
		Energia mecânica	Energia a base de animais	Ex: Por recursos	Uso de burros/ cavalos para puxar carroças

Fonte: Adaptado de Rabelo, 2014.

Os serviços de provisão assumem um papel central na dinâmica socioeconômica das comunidades do entorno do Açude Quandú, viabilizam em parte a segurança alimentar por meio da produção para consumo direto, como o feijão, milho, macaxeira e batata-doce, que formam a base nutricional das famílias.

A agricultura familiar, caracterizada pela diversidade produtiva, integra cultivos alimentares, criação animal e manejo sustentável dos recursos naturais, configurando um modelo agroecológico adaptado ao território.

Foram identificadas hortaliças como cheiro-verde, rúcula e alface) e frutíferas (Manga, Caju, Goiaba e Ata, Limão, Graviola, Acerola conforme ilustrado na (Figura 8) complementam a dieta local e são convertidas em fontes de renda através da comercialização nas feiras regionais e incluindo os da capital Itapipoca.

Figura 8 - Frutíferas

Fonte: Arquivo pessoal, 2025

Por outro lado, a produção animal (Figura 9) revela um sistema multifuncional: enquanto alguns burros e cavalos são utilizados para trabalho e transporte, as vacas, cabras e porcos fornecem proteína (leite e carne), e ao mesmo tempo que aves como galinhas, patos e capote contribuem com ovos e carne.

Não menos importante, e apenas em poucas propriedades há a ocorrência de apicultura, com a criação de abelhas, que assegura a produção de mel, agregando valor econômico e ecológico.

Ainda assim, há ocorrência da pesca, principalmente de Tilápias (*Oreochromis niloticus*) e arpas (*Cyprinus carpio*), desempenha um papel complementar, reforçando a interdependência entre água e produção.

Dessa forma, a integração entre agricultura, pecuária e manejo sustentável configura um sistema agroecológico resiliente. Por um lado, os cultivos anuais e perenes equilibram

necessidades imediatas e de longo prazo; por outro, a diversidade animal e vegetal fortalece a autonomia das famílias, a proximidade do Açude Quandú não apenas viabiliza a irrigação de frutíferas e hortaliças como criação de animais de pequeno porte, mas também sustenta práticas tradicionais de modo de vida.

Figura 9 - Criação de porcos, abelhas e uso do biodigestor



Fonte: Arquivo pessoal, 2025.

No âmbito da Nutrição e Biomassa, plantas selvagens e algas complementam a dieta e a medicina tradicional, enquanto peixes, associados ao açude, reforçam a oferta proteica. Já na gestão hídrica, a água potável é obtida por múltiplas vias (ver Figura 10): seja por coleta de chuva (cisternas) seja por fontes subterrâneas (poços profundos, cacimbões e olhos d'água), assegurando resiliência em períodos de seca.

Quanto aos Materiais (Figura 11) a biomassa é aproveitada de forma multifuncional: por um lado, fibras vegetais (capim santo, cidreira, babosa) são usadas para fins medicinais e artesanais; por outro, madeira para lenha e esterco animal (gado, porcos, galinhas) servem

como insumos energéticos e fertilizantes. Não menos importante, o uso de restos de hortaliças como forragem ilustra a circularidade do sistema.

Figura 10 - Captação de água por cisternas



Fonte: Arquivo pessoal, 2025

No que se refere à Energia, destaca-se a biomassa como base principal: a lenha, extraída de galhos e arbustos, é fonte de calor, enquanto o esterco alimenta biodigestores, gerando biogás. Além disso, a energia mecânica é suprida por tração animal (burros e cavalos), essencial para transporte e preparo do solo.

O esterco de animais, longe de ser visto como resíduo, ganha nova vida nos biodigestores. Por meio de um processo simples, mas eficiente, os dejetos de vacas, porcos e galinhas fermentam em câmaras fechadas, liberando metano — um gás que, capturado e

canalizado, vira combustível para fogões e lampiões. Além de reduzir o desmatamento (já que diminui a demanda por lenha), o biogás também atua como biofertilizante, nutrindo hortas e roçados sem químicos.

Figura 11 - Biomassa, animais e produtos



Fonte: Arquivo pessoal, 2025

Por fim, essa integração entre recursos naturais, práticas tradicionais e gestão sustentável evidencia um modelo socioecológico equilibrado. O Açude Quandú sustenta a irrigação e a pesca, a diversidade de culturas, animais e materiais fortalece a autonomia comunitária.

Assim, essa sinergia entre água, terra e biodiversidade não apenas assegura certa autossuficiência, e também preserva saberes locais e a resiliência ambiental em Itapipoca. Seção Cultural (Quadro 15) compõe as saídas não materiais dos ecossistemas com caráter simbólico, cultural ou intelectual que afetam o estado físico e mental das pessoas

Quadro 15 - Serviços Ecossistêmicos identificados - Cultural

SEÇÃO	DIVISÃO	GRUPO	CLASSE	TIPO DE CLASSE	IDENTIFICADOS
Cultural	Interações espirituais e simbólicas com o ecossistema	Espiritual ou emblemático	Simbólico	Pelo uso, plantas, animais, tipo de ecossistema	Romaria das águas;
			Sagrado ou religioso		
		Outros	Existência	Por plantas, animais, características ou tipo de ecossistemas	Atividades no Balneário; Pesca esportiva
			Legado		
	Interações físicas e intelectuais com o ecossistema	Interações físicas e vivenciais	Uso de plantas, animais e paisagens	Visitas, dados de uso, plantas, animais e tipo de ecossistema	Cada estação da Via-Sacra na romaria é marcada pelo plantio de uma muda, totalizando 14 árvores por edição.
		Interações Intelectuais e representativas	Científica	Por uso, citação, plantas e tipo de ecossistema	Investigação da qualidade ambiental das águas.
			Educacional		Associação do plantio de árvores as atividades escolares
			Herança cultural		Proximidade a igreja das Mercês
			Entretenimento		Pedalinho e Caiaque
			Estético		Formatação da paisagem

Fonte: Adaptado de Rebelo, 2014.

Os relatos destacaram não apenas a importância do açude como uma obra estruturante para a região, mas também sua função socioambiental atual, como por exemplo “amenização do calor” descrita como um microclima mais tolerável em períodos de seca.

Bem como o suporte à agricultura familiar por meio da irrigação de cultivos como feijão, milho, hortaliças, e dessedentação de animais, essencial para a criação de aves, bovinos e atividades econômicas centrais como o uso recreativo do balneário. Além disso, os entrevistados enfatizaram a interdependência entre a manutenção do reservatório e a resiliência comunitária, evidenciando como práticas tradicionais de manejo hídrico, coexistem com estratégias adaptativas frente às variações climáticas recentes.

Além de sua função vital como fonte de água para comunidades rurais de Itapipoca, o entorno do Açude Quandú transformou-se em um espaço sagrado de encontros, onde a terra, a espiritualidade e a luta pela vida se entrelaçam; Nele, as comunidades não veem apenas água; enxergam o reflexo de sua própria força, a mesma que os mantém de pé, mesmo quando o céu nega chuva e o solo parece esquecer de ser fértil.

Nesse cenário, a Romaria das Águas emerge não apenas como um ritual religioso, mas como um ato coletivo de amor ao território, um grito silencioso que une passado e presente em defesa do meio ambiente e da identidade cultural.

A Romaria das Águas surgiu em 2015 como uma iniciativa da Paróquia de Nossa Senhora da Assunção, vinculada à Diocese de Itapipoca. Inspirada pela espiritualidade quaresmal, a primeira edição combinou elementos da Via-Sacra cristã com gestos concretos de preservação ambiental, como o plantio de mudas de árvores; Espécies como a catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*) e o juazeiro (*Ziziphus joazeiro*) são priorizadas por sua resistência à seca, reforçando a mensagem de adaptação às mudanças climáticas (MARIO ALMEIDA, 2018). Todos os anos, centenas de pessoas (Figura 12), agricultores, pescadores, lideranças comunitárias, jovens e idosos, reúnem-se às margens do açude, não apenas para rezar, mas para celebrar a água como fonte de existência.

Enquanto cantos e orações ecoam, há também oficinas de educação ambiental, debates sobre a escassez hídrica e trocas de sementes crioulas. Essa fusão entre devoção e ação prática reflete a sabedoria de um povo que compreende: cuidar da natureza é um ato de fé, e por sua vez, fortalece a resistência (MARIO ALMEIDA, 2018).

No que tange a divisão CICES de “interações físicas e intelectuais com o ecossistema”, Festivais Juninos, romarias; Na classe “Educativa” encontros educacionais frequentemente ocorrem às margens do reservatório, aproveitando a infraestrutura viária da CE-168, que liga Arapari a Assunção.

Na prática, é como se a *Laudato Si'*, a encíclica do Papa Francisco que clama por uma “conversão ecológica” ganhasse voz nas margens do Quandú, traduzida não em latim, mas no sotaque de quem sabe que cuidar da terra é rezar com os pés no chão.

Afinal, nesse pedaço de semiárido, a ecologia não é discurso, mas é o pão de cada dia, a água que falta, a árvore que teima em crescer.

Figura 12 - Romaria das águas de 2018



Fonte: Almeida, 2018

A Romaria das Águas destaca-se pela participação ativa de grupos organizados, como o G-8 (formado por oito escolas de Arapari) e o G-6 (composto por instituições de ensino de Assunção). Esses coletivos não apenas coordenam a logística do evento, mas também desenvolvem projetos pedagógicos paralelos, integrando a romaria ao currículo escolar. Em 2019, por exemplo, alunos da Escola Antônio Pinto de Oliveira (Itapajé) participaram da atividade, associando o plantio de mudas a conteúdos de ciências ambientais.

O apoio de entidades como o CRAS (Centro de Referência de Assistência Social), a SETRAS (Secretaria do Trabalho e Desenvolvimento Social) e a Cáritas Diocesana tem sido fundamental para a sustentabilidade da romaria.

Figura 13 - Convite Romaria de 2018



Fonte: Almeida, 2018

Em edições recentes, a colaboração com a Secretaria de Educação de Itapipoca permitiu a inclusão de oficinas sobre gestão de recursos hídricos, direcionadas a professores e alunos. A romaria revela uma verdade simples, mas profunda: preservar o açude não é só salvar água, é guardar vidas, memórias e a própria fé de um povo que, como o juazeiro, aprendeu a florescer mesmo quando o mundo insiste em negar-lhe raízes.

4.2 Análise da qualidade ambiental do Açude Quandú

A análise qualitativa evidenciou como a transformação da diversidade ambiental e cultural da Caatinga não se restringe à mera variabilidade de paisagens, mas abarca dinâmicas socioecológicas complexas, como a interação entre os ciclos sazonais do bioma, as práticas tradicionais de manejo e a resiliência das espécies endêmicas frente às mudanças do clima.

Observou-se, ainda, que essas transformações refletem processos adaptativos multifacetados, nos quais a percepção local sobre os serviços ecossistêmicos, como provisão de recursos hídricos, regulação microclimática e manutenção da biodiversidade desempenha um papel catalisador na reconfiguração da relação entre as comunidades e do ecossistema.

A triangulação entre narrativas orais e observação direta revelou, assim, que o Quandú transcende sua função hidráulica, configurando-se como um lugar de memória e um eixo catalisador de relações ecológicas, culturais e produtivas.

Em 2015, as águas da Bacia litoral transbordavam vida, alcançando 98,23% da capacidade, um cenário que parecia prometer segurança para gerações. Porém, como um espelho quebrado, essa imagem escondia rachaduras: a eutrofização (excesso de nutrientes que asfixia a vida aquática), a pressão humana (desmatamento, esgotos clandestinos) e os caprichos do clima já sussurravam ameaças.

Nove anos depois, em 2024, a bacia mantém 60% de sua capacidade — um sopro de resistência, sustentado por uma gestão que aprendeu a ouvir o ritmo das secas. A eficiência operacional, fruto de décadas de erros e acertos, garante que a água chegue às torneiras, mas a irregularidade das chuvas exige mais que engenharia: exige poesia. Pois como planejar quando o céu, outrora previsível, hoje hesita entre inundações e estiagens?

Por trás dos gráficos, há um rio invisível de desafios: a carga de nutrientes que escorre de lavouras e esgotos domésticos intoxica as águas, transformando-as em um caldo verde de algas, um alerta silencioso de que o progresso, sem cuidado, vira veneno. Enquanto isso, famílias ribeirinhas, cujas vidas dependem do reservatório, perguntam-se: “Até quando nossos netos poderão pescar aqui?”

A alocação negociada de água, um mecanismo que une governo, agricultores e comunidades em diálogo, prova que a escassez pode ser uma mestra de cooperação. Já o licenciamento ambiental rigoroso, embora ainda insuficiente, é um primeiro passo para frear a poluição, um passo que precisa virar corrida.

Segundo dados da COGERH de 2024 a rede de monitoramento de qualidade de água (RMQA) foram realizadas coletas entre os dias 03 de janeiro de 2024 e 09 de abril de 2024.

E seguindo a metodologia de Paulino; Oliveira; Avelino (2013) no quadro abaixo;

Quadro 16 - Descrição do estado de trofia

Estado de trofia	Significado
Oligotrófico	Possuem águas limpas, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água, decorrentes da presença de nutrientes.
Mesotrófico	São águas com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
Eutrófico	São os corpos de água com alta produtividade, com redução da transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água e interferências nos usos múltiplos.
Hipereutrófico	Águas afetadas significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutriente, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado aos episódios de florações de algas ou mortandade de peixes, com comprometimento acentuado nos seus usos.

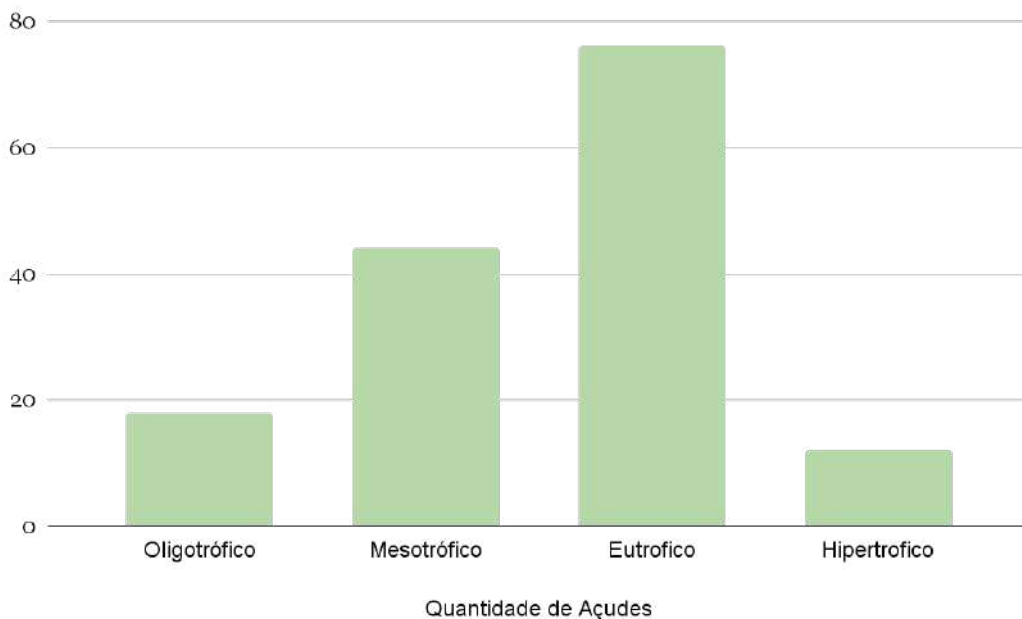
Fonte: adaptado de Lamparelli, 2004; Cetesb, 2007 apud ANA (2019).

Segundo o relatório da Cogerh (2024), ao analisar os 157 açudes monitorados, destaca-se que, ao mencionar as condições adversas, coletas não foram realizadas em 7 deles devido à seca e à presença de macrófitas cobrindo os espelhos d'água.

Ao classificar os açudes por estado trófico, observa-se que 18 foram categorizados como oligotróficos e 44 como mesotróficos, ao representar esses grupos, respectivamente, 11,5% e 28% do total, ao totalizar 41,3% dos reservatórios analisados.

Ao contraporem-se a esses dados, os açudes eutróficos (76) e hipereutróficos (12) ao somarem 88 unidades, correspondem a 58,7% dos avaliados, ao apontar assim um cenário de maior eutrofização na maioria dos corpos d'água.

Figura 14 - Quantidade de açúdes classificados por estado trófico na camp. fev/2024

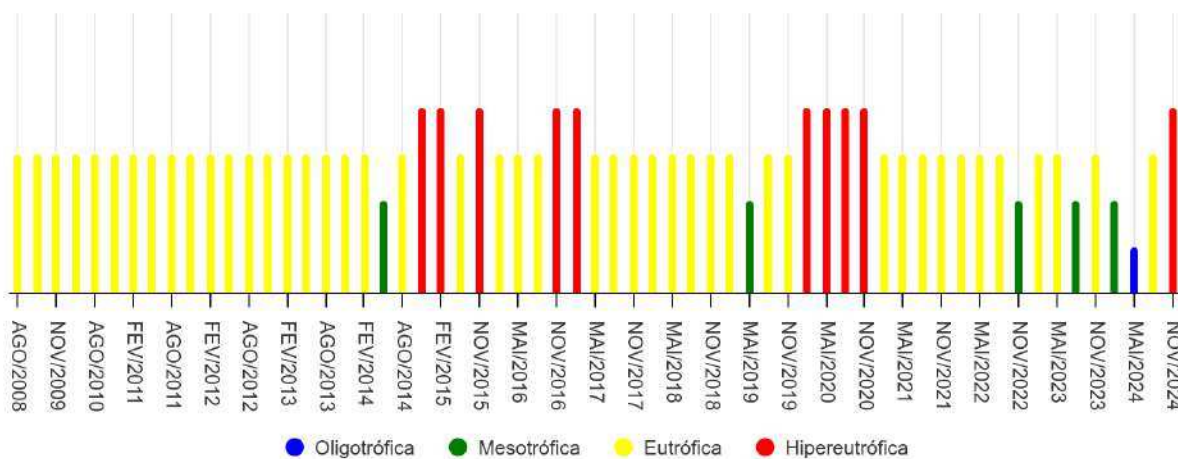


Fonte: Cogerh, 2024

- Na Bacia Litoral, onde se encontra o Açúde Quandú; Foram avaliados o índice de estado trófico (IET) 10 açúdes onde:

Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Hipereutrófico
1	3	6	0

Figura 15 - Temporalidade de eutrofização - Açúde Quandú



Fonte: COGERH, 2024

- O Açude Quandú de 2023 a 2024:

Reservatório	Volume (%)	Classe Trófica	Volume (%)	Classe Trófica
QUANDÚ	81,4	Eutrófica	57,0	Mesotrófica

- Cruzando dados físico-químicos, indicadores tróficos, fontes de poluição e mecanismos institucionais para compreender os desafios ambientais e sociais deste reservatório estratégico na Bacia Litorânea do Ceará;

Quadro 17 - Poluição difusa

Fontes de Poluição e Cargas Nutricionais	Esgotos domésticos não tratados, responsáveis por 40% das cargas de fósforo em bacias urbanizadas
	Erosão de solos agrícolas, que contribui com sedimentos ricos em nitratos
	Atividades pecuárias, com dejetos animais carregados de matéria orgânica
	Piscicultura intensiva, que libera nutrientes via ração não consumida

Fonte: COGERH, 2024; Paulino; Oliveira; Avelino, 2013

No Quandú, a proximidade de áreas agrícolas e assentamentos residenciais informais amplifica esses impactos, exigindo ações integradas de saneamento e conservação de solos.

Entre os desafios da Bacia Litorânea se destacam principalmente:

- Pressões Antrópicas e os conflitos de uso: Na expansão urbana desordenada em Itapipoca aumenta a demanda por água enquanto reduz a infiltração no solo, elevando o escoamento superficial e a carga de poluentes, a irrigação não regulamentada em propriedades rurais compete pelo mesmo recurso destinado ao abastecimento humano, um conflito agravado pela falta de outorgas coletivas
- Mudanças Climáticas e Resiliência Operacional: Irregularidade pluviométrica como fator limitante; Projeções para 2025 indicam redução de 10-15% na precipitação média na região Nordeste, segundo modelos do INPE, o que exigirá: Ampliação de sistemas de reúso; Integração de fontes alternativas (dessalinização, águas subterrâneas); Reforço na infraestrutura de transposição entre bacias.

Quadro 18 - Prognóstico de Bacia Integrado

Triangulação com a Bacia Litorânea	A Bacia Litorânea armazena 6,86 bilhões de m ³ (36,9% da capacidade total do estado) O Açude Quandú operando em sinergia com reservatórios como Gavião e Aracoiaba (52% de capacidade agregada), Simulações indicam que, mantida a vazão média de 56 l/s; O Quandú poderia sustentar o abastecimento por 18 meses sem recarga, assumindo demanda constante. Cogerh (2024)	Índice de Segurança Hídrica (ISH): Calculado como razão entre demanda e disponibilidade, o ISH para a região é 0,7 (limiar crítico = 0,5), indicando margem de segurança moderada
		Risco de Colapso: Modelos da ANA associam probabilidade de 15% para déficit hídrico severo até 2026, considerando cenários RCP 4.5
		Custos de Tratamento: Estações de tratamento enfrentam aumento de 30% nos custos devido à turbidez e concentração de cianobactérias

Fonte: Cogerh, 2024

A respeito dos Parâmetros Físico-Químicos da Água estudos do Plano Municipal de Saneamento Básico (2023) revelam:

- Coloração: Tonalidade escura persistente, atribuída à presença de matéria orgânica dissolvida e sedimentos finos.
- Transparência: Índice negativo (Secchi < 0,5 m), indicando alta turbidez
- Temperatura: Média de 22°C nas camadas superficiais, com estratificação térmica acentuada no verão.
- Profundidade: Varia de 1,5 m nas margens a >8 m no centro do reservatório, conforme batimetria de 2018

A combinação desses fatores limita a penetração de luz, inibindo a fotossíntese em camadas mais profundas e favorecendo processos anaeróbios.

Dados do sistema de abastecimento de água (SAA) Prefeitura de Itapipoca de 2023 apontou como vetores de degradação ambiental entre os anos de 2017- 2018;

- Carga Orgânica: 45% do esgoto doméstico de Arapari chega ao Quandú sem tratamento terciário.
- Assoreamento: Taxa de 1,2 cm/ano no assoreamento, reduzindo a capacidade útil em 8% desde 2010
- Eutrofização: Concentrações de fósforo total atingem 120 µg/L, ultrapassando o limite de 50 µg/L estabelecido pela Resolução CONAMA 357.

Sobretudo a Gestão de Bacias e a Realidade Local apresentam relações disparates. A experiência da COGERH identificou quatro desafios críticos para o controle da eutrofização; De acordo com Paulino, Oliveira, Avelino, 2013; A Fiscalização insuficiente: 1 agente para cada 5.000 ha na Bacia Litorânea; O Licenciamento frágil: Ausência de análise cumulativa de impactos em outorgas e o Monitoramento descontínuo: Dados de IET publicados com defasagem média de 18 meses e a participação limitada: Comitês de Bacia com <30% de representação de agricultores familiares.

Quadro 19 - Correlações Causais

Correlações Causais : Triângulo de Degradação	Estiagem → Concentração de Nutrientes → Dominância de Cianobactérias;
	Esgotos → Relação N:P → Limitação por P
	Falhas Institucionais → Contaminação Contínua → Perda de Resiliência

Fonte: Adaptado de Paulino; Oliveira; Avelino, 2013

Quadro 20 - Interconexões e Paradoxos

IQA/IET x Fontes Poluidoras
<ul style="list-style-type: none"> ● Enquanto o IQA do Quandú classifica a água como "boa" (72-85 pontos), o IET indica eutrofização avançada. Essa divergência ocorre porque: ● O IQA não inclui fósforo total, parâmetro-chave para avaliar riscos de floações de cianobactérias. ● A turbidez elevada (>100 NTU) mascara problemas microbiológicos, já que partículas em suspensão reduzem a penetração de luz UV, prolongando a sobrevivência de coliformes

<p>Fontes Difusas Mecanismos de Controle</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apesar do avanço nos PSA (Pagamento por Serviços Ambientais), apenas 12% das propriedades rurais do entorno adotam terraceamento. • O paradoxo na coexistência de: <p>Incentivos econômicos: R\$ 150/ha/ano para práticas conservacionistas.</p> <p>Fiscalização frágil: 1 fiscal para cada 5.000 ha, permitindo descumprimento de metas de redução de sedimentos.</p>
<p>Participação Social x Eficácia Institucional</p> <p>Os Comitês de Bacia garantem representatividade (40% usuários, 40% governo, 20% ONGs), mas decisões sobre outorgas raramente consideram dados de monitoramento comunitário. A Romaria das Águas pressiona por:</p> <p>Inclusão de indicadores de equidade (ex.:% mulheres em instâncias decisórias).</p> <p>Transparência na alocação de recursos do cobrança pelo uso da água, hoje concentrados em obras estruturantes (68%) versus educação ambiental (5%).</p>

Fonte: COGERH 2024; Itaprev, 2023; Paulino, Oliveira, Avelino, 2013

A Dinâmica trófica possui correlações causais, todavia o IET no Açude Quandú está diretamente interligado; com o escoamento superficial agrícola e o derrame de esgotamento doméstico. Essa triangulação metodológica evidenciou que os serviços ecossistêmicos, desde a provisão de água para irrigação até a manutenção de saberes tradicionais são percebidos não apenas como recursos utilitários, mas como pilares de resiliência frente aos desafios climáticos, reforçando a interdependência entre a dinâmica hidrológica do Quandú e as estratégias convivência da população local.

No diagnóstico ambiental do Quandú revela um sistema sob pressão, onde avanços na governança (como a alocação participativa) convivem com desafios estruturais (ex.: eutrofização). A triangulação com a Bacia Litorânea destaca sobre a necessidade de políticas intersetoriais que harmonizem usos urbanos, agrícolas e ecológicos, como posto pela Cogerh (2024).

Quadro 21 - Diretrizes de atuação prognóstica

Diretrizes	Fortalecer o Inventário Ambiental: Aplicar a metodologia de Paulino et al. para mapear fontes difusas de poluição no entorno do Quandú.
	Expandir Monitoramento em Tempo Real: Implementar sensores IoT para parâmetros como turbidez e pH, integrando dados à plataforma HidroCE.
	Revisão dos Marcos Regulatórios: Adaptar dispositivos de licenciamento ambiental e irrigação no contexto cearense.
	Promover Pagamento por Serviços Ambientais (PSA): Compensação de proprietários rurais que adotem práticas conservacionistas em áreas de recarga.
	Criar Comitê de Crise Climática: Grupo técnico para atualizar modelos hidrológicos frente a projeções do IPCC.

Itaprev, 2023

O fortalecimento do Inventário Ambiental, a implementação de monitoramento em tempo real e a revisão dos marcos regulatórios são medidas essenciais para garantir que o equilíbrio ecológico seja preservado, mesmo diante dos desafios.

Além disso, ao promover um possível Pagamento por Serviços Ambientais, cria-se um incentivo direto para que os proprietários rurais adotem práticas conservacionistas, essenciais para a recuperação das áreas de recarga.

A criação de um Comitê de Crise Climática também surge como uma necessidade urgente, visando atualizar os modelos hidrológicos e garantir que a região se prepare para as mudanças climáticas previstas pelo painel intergovernamental de mudanças (IPCC).

Contudo, é importante entender que a Bacia Litorânea não é apenas um recurso natural, mas um verdadeiro pacto entre o passado e o futuro. Seu maior ensinamento é claro: sobreviver no semiárido não significa dominar a natureza, mas aprender a dançar com ela, passo a passo, respeitando seu ciclo e aguardando pacientemente o retorno das chuvas, que, com sorte e sabedoria, restauram o equilíbrio perdido.

5 CONCLUSÃO

Os aspectos metodológicos objetivaram identificar e caracterizar a sustentabilidade dos serviços ecossistêmicos, além de analisar dados triangulados sobre a qualidade ambiental do Açude Quandú a partir de relatórios institucionais e dos dados públicos municipais.

As limitações da pesquisa se deram principalmente na busca de dados secundários atualizados e informações locais, dificuldades encontradas sobretudo pela distância.

Os resultados obtidos revelam um retrato complexo que vai além das experiências locais: expõem as contradições inerentes ao território; A caracterização e a classificação explicitam a diversidade de cultivos de criações no entorno do açude, explícito nos aspectos de provisão e culturais, na análise demonstra principalmente as disparidades não se limitam à tensão entre o valor afetivo-cultural da região e sua frágil situação ambiental, mas também refletem os desafios práticos na gestão do Açude, especialmente quando comparado a bacias hidrográficas maiores. Questões como distribuição de água e os critérios de outorga ganham urgência nos períodos de seca, justamente quando a dependência da comunidade em relação ao reservatório se intensifica.

É importante ressaltar que a construção do açude ocorreu à margem do diálogo com as populações afetadas, sem prever mecanismos para evitar impactos negativos, realidade que ecoa até hoje na falta de ações concretas contra o despejo irregular de resíduos.

Essa desconexão entre planejamento e realidade local acentua não apenas riscos ambientais, mas também injustiças sociais, já que são as comunidades mais vulneráveis que arcam com as consequências dessa gestão fragmentada e sem a verticalização da participação popular. Aspectos culturais e religiosos se fortalecem nas comunidades no entorno do Açude tecidos por relações socioecológicas discretas mas profundas, a romaria das águas traceja os ideais simbólicos culturais profundos, que formatam e caminham com a sustentabilidade.

Assim, cada muda enterrada às margens do açude não só protege o solo da erosão, mas reafirma um pacto ancestral entre homem e natureza, onde a sobrevivência depende de saber escutar e respeitar os desejos da terra.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, J. A. S.; KISHI, R. T. Planejamento dos recursos hídricos através de técnicas de sistemas de informações geográficas. In: **SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE**, 1., 1992, Recife. **Anais...** Recife: UFPE/GRH/ABRH, 1992. v. 2, p. 55-61.

ALINE, A. S. et al. Estudo de um índice de qualidade da água: uma proposição para a Resolução Conjunta ANA/ANEEL nº 03/2010. **Revista Valore**, [S. l.], v. 4, p. 133-150, 2019. DOI: 10.22408/revva402019321133-150. Disponível em: <https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/view/321>. Acesso em: 23 fev. 2023.

ARAÚJO, M. Z. T. **O desenvolvimento sustentável de regiões semiáridas do Brasil e dos Estados Unidos: o papel do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) e do United States Bureau of Reclamation (USBR)**. 2013. 201 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão de Recursos Hídricos) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Fortaleza, 2013.

ARAÚJO, T. B. Herança de diferenciação e futuro de fragmentação. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 11, n. 29, p. 7-36, jan./abr. 1997.

BERKES, F. *Sacred ecology: traditional ecological knowledge and resource management*. New York: Routledge, 2008.

BIGGS, R.; SCHLUTER, M.; SCHOON, M. L. (Ed.). *Principles for building resilience: sustaining ecosystem services in social-ecological systems*. Cambridge: Cambridge University Press, 2015.

BRASIL. *Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997*. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. **Diário Oficial da União: seção 1**, Brasília, DF, p. 470-474, 8 jan. 1997.

BRAUMAN, K. A. et al. The nature and value of ecosystem services: an overview highlighting hydrologic services. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 32, n. 1, p. 67-98, nov. 2007.

BURATTO, T. *Matas ciliares multifuncionais: restauração ecológica, serviços ecossistêmicos e renda no contexto da agricultura familiar*. 2023. 201 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2023. Orientador: Prof. Dr. Abdon Luiz Schmitt Filho; Coorientador: Prof. Dr. Paulo Almeida Sinisgalli.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. *Agroecologia: conceitos e princípios*. Brasília: MDA, 2004.

CEARÁ. *Decreto Estadual nº 31.076, de 12 de dezembro de 2012*. Regulamenta os artigos 6º a 13 da lei estadual nº 14.844, de 28 de dezembro de 2010, referentes à outorga de direito de uso dos recursos hídricos e de execução de obras e serviços de interferência hídrica. **Diário Oficial do Estado**, Fortaleza, 17 dez. 2012.

CEARÁ. *Decreto Estadual nº 32.160, de 24 de fevereiro de 2017*. Regulamenta os artigos 15 e 16 da lei estadual nº 14.844, de 28 de dezembro de 2010, referentes à cobrança pelo uso dos recursos hídricos. **Diário Oficial do Estado**, Fortaleza, 24 fev. 2017.

CEARÁ. *Lei Estadual nº 14.844, de 28 de dezembro de 2010*. Dispõe sobre a Política Estadual dos Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos – SIGERH e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado**, Fortaleza, 30 dez. 2010.

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ. Confira a situação hídrica do Ceará por região hidrográfica. 2024. Disponível em: <https://www.ceara.gov.br/2024/02/06/confira-a-situacao-hidrica-do-ceara-por-regiao-hidrografica/>. Acesso em: 23 fev. 2023.

CELSO; JUNIOR; HACON, S. S. Conceito de serviços ecossistêmicos: desdobramento na ciência e política. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 17, n. 6, p. 4260-4277, 2024.

CHACON, S. S. *O sertanejo e o caminho das águas: políticas públicas, modernidade e sustentabilidade no semi-árido*. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2007. (Série BNB Teses e Dissertações, n. 8).

COSTANZA, R. et al. Changes in the global value of ecosystem services. **Global Environmental Change**, v. 26, p. 152-158, 2014.

COSTANZA, R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, n. 6630, p. 253-260, 1997. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/387253a0>. Acesso em: 12 dez. 2023.

DAILY, G. C. *Nature's services: societal dependence on natural ecosystems*. Washington, DC: Island Press, 1997.

DAILY, G. C. et al. Ecosystem services: benefits supplied to human societies by natural ecosystems. **Ecological Economics**, v. 2, p. 1-15, 1997.

DE GROOT, R. S.; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M. J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. **Ecological Economics**, v. 41, n. 3, p. 393-408, 2002. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800902000897>. Acesso em: 12 jan. 2024.

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ. Cogerh realiza Reunião de Alocação de águas do açude Quandu. 2015. Disponível em: <https://www.ceara.gov.br/2015/07/22/cogerh-realiza-reuniao-de-alocacao-d-aguas-do-acude-quandu/>. Acesso em: 23 fev. 2023.

AB'SÁBER, A. N. *Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas*. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

DE OLIVEIRA SILVA, A. K. Resenha: Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. **Revista de Geografia**, [S. l.], v. 29, n. 1, p. 252-258, 2012. Disponível em:

<https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/revistageografia/article/view/228990>. Acesso em: 28 fev. 2023.

DÍAZ, S. et al. Assessing nature's contributions to people. **Science**, v. 359, n. 6373, p. 270-272, 18 jan. 2018.

DÍAZ, S. et al. The IPBES Conceptual Framework — connecting nature and people. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 14, p. 1-16, jun. 2015.

DIEGUES, A. C. S. *O mito moderno da natureza intocada*. 6. ed. São Paulo: Hucitec, 2000.

DISNEY PAULINO, W. et al. Classificação do estado trófico para o gerenciamento de reservatórios no semiárido: a experiência da Cogerh no estado do Ceará. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 20., 2013. **Anais...** [S. l.]: ABRHidro, 2013. Disponível em: https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/66/SBRH2013__PAP013276.pdf. Acesso em: 24 fev. 2023.

DOURADO, J. A. L. *Das terras do Sem Fim aos territórios do agrohidronegócio: conflitos por terra e água no Vale do São Francisco*. 2015. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2015.

ELMQVIST, T. et al. Response diversity, ecosystem change, and resilience. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 1, n. 9, p. 488-494, nov. 2003.

ESCOBAR, A. *La invención del Tercer Mundo: construcción y deconstrucción del desarrollo*. Bogotá: Editorial Norma, 1998.

FALKENMARK, M.; ROCKSTRÖM, J. The new blue and green water paradigm: breaking new ground for water resources planning and management. **Journal of Water Resources Planning and Management**, v. 132, n. 3, p. 129-132, maio 2006.

FERREIRA, L. M. R. et al. Mudanças espaço-temporais da disponibilidade de serviços ecossistêmicos em uma microbacia hidrográfica do nordeste brasileiro. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 52, p. 155-174, 2019.

FISHER, B.; TURNER, R. K.; MORLING, P. Defining and classifying ecosystem services for decision making. **Ecological Economics**, v. 68, n. 3, p. 643-653, jan. 2009.

FOLKE, C. et al. Our future in the Anthropocene biosphere. **Ambio**, v. 50, n. 4, p. 834-869, 2021.

FOLKE, C. et al. Our future in the Anthropocene biosphere: global sustainability and resilient societies. **SSRN Electronic Journal**, v. 50, 2020.

FOLKE, C. et al. Resilience thinking: integrating resilience, adaptability and transformability. **Ecology and Society**, v. 15, n. 4, 2010. DOI: 10.5751/ES-03610-150420.

FLICK, U. *Introdução à pesquisa qualitativa*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

GHEYI, H. R. et al. (org.). *Recursos hídricos em regiões semiáridas: estudos e aplicações*. Recife: Instituto Nacional do Semiárido, 2019. ISBN 978-85-64265-03-5.

GOMES, A. S.; DANTAS NETO, J.; SILVA, V. F. Serviços ecossistêmicos: conceitos e classificação. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 9, n. 4, p. 12-23, 2018. DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2018.004.0002.

GOMES, F. B. M.; PESSOA, E. V. Qualidade da água em açude utilizado como fonte de abastecimento público localizado no interior do Estado do Ceará. **Revista de Gestão de Recursos Hídricos**, [S. l.], v. 15, p. 1-12, 2019.

HAILS, R. S.; ORMEROD, S. J. Editorial: ecological science for ecosystem services and the stewardship of Natural Capital. **Journal of Applied Ecology**, v. 50, n. 4, p. 807-810, jul. 2013.

HAINES-YOUNG, R.; POTSCHIN-YOUNG, M. Revision of the common international classification for ecosystem services (CICES V5.1): a policy brief. **One Ecosystem**, v. 3, e27108, 2018. DOI: 10.3897/oneeco.3.e27108.

JANINE, S.; KARLA, M.; DE BARROS, A. Água, gestão, territórios e sustentabilidade. In: SELVA, V. S. F.; SOBRAL, M. C. M.; MACHADO, L. C.; DA, I. C. (org.). *Água, gestão, territórios e sustentabilidade*. [S. l.]: Editora Itacaiúnas, 2024. p. 75-90. Disponível em: <https://sites.ufpe.br/realp/wp-content/uploads/sites/176/2024/08/Agua-Gestao-Territorios-e-Sustentabilidade-3.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2023.

LEACH, M.; STIRLING, A. C.; SCOONES, I. *Dynamic Sustainabilities*. [S. l.]: Routledge, 2010.

MACIEL, P. *Itaipoca: trezentos anos de história*. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2016.

MACHADO, R. M. Potencialidades para o desenvolvimento do geoturismo no município de Itaipoca (CE). **Revista Brasileira de Geografia Turística**, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 1-20, 2018.

MARIOALMEIDA. 4ª Romaria das Águas da região serrana de Assunção reuniu milhares de pessoas na tarde desta sexta. 2018. Disponível em: <https://www.blogmarioalmeida.com.br/2018/03/4-romaria-das-aguas-da-regiao-serrana.html>. Acesso em: 23 fev. 2023.

MEA (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT). *Relatório da Avaliação Ecosistêmica do Milênio*. Washington, DC: Island Press, 2005. Disponível em: <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.446.aspx.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2023.

MENDONÇA, M. R. As transformações espaciais no campo e os conflitos pelo acesso à terra e à água: as novas territorialidades do agrohidronegócio em Goiás. **Revista Pegada**, v. 16, n. esp. 3, p. 1-20, 2015. (Edição especial da XV Jornada do Trabalho).

MIURA, A. et al. Princípios para conservação e uso sustentável dos recursos naturais e da biodiversidade: bases teóricas para processos de capacitação. **Embrapa**, [S. l.], 2024. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1129537/1/Doc-490-Restauracao.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2023.

MOLLE, F.; CADIER, E. *Manual do pequeno açude*. Recife: SUDENE, 1992.

MOTA, S. *Preservação e conservação de recursos hídricos*. Rio de Janeiro: ABRH, 1995.

NASCIMENTO, F. R. *O fenômeno da desertificação*. Goiânia: Editora da UFG, 2013.

NILSON, J. Secas e políticas públicas no semiárido: ideias, pensadores e períodos. **Estudos Avançados**, v. 28, n. 82, p. 65-88, 2014.

OLIVEIRA, M. C.; PEREIRA, P. M.; PEREIRA, L. B. Os desafios da integração dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos no semiárido cearense. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 24., 2017. **Anais...** [S. l.]: ABRHidro, 2017.

OSÓRIO DE SOUSA, L. M. et al. As percepções das comunidades rurais e urbanas sobre os bens e serviços ecossistêmicos na paisagem dos reservatórios semiáridos. **Etnobiologia e Conservação**, v. 13, p. 1-11, 2024. DOI: 10.15451/ec2024-07-13.18-1-11. Disponível em: <https://ethnobiococonservation.com/index.php/ebc/article/view/854>. Acesso em: 22 jan. 2023.

PASCUAL, U. et al. Valuing nature's contributions to people: the IPBES approach. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 26, p. 7-16, 2017.

CÂMARA DOS DEPUTADOS (Brasil). *Seca: análises, pressupostos, diretrizes, projetos e metas para o planejamento de um novo Nordeste*. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2013. 227 p.

COGERH. Qualidade das águas dos açudes monitorados pela Cogerh - Campanha de fevereiro/2024. Fortaleza, 2 maio 2024. Disponível em:

https://cdn.funceme.br/hidro-ce/uploads/documentos/Relatorio_IET_fev2024.pdf. Acesso em: 23 fev. 2023.

PAULINO, W. D.; OLIVEIRA, R. R. A.; AVELINO, F. F. Classificação do estado trófico para o gerenciamento de reservatórios no semiárido: a experiência da Cogerh no estado do Ceará. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2013, Gramado. **Anais...** Gramado: ABRHidro, 2013. p. 18.

PASSADOR, C. S.; PASSADOR, J. L. Apontamentos sobre as políticas públicas de combate à seca no Brasil: cisternas e cidadania? **Cadernos Gestão Pública e Cidadania**, v. 15, n. 56, p. 1-20, 2010.

RABELO, M. S. A cegueira do óbvio: a importância dos serviços ecossistêmicos na mensuração do bem-estar. **Revista de Economia Sustentável**, [S. l.], v. 12, p. 45-60, 2014.

ROCHA, C. L.; COIMBRA, R. M. *Gerenciamento de recursos hídricos em rios compartilhados internacionais: uma abordagem para o Mercosul*. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS, 1998, Gramado. **Anais...** Gramado: ABRHidro, 1998.

SACHS, I. *Caminhos para o desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro: Garamond, 2000.

SANTOS, R. C. L. et al. *Aplicação de índices para avaliação da qualidade da água da Bacia Costeira do Sapucaia em Sergipe*. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 23, n. 1, p. 33-46, 2017.

SCHNEIDER, S.; NIEDERLE, P. A. Agricultura familiar e teoria social: a diversidade das formas familiares de produção na agricultura. In: **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. p. 989-1014.

SILVA, C. DA. Conflitos por água e os (des)caminhos do uso e apropriação no contexto do semiárido. **Revista GeoUECE**, v. 9, n. 16, p. 135-146, 2020.

SILVEIRA, S. M. B.; SILVA, M. G. *Conflitos socioambientais por água no Nordeste brasileiro: expropriações contemporâneas e lutas sociais no campo*. **Revista Katálysis**, Florianópolis, v. 22, n. 2, p. 342-352, 2019. DOI: 10.1590/1982-02592019v22n2p342.

SMALL, N.; MUNDAY, M.; DURANCE, I. The challenge of valuing ecosystem services that have no material benefits. **Global Environmental Change**, v. 44, p. 57-67, 2017. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2017.03.013.

SMITH, P. et al. REVIEW: The role of ecosystems and their management in regulating climate, and soil, water and air quality. **Journal of Applied Ecology**, v. 50, n. 4, p. 812-829, 2012.

SOUSA, L. M. O. et al. The rural and urban community perceptions of ecosystem goods and services in the semi-arid reservoirs landscape. **Ethnobiology and Conservation**, v. 13, n. 18, p. 1-11, 2024. DOI: 10.15451/ec2024-07-13.18-1-11. Disponível em: <https://ethnobiococonservation.com>. Acesso em: 22 jan. 2023.

SOUZA FILHO, H. M. Desenvolvimento agrícola sustentável. In: BATALHA, M. O. (Org.). *Gestão agroindustrial*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2001. p. 1-20.

SOUZA, C. M. M.; MELLO, B. J.; GOMES, A. M. Desenvolvimento sustentável e resiliência socioecológica: agenda para uma transição sustentável dos territórios. **Redes: Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 26, p. 1-20, 2021. DOI: 10.17058/redes.v26i0.16759.

STOFFEL, J. A. A sustentabilidade na agricultura familiar: uma análise multidimensional. In: ENCONTRO CIENTÍFICO DE ADMINISTRAÇÃO, ECONOMIA E CONTABILIDADE, 2018. **Anais...** [S. l.]: UEMS, 2018. Disponível em: <https://anaisonline.uems.br/index.php/ecaeco/article/view/3230>. Acesso em: 28 fev. 2023.

SWYNGEDOUW, E. The political economy and political ecology of the hydro-social cycle. **Journal of Contemporary Water Research & Education**, v. 142, n. 1, p. 56-60, 2009.

MINAYO, M. C. S. (Org.). *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. 34. ed. Petrópolis: Vozes, 2014.

TEIXEIRA, M. N. Relações sociedade e natureza e suas respectivas práticas culturais. O caso do sertão semiárido, o Pajeú. **Observatório de la Economía Latinoamericana**, v. 23, n. 1, p. e8620, 2023.

THOMAZ JUNIOR, A. Movimentos sociais e mundo do trabalho. In: COELHO NETO, A. S.; SANTOS, E. M. C.; SILVA, O. A. da. (Org.). *Geo(grafias) dos movimentos sociais*. Feira de Santana: UEFS Editora, 2010. p. 123-145.

TUNDISI, J. G. Água no século XXI: enfrentando a escassez. **Revista USP**, São Paulo, n. 59, p. 248-260, 2003.

VASCONCELOS, F. M. T. Territórios em disputa: análise sobre as implicações do agro-hidronegócio no semiárido alagoano. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEOGRAFIA AGRÁRIA, 23., 2016, São Cristóvão. **Anais...** São Cristóvão: UFS, 2016.

WALKER, B. et al. Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. **Ecology and Society**, v. 9, n. 2, p. 1-15, 2004.

ZAGO, V. C. P. A valoração econômica da água: uma reflexão sobre a legislação de gestão dos recursos hídricos no Mato Grosso do Sul. **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**, v. 8, n. 1, p. 27-32, mar. 2007.

APÊNDICE



Fonte : Elaboração própria



Fonte : Elaboração própria