RGe ISSN: 2177-3246

GESTÃO PROATIVA E TERRITORIALIDADES HÍDRICAS NO SEMIÁRIDO: O CASO DO HIDROSSISTEMA UBALDINHO - CE

PROACTIVE MANAGEMENT AND WATER TERRITORIALITIES IN THE SEMI-ARID REGION: THE CASE OF THE UBALDINHO HYDROSYSTEM – CE

GESTIÓN PROACTIVA Y TERRITORIALIDADES HÍDRICAS EN LA REGIÓN SEMIÁRIDA: EL CASO DEL HIDROSISTEMA UBALDINHO – CE

10.56238/revgeov17n5-052

Wyldevânio Vieira da Silva
Mestre em Desenvolvimento Regional Sustentável
Instituição: Universidade Federal do Cariri (UFCA)
E-mail: wyldevaniovieira@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0009-0003-0913-702X
Lattes: https://lattes.cnpq.br/8250917631035693

Celme Torres Ferreira da Costa
Doutora em Engenharia Civil (Recursos Hídricos)
Instituição: Universidade Federal do Cariri (UFCA)
E-mail: celme.torres@ufca.edu.br
Orcid: https://orcid.org/0000-0002-5368-5862
Lattes: https://lattes.cnpq.br/0795827249032767

José Laécio de Moraes
Doutor em Geografia
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano (IFSertãoPE)
E-mail: jose.laecio@ifsertao-pe.edu.br
Orcid: https://orcid.org/0000-0003-4140-037X
Lattes: https://lattes.cnpq.br/9829351853867075

Francisco Evanildo Simão da Silva
Doutor em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial
Instituição: Universidade do Estado da Bahia (UNEB)
E-mail: evanildo.mauriti@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0000-0003-1361-838X
Lattes: https://lattes.cnpq.br/4050637854975937

Luziana Pereira Vieira
Especialista em Educação Especial e Inclusiva e Múltiplas Deficiências
Instituição: Prefeitura Municipal de Crato
E-mail: luziana.vieira@hotmail.com
Lattes: https://lattes.cnpq.br/5222705938401923

RGe
ISSN: 2177-3246

José Lima Filho
Especialista em Metodologia e Docência do Ensino Superior
Instituição: Prefeitura Municipal de Crato
E-mail: joselimafilho.crato.ce@gmail.com
Lattes: https://lattes.cnpq.br/9008062934915480

RESUMO
O semiárido brasileiro constitui território marcado por vulnerabilidades hidrossociais complexas, onde eventos de seca representam desafios estruturais para a segurança hídrica e o desenvolvimento regional. Este estudo analisa a gestão adaptativa de secas no hidrossistema Ubaldinho, localizado na Região Hidrográfica do Salgado, Ceará, problematizando os processos participativos como instrumentos de leitura territorial e construção de governança da água. A investigação adotou abordagem qualitativa através de rodas de conversa com a Comissão Gestora do açude. Os principais achados revelam que a participação social constitui elemento fundamental para legitimidade e eficácia da gestão hídrica, evidenciando a necessidade de integração entre conhecimento técnico e empírico na construção de territorialidades hídricas. As vulnerabilidades socioambientais identificadas abrangem múltiplas dimensões, enquanto as principais barreiras incluem limitações de coordenação interinstitucional e deficiências na articulação entre escalas de gestão. A transição para uma gestão adaptativa é fundamental para enfrentar as vulnerabilidades climáticas no semiárido cearense, demandando abordagens integradas que reconheçam a complexidade territorial e valorizem processos participativos na construção de soluções contextualizadas.

Palavras-chave: Vulnerabilidade Socioambiental. Governança da Água. Semiárido Cearense. Gestão Adaptativa. Territorialidade Hídrica.

ABSTRACT
The Brazilian semiarid region is characterized by complex hydrosocial vulnerabilities, where drought events pose structural challenges to water security and regional development. This study analyzes adaptive drought management in the Ubaldinho hydrosystem, located in the Salgado River Basin, Ceará, problematizing participatory processes as instruments for territorial interpretation and the construction of water governance. The research adopted a qualitative approach through discussion groups with the reservoir's Management Committee. The main findings reveal that social participation is a fundamental element for the legitimacy and effectiveness of water management, highlighting the need for integration between technical and empirical knowledge in the construction of water territorialities. The socio-environmental vulnerabilities identified encompass multiple dimensions, while the main barriers include limited inter-institutional coordination and deficiencies in the articulation between management scales. The transition to adaptive management is essential to address climate vulnerabilities in the semi-arid region of Ceará, requiring integrated approaches that recognize territorial complexity and value participatory processes in the construction of contextualized solutions.

Keywords: Socio-Environmental Vulnerability. Water Governance. Ceará Semi-Arid Region. Adaptive Management. Water Territoriality.

RESUMEN
La región semiárida brasileña se caracteriza por vulnerabilidades hidrosociales complejas, donde las sequías plantean desafíos estructurales para la seguridad hídrica y el desarrollo regional. Este estudio analiza la gestión adaptativa de la sequía en el sistema hidroeléctrico Ubaldinho, ubicado en la cuenca del río Salgado, Ceará, problematizando los procesos participativos como instrumentos para la interpretación territorial y la construcción de la gobernanza del agua. La investigación adoptó un enfoque cualitativo mediante grupos de discusión con el Comité de Gestión del embalse. Los principales hallazgos revelan que la participación social es un elemento fundamental para la

ISSN: 2177-3246

legitimidad y la eficacia de la gestión del agua, destacando la necesidad de integrar el conocimiento técnico y empírico en la construcción de territorialidades hídricas. Las vulnerabilidades socioambientales identificadas abarcan múltiples dimensiones, mientras que las principales barreras incluyen la limitada coordinación interinstitucional y las deficiencias en la articulación entre las escalas de gestión. La transición hacia la gestión adaptativa es esencial para abordar las vulnerabilidades climáticas en la región semiárida de Ceará, lo que requiere enfoques integrados que reconozcan la complejidad territorial y valoren los procesos participativos en la construcción de soluciones contextualizadas.

Palabras clave: Vulnerabilidad Socioambiental. Gobernanza del Agua. Semiárido Cearense. Gestión Adaptativa. Territorialidad del Água.

1 INTRODUÇÃO

A seca representa um fenômeno climático de natureza complexa que extrapola dimensões meramente meteorológicas, configurando-se como desafio multifacetado que incide sobre sistemas socioecológicos, particularmente em territórios semiáridos (WILHITE, 2000). Manifesta-se não apenas nos aspectos físicos da escassez hídrica, mas nas relações socioespaciais que se estabelecem entre sociedade e natureza, evidenciando a necessidade de abordagens que reconheçam a água como elemento estruturante do território.

O território cearense, com aproximadamente 92% de sua extensão inserida no domínio semiárido, exemplifica os desafios de territorialização da água em espaços marcados pela variabilidade climática (FUNCEME, 2017). Neste contexto, a gestão hídrica transcende aspectos técnicos para incorporar dimensões territoriais que envolvem múltiplas escalas de análise e intervenção.

Estudos mostram que modelos tradicionais de gestão de secas na região fundamentaram-se historicamente em estratégias reativas, caracterizadas pela implementação de medidas emergenciais após a instalação de crises hídricas (CAMPOS; STUDART, 2001). Este paradigma, denominado por alguns autores como "indústria da seca", demonstrou limitações crescentes diante da intensificação dos eventos climáticos extremos e das pressões antrópicas sobre os recursos hídricos disponíveis (MARTINS; MAGALHÃES, 2015). A abordagem reativa revela-se inadequada não apenas pela ineficiência operacional, mas principalmente por desconsiderar as especificidades do espaço vivido pelas comunidades locais.

O período de seca plurianual de 2012-2017 constituiu marco que evidenciou a insuficiência das estratégias convencionais baseadas exclusivamente em soluções estruturais, como construção de reservatórios e obras de transposição hídrica (BRITO *et al.*, 2021). Embora reconhecida a importância destas infraestruturas na configuração territorial, sua capacidade limitou-se durante eventos prolongados de baixa precipitação, demonstrando a necessidade de mudança paradigmática rumo a abordagens que integrem múltiplas escalas de gestão e reconheçam a diversidade de usos e significados atribuídos à água pelos diferentes grupos sociais (NYS; ENGLE; MAGALHÃES, 2016).

Neste cenário, emerge o conceito de gestão proativa de secas, caracterizado pela antecipação de cenários críticos mediante planejamento integrado que contempla múltiplas dimensões territoriais: social, econômica, hídrica, biofísica, climática e política (CEARÁ, 2023). Esta abordagem representa ruptura conceitual com modelos anteriores ao privilegiar a participação ativa de diversos atores sociais na construção de soluções adaptadas às especificidades territoriais. A gestão proativa reconhece a água não apenas como recurso técnico, mas como elemento constitutivo do território, implicando em processos de territorialização que envolvem diferentes escalas de análise e intervenção.

A perspectiva proativa alinha-se com discussões contemporâneas sobre governança participativa de recursos hídricos, que enfatizam a importância da inclusão de múltiplos atores sociais

na tomada de decisões sobre a gestão territorial da água. Esta abordagem reconhece que a efetividade das políticas hídricas depende não apenas de aspectos técnicos, mas fundamentalmente da capacidade de articulação entre diferentes escalas de gestão e da incorporação dos conhecimentos locais sobre o território.

A relevância da pesquisa fundamenta-se na necessidade de aprofundamento na análise de estratégias proativas destinadas à gestão de secas em regiões semiáridas, contribuindo para a formulação de políticas públicas que reconheçam a complexidade territorial da gestão hídrica. O hidrossistema Ubaldinho constitui caso emblemático por possuir comissão gestora ativa, múltiplos usos da água e relevância estratégica para o abastecimento regional, configurando-se como laboratório natural para avaliação de metodologias participativas de gestão hídrica que integrem diferentes escalas territoriais e reconheçam a diversidade de atores sociais envolvidos na gestão da água.

O presente trabalho tem como objetivo analisar os desafios e perspectivas relacionados à implementação de planos proativos de secas no hidrossistema Ubaldinho, situado na sub-bacia do Salgado, no município de Cedro-CE. O estudo examina a trajetória de formulação do plano conforme metodologia desenvolvida pelo Programa Cientista Chefe em Recursos Hídricos do Estado do Ceará, identificando vulnerabilidades hidrossociais, analisando os processos de participação social e examinando obstáculos institucionais para implementação efetiva. A investigação problematiza especificamente como os processos participativos contribuem para a leitura do território e a construção de estratégias de gestão que reconheçam a diversidade de usos e significados atribuídos à água pelos diferentes grupos sociais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O conceito de desenvolvimento sustentável, consolidado pelo Relatório Brundtland (1987), define-se como aquele capaz de suprir necessidades das gerações atuais sem comprometer capacidade de atendimento das gerações futuras (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991). No semiárido brasileiro, o desenvolvimento sustentável assume características específicas devido às condições climáticas adversas e recursos hídricos limitados. A região enfrenta desafios estruturais relacionados à irregularidade das precipitações, altas taxas de evaporação e solos com baixa capacidade de retenção hídrica (MOURA *et al*., 2007).

Neste cenário, a segurança hídrica emerge como conceito fundamental para promoção do desenvolvimento sustentável em regiões semiáridas. Segundo definição da ONU (2013), segurança hídrica refere-se à capacidade de uma população salvaguardar acesso sustentável a quantidades adequadas de água de qualidade para garantir meios de sobrevivência, bem-estar humano e desenvolvimento socioeconômico. O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 (ODS 6 - Água Potável e Saneamento) estabelece framework internacional para garantia de disponibilidade e gestão

sustentável da água para todos (ONU, 2015), sendo que a meta 6.4 especificamente aborda enfrentamento à escassez hídrica.

A gestão sustentável da água atualmente contrasta com a trajetória histórica da gestão de secas no Nordeste brasileiro, que passou por transformações significativas desde o século XVII. A seca de 1692, que afetou a criação de gado, e a seca de 1877-1879, que causou impactos sociais devastadores e levou à construção de obras hídricas, como o Açude Cedro em 1906, marcam momentos importantes nessa evolução (ALVES, 1953; VILLA, 2001; CEARÁ, 2024)

O século XX testemunhou a institucionalização de políticas para enfrentar as secas, com a criação da Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas (IFOCS) em 1909, que se tornou o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), focando em soluções estruturais. A Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), criada em 1959, introduziu uma abordagem de desenvolvimento regional integrado (MOREIRA, 1988). No Ceará, a criação da Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH) em 1987 e a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH) em 1993 representaram avanços na gestão hídrica (CAMPOS, 2006).

Esta evolução institucional estabeleceu as bases para compreensão da distinção entre gestão proativa e reativa de secas, embora tenha proporcionado respostas imediatas durante crises históricas, esta abordagem revela limitações crescentes diante da complexidade e frequência de eventos extremos, incluindo custos econômicos elevados, eficácia limitada para proteção de vulnerabilidades estruturais e dependência de recursos emergenciais nem sempre disponíveis oportunamente (MARCONDES; DANDARO, 2018).

A gestão proativa fundamenta-se na antecipação de cenários críticos, com planejamento integrado, capacidades adaptativas, monitoramento, medidas preventivas e arranjos institucionais para responder a diferentes níveis de severidade (NYS; ENGLE; MAGALHÃES, 2016). A participação social é um princípio fundamental da gestão de recursos hídricos, conforme a Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH (Lei 9.433/1997), que estabelece uma gestão descentralizada e participativa (BRASIL, 1997). A experiência no Ceará desenvolveu comitês de bacias hidrográficas e comissões gestoras de sistemas hídricos, que são estruturas colegiadas com usuários, sociedade civil e poder público (ABERS; JORGE, 2005), influenciando arranjos similares em outras regiões do Brasil.

As comissões gestoras de sistemas hídricos constituem organismos colegiados vinculados aos comitês de bacias, instalados para gestão de sistemas isolados como açudes, lagoas ou aquíferos, cuja composição tripartite busca equilibrar diferentes interesses através de representação de usuários de água, organizações da sociedade civil e instituições governamentais (COGERH, 2025). A eficácia da participação social na gestão hídrica relaciona-se com fatores como representatividade legítima dos atores, acesso equitativo à informação, capacidades técnicas para contribuição qualificada e existência de canais institucionais apropriados para influência nas decisões (OSTROM, 1990).

No plano hidrológico, as restrições físicas da geologia do embasamento cristalino ampliam a dependência de reservatórios superficiais, que enfrentam altas taxas de evaporação e degradação da qualidade da água (REBOUÇAS, 1997). Esse cenário intensifica a competição entre usos e expõe os limites da abordagem setorial tradicional, exigindo estratégias integradas e territorializadas para a gestão dos recursos. Além disso, a vulnerabilidade institucional se manifesta na fragmentação entre órgãos gestores e na dificuldade de articulação entre escalas decisórias e temporalidades divergentes.

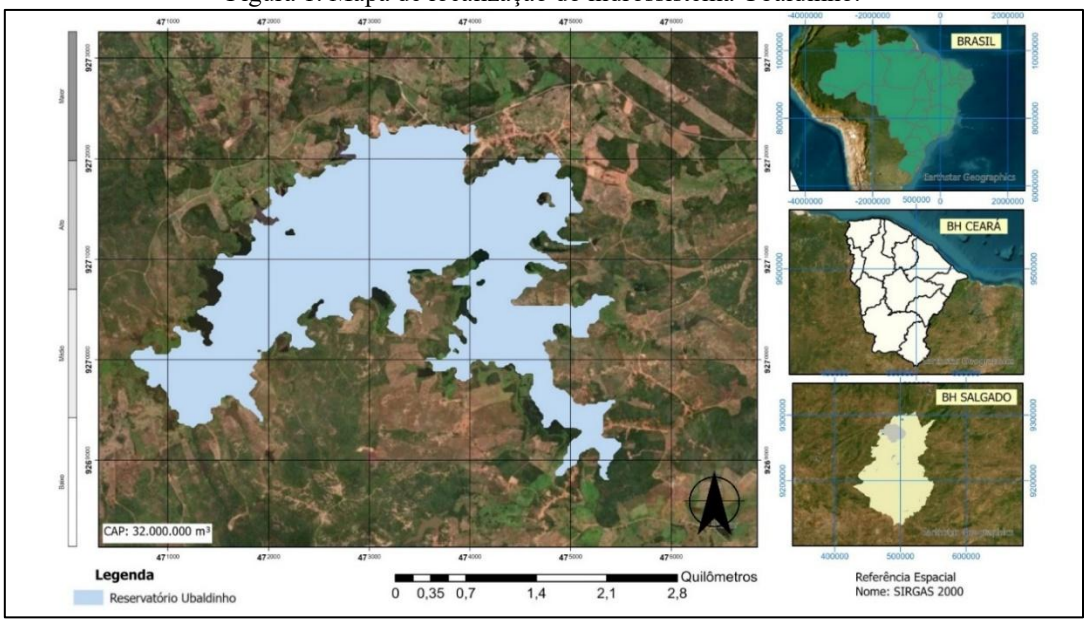
As vulnerabilidades hidrossociais refletem arranjos históricos e institucionais desiguais, perpetuando a exposição diferenciada de grupos sociais aos riscos climáticos. Compreender essas vulnerabilidades vai além da descrição de fatores isolados, é necessário identificar as interconexões entre os sistemas físico naturais e os regimes sociopolíticos que moldam o acesso à água e a capacidade de adaptação. Essa perspectiva fundamenta a análise do hidrossistema Ubaldinho como um laboratório para entender essas dinâmicas complexas.

3 METODOLOGIA

Esta investigação caracteriza-se como pesquisa descritiva e exploratória de abordagem qualitativa, fundamentada na análise de processos territoriais de gestão hídrica e na compreensão das dinâmicas socioambientais que configuram o hidrossistema Ubaldinho. A dimensão descritiva relaciona-se ao objetivo de analisar a trajetória de formulação do plano proativo de secas, enquanto o caráter exploratório justifica-se pela necessidade de compreender os fatores que contribuem para as vulnerabilidades hidrossociais e os desafios territoriais enfrentados durante a elaboração do plano (NUNES *et al.,* 2016).

A pesquisa foi realizada no hidrossistema Ubaldinho localiza-se na sub-bacia do Rio Salgado, região Sul do estado do Ceará (Figura 1), constituindo território hidrossocial que exemplifica os desafios da gestão participativa de recursos hídricos em contexto semiárido. O reservatório, finalizado em 1999 através do barramento do riacho São Miguel, possui bacia de contribuição de aproximadamente 176 km², configurando sistema territorial que abrange parcialmente três municípios: Várzea Alegre (98,204%), Cariús (0,963%) e Cedro (0,833%) (CEARÁ, 2025).

Figura 1. Mapa de localização do hidrossistema Ubaldinho.



Fonte: Elaboração própria baseada em dados da COGERH (2025)

A região apresenta precipitação média anual de 906 mm, concentrada entre dezembro e maio, contrastando com taxa de evaporação de 2.244,4 mm anuais, evidenciando déficit hídrico estrutural característico do semiárido. O reservatório encontra-se em estado de eutrofização, comprometendo qualidade da água e amplificando perdas por evaporação.

O território do hidrossistema caracteriza-se pela diversidade de usos da água, configurando-se um sistema de múltiplos usos, incluindo abastecimento humano (40%), irrigação (35%), dessedentação animal (15%) e piscicultura (10%), que totaliza demanda de 137 L/s, dos quais 72 L/s destinam-se a usos prioritários. A Comissão Gestora do Açude Ubaldinho é composta por 15 membros titulares representando diversos setores usuários.

A seleção deste hidrossistema fundamentou-se em critérios metodológicos específicos do Programa Cientista Chefe em Recursos Hídricos, que exige a existência de comissão gestora ativa como condição para implementação de estratégias proativas. Na Bacia do Salgado, apenas quatro dos quinze reservatórios monitorados pela COGERH possuem este tipo de organização territorial, sendo o Açude Ubaldinho selecionado por apresentar características favoráveis em termos de acumulação hídrica (aproximadamente 70% da capacidade total no momento da seleção) e organização social consolidada.

Esta configuração territorial evidencia a complexidade das relações socioambientais que demandam estratégias integradas de gestão, articulando diferentes atores, escalas e temporalidades através da COGERH, Comissão Gestora do Açude Ubaldinho e Comitê da Bacia Hidrográfica do Salgado.

A estratégia metodológica fundamentou-se na articulação entre múltiplas fontes de informação: dados secundários da COGERH, IPECE, IBGE e ANA (série histórica 2012-2024), dados primários

coletados através de rodas de conversa e formulários estruturados aplicados com a Comissão Gestora do açude.

Para a coleta de dados primários, utilizou-se a metodologia de rodas de conversa como instrumento privilegiado de leitura territorial e construção de conhecimento participativo. A roda de conversa foi realizada com a Comissão Gestora do Açude Ubaldinho no município de Cedro-CE, envolvendo representantes de diversos setores usuários que constituem a diversidade territorial do hidrossistema. O encontro foi conduzido através de roteiro temático que abordou a percepção da seca como fenômeno territorial, a participação social na construção do plano proativo e a avaliação das medidas propostas como estratégias de territorialização de práticas adaptativas.

A problematização metodológica das rodas de conversa reconhece que este instrumento permite acessar o "espaço vivido" dos atores locais, captando não apenas informações objetivas sobre o uso da água, mas fundamentalmente as representações, práticas e estratégias através das quais as comunidades se apropriam do território hídrico.

Complementarmente, aplicou-se formulário estruturado com questões fechadas e abertas para sistematização das percepções sobre desafios territoriais, eficácia da gestão atual e grau de envolvimento dos usuários nos processos de tomada de decisão. Este instrumento permitiu triangular as informações obtidas nas rodas de conversa, assegurando maior robustez analítica na compreensão das territorialidades hídricas.

A análise dos dados seguiu abordagem qualitativa fundamentada na técnica de análise temática (BARDIN, 2011). No Quadro 1, os dados foram organizados em categorias analíticas: vulnerabilidades hidrossociais, percepção dos usuários sobre os efeitos da seca no território, participação social na elaboração do plano e barreiras institucionais.

Quadro 1 - Síntese das fontes de dados e estratégias de triangulação

Fonte de Dados	Tipo	Quantidade/Período	Principais Contribuições
Relatórios COGERH	Secundário	2012-2024 (série histórica)	Dados hidrológicos oficiais, volumes, vazões
Atas de reuniões	Secundário	24 atas (2022-2024)	Decisões formais, conflitos registrados
Rodas de conversa	Primário	12 participantes (3h duração)	Percepções locais, saberes empíricos
Formulários estruturados	Primário	15 respondentes	Sistematização de opiniões, validação

Fonte: Autores (2025).

A triangulação metodológica revelou pontos de convergência e divergência significativos entre as fontes. Por exemplo, enquanto relatórios oficiais da COGERH indicavam "normalidade operacional" durante março-abril de 2023, participantes das rodas de conversa relataram insegurança no abastecimento em períodos não monitorados sistematicamente pelos órgãos gestores. Essa divergência evidenciou limitações do monitoramento oficial em captar vulnerabilidades cotidianas vivenciadas pelos usuários.

Nas rodas de conversa, participaram 12 membros da Comissão Gestora, representando os setores de uso: abastecimento humano (5 participantes - 41,7%), irrigação (4 participantes - 33,3%), dessedentação animal (2 participantes - 16,7%) e piscicultura (1 participante - 8,3%). Essa amostra reflete a composição da comissão e garante a representatividade dos diferentes interesses territoriais. Além disso, foram aplicados formulários estruturados a 15 usuários, incluindo os 12 participantes das rodas e 3 representantes de organizações comunitárias, ampliando a base empírica da investigação.

A análise das atas de reuniões (24 documentos de 2022-2024) permitiu identificar padrões de conflito e negociação não expressos diretamente nas rodas de conversa. Documentos oficiais registraram 18 situações de "tensão por priorização de usos" durante períodos críticos, contrastando com discursos mais harmoniosos nas interações diretas com pesquisadores. Esta triangulação evidenciou que processos participativos formais podem mascarar conflitos estruturais mais profundos.

Os dados qualitativos das rodas de conversa foram categorizados em: (1) estratégias adaptativas tradicionais, (2) percepções sobre eficácia da gestão atual, (3) expectativas sobre o plano proativo, e (4) barreiras à participação efetiva. Cada categoria foi validada através de confronto com evidências documentais e respostas dos formulários, assegurando robustez analítica. A análise revelou que 87% dos participantes (13 de 15) consideram a gestão atual "insuficiente para períodos críticos", enquanto documentos oficiais mantêm discurso de "capacidade adequada do sistema".

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 DIAGNÓSTICO FÍSICO E HIDROLÓGICO DO RESERVATÓRIO

A análise inicia-se por uma descoberta aparentemente contraditória: o Açude Ubaldinho possui, em teoria, capacidade adequada de armazenamento para as necessidades regionais, mas opera, na prática, em constante situação de estresse hídrico. Esta contradição revela muito sobre os desafios da gestão hídrica no semiárido brasileiro como apresentado na Figura 2.

Figura 2. Vulnerabilidades Hidrossociais Identificadas.



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da pesquisa (2025).

Compreende-se que estamos lidando com um sistema onde "a natureza não segue as regras dos engenheiros". O reservatório tem capacidade técnica adequada às médias históricas regionais, mas a gestão baseada em médias estatísticas não é eficaz em ambientes de extrema variabilidade climática. Como bem observa Pahl-Wostl (2007), sistemas adaptativos requerem flexibilidade constante, não planejamento linear baseado em projeções estáticas.

Para exemplificar esta complexidade, consideremos um dado revelador obtido em nossa investigação: a prevalência de taxas de evaporação superiores à precipitação média regional revela um descompasso estrutural que compromete a funcionalidade do reservatório como infraestrutura de segurança hídrica. Este déficit estrutural só pode ser compensado durante os poucos meses de concentração pluviométrica, criando uma janela temporal extremamente estreita para recarga hídrica.

Durante nossas conversas com agricultores locais, emergiu uma compreensão intuitiva desta complexidade que frequentemente supera análises técnicas convencionais. Um agricultor experiente explicou: "A gente aprende que não existe ano normal aqui. Tem ano de muito e ano de pouco, e a gente tem que se preparar pros dois". Esta sabedoria empírica alinha-se com descobertas científicas recentes sobre variabilidade climática em regiões semiáridas (MARENGO *et al.*, 2018), evidenciando que conhecimento local e científico convergem na necessidade de abandonar planejamentos baseados em "normalidades" inexistentes.

Os dados históricos revelam padrões de variação que transcendem ciclos anuais simples, evidenciando a necessidade de sistemas de gestão capazes de operar com múltiplas escalas temporais simultaneamente. Como observam Lemos *et al*. (2016), a adaptação climática no Nordeste brasileiro demanda instrumentos de gestão que incorporem incerteza como elemento estrutural, não como exceção a ser eliminada.

O estado atual de eutrofização do reservatório ilustra como problemas aparentemente distintos - qualidade versus quantidade - se interconectam de formas não óbvias. A eutrofização não apenas compromete a qualidade da água, mas acelera perdas por evaporação através do aumento da temperatura superficial, criando um ciclo de retroalimentação negativa onde escassez quantitativa e degradação qualitativa se reforçam mutuamente.

A ausência de dispositivos automáticos de monitoramento emerge não apenas como limitação técnica, mas como símbolo de escolhas institucionais que privilegiam respostas reativas. Durante entrevistas com técnicos da COGERH, identificamos que esta carência resulta menos de limitações orçamentárias e mais de culturas institucionais que ainda concebem monitoramento como "custo" ao invés de "investimento preventivo".

4.2 DINÂMICAS SOCIOESPACIAIS E USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA

A análise das dinâmicas socioespaciais no hidrossistema Ubaldinho revelou uma geografia da desigualdade que vai muito além de diferenças simples de renda ou acesso. Descobrimos padrões territoriais complexos onde localização, recursos econômicos e capital social se combinam para produzir capacidades adaptativas radicalmente diferentes entre grupos de usuários.

Comecemos pelos agricultores familiares, que representam cerca de 60% dos usuários cadastrados no sistema. Estes se concentram principalmente nas áreas de montante e em pequenas propriedades periféricas ao reservatório - uma localização que, paradoxalmente, os torna simultaneamente mais dependentes e mais vulneráveis ao recurso hídrico. Durante nossas visitas de campo, observamos que estas famílias desenvolveram ao longo de décadas um repertório sofisticado de técnicas adaptativas. O arranjo exemplifica tecnologias sociais adaptativas (Berkes, 2018) que desafiam soluções institucionais hegemônicas, destacando saberes locais, como a previsão climática baseada na natureza por agricultores do Ubaldinho que conseguem prever variações climáticas com semanas de antecedência baseando-se em observação de comportamento animal, floração de plantas nativas e padrões de vento.

Contrastando com esta situação, identificamos um fenômeno que denominamos "privatização da segurança hídrica" entre famílias de maior poder aquisitivo. Cerca de 15% dos usuários cadastrados desenvolveram sistemas paralelos de abastecimento através de poços artesianos particulares e cisternas de grande capacidade (acima de 50.000 litros). Embora compreensível como estratégia adaptativa individual, esta tendência representa pressão adicional sobre recursos subterrâneos já limitados pelo embasamento cristalino regional.

A análise espacial mostrou que os poços se concentram em propriedades localizadas em cotas topográficas mais elevadas, onde há menor disponibilidade de água subterrânea. Isso ocorre porque proprietários com mais recursos investem em perfurações profundas e bombas potentes, superando

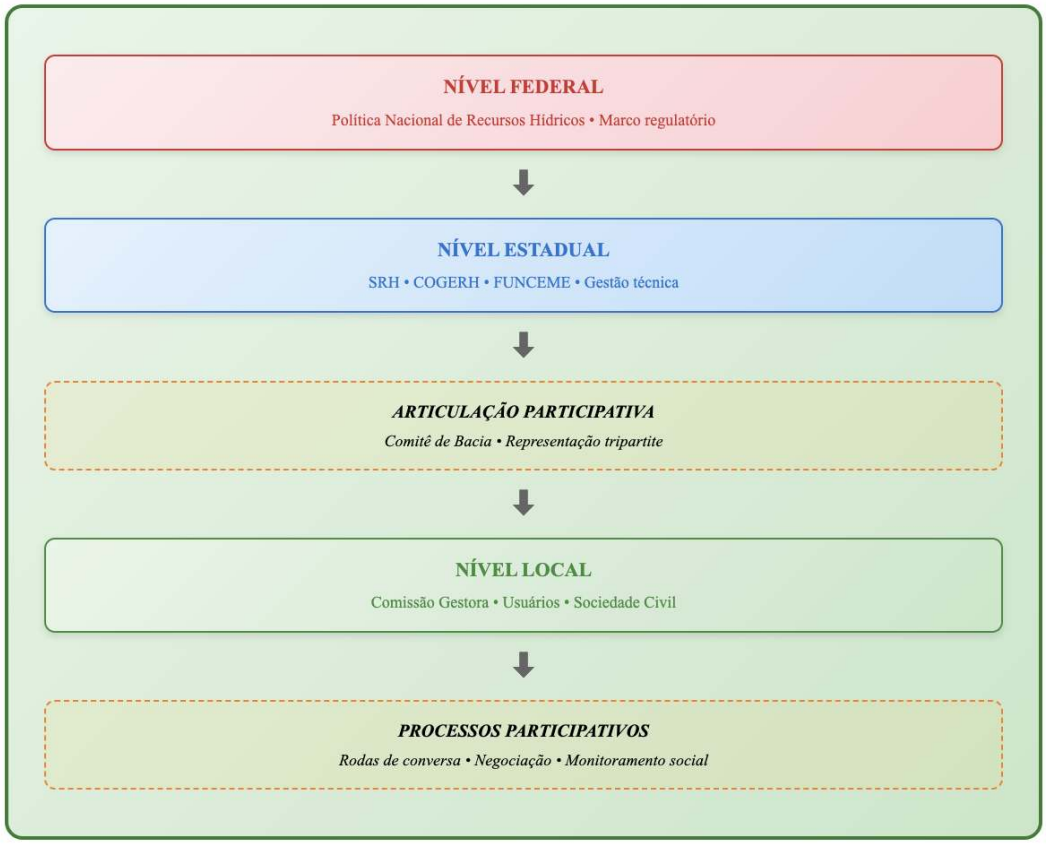
barreiras geológicas com tecnologia. Como aponta Adger (2006), a capacidade adaptativa correlaciona-se diretamente com recursos disponíveis, criando círculos virtuosos para grupos privilegiados e círculos viciosos para grupos vulneráveis. Identificamos 3 iniciativas cooperativas com 8 a 12 famílias, que dividiram custos e ampliaram acesso à água. Mesmo sem apoio institucional, fortaleceram o capital social por meio da solidariedade e reciprocidade.

A dimensão temporal adiciona complexidade fascinante ao sistema. a irrigação tem picos de demanda nos períodos de menor disponibilidade hídrica, gerando tensões estruturais recorrentes. Agricultores relataram estratégias como escalonamento de plantio e diversificação de culturas. A piscicultura, embora gere até R$ 3.000/mês por produtor, consome até 15% do volume útil do reservatório na seca, criando dilemas éticos sobre a priorização dos usos. Os conflitos pelo uso da água não se manifestam apenas durante crises hídricas extremas, mas constituem tensões cotidianas que refletem disputas territoriais mais profundas. Durante assembleias da Comissão Gestora que acompanhamos, observamos negociações complexas onde argumentos sobre "eficiência técnica" frequentemente mascaravam disputas sobre poder político e prestígio social.

4.3 GOVERNANÇA E PARTICIPAÇÃO SOCIAL

O processo participativo no hidrossistema Ubaldinho revelou dinâmicas de governança que transcendem amplamente modelos convencionais de "consulta pública" para constituir experiências genuínas de co-produção de conhecimento e democratização de decisões técnicas. Nosso acompanhamento sistemático das atividades da Comissão Gestora ao longo de oito meses evidenciou transformações graduais, mas significativas tanto nas práticas de gestão quanto nas relações entre diferentes grupos de usuários, como ilustra a Figura 3.

Figura 3 - Fluxograma do Modelo de Governança Participativa Local



Fonte: Elaboração própria baseada na metodologia do Programa Cientista Chefe em Recursos Hídricos do Ceará (2025).

A Comissão Gestora é composta por 15 membros titulares que refletem a diversidade territorial do hidrossistema, incluindo técnicos de órgãos como SISAR e CAGECE e agricultores familiares com pouca educação formal, mas décadas de experiência prática. Essa diversidade traz contribuições diferentes que enriquecem a qualidade técnica do planejamento de formas não antecipadas por modelos convencionais de gestão.

Durante as reuniões realizadas, notamos processos de "tradução" entre diferentes linguagens técnicas e empíricas, evidenciando uma ecologia de saberes (Santos, 2007). A gestão participativa articula saberes diversos, promovendo soluções inovadoras por meio da coprodução. Um exemplo concreto envolve técnicos da CAGECE que propuseram um sistema automatizado de monitoramento apenas com sensores eletrônicos, solução tecnicamente avançada, mas economicamente inviável. Em discussões participativas, agricultores sugeriram combinação de monitoramento eletrônico simplificado com observação de indicadores naturais, criando um sistema híbrido economicamente viável e culturalmente apropriado.

Conforme Folke *et al.* (2005), a aprendizagem social é fundamental para a construção de resiliência em sistemas socioecológicos. No Ubaldinho, troca de saberes levou técnicos a integrar dados empíricos em seus protocolos de monitoramento e agricultores a adaptar técnicas de conservação.

A pesquisa revelou assimetrias que comprometem a horizontalidade da participação. Enquanto representantes do abastecimento acessam dados técnicos detalhados de órgãos como FUNCEME e COGERH com facilidade, os usuários rurais recebem informações orais e imprecisas. A linguagem técnica também exclui quem tem menor escolaridade, limitando a contribuição de usuários com amplo conhecimento prático. Isso evidencia a urgência de democratizar o acesso à informação.

As organizações comunitárias - associações rurais, sindicatos e cooperativas - funcionaram como mediadoras fundamentais entre conhecimento local e institucional. Estes espaços coletivos possibilitaram preparação prévia de usuários para reuniões técnicas, tradução de terminologias especializadas e construção de posições coletivas que ampliaram poder de negociação de grupos tradicionalmente marginalizados. Como observa Ostrom (2009), "o capital social preexistente constitui condição fundamental para eficácia de processos participativos em gestão de recursos comuns".

A legitimação social do plano resultou do envolvimento substantivo dos usuários em sua elaboração. Ao contrário de processos consultivos convencionais, onde a participação se restringe à validação de propostas, a experiência do Ubaldinho mostrou que o envolvimento na identificação de problemas e na construção de soluções aumenta a adesão às medidas propostas. Como afirmam Armitage et al. (2009), "a participação efetiva de múltiplos atores aumenta a probabilidade de sucesso na implementação de estratégias acordadas".

É importante destacar as limitações estruturais identificadas. A dependência de recursos externos para a manutenção de equipamentos comunitários e o acesso a linhas de crédito específicas diminui a autonomia das soluções coletivas, evidenciando tensões entre a participação local e a dependência institucional. Isso sugere a necessidade de estratégias que fortaleçam capacidades endógenas sem isolar as comunidades dos apoios institucionais necessários.

4.4 BARREIRAS INSTITUCIONAIS À GESTÃO INTEGRADA

A análise das barreiras institucionais revelou que os obstáculos à gestão proativa no hidrossistema Ubaldinho transcendem limitações técnicas ou orçamentárias para constituir desafios estruturais enraizados na própria arquitetura do Estado brasileiro. A investigação evidenciou que estas barreiras funcionam como elementos sistêmicos que comprometem não apenas eficiência operacional, mas fundamentalmente a capacidade de territorialização efetiva das políticas hídricas.

Iniciemos pela coordenação interinstitucional, que se revela um desafio central em todas as dimensões analisadas. A gestão do hidrossistema envolve pelo menos sete instituições principais COGERH, FUNCEME, SISAR, Prefeitura de Cedro, INCRA, DNOCS e ANA. A fragmentação institucional identificada indica não apenas a falta de articulação, mas também a coexistência de racionalidades conflitantes: técnica, política, econômica e normativa que disputam a territorialização da gestão.

Durante as entrevistas com técnicos de diferentes órgãos, identificamos divergências conceituais fundamentais. A COGERH opera segundo lógica de "gestão por sistema hídrico" baseada em critérios técnicos de otimização, enquanto prefeituras municipais priorizam "atendimento de demandas locais" baseado em critérios políticos de representação. O SISAR enfatiza "sustentabilidade financeira" dos sistemas de abastecimento, enquanto organizações rurais defendem "água como direito humano" independentemente de capacidade de pagamento.

A temporalidade emerge como elemento crítico frequentemente subestimado em análises sobre coordenação institucional. Ciclos orçamentários anuais, mandatos políticos de quatro anos e rotatividade de técnicos em órgãos públicos criam descontinuidades que afetam diretamente implementação de estratégias de longo prazo. Como observa Cash *et al.* (2006) "a eficácia de políticas ambientais depende fundamentalmente de compatibilização entre temporalidades institucionais e temporalidades ecológicas", aspecto particularmente desafiador para gestão de secas que demanda planejamento decenal em contextos políticos orientados por ciclos eleitorais.

As limitações técnicas para monitoramento representam barreira específica, como a ausência de medidores no Açude Ubaldinho reflete não só limites orçamentários, mas a priorização institucional de obras visíveis em vez de sistemas de monitoramento, essenciais à gestão. Os gestores apontam lógicas políticas que valorizam entregas tangíveis sobre capacidades técnicas de longo prazo.

Particularmente problemática é a questão da credibilidade das previsões meteorológicas. Nossa investigação revelou ceticismo generalizado dos usuários em relação aos prognósticos da FUNCEME, fenômeno que transcende simples "resistência à modernização" para constituir crise de legitimidade científica com raízes históricas profundas. Como explicou um agricultor experiente: "Já vi muita previsão errada aqui. A gente aprende mais é olhando pro céu e vendo como os bichos se comportam".

A desconfiança nas previsões decorre da linguagem técnica e da falta de conexão com as necessidades locais. Boletins meteorológicos são pouco acessíveis e não dialogam com a realidade dos agricultores. Além disso, persistem tensões entre centralização técnica e participação local. Apesar da PNRH prever gestão descentralizada, decisões seguem concentradas em órgãos estaduais, limitando o papel efetivo das comissões gestoras (BRASIL, 1997).

Durante assembleias da Comissão Gestora que acompanhamos, observamos frustrações recorrentes relacionadas à limitação de poder decisório local. Como relatou um representante de usuários: "A gente discute, a gente decide, mas na hora de implementar sempre tem que pedir autorização pra Fortaleza". Esta centralização compromete não apenas agilidade operacional, mas também legitimidade dos processos participativos criando expectativas de protagonismo que são posteriormente frustradas por limitações institucionais.

A análise evidenciou que superação destas barreiras constitui condição necessária, mas não suficiente para eficácia da gestão proativa. Além de ajustes organizacionais e investimentos em

infraestrutura, a transformação requer mudanças paradigmáticas que reconheçam gestão hídrica como processo fundamentalmente territorial demandando articulação entre múltiplas escalas, temporalidades e formas de conhecimento.

5 CONCLUSÃO

Este estudo contribui para o campo da geografia e dos estudos territoriais ao demonstrar como a implementação de estratégias proativas de gestão de secas constitui processo de reconfiguração das territorialidades hídricas no semiárido brasileiro. A análise do hidrossistema Ubaldinho revelou que a transição de modelos reativos para proativos transcende mudanças técnicas para constituir transformação fundamental nas relações entre sociedade, Estado e território.

A investigação evidenciou que as vulnerabilidades hidrossociais manifestam-se através de configurações territoriais específicas que articulam múltiplas dimensões climática, hídrica, social, econômica e institucional de forma diferenciada no espaço. Esta descoberta analítica contribui para a compreensão de que a escassez hídrica não constitui fenômeno homogêneo, mas processo territorialmente diferenciado que produz geografias específicas de risco e adaptação. A identificação destas geografias da vulnerabilidade representa avanço conceitual significativo para estudos sobre adaptação climática em regiões semiáridas.

O estudo demonstra que os processos participativos funcionam como instrumentos de produção territorial, através dos quais os atores locais não apenas contribuem com informações, mas fundamentalmente constroem novas territorialidades hídricas. A análise das rodas de conversa revelou que estes espaços constituem laboratórios de governança territorial onde se articulam diferentes escalas de conhecimento e se negociam formas específicas de apropriação e uso da água. Esta contribuição analítica amplia a compreensão sobre o papel da participação social na reconfiguração das práticas territoriais de gestão de recursos naturais.

A pesquisa evidenciou que os processos participativos se configuram como instrumentos centrais na produção de territorialidades hídricas, ao promoverem espaços de articulação entre saberes técnicos e empíricos. As rodas de conversa analisadas funcionaram como laboratórios de governança territorial, nos quais diferentes escalas de conhecimento foram mobilizadas na construção de estratégias de convivência com a seca. Tal processo de hibridização gerou saberes inovadores que expressam capacidades adaptativas localmente construídas, revelando que a gestão proativa não se limita à aplicação de tecnologias exógenas, mas constitui uma territorialização do conhecimento ancorada em práticas socioculturais específicas. Nesse sentido, a participação social deixa de ser mero mecanismo legitimador para assumir papel estruturante na co-produção de soluções adaptadas às dinâmicas do semiárido.

ISSN: 2177-3246

A análise do hidrossistema Ubaldinho demonstrou que a gestão proativa promove transformações nas relações socioambientais, sinalizando um processo de aprendizagem territorial que transcende respostas pontuais e favorece a resiliência de sistemas socioecológicos. A pesquisa destacou que as limitações institucionais existentes indicam uma crise de ajustamento entre temporalidades políticas e ecológicas, dificultando a implementação de estratégias de longo prazo. A efetividade da governança territorial da água, requer instituições sensíveis à complexidade e à diversidade dos projetos territoriais em disputa. Ao reconhecer a indissociabilidade entre dimensões sociais e ambientais, o estudo contribui para o avanço teórico sobre a territorialização de políticas hídricas.

REFERÊNCIAS

ABERS, R.; JORGE, K. D. Descentralização da gestão da água: por que os comitês de bacia estão sendo criados? Ambiente & Sociedade, v. 8, n. 2, p. 99-124, 2005.

ADGER, W. N. Vulnerability. Global Environmental Change, v. 16, n. 3, p. 268-281, 2006.

ALVES, J. História das secas (séculos XVII a XIX). Edições do Instituto do Ceará, 1953.

ARMITAGE, D. *et al*. Adaptive co-management for social-ecological complexity. Frontiers in Ecology and the Environment, v. 7, n. 2, p. 95-102, 2009.

BARDIN, L. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2011.

BERKES, F. Sacred ecology. Routledge, 2018.

BRASIL. Lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Diário Oficial da União, Brasília, 1997.

BRITO, Y. M. A. *et al.* Panorama da seca plurianual 2012-2018 no semiárido brasileiro: impactos hidrológicos, agrícolas e medidas de convivência. Desenvolvimento e Meio Ambiente, v. 58, p. 12-26, 2021.

CAMPOS, J. N. B. A Gestão das Águas e o Desenvolvimento do Estado do Ceará: uma perspectiva histórica. T&C Amazônia, v. 9, p. 25-31, 2006.

CAMPOS, J. N. B.; STUDART, T. M. C. Secas no Nordeste do Brasil: origens, causas e soluções. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2001.

CASH, D. W. *et al*. Scale and cross-scale dynamics: governance and information in a multilevel world. Ecology and Society, v. 11, n. 2, 2006.

CEARÁ. Secretaria dos Recursos Hídricos. História dos açudes no Ceará. Fortaleza: SRH, 2024.

CEARÁ. Secretaria dos Recursos Hídricos. Plano de Gestão Proativa de Secas – Hidrossistema Ubaldinho. Fortaleza: SRH, 2025.

CEARÁ. Secretaria dos Recursos Hídricos. Proposta de política de gestão proativa de secas para os recursos hídricos do Ceará. Fortaleza: SRH, 2023.

COGERH - Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará. Comissões Gestoras de Sistemas Hídricos. Disponível em: https://portal.cogerh.com.br/comissoes-gestoras-de-sistemas-hidricos/. Acesso em: 9 jun. 2025.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. Nosso Futuro Comum. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

FOLKE, C. *et al*. Adaptive governance of social-ecological systems. Annual Review of Environment and Resources, v. 30, p. 441-473, 2005.

FUNCEME - FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. Inventário de vulnerabilidade e adaptação à seca: Perímetro Irrigado Ubaldinho - PSH. Fortaleza: FUNCEME, 2017.

LEMOS, M. C. *et al*. Developing adaptation and transformation capacity to climate change in Brazil. Current Opinion in Environmental Sustainability, v. 18, p. 62-70, 2016.

LIMA, R. A. Políticas hídricas no Nordeste: evolução institucional. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2010.

MARCONDES, P.; DANDARO, F. Gestão de secas no semiárido: limitações e perspectivas. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 23, n. 4, p. 45-62, 2018.

MARENGO, J. A. *et al*. Climatic characteristics of the 2010-2016 drought in the semiarid Northeast Brazil region. Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 90, n. 2, p. 1973-1985, 2018.

MARTINS, Eduardo Sávio Passos Rodrigues; MAGALHÃES, Antonio Rocha. A seca de 2012-2015 no Nordeste e seus impactos. Parcerias Estratégicas. Brasília, v. 20, n. 41, p. 107-128. 2015.

MOREIRA, R. C. A SUDENE e o desenvolvimento regional integrado. Recife: Editora Universitária da UFPE, 1988.

MOURA, M. S. B. *et al.* Clima e água de chuva no Semi-Árido. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2007.

NUNES, G. C *et al*. Pesquisa científica: conceitos básicos. Revista de Psicologia, v. 10, n. 29, p. 144-151, 2016.

NYS, E.; ENGLE, N. L.; MAGALHÃES, A. R. Secas no Brasil: política e gestão proativas. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos-CGEE; Banco Mundial, 2016.

ONU - Organização das Nações Unidas. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Nova York: ONU, 2015.

OSTROM, E. A behavioral approach to the rational choice theory of collective action. American Political Science Review, v. 92, n. 1, p. 1-22, 2009.

OSTROM, E. Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

PAHL-WOSTL, C. Transitions towards adaptive management of water facing climate and global change. Water Resources Management, v. 21, n. 1, p. 49-62, 2007.

REBOUÇAS, A. C. Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez. Bahia Análise & Dados, v. 13, p. 341-345, 1997.

SANTOS, B. S. Para além do pensamento abissal: das linhas globais a uma ecologia de saberes. Novos Estudos CEBRAP, n. 79, p. 71-94, 2007.

VILLA, M. A. Vida e morte no Sertão: histórias das secas no Nordeste nos séculos XIX e XX. São Paulo: Ática, 2001.

WILHITE, D. A. Drought as a natural hazard: conceptions and definitions. Drought: A global assessment. London: Routledge, 2000.