

Mudanças climáticas e capacidade adaptativa na gestão hídrica do semiárido do Rio Grande do Norte

Eric Mateus Soares Dias ^I
Rylanneive Leonardo Pontes Teixeira ^{II}
Zoraide Souza Pessoa ^{III}

Resumo: Este artigo investiga a incorporação de elementos que viabilizam processos de adaptação às mudanças climáticas na gestão de recursos hídricos no semiárido do estado brasileiro, Rio Grande do Norte (RN). Para isso, adotou-se uma abordagem metodológica exploratória e descritiva, de natureza qualitativa, utilizando pesquisa bibliográfica, análise de documentos e entrevistas com atores sociais e institucionais envolvidos na gestão ambiental e hídrica do estado como instrumentos de coleta de dados. A partir dessas informações, foram identificadas as forças, oportunidades, fraquezas e ameaças da gestão para a adaptação às mudanças climáticas. Os resultados indicam que, apesar dos avanços na gestão dos recursos hídricos, a capacidade adaptativa para enfrentar riscos e impactos climáticos permanece limitada, sobretudo devido à falta de internalização desses riscos na agenda pública e nas decisões estratégicas da gestão hídrica.

Palavras-chave: Vulnerabilidades; riscos; adaptação; recursos hídricos; políticas públicas.

^I Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, Rio Grande do Norte, Brasil

^{II} Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Realeza, Paraná, Brasil

^{III} Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, Rio Grande do Norte, Brasil

São Paulo. Vol. 28, 2025

Artigo Original

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc01972vu28L4AO>



Todo o conteúdo deste periódico, exceto onde está identificado, está licenciado sob uma Licença Creative Commons.

Introdução

A região semiárida brasileira, devido aos recorrentes episódios de secas, processos avançados de desertificação e déficit hídrico associados às fragilidades socioeconômicas, é considerada uma região vulnerável aos riscos das mudanças climáticas (IPCC, 2007; Tavares; Arruda; Silva, 2019; Milhorange *et al.*, 2019). O déficit hídrico é consequência da intensa variabilidade climática natural, temperaturas elevadas, chuvas irregulares espacial e temporalmente, assim como das atividades humanas de exploração dos recursos e a falta de manejo (Simões *et al.*, 2010).

Nesse contexto, as mudanças climáticas intensificam os riscos à disponibilidade hídrica na região, tornando essencial sua incorporação na Gestão de Recursos Hídricos (GRH). Além disso, exige-se o aprimoramento da governança hídrica, com foco na redução das vulnerabilidades ambientais, econômicas e sociais, de modo a torná-la mais adaptativa às mudanças climáticas. Diante desse cenário, este estudo aborda a problemática no estado do Rio Grande do Norte (RN), onde o clima semiárido cobre 93% do território e os episódios de estiagem e seca são recorrentes, comprometendo significativamente a disponibilidade hídrica na maioria do estado.

Para isso, se faz necessário avaliar se as estruturas institucionais vigentes favorecem a redução das vulnerabilidades e integram os princípios de adaptação climática. Nesse sentido, o objetivo deste artigo foi investigar se, na GRH voltada para região semiárida do estado do RN, há elementos que possibilitam processos de adaptação em um contexto de mudanças climáticas.

Sob esta perspectiva, este artigo é composto, além desta introdução e das conclusões, por três tópicos. O primeiro se refere ao detalhamento da metodologia de pesquisa. O segundo é relativo à discussão sobre recursos hídricos, gestão e mudanças climáticas no contexto do semiárido brasileiro, abordando acerca da importância da emergência da adaptação climática. Já o terceiro e último é referente à análise e discussão das possibilidades e dos limites para a capacidade adaptativa às mudanças climáticas na GRH no estado do RN.

Metodologia

Este artigo, ancorando-se em uma abordagem exploratória e descritiva com caráter qualitativo (Minayo; Sanches, 1993), desenvolveu um estudo de caso instrumental da GRH no semiárido do RN, com base na coleta e consulta de referenciais bibliográficos, dados secundários e entrevistas semiestruturadas.

A pesquisa bibliográfica e documental possibilitou a revisão de conceitos-chave e a compreensão da área estudada em seus diversos aspectos: ambiental, social, econômico, político e institucional, cuja fonte foram artigos, livros, sites, relatórios, leis e planos, em órgãos e instituições, tais como: Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte (IGARN), Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH), Defesa Civil Estadual (DC), Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente (IDEMA), entre outras.

Foram realizadas entrevistas semiestruturadas com dois grupos principais de atores-chave, totalizando 14 entrevistas. Um grupo entrevistado era composto por atores sociais, incluindo sete pesquisadores, pós-graduandos e professores vinculados à Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), à Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), à Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA) e à Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES). Todos os integrantes desse grupo desenvolvem ou desenvolveram pesquisas e atividades relacionadas àGRH no RN.

O segundo grupo era formado por atores institucionais, composto por sete representantes de órgãos públicos, técnicos e gestores, incluindo a SEMARH, o IGARN, a Defesa Civil, os Comitês de Bacias Hidrográficas e o IDEMA. Esses participantes desempenham um papel fundamental na tomada de decisão relacionada à GRH no estado. As entrevistas, com duração média de 45 minutos, foram gravadas com a devida autorização dos entrevistados, obtida por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

As entrevistas com esses atores, aliadas aos demais instrumentos de pesquisa, forneceram dados e informações para a análise da capacidade de adaptação climática com base em seis dimensões propostas por Martins e Ferreira (2010) e Fritzsche *et al.* (2014): conhecimento, tecnologias, instituições, recursos financeiros, gestão de riscos e participação social. A escolha dessas dimensões se justifica por sua abrangência na avaliação dos fatores essenciais que influenciam a capacidade de resposta de um sistema aos riscos e impactos das mudanças climáticas.

Adotou-se a matriz FOFA (Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças), conhecida internacionalmente como SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats*) (Araújo; Schwaborn, 2013), que oferece uma abordagem estruturada para avaliar a GRH, permitindo identificar pontos fortes a serem potencializados, fraquezas que precisam ser corrigidas, oportunidades a serem aproveitadas e ameaças que devem ser mitigadas (Hofritcher, 2017). Além disso, esse instrumental contribui para a formulação de estratégias mais eficazes de adaptação climática.

Essa abordagem permitiu a análise detalhada de cada dimensão da capacidade adaptativa climática previamente apresentada. Esse método é bastante recorrente na área de estudos urbanos e regionais, assim como no campo do planejamento e gestão de instituições, como demonstra o estudo de Kummer e Silveira (2016), possibilitando identificar lacunas e possíveis formas de superá-las, como é o caso deste artigo, que se enquadra nessas áreas de conhecimento mencionadas em uma vertente interdisciplinar.

Recursos hídricos, gestão e mudanças climáticas no semiárido brasileiro: a emergência da adaptação climática

A região semiárida do Brasil abrange municípios de todos os nove estados do Nordeste e se estende para porções dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Conforme a nova resolução do Conselho Deliberativo da Sudene (2021), essa área é composta por

1.477 municípios (SUDENE, 2024).

A região é predominantemente caracterizada por longos períodos de seca e altas temperaturas, fatores que resultam em elevados índices de evaporação da água em suas bacias hidrográficas e, conseqüentemente, na reduzida disponibilidade hídrica, trazendo desafios socioeconômicos significativos (Santos *et al.*, 2010). Além das condições climáticas adversas, a intensa degradação ambiental, impulsionada principalmente por atividades econômicas como a agropecuária intensiva e predatória, tem levado os solos e a vegetação à exaustão, agravando ainda mais os impactos sobre a disponibilidade e a qualidade dos recursos hídricos (Sales, 2002).

Historicamente, é marcada por períodos de secas, que ocorrem, em média, de 18 a 20 anos a cada século (Marengo *et al.*, 2017). No entanto, foi somente após a ‘grande seca’ de 1877 -1879, que causou a morte e migração de milhares de pessoas, que o Estado passou a intervir, reconhecendo a seca como um problema (Travassos; Souza; Silva, 2013). As ações governamentais concentraram-se na construção de açudes, barragens, canais de irrigação, ferrovias e poços artesianos (Silva, 2018), mas não foram suficientes para reduzir os impactos das secas e das desigualdades, pois se mantiveram as estruturas de poder e restringiram o acesso da população mais pobre à água.

A partir dos anos 2000, políticas públicas e a difusão de tecnologias sociais promoveram avanços no acesso à água para consumo humano, dessedentação animal e produção de alimentos, especialmente em comunidades vulneráveis (Dias *et al.*, 2023; Santos *et al.*, 2023). Entre essas iniciativas, destaca-se a implementação de cisternas de placas, a oferta de créditos e seguros, além da assistência técnica voltada para a população rural. Apesar dos progressos, essas iniciativas ainda são insuficientes para garantia da segurança hídrica, especialmente em períodos de secas prolongadas, como a de 2012-2017, a mais severa dos últimos 100 anos (Lima; Magalhães, 2018).

No âmbito desse estudo, entende-se por segurança hídrica, a garantia do abastecimento para necessidades humanas essenciais, produção econômica e preservação dos ecossistemas aquáticos, ou seja, deve estar alinhada ao bem-estar humano, ao desenvolvimento socioeconômico e à redução das desigualdades, beneficiando especialmente as populações mais vulneráveis (Melo; Johnsson, 2018).

No Brasil, a gestão de recursos hídricos (GRH) foi significativamente aprimorada com a promulgação da Lei n.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e definiu a estrutura jurídico-administrativa do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) (Brasil, 1997). Essa legislação representou um marco ao adotar um modelo descentralizado e participativo, integrando União e estados por meio de um sistema nacional, promovendo avanços na governança da água, estabelecendo mecanismos para o planejamento, monitoramento e controle do uso dos recursos hídricos, contribuindo para o fortalecimento da segurança hídrica no país.

Contudo, considerando os riscos das mudanças climáticas, é esperado que haja alterações na frequência, intensidade, abrangência e duração de eventos extremos, resultando em impactos sem precedentes em diversos sistemas, especialmente nos recursos

hídricos, com consequências adversas para as populações (Veyret, 2013; Brasil, 2017).

Nesse contexto, o semiárido brasileiro é apontado como uma área de risco e bastante vulnerável às mudanças climáticas futuras (PBMG, 2013; Marengo *et al.*, 2017). Isso revisita, a necessidade de pensar novas perspectivas de análise e repensar as estratégias existentes, pois os novos riscos e desafios demandam uma abordagem mais robusta e adaptativa. Adaptação é um termo usado para qualificar a capacidade de um dado sistema de modificar suas características ou comportamento, para lidar melhor com as vulnerabilidades já existentes (Brooks, 2003; Lindoso, 2018) e na conjuntura das mudanças climáticas está relacionada, portanto, ao processo de ajuste de sistemas naturais e humanos ao comportamento do clima (IPCC, 2014).

Nesse ínterim, Lemos (2016) argumenta que, no contexto das mudanças climáticas, a capacidade adaptativa é necessária para atingir a segurança hídrica. Ambrosio *et al.* (2024), acrescenta que “a necessidade de construir uma capacidade adaptativa frente a baixa disponibilidade hídrica, adiciona uma camada a mais de complexidade à segurança hídrica (p. 4.555).”

O fortalecimento da capacidade adaptativa é essencial para a gestão de riscos e a resposta aos impactos das mudanças climáticas, permitindo uma alocação mais eficiente de recursos financeiros, sociais e políticos (Eakin; Lemos, 2006). A literatura sobre adaptação climática aponta diversos fatores determinantes para esse processo. Por exemplo, Huitema *et al.* (2009) destacam quatro elementos-chave: governança policêntrica, participação pública, experimentação e abordagem bioregional. Pagan e Crase (2004) enfatizam que o aprendizado contínuo e a evolução são fundamentais para integrar processos adaptativos à gestão hídrica. De forma complementar, Geldolf (1994) aponta que a capacidade adaptativa da Gestão de Recursos Hídricos (GRH) depende de fatores como comunicação eficiente, mecanismos de avaliação, gestão da complexidade e aceitação da subjetividade e da incerteza.

As incertezas não devem impedir a adoção de medidas de adaptação e, no caso das medidas *no-regrets*, o fortalecimento das instituições, o planejamento urbano, a conservação ambiental, a diminuição da pobreza e a oferta de serviços básicos essenciais são exemplos de medidas necessárias e contribuem para adaptação (Denton *et al.*, 2014). No caso da GRH, implementar estratégias de adaptação sem arrependimento significa a adoção de estruturas flexíveis e capazes de se adaptar as grandes incertezas, que envolvem a disponibilidade de água futuramente, não havendo a necessidade de saber precisamente se haverá um aumento de 2 °C ou 3 °C, mas sim que um aumento de temperatura vai ocorrer e que comprometerá a segurança hídrica (Cysne, 2012).

No entanto, algumas pesquisas recentes indicam que os estados e municípios ainda carecem de uma estrutura robusta para lidar com a variabilidade climática natural e não dispõem de capacidade adaptativa para enfrentar os impactos decorrentes das mudanças climáticas (Dias; Pessoa; Teixeira, 2023; Santos; Pessoa, 2025).

Possibilidades e limites para a capacidade de adaptação às mudanças climáticas na GRH do RN

A gestão de recursos hídricos no Rio Grande do Norte foi consolidada com a Lei Estadual n.º 6.908, de 1º de julho de 1996, que instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH) e o Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos (SIGERH) (Rio Grande do Norte, 1996). Posteriormente, a regulamentação desse sistema ocorreu com o Decreto n.º 13.284, de 22 de março de 1997, que definiu sua estrutura organizacional, composta pela Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos (SERHID), pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CONERH), pelo Conselho Estadual de Meio Ambiente (CONEMA) e pelos Comitês de Bacia Hidrográfica (Rio Grande do Norte, 1997a). Entre os principais instrumentos de gestão estabelecidos pela lei estão o Plano Estadual de Recursos Hídricos, o Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FUNERH), a outorga do uso da água, o licenciamento de obras hídricas e a cobrança pelo uso da água. Em 31 de janeiro de 2007, foi criada a Secretaria a SEMARH, conforme a Lei Complementar n.º 163/1999 (Rio Grande do Norte, 1999), que passou a coordenar a política hídrica e ambiental do estado.

O reforço técnico e operacional da gestão hídrica veio com a criação do IGARN em 2002, por meio da Lei Estadual n.º 8.086, com a função de regular e fiscalizar o uso dos recursos hídricos (Rio Grande do Norte, 2002). Considerando que as limitações naturais da disponibilidade da água e da gestão para distribuição do recurso ganham novos agravantes quando expostos aos riscos das mudanças climáticas, são necessárias soluções mais eficientes que possibilitem a adaptação aos efeitos das mudanças climáticas. Nesse âmbito, a adaptação climática refere-se à capacidade de resposta, à adequação ou ao ajuste em sistemas socioambientais aos impactos das mudanças climáticas (Adger, 2003; Klein *et al.*, 2005; Pelling, 2011). É nesse sentido que se analisa a capacidade adaptativa climática, considerando as dimensões apresentadas no tópico de metodologia da pesquisa.

Assim sendo, em relação à dimensão do conhecimento (Quadro 1), é importante que se tenha um banco de dados com informações sobre clima, hidrologia, e aspectos bióticos e abióticos do meio ambiente; bem como cadastro atualizado de usuários, demandas, entre outros que devem estar sistematizados, disponíveis em Sistema de Informação Geográficas (SIG), e com acesso fácil para tomadores de decisão e toda a sociedade interessada (Brasil, 2018). Uma base de dados robusta e atualizada permite estabelecer, de maneira adequada, um processo de gestão dos riscos climáticos na área de recursos hídricos.

O Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (SIRH) ainda apresenta limitações, pois, embora existam diversos portais eletrônicos com dados sobre precipitações, volumes de reservatórios e qualidade da água, não há um sistema integrado que centralize essas informações de forma eficiente. No estado, o planejamento é realizado com base nas estatísticas das séries hidrológicas observadas no passado. No entanto, um dos primeiros pontos que se deve considerar para refletir sobre adaptação climática é que o comportamento hidrológico do passado pode não refletir o que irá acontecer no futuro (Bates *et al.*, 2008). A questão que se coloca é como fazer a GRH considerando os riscos das mudanças climáticas e o seu alto grau de incertezas (Brasil, 2016). Sobre isso, Beck (1998)

ressalta que o desenvolvimento da ciência e tecnologia não garante que se possa prever e controlar totalmente os riscos e que, quando descobertos, tendem a ser irreversíveis.

O Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH), foi elaborado em 1999 e permaneceu sem revisão integral até 2019, quando foi iniciado um processo de consulta pública para sua atualização. Em março de 2022, o novo plano foi oficialmente lançado (Rio Grande do Norte, 2022), representando uma oportunidade para fortalecer a gestão hídrica, aprimorar os instrumentos regulatórios e regulamentar a cobrança pelo uso da água, visando a aplicação efetiva dos princípios e diretrizes estabelecidos na legislação estadual. O plano é o principal instrumento, com dados sistematizados para subsidiar a GRH.

Foi identificado que há carências quanto ao monitoramento, à sistematização de dados, às previsões de curto prazo e médio prazo, e à identificação e espacialização dos potenciais impactos das mudanças climáticas no território. O que se tem disponível atualmente de conhecimento relacionado aos recursos hídricos atende, em certa medida, as necessidades de curto prazo; mas não traça um panorama que possibilite saber, com propriedade, se haverá água suficiente para atendimento das demandas futuras ou em caso de extremos climáticos.

Outra dimensão analisada é a de disposição de tecnologias (Quadro 1), necessárias em todo o processo de gestão dos recursos hídricos, desde as tecnologias da informação para subsidiar o conhecimento até as tecnologias de infraestruturas. O uso de tecnologias é um grande aliado na busca de soluções rápidas e eficazes, porém tais tecnologias devem ser baseadas nos princípios da sustentabilidade, para não aumentarem os riscos e ajudem a minimizar os impactos das atividades humanas sobre o ambiente (Kern; Alber, 2008).

As tecnologias devem ser desenvolvidas, por exemplo, para o aumento da eficiência nos diferentes usos da água, promovendo o aumento da captação; assim como o aproveitamento, armazenamento e redução de perdas da água de chuva. Nesse sentido, há uma grande variedade de tecnologias, técnicas, metodologias e práticas já existentes, que podem ser replicadas, contanto que sejam simples, sustentáveis e adaptadas ao contexto em que serão implementadas. Sobre a disponibilidade de tecnologias, os entrevistados deram ênfase a infraestrutura, afirmando que o RN dispõe de uma rede de captação, armazenamento e distribuição muito ampla; mas, mesmo assim, ainda não suficiente para garantir a segurança hídrica em períodos com secas severas, como as vivenciadas nos últimos anos.

Ainda quanto à infraestrutura hídrica, os entrevistados apontaram para as necessidades de revitalização de algumas estruturas do sistema de abastecimento, isso porque muitas dessas estruturas apresentam danos. Por exemplo, algumas barragens correm riscos de rompimento e há muitos problemas em tubulações que provocam muito desperdício. O uso de tecnologias, para os entrevistados, deve priorizar o monitoramento quantitativo e qualitativo da água, a infraestrutura e a conservação ambiental.

Quadro 1 - Análise das dimensões “Conhecimento e Tecnologias”

CONHECIMENTO		
Fatores Internos	Forças	Fraquezas
	- Dados hidrológicos, geológicos, pedológicos, entre outros para subsidiar a criação dos planos de ação. - Monitoramento de evolução das chuvas, níveis dos reservatórios e vazões dos rios. - A comunicação e informações nos sítios oficiais, IGARN Itinerante, eventos, comunicação via rádio e TV e nos comitês de bacias. - A ANA dá um grande suporte nas questões de monitoramento e disponibilização de dados. - Bolsistas de Pesquisa de diversas áreas.	- Não há modelagens hidro-climatológicas das bacias hidrográficas e que simulem cenários de mudanças climáticas. - Não há monitoramento de águas subterrâneas e da qualidade da água dos reservatórios. - Não há agilidade e cobertura total no cadastro de usuários. - Há pouca interação entre a academia e o poder público.
Fatores Externos	Oportunidades	Ameaças
	- A sistematização dos dados de outros órgãos. - Formação contínua sobre mudanças climáticas. - Diagnósticos participativos nas bacias.	- Falta de recursos financeiros - Não adequação das tecnologias de monitoramento - Não considerar os riscos das mudanças climáticas. - Gestores céticos às ameaças climáticas. - Visão de curto prazo.
	Positivo	Negativo
TECNOLOGIAS		
Fatores Internos	Forças	Fraquezas
	- Disposição de infraestrutura hídrica (açudes, barragens, poços, adutoras) para captação e distribuição no território. - Sistemas alternativos difusos como (cisternas, barragens subterrâneas, dessalinizadores).	- Falta de equipamentos mais sofisticados para monitoramentos quantitativo e qualitativo dos reservatórios e para capturar imagens aéreas. - Não há disponibilidade de tecnologias para o manejo sustentável do solo, da água, da vegetação e outros recursos. - Falta de manutenção da infraestrutura de abastecimento.

Fatores Externos	Oportunidades	Ameaças
	• Investir em tecnologias de baixo e alto custo para tratamento e reuso de água. • Tecnologias para despoluição e recuperação de mananciais; proteção das nascentes e margens de rios, etc. • Tecnologias mais modernas que evitem desperdício de água.	• Extremos climáticos que afetem diretamente o abastecimento. • Sistema de abastecimento deteriorado e com risco de rompimento. • Tecnologias descontextualizadas.
	Positivo	Negativo

Fonte: Elaboração dos autores (2020).

Outro aspecto analisado foram as instituições ou a capacidade das instituições (Quadro 2), em que se entende, nesta discussão, por instituições são as misturas de formas sociais, incluindo convenções, regras, organizações e sistemas de organizações (Miller, 2011). O arranjo institucional na GRH envolve toda a estrutura do SIGERH, de órgãos, de legislações e de atores, que, de forma integrada e articulada, possibilitam a implementação dos instrumentos da PERH. Já por capacidade de adaptação institucional, entende-se como a capacidade de lidar com novos problemas, com robustez suficiente para garantir a segurança hídrica ante os riscos das mudanças climáticas (Dias; Pessoa; Teixeira, 2023).

A capacidade adaptativa das instituições depende da incorporação de riscos climáticos na gestão e nos processos decisórios. Para uma estratégia de adaptação eficaz, as mudanças climáticas devem ser prioridade política em todos os setores, promover habilidades para refletir, avaliar e responder a esses riscos.

No Rio Grande do Norte, a criação de uma comissão para discutir uma Política Estadual de Mudanças Climáticas representa um passo inicial, mas ainda há lacunas institucionais significativas, como a não implementação de instrumentos da PERH. Os governos desempenham um papel central na formulação de normas e na governança para enfrentar os desafios climáticos em diferentes escalas (Giddens, 2010; Ferreira *et al.*, 2011).

A escassez de recursos financeiros é um dos principais entraves à capacidade adaptativa climática, impactando a gestão de recursos hídricos (Quadro 2). No RN, apesar da autonomia administrativa e financeira da SEMARH, a FUERH não dispõe de capital suficiente para garantir a sustentabilidade financeira das ações da GRH. O regulamento da cobrança pelo uso da água, exigido pelo Decreto n.º 33.286/2023, é uma alternativa para fortalecer os investimentos no setor. No entanto, sua implementação ainda não ocorreu de forma efetiva com avanços mais concretos na Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu (Rio Grande do Norte, 2023).

Quadro 2 - Análise das dimensões “Instituições e Recursos Financeiros”

INSTITUIÇÕES		
Fatores Internos	Forças	Fraquezas
	• Órgãos específicos e legislação para a GRH. • Tem instituído e atuando o conselho estadual e 3 comitês de bacias hidrográficas. • Comissão trabalhando na elaboração da Política Estadual de combate aos efeitos das mudanças climáticas, a partir de março de 2020, até então, não havia legislação específica.	• Fragilidades na implementação dos instrumentos da PERH. • A maioria dos funcionários são cargos comissionados e bolsistas de pesquisa temporários. • Fragilidades na fiscalização de usuários nas bacias hidrográficas.
Fatores Externos	Oportunidades	Ameaças
	• Internalização dos riscos das mudanças climáticas na GRH. • Concurso para funcionários efetivos dos órgãos. • Participação em redes de cooperação. • Formação de parceiras entre as esferas nacionais e municipais.	• Falta de continuidade de políticas e ações com a mudança de governo. • Saída de pessoal-chave. • Não interação entre os diferentes níveis de governança. • Planejamento de curto prazo.
	Positivo	Negativo

RECURSOS FINANCEIROS		
Fatores Internos	Forças	Fraquezas
	• Os recursos do Progestão¹ para a execução de atividades administrativas, aparelhamento do órgão, contratação de pessoal, etc. • Apoio financeiro do governo federal para execução de obras.	• A cobrança pelo uso da água está em processo de implementação no Estado, com maiores avanços na Bacia do Piancó-Piranhas-Açu. Não há cobrança pelo licenciamento de obras hidráulicas. • A transferência de recursos federais ocorre quando o estado decreta situação de emergência, principalmente pela seca.
Fatores Externos	Oportunidades	Ameaças
	• Efetivar a cobrança pelo uso da água e implementar os planos de Bacias. • Buscar parceria com o setor privado. • Integração com outros setores.	• Extremos climáticos. • -Aumento da demanda hídrica. • Falta de planejamento.
	Positivo	Negativo

Fonte: Elaboração dos autores (2020).

À medida que as mudanças climáticas intensificam os riscos de desastres naturais, tornando a gestão de riscos (Quadro 3) um elemento central da capacidade adaptativa. O aumento da frequência e intensidade dos eventos extremos (Zwiers *et al.*, 2013) não depende apenas de variações climáticas, mas também de vulnerabilidades estruturais. Assim, o gerenciamento eficaz deve considerar alterações de qualidade, pesquisas sobre cenários futuros e infraestruturas resilientes, além da identificação de pontos críticos de vulnerabilidades (Nunes, 2009; Brasil, 2016).

No RN, a recorrência de secas causa grandes perdas econômicas, principalmente na agropecuária e na pesca, enquanto inundações, graduais ou bruscas, geram impactos imediatos. Desde 2011, o estado conta com a Coordenadoria de Proteção e Defesa Civil (COPDEC) para prevenção e resposta a emergências, mas há desafios como a insuficiência de equipe técnica.

Os entrevistados destacam que o RN prioriza a gestão de secas em detrimento das chuvas intensas, cujos impactos são imediatos, como inundações e danos estruturais. A segurança das barragens também é preocupante, pois muitos apresentam riscos de

1 - O PROGESTÃO constitui o programa de consolidação do “Pacto Nacional pela Gestão das Águas” e norteia-se pelo conceito do “pagamento por serviços ambientais”, no qual a ANA faz desembolsos financeiros, vinculados ao alcance de metas de planejamento e gestão no âmbito do Sistema Integrado de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SIGRH).

rompimento, sobretudo os privados, e o monitoramento do IGARN ainda é deficitário.

Para aprimorar a gestão de riscos, é essencial fortalecer a pesquisa técnico-científica e a interlocução entre a sociedade civil e o poder público (Di Giulio *et al.*, 2013). A capacidade adaptativa climática também depende de canais de participação social (Quadro 3), essenciais para debates, avaliações e planejamento de políticas. O PNRH e o SINGERH preveem o gerenciamento participativo dos recursos hídricos, com os comitês de bacia desempenhando papel deliberativo.

O diálogo entre governo, comitês setoriais, sociedade civil e instituições de pesquisa é fundamental para a GRH e a adaptação climática (Di Giulio *et al.*, 2013; Romero-Lankao; Hardoy, 2015; Sathler; Paiva; Baptista, 2019). No RN, CONEMA, CONERH e os comitês das bacias Apodi/Mossoró, Piancó-Piranhas-Açu, Ceará-Mirim e Potengi são as principais instâncias de participação social, além dos fóruns e eventos frequentes sobre o tema. Embora sejam investidores, os entrevistados apontaram a necessidade de ampliar o engajamento e garantir maior representatividade dos setores.

A adaptação climática no GRH exige um ambiente favorável à participação social, com apoio do governo, setor privado, instituições de pesquisa e universidades (Bulkeley; Newell, 2023).

Quadro 3 - Análise das dimensões “Gestão de Riscos e Participação Social”

GESTÃO DE RISCOS		
Fatores Internos	Forças	Fraquezas
	• Conselhos e comitês instituídos. • O CBHPA coloca em pauta discussões sobre mudanças climáticas. • Fóruns de discussão entre os comitês. • -Atualização do plano estadual de ecursos hídricos com participação da sociedade. • Foi assinado o termo de referência para contratação do Plano da BHRAM, mas ainda não foi possível viabilizar sua execução.	• Apenas o CBHPPA tem seu plano de bacia instituído. • Lacunas na efetividade da participação social.
Fatores Externos	Oportunidades	Ameaças
	• Envolver a comunidade nos estudos e nas ações de gestão de riscos.	• Não considerar os riscos das mudanças climáticas. • Não ter um fundo de recursos para gestão de riscos.
	Positivo	Negativo

PARTICIPAÇÃO SOCIAL		
Fatores Internos	Forças	Fraquezas
	• Conselhos e comitês instituídos. • O CBHPA coloca em pauta discussões sobre mudanças climáticas. • Fóruns de discussão entre os comitês. • Atualização do plano estadual de recursos hídricos com participação da sociedade. • Foi assinado o termo de referência para contratação do Plano da BHRAM, mas ainda não foi possível viabilizar sua execução.	• Apenas o CBHPPA tem seu plano de bacia instituído. • Lacunas na efetividade da participação social.
Fatores Externos	Oportunidades	Ameaças
	• Mobilização e comunicação das ações dos comitês. • Promoção da educação ambiental nos municípios das bacias. • Participação em redes de cooperação.	• Falta de mobilização para participação das reuniões do comitê. • Não inserir o debate sobre mudanças climáticas nas instâncias participativas.
	Positivo	Negativo

Fonte: Elaboração dos autores (2020).

Nesse sentido, quanto à GRH voltada para a região semiárida brasileira, pode-se dizer que, ao longo do tempo, criaram-se bons mecanismos de resposta à seca, principalmente, com os avanços na abordagem da convivência com o semiárido. Contudo, ainda é desafiador conviver com a variabilidade natural e os eventos extremos do clima semiárido. Dessa forma, um primeiro passo para a adaptação climática seria enfrentar os problemas atuais de forma mais robusta, para aumentar a capacidade da gestão em lidar com possíveis aumentos dos extremos em consequência das mudanças climáticas (Hallegatte, 2009; Brasil, 2016). Contudo, a adaptação às mudanças climáticas, como aponta Burton (2010), é outra questão que envolve novos riscos, uma maior complexidade e incertezas.

No âmbito do desenvolvimento de infraestrutura hídrica para ampliar a oferta e distribuição de água no estado, por exemplo, é de suma importância evidenciar grandes projetos que estão em fase final de implantação, como são os casos da transposição das águas do Rio São Francisco e do Projeto Hidrossocial da Barragem de Oiticica na região Seridó. Esses projetos visam a criação de soluções conjuntas, em que a construção da barragem de Oiticica na região Seridó irá receber as águas do Rio São Francisco pelo Rio Piancó-Piranhas-Açu e serão construídas uma série de equipamentos, como canais e adutoras, para fazer a distribuição de água para os municípios.

Contudo, assim como nos outros estados do Nordeste do Brasil, é possível observar

no RN, que a maioria das soluções para déficit hídrico visam aumentar a oferta de água, com médias e/ou grandes obras para armazenar e distribuir água, como as barragens, adutoras e canais. Outras soluções essenciais são negligenciadas como, a educação para o uso racional da água e o cuidado com o meio ambiente e os mananciais, tendo em vista a carência de serviços de saneamento, a supressão vegetal das matas ciliares, entre outros. Como bem salienta Puga (2018), não dá para continuar tratando a água como uma simples mercadoria que pode ser transportada de um lugar para outro e que sempre terá como aumentar a oferta buscando água mais longe.

Faz-se necessário enfatizar o papel fundamental dos municípios na GRH e no aporte para capacidade adaptativa. Apesar de ser um recurso de domínio federal e estadual, e que nesses níveis de governo são elaborados as leis e instrumentos para gerir os recursos hídricos, os municípios desempenham um papel importante, principalmente, na preservação do meio ambiente e na manutenção da qualidade dos mananciais dentro de seus limites. Também vale recordar que os municípios também são peças-chave na diminuição das vulnerabilidades dos sistemas expostos às ameaças climáticas apresentados anteriormente.

É nesse sentido que se evidencia a necessidade da integração entre as políticas setoriais - federais, estaduais e municipais - de ordenamento territorial, desenvolvimento urbano, gestão de resíduos, saúde, meio ambiente, infraestrutura, ciência e tecnologia, entre outras ações, que são evidentemente fundamentais para garantir a segurança hídrica e a adaptação climática. As universidades vêm produzindo conhecimento e tem interesse em colaborar com os governos; os atores sociais e institucionais percebem os riscos e as estruturas político-institucionais apresentam situações favoráveis para pensar e agir sobre essa questão. Porém, para isso acontecer, evidentemente, o tema tem que ganhar espaço na agenda política (Dias; Pessoa; Teixeira, 2023).

No âmbito do RN, a criação da política estadual de mudanças climáticas em percurso poderá abrir novas portas para incorporação dos riscos das mudanças climáticas em diversos setores. Reitera-se a necessidade de criação de um plano de adaptação climática setorial para os recursos hídricos, como uma forma de articular e ampliar ações já existentes com diretrizes para adaptação climática.

Conclusões

A análise dos resultados discutidos revela que a gestão estadual de recursos hídricos no Rio Grande do Norte, não dispõe de capacidade adaptativa para enfrentar os riscos das mudanças climáticas. Esses riscos não estão incorporados na agenda pública, e a gestão apresenta limitações que impedem a minimização das vulnerabilidades dos sistemas hídricos expostos a essas ameaças socio-climáticas.

Apesar dessas limitações nas dimensões tecnológica, financeira, de conhecimento e gestão de riscos, a GRH do estado apresenta avanços, especialmente no desenvolvimento da infraestrutura de abastecimento e no fortalecimento do sistema de gestão. A análise FOFA das seis dimensões da capacidade adaptativa climática aponta tanto desafios quanto oportunidades para uma gestão mais eficiente, indicando um ambiente favorável

ao desenvolvimento de mecanismos de adaptação.

No curto prazo, é necessário adotar uma abordagem flexível, ajustando os sistemas para lidar com as incertezas e a complexidade do problema, reduzindo vulnerabilidades e tornando-os mais robustos diante dos riscos climáticos futuros. Paralelamente, a adaptação a longo prazo exige planejamento proativo e estruturado, considerando as incertezas como parte do processo de aprendizado.

A adaptação climática requer instituições fortalecidas, planejamento participativo, investimentos tecnológicos e financeiros, além de um sistema eficaz de gestão de riscos. Decisões sobre medidas de adaptação envolvem custos financeiros, o que reforça a necessidade de estudos aprofundados para evidenciar a urgência de investir nessa agenda desde já, evitando impactos mais severos no futuro.

O estudo busca contribuir para o campo da gestão de recursos hídricos e adaptação climática, além de ser relevante para a sociedade e a gestão pública. Por isso, o poder público deve buscar os meios adequados para incorporação de elementos que viabilizam processos de adaptação climática na gestão de recursos hídricos.

Agradecimentos

Este trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – código financeiro 001; do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Edital CNPq/MCTI n.º 23/2020 (Processo: 441883/2020-6); e da Fundação de Amparo e Promoção da Ciência, Tecnologia e Inovação do RN (FAPERN). Edital FAPERN/CAPES n.º 13/2021 (Processo no 10910019.000263/2021-43).

Referências

ADGER, N. W. Social capital, collective action, and adaptation to climate change. **Economic Geography**. 79(4), 2003. <https://doi.org/10.1111/j.1944-8287.2003.tb00220.x>

AMBROSIO, L. L. *et al.* Capacidade adaptativa às secas visando segurança hídrica: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 17, n. 06, p. 4554-4574, 2024. doi.org/10.26848/rbgf.v17.6.p4554-4574

ARAÚJO, M. G. de; SCHWAMBORN, S. H. L. A Educação Ambiental em análise SWOT. **Ambiente & Educação**, v. 18, n. 2, p. 183-208, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.furg.br/ambeduc/article/view/4055/2850>>. Acesso em: 01 set. 2024.

BATES, B. *et al.* **Climate change and water**: Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva, 210, 2008. Disponível em: <<https://archive.ipcc.ch/pdf/technical-papers/climate-change-water-en.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2024.

BECK, U. **Políticas ecológicas em la edad del riesgo**: antídotos. La irresponsabilidade organizacional. Barcelona, ES: El Rouse, p. 65-104, 1998.

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**, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm. Acesso em: 20 jun. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Índice de vulnerabilidade aos desastres naturais relacionados às secas no contexto da mudança do clima / Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Integração Nacional, WWF-Brasil. Brasília, DF: MMA, 2017, 125 p. Disponível em: <https://www.iciet.fiocruz.br/sites/www.iciet.fiocruz.br/files/Ind%20Vuln%20Desastres%20Naturais.pdf>. Acesso em: 01 out. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Método de Análise Participativa de Risco à Mudança do Clima**. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade. Brasília, DF: 2018. Disponível em: https://cooperacaobrasil-alemanha.com/Mata_Atlantica/Analise_Risco_Mudanca_Clima/Analise_Risco_%20Mudanca_Clima.pdf. Acesso em: 01 out. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima Volume II: Estratégias Setoriais e Temáticas**. Brasília: 2016. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/mudanca-do-clima/clima/arquivos/livro_pna_plano-nacional_v2_copy_copy.pdf. Acesso em: 30 set. 2024.

BROOKS, N. Vulnerability, risk and adaptation: a conceptual framework. Tyndall Centre for Climate Change Research. **Working Paper**, n.38, 2003. Disponível em: <file:///C:/Users/NOTE/Downloads/5463.pdf>. Acesso em: 25 set. 2024.

BULKELEY, H.; NEWELL, P. **Governing Climate Change**. 3rd Edition. London: Routledge, 2023. <https://doi.org/10.4324/9781315758237>

BURTON, I. Addressing Strategic and Integration Challenges of Climate Change Adaptation. In: STERN, P. C.; KASPERSON, R.E. (Eds.). **Facilitating Climate Change Responses: A Report of Two Workshops on Insights from the social and Behavioral Sciences**. Washington: The NationalAcademy Press. 2010. Disponível em: <https://nap.nationalacademies.org/read/12996/chapter/1> Acesso em: 14 jun. 2020.

CLARVIS, M. H.; ENGLE, N. L. Adaptive capacity of water governance arrangements: a comparative study of barriers and opportunities in Swiss and US states. **Regional Environmental Change**, v. 15, p. 517-527, 2013. <http://dx.doi.org/10.1007/s10113-013-0547-y>

CYSNE, A. P. **Modelo de governança adaptativa para os recursos hídricos utilizando cenários climáticos**. 2012. 159 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

DENTON, F. *et al.* Climate-resilient pathways: adaptation, mitigation, and sustainable development. In: **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectorial Aspects**. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the In-

tergovernmental Panel on Climate Change, 2014. p. 1101-1131. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-Chap20_FINAL.pdf>. Acesso em: 25 set. 2024.

DI GIULIO, G. M. *et al.* Participative risk communication as an important tool in medical geology studies. **Journal of Geochemical Exploration**, v.131, p.37-44, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2012.06.005>

DIAS, E. M. S. *et al.* Tecnologias sociais e adaptação climática: sinergias entre agendas para o enfrentamento das mudanças climáticas no semiárido brasileiro. **Revista Abordagens**, v. 4, n. 1, 2023b. Disponível em: <<https://periodicos.ufpb.br/index.php/rappgs/article/view/59493/37511>>. Acesso em: 19 mar. 2025.

DIAS, E. M. S.; PESSOA, Z. S.; TEIXEIRA, R. L. P. ADAPTIVE GOVERNANCE AND WATER SECURITY IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE IN THE SEMI-ARID. **Mercurator (Fortaleza)**, v. 21, p. e21025, 2023. <https://doi.org/10.4215/rm2022.e21025>

FERREIRA, L. da C. *et al.* Governing Climate Change in Brazilian Coastal Cities: Risks and Strategies. **Journal of US-China Public Administration**. Vol. 8, N.1, 51-65. 2011. Disponível em: <<https://research.fit.edu/media/site-specific/researchfitedu/coast-climate-adaptation-library/latin-america-and-caribbean/brazil/Costa-et-al.-2011.-Risks--Strategies-When-Governing-CC-in-Brazilian-Coastal-Cities..pdf>>. Acesso em: 05 out. 2024.

FRITZSCHE, K. *et al.* **The Vulnerability Sourcebook: Concept and guidelines for standardised vulnerability assessments**. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, 2024. Disponível em: <http://www.preventionweb.net/files/38849_38849vulnerabilitysourcebookguideli.pdf>. Acesso em: 25 set. 2024.

GELDOF, G. D. Adaptive water management: integrated water management on the edge of chaos. **Water science and Technology**, v. 32, n. 1, p. 7-13, 1995. [https://doi.org/10.1016/0273-1223\(95\)00532-R](https://doi.org/10.1016/0273-1223(95)00532-R)

GIDDENS, A. **A política da mudança climática**. Rio de Janeiro: Zahar, 2010.

HALLEGATTE, S. Strategies to adapt to an uncertain climate change. **Global Environmental Change**, v. 19, n. 2, p. 240-247, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.12.003>

HOFRITCHER, M. **Análise SWOT, quando usar e como fazer**. Porto Alegre: Resolução eBook, 2017. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=yXEEDgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbp_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false> Acesso em: 03 mar. 2025.

IPCC. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2007: Impacts, Adaptation, and Vulnerability**. Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2007. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar4_wg2_full_report.pdf>. Acesso em: 15 set. 2024.

IPCC. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability**. Contribution of Working Group II to the Fifth Assess-

ment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In: FIELD, C. B. *et al.* Cambridge/New York, Cambridge University Press/IPCC, 2014. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-FrontMatterA_FINAL.pdf>. Acesso em: 05 set. 2024.

KERN, K.; ALBER, G. **Governing Climate change in cities: Modes of urban Climate governance in multi-level systems.** In: Competitive Cities and Climate Change, OECD Conference Proceedings, Milão, Itália, 2008. p. 171-192. Disponível em: <<https://edepot.wur.nl/51364>>. Acesso em: 15 set. 2024.

KUMMER, D. C.; SILVEIRA, R. L. L. da. A importância da Matriz SWOT (FOFA) no contexto dos planos estratégicos de desenvolvimento do Rio Grande do Sul. **Revista Jovens Pesquisadores**, v. 6, n. 1, p. 101-15, 2016. <https://doi.org/10.17058/rjp.v6i1.7250>

KLEIN, R. J. T.; SCHIPPER, E. L. F.; DESSAI, S. Integrating mitigation and adaptation into climate and development policy: three research questions. **Environmental Science & Policy**, v. 8, n. 6, p. 579-588, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2005.06.010>

LEMOS, M. C. Advancing metrics: models for understanding adaptive capacity and water security. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 21, p. 52-57, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2016.11.004>

LIMA, J. R. de; MAGALHÃES, A. R. Secas no Nordeste: registros históricos das catástrofes econômicas e humanas do século 16 ao século 21. **Parcerias Estratégicas**, v. 23, n. 46, p. 191-212, 2018. Disponível em: <<https://openurl.ebsco.com/EPDB%3Agcd%3A10%3A22093018/detailv2?sid=ebsco%3Aocu%3Arecord&id=ebsco%3Agcd%3A141445245&bquery=IS%201413-9375%20AND%20VI%2023%20AND%20IP%2046%20AND%20DT%202018&page=1>>. Acesso em: 24 set. 2024.

LINDOSO, D. P. *et al.* Harvesting Water for Living with Drought: insights from the Brazilian Human Coexistence with Semi-Aridity Approach towards Achieving the Sustainable Development Goals. **Sustainability**, v. 10, p. 622, 2018. <https://doi.org/10.3390/su10030622>

MARENGO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. M. Drought in Northeast Brazil—past, present, and future. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 129, p. 1189-1200, 2017. <https://doi.org/10.1007/s00704-016-1840-8>

MARTINS, R. D.; FERREIRA, L. C. The research on human dimensions of global environmental change in Latin America: Looking back, moving forward. **International Journal of Climate Change Strategies and Management**, Vol. 2 No. 3, pp. 264-280, 2010. <https://doi.org/10.1108/17568691011063042>

MELO, M. C. de; JOHNSON, R. M. F. O conceito emergente de segurança hídrica. **Sustentare**, v. 1, n. 1, p. 72-92, 2018. Disponível em: <http://periodicos.unincor.br/index.php/sustentare/article/view/4325/pdf_5> Acesso em: 18 mar. 2025.

MILHORANCE, C. *et al.* O desafio da integração de políticas públicas para a adaptação às mudanças climáticas no Semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 24, 2019. <https://doi.org/10.5380/abclima.v24i0.56484>

MILLER, S. Social Institutions. In: ZALTA, E. N. (Ed.). *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Edição de verão de 2011. Disponível em: <<https://plato.stanford.edu/>>. Acesso em: 01 out. 2024.

MINAYO, M. C. de S.; SANCHES, O. Quantitativo-qualitativo: oposição ou complementaridade?. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 9, p. 237-248, 1993. Disponível em: <https://www.scielo.org/article/ssm/content/raw/?resource_ssm_path=/media/assets/csp/v9n3/02.pdf>. Acesso em: 01 out. 2024.

NUNES, L. H. Mudanças climáticas, extremos atmosféricos e padrões de riscos a desastres hidrometeorológicos. In: HOGAN, D. J.; MARANDOLA JR., E. (Orgs.) *População e mudanças climáticas. Dimensões humanas das mudanças ambientais globais*. NEPO/ Unicamp. Brasília: UNFPA, 2009. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/305701139_Mudancas_climaticas_extremos_atmosfericos_e_padroes_de_risco_a_desastres_hidrometeorologicos> Acesso em: 20 set. 2020.

PAGAN, O., CRASE. L. **Does adaptive management deliver in the Australian water sector?** Invited paper in Proceedings of the 48th annual conference of the Australian Agricultural and Resource Economics Society, 11–13 February 2004, Melbourne, Victoria. (online) Disponível em: <<https://ideas.repec.org/s/ags/aare04.html>>. Acesso em: 02 out. 2024.

PBMC. Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. **Base Científica das Mudanças Climáticas: Contribuição do Grupo de Trabalho 1 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas**. Organização de T. Ambrizzi & M. Araujo. Rio de Janeiro, Coppe/Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013. 24 p. Disponível em: <[file:///C:/Users/NOTE/Downloads/2013_sumario_executivo_base_cientifica_das_mudancas_climaticas_2013%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/NOTE/Downloads/2013_sumario_executivo_base_cientifica_das_mudancas_climaticas_2013%20(2).pdf)>. Acesso em: 03 out. 2024.

PELLING, M. **Adaptation to Climate Change: From resilience to transformation**. New York: Routledge, 2011. Disponível em: <<https://talos.unicauca.edu.co/gea/sites/default/files/Adaptation%20to%20Climate%20Change%20From%20Resilience%20to%20Transformation.pdf>>. Acesso em: 03 out. 2024.

PUGA, B. P. **Governança dos recursos hídricos e eventos climáticos extremos: a crise hídrica de São Paulo**. 2018. 210 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Econômico) - Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

RIO GRANDE DO NORTE. Decreto nº 33.286, de 26 de dezembro de 2023. Regulamenta a cobrança pelo uso da água no estado. **Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Norte**, 2023. Disponível em: <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/gac/DOC/DOC000000000324587.PDF>>. Acesso em: 01 out. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Lei Estadual nº 6.908, de 01 de julho de 1996. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos – SIGERH e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Norte**, 1996. Disponível em: <https://www.abas.org/arquivos/LEI-N%C2%BA6.908-97_RN.pdf>. Acesso em: 01 out. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. Lei Estadual nº 8.086, de 2002. Cria o Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN). **Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Norte**, 2002. Disponível em: <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/IGARN/DOC/DOC00000000221096.PDF>>. Acesso em: 01 out. 2024.

RIO GRANDE DO NORTE. **REVISÃO E ATUALIZAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO RIO GRANDE DO NORTE**: resumo executivo. Rio Grande do Norte, 2022. Disponível em: <<http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/semarh/DOC/DOC00000000325434.PDF>>. Acesso em: 01 out. 2024.

ROMERO-LANKAO, P.; HARDOY, J.; HUGHES, S.; ROSAS-HUERTA, A.; BÓRQUEZ, J.; GNATZ, D. M. Multilevel governance and institutional capacity for climate change responses in Latin American cities. In: JOHNSON, C.; TOLY, N.; SCHROEDER, H. (Eds.). **The Urban Climate Challenge**. Routledge, 2015. p. 181-204. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/275035276_Multilevel_Governance_and_Institutional_Capacity_for_Climate_Change_Responses_in_Latin_American_Cities> Acesso em: 05 set. 2020.

SALES, M. C. L. Evolução dos estudos de desertificação no Nordeste brasileiro. **Geosp – Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 11, p. 115-126, 2002. <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2002.123650>

SANTOS, D. N. dos; SILVA, V. de P. R. da; SOUSA, F. de A. S.; SILVA, R. A. e. Estudo de alguns cenários climáticos para o Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 5, p. 492-500, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662010000500006>

SANTOS, Y. C. dos *et al.* Enfrentamento aos riscos das mudanças climáticas no semiárido brasileiro: a adaptação climática como uma nova agenda governamental. **Revista de Gestão dos Países de Língua Portuguesa**, v. 22, n. 1, p. 46-66, 2023. <https://doi.org/10.12660/rglpl.v22n1.2023.85670>

SANTOS, Y. C. dos; PESSOA, Z. S. Adaptive capacity management in municipalities in the semiarid region of Brazil: Application of a composite index. **Climate Risk Management**, p. 100696, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2025.100696>

SATHLER, D.; PAIVA, J. C.; BRANT, T. Mudanças Climáticas: planejamento urbano e governança ambiental nas sedes das principais regiões metropolitanas e integradas de desenvolvimento do Brasil. **Caderno de Geografia**, v. 29, n. 56, 2019, p. 262-286. <https://doi.org/10.5752/P2318-2962.2019v29n56p262>

SILVA, A. W. A construção do território das secas: as obras de açudagem (1877-1970). In: FERREIRA, A. L.; DANTAS, G. A. F.; SIMONIMI, Y. (Orgs.). **Contra as secas: técnica, natureza e território**. 1 ed. Rio de Janeiro: Letra Capital INCT/ Observatório das Metrôpoles, 2018.

SIMÕES, A. F.; KLIGERMAN, D. C.; ROVERE, E. L. La; MAROUN, M. R.; BARATA, M.; OBERMAIER, M. Enhancing adaptive capacity to climate change: the case of smallholder farmers in the Brazilian semi-arid region. **Environmental Science & Policy**, v.13, p.801-8, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2010.08.005>

TAVARES, V. C.; ARRUDA, I. R. P. de; DA SILVA, D. G. Desertificação, mudanças climáticas e secas no semiárido brasileiro: uma revisão bibliográfica. **Geosul**, v. 34, n. 70, p. 385-405, 2019. <https://doi.org/10.5007/2177-5230.2019v34n70p385>

TRAVASSOS, I. B.; SOUZA, B. I. de; SILVA, A. B. da. Secas, desertificação e políticas públicas no semiárido nordestino brasileiro. **Okara: Geografia em debate**, v. 7, n. 1, p. 147-164, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufpb.br/index.php/okara/article/view/10741/9184>>. Acesso em: 01 out. 2024.

VEYRET, I. **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. 2.ed. São Paulo. Contexto. 315p., 2013.

ZWIERS, F. W. *et al.* Climate Extremes: Challenges in Estimating and Understanding Recent Changes in the Frequency and Intensity of Extreme Climate and Weather Events. In: ASRAR, G. R.; HURRELL, J. W. (Eds.). **Climate Science for Serving Society: Research, Modeling and Prediction Priorities**. Springer Netherlands, pp. 339- 389, 2013. Disponível em: <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-6692-1_13> Acesso em: 02 set. 2020.

Eric Mateus Soares Dias

✉ ericmateusemsd@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9347-8932>

Editor Responsável

Pedro Roberto Jacobi

Editor Associado

Marcelo Aversa

Rylanneive Leonardo Pontes Teixeira

✉ pontesrylanneive@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8635-3234>

Submetido em: 28/12/2024

Aceito em: 06/05/2025

2025;28:e001972

Zoraide Souza Pessoa

✉ zoraidesp@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9509-5027>

Declaração de disponibilidade de dados:

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

Cambio climático y capacidad adaptativa en la gestión hídrica en la región semiárida de Rio Grande do Norte

Eric Mateus Soares Dias
Rylanneive Leonardo Pontes Teixeira
Zoraide Souza Pessoa

Resumen: Este artículo investiga la incorporación de elementos que facilitan los procesos de adaptación al cambio climático en la gestión de los recursos hídricos en la región semiárida de Rio Grande do Norte. Para eso, se adoptó un enfoque metodológico exploratorio y descriptivo, de naturaleza cualitativa, utilizando la investigación bibliográfica, el análisis de documentos, y las entrevistas con actores sociales e institucionales involucrados en la gestión ambiental y hídrica del estado como instrumentos de recopilación de datos. A partir de esta información, se identificaron las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la gestión para la adaptación al cambio climático. Los resultados indican que, a pesar de los avances en la gestión de los recursos hídricos, la capacidad de adaptación para hacer frente a los riesgos e impactos climáticos sigue siendo limitada, sobre todo debido a la falta de internalización de estos riesgos en la agenda pública y en las decisiones estratégicas de la gestión hídrica.

Palabras-clave: Vulnerabilidades; riesgos; adaptación; recursos hídricos; políticas públicas.

São Paulo. Vol. 28, 2025

Artículo original

Climate change and adaptive capacity in water management in the semi-arid region of Rio Grande do Norte

Eric Mateus Soares Dias
Rylanneive Leonardo Pontes Teixeira
Zoraide Souza Pessoa

Abstract: This paper investigates the incorporation of elements that enable adaptation processes to climate change in water resource management in the semiarid region of Rio Grande do Norte, Brazil. An exploratory and descriptive methodological approach of a qualitative nature was adopted, using bibliographic research, document analysis, and interviews with social and institutional actors involved in environmental and water management in the state. Based on these data, the strengths, opportunities, weaknesses, and threats (SWOT) of water management in the context of climate change adaptation were identified. The results indicate that despite advances in water resource management, adaptive capacity to address climate risks and impacts remains limited, primarily due to the lack of integration of these risks into the public agenda and strategic decision-making processes.

Keywords: Vulnerabilities; risks; adaptation; water resources; public policy.

São Paulo. Vol. 28, 2025

Original Article