



SESSÃO TEMÁTICA Nº 18 – GESTÃO URBANA E POLÍTICAS PÚBLICAS

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E CAPACIDADE ADAPTATIVA: ANÁLISE DA GESTÃO HÍDRICA NO SEMIÁRIDO DO RIO GRANDE DO NORTE¹

**Eric Mateus Soares Dias/UFRN²
Zoraide Souza Pessoa/UFRN³**

Resumo:

As mudanças climáticas adicionam novos riscos sobre a disponibilidade hídrica na Região Semiárida, com isso, emerge a necessidade da incorporação destes na gestão de recursos hídricos, bem como o aperfeiçoamento da gestão com ênfase na adaptação e na minimização das situações de vulnerabilidades ambiental, econômica e social vivenciadas. Nessa perspectiva, buscou-se pensar essa problemática no estado do Rio Grande do Norte, cujo clima semiárido representa 93% do seu território e os episódios de estiagem e seca são frequentes, comprometendo a disponibilidade hídrica na maior parte do estado. Sendo assim, o objetivo deste artigo é verificar se na gestão de recursos hídricos há elementos que possibilitam a adaptação climática. Esta pesquisa adota uma abordagem exploratória e descritiva com caráter qualitativo, utilizando-se dos métodos de estudo de caso e de entrevistas estruturadas. Os resultados apontam que, diante das limitações e gargalos da gestão, não há capacidade adaptativa para dar respostas aos riscos das mudanças climáticas, principalmente, por que esses riscos não estão sendo internalizados na agenda pública e nas decisões sobre a gestão de recursos hídricos. Foi possível identificar alguns avanços, por exemplo, no desenvolvimento de infraestrutura hídrica para captação, armazenamento e distribuição de água, bem como avanços no sistema de gestão, porém, observou-se o quanto ainda é desafiadora a gestão estadual dos recursos hídricos nessa região, tanto pelas

¹ Este artigo traz os resultados da dissertação de mestrado do primeiro autor, defendida no Programa de Pós-Graduação em Estudos Urbanos e Regionais – PPEUR/UFRN. Agradecemos à CAPES pelo auxílio financeiro para participação do evento.

² Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Estudos Urbanos e Regionais da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). E-mail: ericmateusemsd@gmail.com

³ Professora Associada do Departamento de Políticas Públicas e do Programa de Pós-Graduação em Estudos Urbanos e Regionais da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). E-mail: zoraidesp@gmail.com

limitações naturais da disponibilidade da água quanto pela implementação dos instrumentos previstos na Política Estadual de Recursos Hídricos.

Palavras-chave: Vulnerabilidade. Risco. Adaptação.

INTRODUÇÃO

A região semiárida brasileira, devido aos recorrentes episódios de secas, processos avançados de desertificação e déficit hídrico associados às fragilidades socioeconômicas (IPCC, 2007; TAVARES et al., 2019; MILHORANCE et al., 2019), é considerada uma região vulnerável aos riscos das mudanças climáticas. 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 (MARENGO, 2008; SIMÕES et al., 2010).

Nesse contexto, as mudanças climáticas adicionam novos riscos sobre a disponibilidade hídrica nessa região, com isso, emerge a necessidade da incorporação destes na gestão de recursos hídricos, bem como o aperfeiçoamento da gestão com ênfase na adaptação e na minimização das situações de vulnerabilidades ambiental, econômica e social vivenciadas.

Nessa perspectiva, buscou-se pensar essa problemática no estado do Rio Grande do Norte, cujo clima semiárido representa 93% do seu território e os episódios de estiagem e seca são frequentes, comprometendo a disponibilidade hídrica na maior parte do estado. Sendo assim, o objetivo deste artigo é verificar se na gestão de recursos hídricos há elementos que possibilitem a adaptação climática.

Esta pesquisa adota uma abordagem exploratória e descritiva com caráter qualitativo, utilizando-se dos métodos de estudo de caso e de entrevistas estruturadas, para uma compreensão mais aprofundada do problema a que esta pesquisa propõe-se resolver (MINAYO; SANCHES, 1993; BABBE, 2001). Sendo assim, possibilita retratar a realidade e as múltiplas dimensões que interagem para condicionar a capacidade adaptativa da gestão de recursos hídricos sobre a região semiárida do Rio Grande do Norte.

Os resultados foram alcançados a partir do desenvolvimento de três fases: a primeira foi exploratória, de consulta a bibliografias e coleta de dados secundários; a segunda foi a etapa de campo, com a realização de entrevistas e, a terceira, etapa de sistematização, análise e interpretação dos dados. As entrevistas ocorreram entre os meses de novembro de 2019 e fevereiro de 2020. Foram entrevistados 14 indivíduos, divididos em dois grupos (Quadro 1): Os atores sociais, composto por 7 pesquisadores (pós-graduandos e professores) que desenvolvem pesquisas sobre meio ambiente e/ou recursos hídricos, optando-se por escolher atores que já

desenvolveram atividades na gestão de recursos hídricos do Estado. E os atores institucionais composto por 7 representantes de órgãos públicos (técnicos e gestores), importantes na tomada de decisão sobre a gestão de recursos hídricos no Estado durante a atual gestão. Com duração média de 45 minutos, que foram gravadas com a permissão do entrevistado, por meio da assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido.

GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: A EMERGÊNCIA DA ADAPTAÇÃO

A baixa disponibilidade hídrica na região semiárida do Brasil, historicamente, desencadeou diversos problemas econômicos e sociais. Esse tipo de clima abrange quase toda a região nordeste, em seus nove Estados, e parte de Minas Gerais. A região é caracterizada, principalmente, pelos períodos prolongados de seca e elevadas temperaturas, que acarretam altos índices de evaporação da água em suas bacias hidrográficas (SANTOS et al., 2010). Além das condições climáticas naturais, a intensa degradação ambiental que se dá desde o início do povoamento da região, se somam, causando impactos negativos na disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos. Essa degradação se dá, principalmente, pelas atividades econômicas desenvolvidas, com ênfase a agropecuária intensiva e predatória, que tem levado os solos e vegetação a exaustão (SALES, 2002).

Nessa região, os relatos sobre grandes secas estão largamente presentes na literatura, sendo que, estatisticamente, podem incidir em média de 18 a 20 anos de seca, a cada cem anos, alternando-se entre anos de seca e anos mais chuvosos (MARENGO, 2008). Contudo, o fenômeno da seca só começou a ganhar notoriedade no Brasil com a chamada ‘grande seca’ ocorrida nos anos 1877-1879, quando centenas de milhares de pessoas, migraram ou morreram, em uma tragédia com repercussão mundial. Só assim o governo passou a reconhecer a seca como um problema e começou a interferir (TRAVASSOS et al., 2013).

As ações governamentais sempre estiveram direcionadas a construção de açudes públicos (médio e grande porte), barragens, pequenos açudes em propriedades particulares e canais de irrigação, ferrovias, poços artesianos, bem como, estudos da geografia local, técnicas, equipamentos e outras estratégias de transformação do espaço (SILVA, 2018). No entanto, essas ações não foram suficientes para diminuir a pobreza que assolava a região, pois se mantinham as estruturas de dominação e poder. Sendo assim, as classes mais pobres continuavam sem acesso a água e a outros recursos.

A formulação de políticas públicas e ações de desenvolvimento para o semiárido, associados a difusão de tecnologias sociais, mudou a realidade da região. Também, em relação à segurança hídrica, houveram avanços consideráveis para superação da situação de escassez

hídrica em que se vivenciava algumas décadas antes. Um conjunto de ações implementadas e difundidas mais especificamente a partir do ano 2000, têm garantido a população do semiárido, principalmente à população rural, o acesso à terra e à água, tanto para consumo da família como dos animais, além da produção de alimentos, com o cuidado sustentável da terra (DIAS et al. 2021).

Contudo, apesar desses avanços, ainda são insuficientes se considerarmos a necessidade de água dessas populações para a manutenção dos seus sistemas produtivos, principalmente em situações de secas persistentes, como foi o caso da seca vivenciada no período entre 2012-2017, a maior dos últimos 100 anos (LIMA, MAGALHÃES, 2019). Todo o exposto demonstra a suscetibilidade dos sistemas hídricos aos extremos climáticos de seca na região semiárida, evidenciando a necessidade de uma gestão de recursos hídricos mais robusta.

Com relação a gestão de recursos hídricos no Brasil, alguns avanços no arcabouço político-normativo foram observados: a promulgação de uma ampla legislação para controlar o uso dos recursos hídricos no Brasil e garantir a sua preservação, entre as quais, a Lei nº 9.433/1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e definiu a estrutura jurídico-administrativa do Sistema Nacional de Recursos Hídricos (SINGREH); a Lei nº 9.984/2000, que criou a Agência Nacional de Águas (ANA), e a Resolução Conama nº16/2001, que estabeleceu critérios gerais para a outorga de direito de uso dos recursos hídricos.

A PNRH, que ficou conhecida como Lei das Águas, estabeleceu instrumentos para a gestão dos recursos hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). Essa lei apresenta um caráter descentralizador e participativo, por meio de um sistema nacional que integra União e estados, e conta com a instalação de comitês de bacias hidrográficas que une poderes públicos nas três instâncias, usuários e sociedade civil na gestão de recursos hídricos (ANA, 2019).

No entanto, mesmo com os avanços no arcabouço normativo, nas bases legal e institucional para implementar a gestão de recursos hídricos, o processo ainda é bastante desafiador. Diante disso, a garantia da segurança hídrica ainda é um dos principais desafios enfrentados no Brasil. Ainda mais, considerando os riscos da mudança climática, que poderão induzir mudanças na frequência, na intensidade, na dimensão espacial e na duração de eventos climáticos, resultando em extremos sem precedentes, com efeitos adversos em diversos sistemas, sobretudo, no que tange aos recursos hídricos, que impõe consequências negativas às populações (IPCC, 2013; BRASIL, 2017). Isso, porque os riscos das mudanças climáticas, ao produzirem danos e impactos generalizados, são denominados de desastres naturais ou desastres e, consequentemente, incrementam, promovem e expõem a vulnerabilidade das populações, alterando o funcionamento das sociedades e o bem-estar social (VEYRET, 2013).

Nesse contexto, Marengo (2008), enfatiza o semiárido brasileiro como uma área de risco e bastante vulnerável às mudanças climáticas futuras, porque apresentam territórios, historicamente marcados pela ocorrência de eventos extremos de seca, e pelos cenários de múltiplas escassezes do ponto de vista natural e socioeconômico, que muitas vezes se sobrepõem, tornando-a extremamente vulnerável, potencializando cenários de risco e de situações de desastres. Isso pode também ser evidenciado pelas projeções de clima para essa região, que sugerem um aumento dos eventos extremos de secas e estiagens prolongadas (PBMC, 2013).

Em síntese, a diminuição da quantidade e qualidade dos recursos hídricos podem afetar as dinâmicas agrícolas, a produção de alimentos, principalmente pelos agricultores familiares; a qualidade dos ecossistemas; a saúde, com a propagação de doenças de veiculação hídrica; o abastecimento humano e operação de infraestrutura hídrica (BATES et al.; 2008; KUNDZEWICZ et al., 2007). Todos esses aspectos apresentam um elevado grau de incerteza para definição das ações a serem tomadas face aos riscos das mudanças climáticas. Apesar dessas incertezas, é preciso adaptar-se aos impactos possíveis, ocasionados pela variabilidade natural do clima ou pelas mudanças climáticas, a fim de minimizá-los.

Adaptação é o termo usado para qualificar a capacidade de um dado sistema de modificar suas características ou comportamento, de forma a lidar melhor com as vulnerabilidades já existentes (BROOKS, 2003), e expandir suas possibilidades de lidar com as futuras condições de riscos e novas vulnerabilidades. A adaptação na conjuntura das mudanças climáticas está relacionada, portanto, ao processo de ajuste de sistemas naturais e humanos ao comportamento do clima (IPCC, 2014).

Com as mudanças climáticas, a gestão de recursos hídricos torna-se ainda mais complexa. As consequências de mudanças climáticas podem alterar a confiabilidade dos sistemas de água atual, assim como a gestão de usos e infraestruturas de suprimento (BATES et al., 2008). Nesse contexto, a segurança hídrica depende da capacidade adaptativa da gestão de recursos hídricos (SOUZA FILHO; PORTO 2003). Corroborando com isso, Lemos (2016) argumenta que, no contexto das mudanças climáticas, a capacidade adaptativa é necessária para atingir a segurança hídrica.

Nesse sentido, Pagan e Crase (2004) indicam que, o aprendizado e a evolução são fatores importantes para incorporar processos de adaptação na gestão hídrica. Os autores apontam que a gestão adaptativa deve aprender com os eventos passados e promover a implementação de ações experimentais como ferramenta para acelerar o aprendizado. Já para Geldolf (1994), a capacidade adaptativa da gestão de recursos hídricos depende de elementos como: boa comunicação, mecanismos de avaliação, aprender a gerir a complexidade, aceitar a subjetividade e a incerteza.

Outro conceito importante relacionado a adaptação, é a gestão adaptativa, que segundo

Folkeet al. (1999), é uma estrutura/modelo de gestão que é tanto antecipatório como adaptativo. Essa definição, apresenta bastante consonância com o próprio conceito de adaptação climática, discutido no tópico anterior, ou seja, ambos são tidos como um processo para lidar com as incertezas, em que a gestão não é somente gerenciar, mas também aprender e experimentar possibilidades, sendo possível não chegar a um ponto final de uma melhor decisão, mas manter um percurso, não de erros, mas de constante aprendizado.

As incertezas não devem impedir a adoção de medidas de adaptação e no caso das medidas “no-regrets” (sem arrependimentos), quer dizer, por exemplo, que o fortalecimento das instituições, o planejamento urbano, a conservação ambiental, a diminuição da pobreza, a oferta de serviços básicos essenciais, são medidas necessárias e que contribuem para adaptação e embora não haja um aumento considerável da temperatura no futuro, não haverá perdas financeiras com essas medidas (DENTON et al., 2014).

No caso da gestão de recursos hídricos, 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, nesse sentido, não se faz necessário 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 (CYNE, 2012).

Nessa miríade, considera-se que todos esses fatores são fundamentais para a construção da capacidade adaptativa da gestão de recursos hídricos. Para isso, é necessário que haja mudanças nos arcabouços institucionais e que a gestão precisa ir além do tradicional para gerenciar os riscos das mudanças climáticas (HILL; NATHAN, 2013). Especialmente no semiárido, que dispõe de baixa disponibilidade hídrica, a capacidade adaptativa torna-se ainda mais desafiadora. E diante da última grande seca vivenciada nessa região, colocou-se à prova, a capacidade adaptativa da gestão de recursos hídricos, evidenciando seus limites e lacunas.

POSSIBILIDADES E LIMITES PARA CAPACIDADE DE ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA NA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NA REGIÃO SEMIÁRIDA DO RIO GRANDE DO NORTE

No Estado do Rio Grande do Norte, o órgão responsável pela gestão de recursos hídricos é a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH), criada pela Lei Complementar nº 163, de 25 de fevereiro de 1996, com a atribuição de planejar, coordenar e executar as ações públicas estaduais que contemplem a oferta e a gestão dos recursos hídricos e do meio ambiente no estado do Rio Grande do Norte. A SEMARH conduz a Política Estadual de Recursos Hídricos, compõe o Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos e exerce a

gestão do Fundo Estadual de Recursos Hídricos.

Em estudo, Hincapié et al. (2016), apresentaram o marco legal que representa a organização e estruturação do Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos no Estado (SIGERH).

Apoiados nos princípios de uma gestão integrada, descentralizada e participativa, são competências da SEMARH: desenvolver e manter atualizados o Plano Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema de Informações dos Recursos Hídricos, assim como projetar e executar obras de infraestrutura hídrica, conceder outorgas de direito de uso dos recursos hídricos provenientes de corpos de água de domínio do Estado e licenças de obras hídricas superficiais e subterrâneas.

O SIGERH foi instituído pelo Decreto nº 13.284/1997, apresenta a seguinte estrutura organizacional: Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH) e suas coordenadorias; Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CONERH), Conselho Estadual de Meio Ambiente (CONEMA) e os Comitês de Bacia Hidrográfica. São órgãos vinculados à SEMARH, o IGARN - Instituto de Gestão das Águas do Rio Grande do Norte, a CAERN - Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte e o IDEMA – Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente.

A Lei Estadual nº. 6.908/1996 é o marco regulatório principal da gestão dos recursos hídricos no Rio Grande do Norte, que instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH) e o Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos (SIGERH), que antecede a promulgação da Lei Nacional das Águas. Os instrumentos previstos na lei são e o seu estágio atual da implementação, são apresentados no quadro 1:

Quadro 1 - Implementação dos instrumentos de gestão previstos na PERH do Rio Grande do Norte, Brasil

INSTRUMENTOS	IMPLEMENTAÇÃO
Plano estadual de recursos Hídricos	O plano atual do Rio Grande do Norte foi elaborado em 1999 e não sofreu nenhuma atualização integral no seu conteúdo até hoje. Em 2019, foi iniciado o processo de consulta pública para sua atualização.
Fundo estadual de recursos Hídricos	Conforme estabelece o Decreto nº 13.836/1998, no art. 2º, incisos I a XII. As fontes de recursos do FUNERH são: Tesouro do Estado e municípios; compensações financeiras que o estado recebe pelo aproveitamento hidroenergético, recursos minerais (petróleo e gás natural); rendas provenientes de aplicações financeiras (do próprio fundo); doações de pessoas físicas ou jurídicas; transferências da União destinadas à execução de planos e programas de recursos hídricos; cobrança pela utilização de recursos hídricos; multas aplicadas aos infratores da legislação hídrica; contribuições, tarifas e taxas cobradas de beneficiários de obras e serviços de aproveitamento e controle dos recursos hídricos. No entanto, no estado

	não há cobrança pelo uso da água e não se tem informações acerca do fluxo de recursos do fundo para aplicação na gestão.
Outorga de direitos de uso dos recursos hídricos e Licenciamento de obras hidráulicas	Por meio do IGARN itinerante, os técnicos do Instituto realizam a regularização de usuários de águas por meio de pedidos de outorgas e dispensas de outorgas. Todas as licenças para obras hidráulicas do estado também são realizadas pelo IGARN, exceto, as que são referentes as águas de domínio da União, que são concedidos pela ANA.
Cobrança pelo uso da água	O Rio Grande do Norte, apesar de previsto no art. 4º, inciso IV da lei hídrica estadual, ainda não implementou a cobrança pelo uso da água no seu território, principalmente, por que não tem todos os CBHs implementados e funcionando efetivamente; pelo alcance no cadastramento de usuários; pela classificação dos usos múltiplos; entre outras questões de envolvem interesse político.
Enquadramento dos corpos de água	O enquadramento das águas não representa a realidade da situação hídrica do estado. Foi feito o enquadramento dos cursos e reservatórios d'água do estado na Classe 2 de águas doces.
Sistema de Informações Sobre Recursos Hídricos – SIRH	Os portais eletrônicos do IGARN, da SEMARH; EMPARN, entre outros órgãos tem disponibilizados dados sobre monitoramentos das precipitações, volume de reservatórios, vazões, alguns dados relativos à qualidade de águas superficiais e subterrâneas. No entanto, ainda é necessário avançar nesses pontos, trazendo mais robustez aos dados, bem como a sistematização desses.

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em Araújo *et al.* (2018).

No quadro é possível identificar algumas das suas limitações para implementação dos instrumentos. Mas, a elaboração do novo plano apresenta-se como uma oportunidade de fortalecer a gestão e o atendimento das prioridades de uso das reservas hídricas, adequando-se às novas realidades de oferta e demanda de recursos hídricos e, regulamentando a cobrança pelo uso da água. Dessa forma, garantindo uma melhor aplicação dos princípios e instrumentos expressos na legislação.

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, a adequação ou ajuste em sistemas naturais ou humanos, aos impactos das mudanças climáticas (ADGER *et al.*, 2003; KLEIN *et al.*, 2005)

É nesse sentido, que optou-se refletir sobre a capacidade de adaptação a partir de seis dimensões discutidas por Fritzsche *et al.* (2014) e Martins e Ferreira (2010), são elas: conhecimento, tecnologias, instituições, recursos financeiros, gestão de riscos e participação.

A partir das entrevistas realizadas e da pesquisa documental e bibliográfica, foi possível

verificar as possibilidades e limites da gestão de recursos hídricos para se adaptar aos riscos das mudanças climáticas. Para melhor visualização desses resultados, utilizou-se o método da análise FOFA (Força, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças), que foram analisadas cada dimensão da capacidade adaptativa, oferecendo assim, um direcionamento à correção de pontos negativos e um olhar sobre oportunidades futuras (ARAÚJO; SCHWAMBORN, 2013). Esse método é bastante recorrente na área de estudos urbanos e regionais, assim como, no planejamento e gestão de instituições, para identificação de lacunas e possíveis formas de superá-las.

Em relação a dimensão do **conhecimento**, é importante que se tenha um banco de dados com informações sobre clima, hidrologia, aspectos bióticos e abióticos do meio ambiente, bem como cadastro atualizado de usuários, demandas, entre outras 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; CGEE, 2014). Uma base de dados robusta e atualizada permite estabelecer, de maneira adequada, um processo de gestão do risco climático na área de recursos hídricos.

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 gestão de recursos hídricos considerando os riscos das mudanças climáticas e o seu alto grau de incertezas (BRASIL, 2016). Beck (1998), nesse sentido, 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.

Os entrevistados mencionam que há carências quanto ao monitoramento, sistematização de dados, previsões de curto prazo e médio prazo e a identificação e espacialização dos potenciais impactos da mudança do clima no território. O que se tem disponível de conhecimento atualmente, 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. A partir do que foi exposto foram apontados no quadro 2, os fatores internos e externos para dimensão do conhecimento na gestão de recursos hídricos.

Quadro 2 - Análise FOFA para dimensão do conhecimento

Fatores Internos	Forças	Fraquezas
	-Dados hidrológicos, geológicos, pedológicos, entre outros para subsidiar a criação dos planos de ação.	-Não há modelagens hidroclimatológicas das bacias hidrográficas e que simulem cenários de mudanças climáticas. -Não há monitoramento de águas subterrâneas.

	-Sala de Situação de monitoramento de evolução das chuvas, níveis dos reservatórios e vazões dos rios. -Monitoramento periódico da situação volumétrica de reservatórios com capacidade superior a 5.000.000m ³ . - Realização de cadastro de usuários, outorgas e licenças. - A comunicação e informações nos sítios oficiais, IGARN Itinerante, eventos, comunicação via rádio e TV e nos comitês de bacias.	-Não há monitoramento 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. -Há pouco aproveitamento dos conhecimentos da população.
Fatores Externos	Oportunidades	Ameaças
	-Atualização de dados -Criação de banco de dados -A sistematização dos dados de outros órgãos (INPE, IDEMA, DEFESA CIVIL...) e utilização desses dados ainda é frágil. -Bolsistas de Pesquisa de diversas áreas -A Agência Nacional de Água dá um grande suporte nas questões de monitoramento e disponibilização de dados. -Formação contínua sobre mudanças climáticas	-Falta de recursos financeiros -Não adequação das tecnologias -Não considerar os Riscos das Mudanças Climáticas -Descontinuidade política -Gestores céticos às ameaças climáticas -Visão de curto prazo
	Positivo	Negativo

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Outra dimensão avaliada foi a disposição de **tecnologias**, que são necessárias em todo o processo de gestão dos recursos hídricos, desde as tecnologias da informação para subsidiar o conhecimento, tratado anteriormente, até as tecnologias de infraestruturas.

O uso da tecnologia é um grande aliado na busca de soluções rápidas e eficazes, no entanto, essas tecnologias devem ser baseadas nos princípios da sustentabilidade, para que não aumentem os riscos e ajudem a minimizar os impactos das atividades humanas sobre o ambiente (KERN; ALBER, 2008). Elas devem ser desenvolvidas, por exemplo, para o aumento da eficiência nos diferentes usos da água, promovendo o aumento da captação, 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 vai ser implementada.

Sobre a disponibilidade de tecnologias, os entrevistados deram ênfase a infraestrutura, afirmando que o Estado 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 vivenciado nos últimos anos.

Ainda em relação a infraestrutura hídrica, os entrevistados apontaram para necessidade

de revitalização de algumas estruturas do sistema de abastecimento, tendo em vista que 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 segundo os entrevistados, deve priorizar o monitoramento quantitativo e qualitativo da água, a infraestrutura e a conservação ambiental. A partir do que foi exposto foram apontados no quadro 3, os fatores internos e externos para dimensão da tecnologia na gestão de recursos hídricos.

Quadro 3 - Análise FOFA para dimensão da Tecnologia

	Forças	Fraquezas
Fatores Internos	-Disposição de infraestrutura (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 - 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. -Há algumas tecnologias sociais disponíveis e de baixo custo que podem ser implementadas. -Substituição de equipamentos por tecnologias mais modernas que evitem desperdício de água.	Ameaças -Extremos climáticos que afetem diretamente o abastecimento. -Sistema de abastecimento (reservatórios, adutoras, tubulações) deteriorado e com risco de rompimento. -Não investir em tecnologias -Tecnologias descontextualizadas
	Positivo	Negativo

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Um outro aspecto importante avaliado, foi a capacidade das **instituições**, em que se entende por instituições, a mistura de formas sociais, incluindo convenções, regras, organizações e sistemas de organizações (MILLER, 2011). O arranjo institucional na gestão de recursos hídricos envolve toda a estrutura do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), órgãos, legislações e atores que de forma integrada e articulada possibilitam a implementação dos instrumentos da PERH. E a capacidade de adaptação institucional refere-se capacidade de lidar com novos problemas com robustez suficiente para garantir a segurança hídrica ante os riscos da mudança do clima.

Um ponto crucial que define a capacidade adaptativa das instituições é a consideração dos riscos climáticos na gestão, nos processos de tomada de decisão e nos planos de gestão. O direcionamento para estratégias de adaptação requer que a mudança climática seja uma prioridade política em todos os setores, de forma integrada e que construa habilidades para identificar, reconhecer, avaliar, antecipar e responder aos riscos climáticos. No RN, os sites oficiais do governo noticiaram que os primeiros passos foram dados com a criação de uma comissão para discutir a criação de uma Política Estadual de Mudanças Climáticas.

Os entrevistados deram ênfase a alguns pontos que revelam que ainda há muitas lacunas para as instituições serem mais robustas, como a não implementação de alguns dos instrumentos da PERH, como visto no quadro 1.

É necessário considerar que os governos desempenham um papel fundamental na definição de normas, instituições e modos apropriados de governança para enfrentar os riscos das mudanças climáticas em diferentes sistemas e escalas (GIDDENS, 2010; FERREIRA et al., 2011). A partir do que foi exposto foram apontados no quadro 4, os fatores internos e externos para dimensão de instituições na gestão de recursos hídricos.

Quadro 4 - Análise FOFA para dimensão de instituições

	Forças	Fraquezas
Fatores Internos	-Órgãos específicos para atuar na gestão de recursos hídricos e meio ambiente. -Política de recursos hídricos estabelecida por lei e os regulamentos e normas complementares necessários para sua implementação. -Tem instituído e atuando o conselho estadual e 3 comitês de 4 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 maior parte dos funcionários são cargos comissionados e bolsistas de pesquisa temporários. -Fragilidades na fiscalização de usuários nas bacias hidrográficas.
	Oportunidades	Ameaças
Fatores Externos	-Internalização dos riscos das mudanças climáticas na gestão de recursos hídricos. -Concurso para funcionários efetivos dos órgãos. -Participação em redes de cooperação. -Formação de parceiras entre as esferas nacionais e municipais.	-Rotatividade do capital humano nos principais órgãos da gestão de recursos hídricos. -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 a curto prazo
	Positivo	Negativo

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Um dos principais desafios à capacidade adaptativa é a falta de recurso **financeiro** que reflete em todos os outros aspectos, como institucional, tecnológico e geração de conhecimento (SATTERTHWAITE, 2008). A escassez de recursos financeiros dificulta a operacionalização das ações de gestão de recursos hídricos, ainda mais, para ações em resposta as mudanças climáticas em que há ainda bastante incertezas.

No RN, os entrevistados apontam que esse é o dilema da gestão de recursos hídricos, que apesar da SEMARH ser um órgão com autonomia administrativa e financeira não existe capital suficiente no FUNERH para garantir a sustentabilidade financeira do sistema de gestão de recursos hídricos para implementação da política de recursos hídricos. A partir do que foi exposto foram apontados no quadro 5, os fatores internos e externos para dimensão do financeiro na gestão de recursos hídricos.

Quadro 5 - Análise FOFA para dimensão do financeiro

	Forças	Fraquezas
Fatores Internos	-Os recursos do Progestão têm contribuído bastante para a execução de atividades administrativas, aparelhamento do órgão, contratação de pessoal, etc. -Apoio financeiro do governo federal para execução de obras.	-Não há cobrança pelo uso da água e licenciamento de obras hidráulicas. -A transferência de recursos federais ocorre quando o estado decreta situação de emergência, principalmente pela seca.
	Oportunidades	Ameaças
Fatores Externos	-Implementar cobrança pelo uso da água. -Buscar parceria com o setor privado. -Integração com outros setores.	-Extremos climáticos. -Aumento da demanda hídrica. -Falta de planejamento.
	Positivo	Negativo

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

As mudanças do clima são tratadas como um dos fatores importantes que contribuem para o aumento dos riscos de desastres naturais, portanto, a **gestão de riscos** é um elemento central da capacidade adaptativa. Os extremos climáticos têm ocorrido com mais frequência e, por muitas vezes, com maior intensidade (ZWIERS et al., 2013). E o aumento do risco de desastres está relacionada às vulnerabilidades que não dependem apenas de variáveis climáticas. Neste contexto, a interferência da mudança do clima é considerada como um fator adicional para o gerenciamento de risco de desastres.

A capacidade adaptativa da gestão de riscos está condicionada, principalmente, ao fornecimento de previsões meteorológicas e climáticas de qualidade; ao desenvolvimento de pesquisas sobre cenários futuros de extremos climáticos e de adaptação; infraestruturas que

considerem que as séries climáticas e hidrológicas não mais são estacionárias devido à mudança do clima e; a diminuição das incertezas sobre os riscos e desastres e a identificação de hotspots de vulnerabilidade que são determinantes para a ocorrência dos desastres (NUNES, 2009; BRASIL, 2016).

No Rio Grande do Norte, a frequência de anos de seca e a persistência dessas deflagram o maior número de desastres e perdas econômicas, por exemplo na agropecuária e pesca. No entanto, as inundações (graduais ou bruscas) se destacam pela magnitude dos impactos, entre outros fatores de riscos. Nesse sentido, o Estado dispõe desde 2011 da Coordenadoria de Proteção e Defesa Civil (COPDEC) integrada ao Gabinete Civil do Estado, com a função de coordenar e supervisionar as ações de prevenção e preparação para as emergências e desastres, bem como dar suporte a situações de emergência ou estado de calamidade pública. No entanto, enfrenta diversas limitações como a falta de corpo técnico suficiente.

Os entrevistados enfatizaram em suas falas que o Estado está mais preparado para gestão de riscos das secas do que das chuvas intensas. Os impactos das chuvas intensas são instantâneos, por exemplo inundações, danos a estruturas e perdas agrícolas. Muitos entrevistados alertaram para a questão da segurança das barragens, mencionando que a estrutura de muitos dos reservatórios do Estado apresentam danos e correm o risco de rompimentos. O IGARN tem feito o monitoramento da estrutura física de algumas barragens, porém ainda de forma muito deficitária. No entanto, o maior problema está nas barragens privadas.

Para uma gestão de riscos eficiente é necessário também, que haja o engajamento e a contribuição de pesquisas técnico-científicas, com interlocução entre sociedade civil organizada e gestão pública. Ou seja, a produção de conhecimento sobre os riscos e as formas de responder a esses riscos, ensaja a participação da sociedade e da academia (DI GIULIO et al. 2013). A partir do que foi exposto foram apontados no quadro 6, os fatores internos e externos para dimensão de gestão de riscos na gestão de recursos hídricos.

Quadro 6 - Análise FOFA para dimensão de gestão de riscos

	Forças	Fraquezas
Fatores Internos	-Plano emergencial de segurança hídrica de 2017, com ações estruturantes e não-estruturantes para respostas aos períodos prolongados de seca. -O IGARN monitora 120 barragens no estado, para identificar fragilidades. -Conselho Estadual da Defesa Civil do Estado para tomada de decisões sobre gestão de riscos. -Recuperação de barragens e açudes com estruturas em situação crítica.	-A gestão de risco é muito falha, as ações de resposta acontecem pós-desastre, ou seja, a reparação dos danos. -Pouca sistematização de informações sobre riscos hidroclimatológicos. -Não há mapas de identificação de riscos e vulnerabilidade que contemple todo o estado. -Não tem planos de gestão de riscos de barragens, incêndios florestais, entre outros. -O monitoramento das barragens ainda é falho. Muitas barragens, principalmente

	-O Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais – CEMADEN, realiza o monitoramento e emite alertas precoces da provável ocorrência de desastres naturais para os órgãos de Defesa Civil do Estado.	privadas, apresentam danos em suas estruturas. -A sociedade não tem informações sobre como agir diante de desastres. -Não há corpo técnico suficiente no órgão de defesa civil do estado e a maioria dos municípios não tem esse órgão estruturado.
Fatores Externos	Oportunidades	Ameaças
	-Há interesse na criação de um centro de estudos e pesquisas em desastres, sob coordenação da defesa civil do estado. -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. -Ausência de tecnologias. -Falta de percepção das ameaças climáticas.
	Positivo	Negativo

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Outro aspecto inerente a capacidade adaptativa é a criação de canais de **participação social** (integração de saberes, consulta) nos debates, avaliações e planejamento de políticas, programas, planos, entre outros. Na gestão de recursos hídricos está disposto, na PNRH e no Singerh, que esses devem proporcionar os usos múltiplos das águas, de forma descentralizada e participativa, com a participação do governo, dos usuários e das comunidades. Nesse sentido, os comitês de bacia hidrográfica são considerados a base do gerenciamento participativo e integrado das águas, tendo um papel deliberativo.

O diálogo entre o governo, comitês setoriais, sociedade civil organizada e instituições de pesquisa, tem um papel central na gestão de recursos hídricos e também para adaptação climática. Nesse sentido, a capacidade adaptativa está condicionada a garantia da participação social e a articulação institucional entre setores do governo e da sociedade civil organizada, que permitam uma apropriada decisão para a gestão de riscos climáticos (MOSER, 2010; DI GIULIO et al., 2013).

Os conselhos de meio ambiente e o de recursos hídricos (CONEMA e CONERH) e os 4 comitês de bacias hidrográficas (Apodi/Mossoró, Piancó-Piranhas-Açu, Ceará-mirim e Potengi) são as principais instâncias que envolvem a participação social. No entanto, com frequência, são realizados Fóruns e outros eventos para discussão sobre os recursos hídricos no Estado.

Os entrevistados apontaram que essas instâncias são bastante ativas e tem auxiliado bastante na resolução de conflitos e problemas relacionados ao abastecimento de água. Mencionaram também a necessidade de fortalecer a cultura de participação social e garantir a representatividade dos setores.

A participação na gestão de recursos hídricos e no desenvolvimento da adaptação

climática, depende da criação de um ambiente favorável, pelos governos, para a ação da sociedade civil organizada, da iniciativa privada, de instituições de pesquisa e de universidades (BULKELEY; NEWELL, 2010). A partir do que foi exposto foram apontados no quadro 7, os fatores internos e externos para dimensão do conhecimento da participação na gestão de recursos hídricos.

Quadro 7 - Análise FOFA para dimensão da Participação

	Forças	Fraquezas
Fatores Internos	-Instâncias participativas, como o conselho de meio ambiente, conselho gestão de recursos hídricos e os comitês de bacia. -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.
	Oportunidades	Ameaças
Fatores Externos	-Fortalecimento dos comitês -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: Dados da pesquisa (2020).

Nesse sentido, quanto a gestão de recursos hídricos voltada para a região semiárida, pode-se dizer que ao longo do tempo criou-se mecanismos de adaptação ao clima semiárido, o que convencionou-se chamar de “convivência com o semiárido”. Apesar disso, ainda é desafiador conviver com a variabilidade natural e extremos do clima semiárido. Dessa forma, um primeiro passo para a adaptação, 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.

Apesar das limitações vistas (tecnologias, conhecimento, financeiro, gestão de riscos), a

gestão de recursos hídricos no estado do RN já evoluiu bastante, principalmente, no que diz respeito ao desenvolvimento de infraestrutura para o sistema de abastecimento, bem como em aspectos voltados para o fortalecimento do sistema de gestão. A análise FOFA das seis dimensões da capacidade adaptativa, revelam as limitações e oportunidades para uma gestão mais robusta e adaptada.

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 de planejamento e implantação, como é o caso da transposição das águas do Rio São Francisco e o Projeto 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 também 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, é possível observar no RN, que a maior parte das soluções para déficit hídrico visam aumentar a oferta de água, com médias e grandes obras para armazenar e distribuir água (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 gestão de recursos hídricos 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 chaves na diminuição das vulnerabilidades dos sistemas expostos as ameaças climáticas apresentados anteriormente.

Dessa forma, diante dos riscos impostos pelas mudanças climáticas e das sensibilidades dos sistemas discutidos anteriormente, reconhece-se a necessidade de desenvolver mecanismos de adaptação e que, para além da criação de infraestrutura hídrica, tenha-se um planejamento adequado e integrado com as diferentes esferas e setores que tem relação direta ou indireta com os recursos hídricos. 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 que são evidentemente fundamentais para garantir a segurança hídrica e a adaptação climática.

A academia vem 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 que isso aconteça, evidentemente, o tema tem que ganhar espaço na agenda política (DIAS; PESSOA, 2020).

No âmbito do RN, a criação da política estadual de mudanças climáticas em percurso, abre 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.

4 CONCLUSÕES

Contudo, a gestão estadual de recursos hídricos do Estado não dispõe de capacidade adaptativa para dar respostas aos riscos das mudanças climáticas, tendo em vista que os riscos das mudanças climáticas não estão sendo incorporadas na agenda pública e a gestão apresenta muitas limitações, não conseguindo sequer minimizar as sensibilidades dos sistemas relacionados aos recursos hídricos que estão expostos aos riscos das mudanças climáticas.

Porém, na avaliação das seis dimensões importantes para a capacidade adaptativa, por meio da análise FOFA foi possível identificar um ambiente favorável para o desenvolvimento de mecanismos de adaptação climática na gestão de recursos hídricos do RN. À curto prazo, espera-se uma abordagem que considere a adaptação como uma forma de ajuste de sistemas, onde mediante as incertezas e complexidade do problema, opta-se por adotar medidas flexíveis de adaptação as variabilidades naturais, diminuindo as sensibilidades e dando robustez aos sistemas para operarem respostas aos riscos futuros das mudanças climáticas.

Enquanto isso, é fundamental que se aponte estratégias de adaptação climática no longo prazo, por meio de um planejamento robusto, proativo e que considere as incertezas como uma forma de aprendizado, ou seja, aprender fazendo e avaliando. A adaptação climática demanda, principalmente, instituições fortes, aporte tecnológico e financeiro e um sistema robusto de gestão de riscos. Vale salientar, que pensar em adaptação diante de incertezas envolve decisões sobre possíveis soluções, nesse caso, envolvem custos financeiros. Daí a importância de estudos mais aprofundados que confirmem a urgência de investir em adaptação agora, no momento e não apenas no futuro, quando os impactos serão mais severos.

REFERÊNCIAS

ADGER, N. W., NEIL, W. Social capital, collective action, and adaptation to climate change. *Economic Geography*. 79(4), 2003.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. *Plano Nacional de Segurança Hídrica* / Agência Nacional de Águas. – Brasília: ANA, 2019.

ARAÚJO, Ana Luiza de et al. *Instrumentos da Política de Recursos Hídricos Implementada pelo Estado do Rio Grande do Norte*. Anais... Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018.

ARAÚJO, Marcelino Gomes de; SCHWAMBORN, Silvia Helena Lima. A Educação Ambiental em análise SWOT. *Ambiente & Educação*, v. 18, n. 2, p. 183-208, 2013.

BABBIE, Earl. *Métodos de Pesquisas de Survey*. 1. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2001.

BATES, B.; KUNDZEWICZ, Z.W; WU, S.; PALUTIKOF, J. *Climate change and water*. Abril. 2008.

BECK, Ulrich. *Políticas ecológicas en la edad del riesgo: antídotos*. La irresponsabilidade organizada. Barcelona, ES: El Rouse, p. 65-104, 1998.

BRASIL. *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.

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.

BRASIL. *Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima*. Versão Pós-Consulta Pública/ Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental. Brasília, 2016.

BROOKS, N. Vulnerability, risk and adaptation: a conceptual framework. Tyndall Centre for Climate Change Research. *Working Paper*, n.38, 2003.

BULKELEY, H. e NEWELL, P. *Governing Climate Change*. New York, Routledge, 2010.

BULKELEY, H. e NEWELL, P. *Governing Climate Change*. New York, Routledge, 2010.

BURTON, I. *Addressing Strategic and Integration Challenges of Climate Change Adaptation*. In: STERN, P. C. e KASPERSON, R.E. (Eds.) *Facilitating Climate Change Responses: A Report of Two Workshops on Insights from the social and Behavioral Sciences*. Washington: The National Academy Press. 2010.

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos - CGEE. *Fundamentos Conceituais – Mudanças Climáticas e Adaptação no Setor de Recursos Hídricos*. Fortaleza-CE, 2014.

CYSNE, ANDRÉA PEREIRA. *Modelo de Governança Adaptativa para os Recursos Hídricos Utilizando Cenários Climáticos*. Tese de Doutorado em Recursos Hídricos. Fortaleza, UFC, 2012.

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 Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014. p. 1101-1131.

DI GIULIO, G.M.; FIGUEIREDO, B.R.; FERREIRA, LÚCIA C.; MACNAGHTEN, P.; MAÑAY, N.; DOS ANJOS, J.A.S.A. Participative risk communication as an important tool in medical geology studies. *Journal of Geochemical Exploration*, v.131, p.37-44, 2013.

DIAS, Eric Mateus Soares et al. Mudanças climáticas e agropecuária: vulnerabilidades da região semiárida do Rio Grande do Norte, Brasil. *COLÓQUIO-Revista do Desenvolvimento Regional*, v. 18, n. 3, p. 20-39, 2021.

DIAS, Eric Mateus Soares; PESSOA, Zoraide Souza. Percepções sobre os riscos das mudanças climáticas no contexto da região semiárida do Rio Grande do Norte, Brasil. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 55, 2020.

FERREIRA, Leila da Costa; MARTINS, R.D.; BARBI, F.; FERREIRA, L.C.; MELLO, L.F.; URBINATTI, A.M.; SOUZA, F.O. e ANDRADE, T.H.N. Governing Climate Change in Brazilian Coastal Cities: Risks and Strategies. *Journal of US-China Public Administration*. Vol. 8, N.1, 51-65. 2011.

FOLKE, CARL; HAHN, T.; OLSSON, P.; NORBERG, J. Adaptive governance of. *Institute*, Columbia, 1999.

FRANCO, M. L. P. B. *Análise* FRITZSCHE, K.; SCHNEIDERBAUER, S.; BUBECK, P.; KIENBERGER, S.; BUTH, M.; ZEBISCH, M.; KAHLENBORN, W. *The Vulnerability Sourcebook. Concepts and guidelines for standardised vulnerability assessments*. Bonn e Eschborn: GIZ. 2014.

GELDOF, G. D.. Adaptive Water Management - Integrated Water Management on the Edge of Chaos. *Water Science and Technology*. 32(1): 7-13, 1995.

GIDDENS, Anthony. *A política da mudança climática*. 1. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2010.

HALLEGATTE, Stéphane. Strategies to adapt to an uncertain climate change. *Global environmental change*, v. 19, n. 2, p. 240-247, 2009.

HILL, M., NATHAN, C. *Adaptive Capacity of Water Governance Arrangements : A Comparativa Study of Barriers and Opportunities in Swiss and US States*. Regional Environmental Change, 2013.

HINCAPIÉ, Andrés Marín et al. Panorama da Gestão dos Recursos Hídricos no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. *Formação (Online)*, v. 1, n. 23, 2016.

IPCC – *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2007.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. *Fifth Assessment Report: Climate Change 2013*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge. Press, 2013.

IPCC. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Edited by C. B. Field *et al.* Cambridge/New York, Cambridge University Press/ IPCC, 2014.

KERN, K. E 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.

KLEIN, R. J. T.; SCHIPPER, E.L.F. e DESSAI, S. Integrating mitigation and adaptation into climate and development policy: three research questions. *Environmental Science & Policy*. 8, 2005. p. 579-588.

KUNDZEWICZ, Z.W. *et al.* *Freshwater resources and their management*. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 173-210, 2007.

LEMOS, M. C. Advancing metrics: models for understanding adaptive capacity and water security. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, v. 21, p. 52–57, 2016.

LIMA, José Roberto de; MAGALHÃES, Antonio Rocha. 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, 2019.

MARENGO, J. A. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil. *Parcerias Estratégicas*. Brasília, v.13, n. 27, p.149-176, 2008. Disponível em: http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/view/329

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. Doi: <https://doi.org/10.1108/17568691011063042>

MILHORANCE, Carolina *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.

MILLER, SEUMAS, "Social Institutions", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Edição de verão de 2011), Edward N. Zalta (ed.), URL = <https://plato.stanford.edu/archives/sum2019/entries/social-instituicoes/>.

MINAYO, M.C.S.; SANCHES, O. Quantitativo-Qualitativo: Oposição ou Complementaridade? *Caderno de Saúde Pública*, v.9, n.3, 1993. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X1993000300002>

MOSER, S.C. Now more than ever: The need for more societally-relevant research on vulnerability and adaptation to climate change. *Applied Geography*, v.30, n.4, p.464– 474, 2010b.

NUNES, L. H. *Mudanças climáticas, extremos atmosféricos e padrões de riscos a desastres hidrometeorológicos*. In: Hogan, D. J. E Marandola Jr., E. (orgs.) *População e mudanças climáticas. Dimensões humanas das mudanças ambientais globais*. NEPO/ Unicamp. Brasília: UNFPA, 2009.

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: <http://cr.es.anu.edu.au/people/pagan/aars2004-pagan.pdf>. Acesso em: março de 2020.

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.

PUGA, Bruno Peregrina. *Governança dos recursos hídricos e eventos climáticos extremos: a crise hídrica de São Paulo*. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia, Campinas, SP, 2018.

SALES, M. C. L. Evolução dos estudos de desertificação no Nordeste brasileiro. *Revista GEOUSP, Espaço e Tempo*, São Paulo, n. 11, p. 115-126, 2002.

SANTOS, David N. dos *et al.* 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.

SATTERTHWAITE, D. *Climate change and urbanization: Effects and implications for urban governance*. Texto preparado para “United Nations Expert Group Meeting on 239 Population Distribution, Urbanization, Internal Migration and Development”, 21-23 de janeiro 2008, New York, UNDESA. 2008.

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

SIMÕES, A. F. *et al.* 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.

SOUZA FILHO, F. A., PORTO, R.. *Aprimoramento do processo de alocação de água de curto prazo no Ceará através da utilização da informação climática*. Anais...XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Curitiba/PR, 2003

TAVARES, Válder Cardoso; DE ARRUDA, Ítalo Rodrigo Paulino; DA SILVA, Danielle Gomes. Desertificação, mudanças climáticas e secas no semiárido brasileiro: uma revisão bibliográfica. *Geosul*, v. 34, n. 70, p. 385-405, 2019.

TRAVASSOS, Ibrahim Soares; SOUZA, BI de; SILVA, AB da. Secas, desertificação e políticas públicas no semiárido nordestino brasileiro. *Okara: Geografia em debate*, v. 7, n. 1, p. 147-164, 2013.

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

ZWIERS, F. W., ALEXANDER, L. V., HEGERL, G. C., KNUTSON, T. R., NAVEAU, P., NICHOLLS, N., SCHAR, C., SENEVIRATNE, S. I. e ZHANG, X. *Climate Extremes: Challenges in Estimating and Understanding Recent Changes in the Frequency and Intensity of Extreme Climate and Weather Events*. In: ASRAR, Ghassem R. e HURRELL, James W. (eds.) *Climate Science for Serving Society: Research, Modeling and Prediction Priorities*. Springer Netherlands, pp. 339- 389, 2013.