Revista Brasileira de Geografia Física

ISSN:1984-2295

Homepage: https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe

Capacidade adaptativa às secas visando segurança hídrica: uma revisão sistemática

Lais Lima Ambrosio[1], Rosa Maria Formiga-Johnsson[2], Natália Barbosa Ribeiro[3], Bruno Peregrina Puga[4], Alexandra Nauditt[5]

[1]Doutoranda pelo Programa de Pós-graduação em Meio Ambiente - Doutorado Multidisciplinar. Mestre em Engenharia Ambiental com foco na gestão de recursos hídricos e alocação de águas pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (2018). Possui graduação em Geografia pela Universidade Federal Fluminense (2010). Atua na área de educação no ensino fundamental. E-mail: laislambrosio@gmail.com

[2]Pós-doutoranda na Universidade de Ciências Aplicadas de Colônia, Alemanha (TH-Köln) desde novembro de 2022. Doutora e mestre em Ciências e Técnicas Ambientais pela Université de Paris-Est Créteil (França) e engenheira civil pela Universidade Federal de Goiás. E-mail: formigauerj@gmail.com

[3] Doutora em Meio Ambiente, na área de Governança e Mudanças Ambientais Globais, pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro, com período sanduíche no World Wild Fund - UK pelo Programa Ciência Sem Fronteiras. Mestre em Engenharia Ambiental, na área de Gestão Sustentável dos Recursos Hídricos, pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Pós-graduada em Gestão, Perícia e Auditoria Ambiental pela Universidade Cândido Mendes. Engenheira Agrônoma formada pela Universidade Federal de Viçosa. E-mail: nataliabribeiro84@gmail.com

[4] Professor Associado do Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional (PLUR) da Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP). E-mail: bpuga@gmail.com

[5] Educação e pesquisa de pós-graduação: hidrologia, risco de seca, o nexo água-energia-segurança alimentar, gestão da água (PhD, MSc, Bsc) E-mail: alexandra.nauditt@th-koeln.de

Arquivo recebido em 20/11/2023 e aceito em 12/08/2024

R E S U M O

Capacidade adaptativa é frequentemente relacionada à resposta aos impactos das mudanças climáticas, inclusive intensificação de secas. Apesar do crescente interesse pelo tema, ainda não há clareza de como esse conceito se relaciona com a seca em diferentes contextos. Com o intuito de preencher essa lacuna, este artigo tem por objetivo compreender como e quais conceitos de capacidade adaptativa têm sido utilizados no campo específico da gestão de secas, bem como a relação entre capacidade adaptativa e outros conceitos associados. Diante da amplitude do campo, a pesquisa contribui para ampliar a disponibilidade de referências acadêmicas consolidadas visando subsidiar discussões e aplicações práticas do conceito, especialmente na gestão das águas. Por meio de uma revisão sistemática da literatura, foram selecionados e analisados 89 artigos, datados entre 2001 e 2023, incluídos nas bases de dados SCOPUS e Web of Science, em línguas inglesa e portuguesa. Os achados mostram que o conceito de capacidade adaptativa não incorporou especificidades relativas aos eventos de seca. Observou-se alta diversidade de abordagens teóricas e metodológicas, sobretudo em relação aos determinantes da capacidade adaptativa, e um crescente interesse por regiões de climas temperados e tropicais. As abordagens relativas à capacidade adaptativa (CA) foram livremente organizadas em quatro agrupamentos: CA como conceito central, CA & vulnerabilidade, CA & resiliência e CA & gestão das águas. Entendemos que o conceito de CA poderia utilizar as especificidades da seca a seu favor, ao empreender mudanças na direção da incorporação de alguns aprendizados: i) ser abordado de maneira tão específica quanto possível; ii) considerar inter-relações com níveis mais amplos de gestão e governança; e iii) fomentar mecanismos de aprendizagem social e flexibilidade.

Palavras-chave: Adaptação, estratégia adaptativa, resiliência, vulnerabilidade, escassez hídrica.

Adaptive Capacity to Droughts for Water Security: A Systematic Review

A B S T R A C T

Adaptive capacity is often related to responding to the impacts of climate change, including the intensification of droughts. Despite the growing interest in the subject, there is still no clarity on how this concept relates to drought in different contexts. In order to fill this gap, this article aims to understand how and which concepts of adaptive capacity have been used in the specific field of drought management, as well as the relationship between adaptive capacity and other associated concepts. Given the breadth of the field, the research contributes to expanding the availability of established academic references to support discussions and practical applications of the concept, especially in water management. Through a systematic literature review, 89 articles dated between 2001 and 2023 were selected and analyzed. These articles were retrieved from the SCOPUS and Web of Science databases in both English and Portuguese languages. The findings show that the concept of adaptive capacity did not incorporate specificities related to drought events. There was a high diversity of theoretical and methodological approaches, particularly regarding the determinants of adaptive

capacity, and a growing interest in regions with temperate and tropical climates. Approaches related to adaptive capacity (AC) were freely organized into four groupings: AC as a central concept, AC & vulnerability, AC & resilience, and AC & water management. We understand that the concept of AC could leverage the specificities of drought by incorporating some insights: i) be approached as specifically as possible; ii) consider interrelations with broader levels of management and governance; and iii) promote mechanisms for social learning and flexibility.

Keywords: adaptation, adaptive strategy, resilience, vulnerability, water scarcity.

Introdução

Garantir a disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequada para a população, ecossistemas e atividades econômicas tem sido um dos grandes desafios da modernidade. Historicamente, tal preocupação se restringia de forma mais determinante aos países e regiões com baixa disponibilidade hídrica ou condições climáticas adversas (Grey e Sadoff, 2007). Entretanto, mesmo países com grande disponibilidade de água doce, como o Brasil, tem sofrido recentemente com baixos níveis de segurança hídrica, tanto em termos de quantidade como de qualidade (Lemos et al, 2020). Lidar com a variabilidade climática requer informação, instituições e infraestrutura adequadas (Hall et al, 2014), mas, apesar dos avanços, os conflitos e desafios relacionados à seca têm se intensificado nos últimos anos, e a tendência é que se aprofundem com os impactos potenciais das mudanças climáticas. Apesar de serem um fenômeno natural, a duração e intensidade das secas tem sido acelerada pelas mudanças climáticas (Mukherjee et al, 2018). A necessidade de construir uma capacidade adaptativa frente a essa baixa disponibilidade hídrica, adiciona uma camada a mais de complexidade à segurança hídrica. Considerando que a água é o principal elemento condutor para a adaptação às mudanças climáticas, especialmente quanto às secas, é importante entender como a literatura aborda esse desafio. As secas têm impactos significativos não somente sobre as águas, mas também em áreas correlatas como meio ambiente, atividades econômicas (agricultura, indústria), entre outras, afetando diretamente os usuários.

A segurança hídrica, que tem se tornado mais difundida nos últimos anos fora das arenas técnicas, principalmente com a intensificação de eventos climáticos extremos, sempre foi um dos objetivos sociais implícitos na gestão da água. Refere-se à oferta de água, em quantidade e qualidade, adequada para as pessoas, os ecossistemas e as atividades econômicas, assim como a prevenção e mitigação de desastres relacionados a secas e inundações (ANA, 2019; UN-WATER, 2013; OCDE, 2013). Como todo paradigma emergente, a segurança hídrica tem sido definida de forma heterogénea, apresentando diferentes enquadramentos, moldados de acordo com a perspectiva individual e comunidades epistêmicas. O conceito de segurança hídrica adotado para este trabalho engloba as dimensões humana, de atividades produtivas e ecossistêmica (PNSH, 2019) que podem ser afetadas pelos diferentes tipos de seca (seca meteorológica, seca hidrológica, seca agrícola e seca socioeconômica).

O conceito de capacidade adaptativa, oriundo da biologia e da ecologia (Engle, 2011), tem sido aplicado nos estudos sobre as mudanças climáticas globais (Smith e Wandel, 2006), inclusive nos relatórios do IPCC, notadamente a partir de 2007. Dentre os efeitos das mudanças climáticas globais, os eventos hidrológicos extremos, como as secas, têm fortes repercussões sobre as águas. A capacidade adaptativa (CA) refere-se à resposta e adaptação de sistemas diante de mudanças, ao invés de apenas reagir aos impactos causados por estressores como eventos climáticos extremos (Pahl-Wostl, 2007). Esta pode ser entendida como capacidade de um sistema em implementar novas ações (incluindo a alteração de processos ou a transformação de elementos estruturais), com base em novas experiências e interesses, ajustando-se para lidar melhor com tensões existentes e futuras (Pahl-Wostl, 2007). Para o IPCC (2014, p. 2), a CA pode ser definida como "the ability of systems, institutions, humans and other organisms to adjust to potential damage, to take advantage of opportunities or to respond to consequences". Outros a definem como uma característica dos elementos humanos dos sistemas para melhorar a resiliência do sistema como todo e reduzir sua vulnerabilidade (Chapin et al., 2009).

Por ser um conceito abrangente, a capacidade adaptativa possibilita incorporar múltiplas definições e contextos em seu escopo, mas é importante entender os seus determinantes gerais e específicos (Eakin, Lemos and Nelson, 2014). Isto porque, respostas às situações de enchentes (muita água) ou secas (pouca água) requerem uma combinação de diferentes *frameworks*, heurísticas e conhecimentos. No caso da seca, foco desta revisão, destaca-se sua particularidade de causar impactos de curto, médio e longo prazos sobre pessoas, atividades econômicas e ecossistemas. Quando persistentes,

seus impactos podem se propagar em cascata e desencadear conflitos e crises hídricas, a depender das características da seca, efeitos cumulativos ao longo de cadeias produtivas (Grainger et al., 2021) e vulnerabilidade da população afetada (Reis, et al. 2020; Sayers et at., 2018). Isto resulta em enormes desafios para a gestão e governança das águas, em diversas escalas temporais e espaciais, demandando o desenvolvimento de novas habilidades e a necessidade de tomada de decisões mais bem informadas e efetivas (Ribeiro e Formiga-Johnsson, 2018). Sendo assim, as respostas aos eventos climáticos de seca geralmente são entendidas como testes importantes para a governança e podem abrir janelas de oportunidade para mudanças institucionais significativas e novas práticas de gestão (Lemos et al, 2020). Scott et al. (2013) adicionam a dimensão de tempo futuro ao conceito de segurança hídrica, o que o aproxima ainda mais do conceito de capacidade adaptativa, pois a segurança hídrica está normalmente associada a um estado do sistema, que pode ou não ter segurança; enquanto a capacidade adaptativa pressupõe a mudança de estado do sistema para outro mais adaptado (Lemos et al., 2016b).

A crescente literatura sobre capacidade adaptativa e seca, pelo seu caráter transdisciplinar, envolve muitos outros conceitos como a própria adaptação, a vulnerabilidade e a resiliência (Smith e Wandel, 2006; Chapin et al., 2009). Apesar destes termos serem muitas vezes utilizados de forma intercambiáveis, há um rico debate sobre distinções conceituais. Na literatura sobre mudanças climáticas, a capacidade adaptativa emerge como um conceito guarda-chuva, entendendo a resiliência como um dos fatores que tanto a moldam quanto influenciam a vulnerabilidade (Klein et al, 2004). Por outro lado, teóricos ligados à resiliência consideram a capacidade adaptativa como um dos seus determinantes (Folke et al, 2002).

Apesar da abundância desta literatura há ainda uma lacuna significativa no entendimento da relação entre seca e capacidade adaptativa. Neste trabalho, parte-se da indagação de como as especificidades e heterogeneidades dos fenômenos de seca são tratadas na literatura de capacidade adaptativa e se há diferenciação em relação aos demais eventos extremos. Sendo assim, o objetivo deste artigo é compreender como e quais conceitos de capacidade adaptativa têm sido utilizados no campo específico do enfrentamento das secas, bem como a relação entre capacidade adaptativa e outros conceitos associados. A pesquisa contribui assim para ampliar a disponibilidade de referências bibliográficas acadêmicas de forma consolidada devido a amplitude do campo e, consequentemente, para as discussões e aplicações práticas do conceito, especialmente na gestão das águas. Para tanto, este artigo está estruturado em quatro partes, além desta introdução. Na próxima seção apresentamos os aspectos metodológicos desta revisão. Em seguida são apresentados os resultados, seguidos pela discussão e, posteriormente, as conclusões.

Revisão sistemática sobre capacidade adaptativa e seca

A revisão bibliográfica sistemática tem sido amplamente utilizada em pesquisas acadêmicas pelo seu potencial de permitir ao pesquisador o entendimento mais aprofundado de um determinado tema por meio de critérios pré-definidos, determinados a partir de uma questão de pesquisa específica. As áreas onde esta ferramenta tem sido mais utilizada são as médicas e, mais recentemente, de ciências ambientais, especialmente aquelas relacionadas aos recursos hídricos (Phuong et al., 2017).

Para apoiar o desenvolvimento da revisão sistemática, fizemos uma pesquisa preliminar e exploratória sobre contribuições para esse campo de conhecimento teórico-metodológico, entre os quais destacamos: Siders (2018), que trata da fragmentação do campo científico da capacidade adaptativa que é abordada por diversas disciplinas; Phuong et al. (2017), que dão ênfase à relação entre capacidade adaptativa e aprendizagem social, um de seus determinantes; Berrang-Ford et al. (2015), que propõem uma metodologia com base em uma revisão sistemática sobre capacidade adaptativa às mudanças climáticas; e Biesbroeck et al. (2013), que se concentram em avaliar as metodologias das pesquisas sobre políticas de adaptação. Importante pontuar que as revisões citadas não analisam a capacidade adaptativa especificamente relacionada à seca, mas foram pontos de partida importantes para entender o contexto global de discussão.

Para avançar na investigação específica sobre capacidade adaptativa e secas com vistas à segurança hídrica, objeto deste estudo, a pesquisa foi então delimitada pelas seguintes questões: Como o conceito de capacidade adaptativa para lidar com secas (meteorológica, hidrológica, agrícola e socioeconômica) é abordado na literatura acadêmica? Quais outros conceitos-chave e temas emergem neste campo de estudos e como eles se relacionam à capacidade adaptativa às secas, seja por parte de gestores quanto por parte de usuários de recursos hídricos? Estas questões nortearam o detalhamento do protocolo da revisão sistemática, que inclui, também, os critérios de busca e de

seleção dos artigos, a forma de organização e de extração dos dados de cada artigo selecionado, apresentados a seguir.

Critérios de Busca e de Seleção dos Artigos

Os critérios de busca dos artigos incluem as palavras-chave e a expressão de busca, as bases de dados escolhidas, o período investigado e o idioma de publicação. A definição das palavras-chave para construir as expressões de busca junto às bases de dados foi feita a partir das questões e do objetivo da pesquisa, apoiadas pela pesquisa exploratória preliminar. São elas: capacidade adaptativa, adaptação, gestão adaptativa, governança adaptativa, seca, resiliência e vulnerabilidade (Quadro 1).

É importante ressaltar que a não inclusão de "segurança hídrica" como palavra-chave na estratégia de busca, mesmo sendo o propósito deste artigo, é uma escolha metodológica intencional para não limitar o escopo da amostra de artigos que se relacionam com o tema. Ao fazer isso, buscamos identificar também trabalhos científicos mais amplos, sobre capacidade adaptativa e secas, que pudessem inspirar ou serem utilizados para fins de segurança hídrica, mesmo não tendo este conceito de forma explícita.

Quadro 1. Expressões de busca aplicadas nas bases de dados.

Base de dados	Expressão de busca
Web of Science	TI= (drought AND adapt*) AND TS= (vulnerability OR resilience OR "adaptive capacity" OR "adaptive governance" OR "adaptive management")
Scopus	TITLE (drought AND adapt*) AND TITLE-ABS-KEY (vulnerability OR resilience OR "adaptive capacity" OR "adaptive governance" OR "adaptive management")

As bases de dados Scopus e Web of Science (WoS), disponíveis gratuitamente por meio de acesso pelo Portal Capes, foram utilizadas para busca dos artigos. Essas bases são amplamente utilizadas por reunirem periódicos de diversos países, grande parte em inglês. A base Scielo, com maior disponibilidade de periódicos latino-americanos, pode ser acessada via WoS.

Ao todo, foram encontrados 286 artigos, excluindo-se os trabalhos duplicados nas duas bases. A identificação dos arquivos duplicados foi feita um a um, com auxílio da identificação automática na aplicação online Rayyan®, que aceita a lista de artigos encontrados nas bases, exportada em formato bibtex.

Contudo, o cuidado na construção das expressões de busca não garantiu que todos os artigos estivessem dentro do escopo pré-definido na pesquisa. Partiu-se então para as etapas seguintes da revisão, que incluíram nova rodada de seleção dos artigos a partir dos critérios de inclusão e exclusão, extração, organização e análise dos dados. Para inclusão, os artigos precisavam: (i) ter como tema principal a capacidade adaptativa, com uma definição explícita em seu texto, (ii) tratar de seca ou escassez hídrica e (iii) estar disponível em inglês ou português. Já a exclusão foi feita (i) devido à ausência de uma definição explícita de capacidade adaptativa, (ii) quando o artigo não tratava exclusivamente de seca, ou (iii) quando a adaptação à seca consistia em uma resposta autônoma de um sistema, não diretamente induzida pelo homem, p.e. alterações fisiológicas de espécies vegetais específicas. Esta última forma de exclusão decorre do entendimento deste trabalho, apresentado inicialmente, acerca da capacidade adaptativa como uma prerrogativa dos humanos intervirem no meio em resposta aos eventos extremos.

Organização dos dados e validação dos atributos pesquisados

Os artigos retornados pelas bases de dados, a partir das expressões de busca inseridas, foram organizados em planilhas Excel® de modo a selecionar e extrair os dados necessários à análise sistemática. A análise dos artigos compreendeu três etapas consecutivas, considerando os critérios de exclusão e inclusão (Figura 1). Na primeira etapa, a partir da análise do título, das palavras-chave e do resumo de cada artigo, validou-se e aceitou-se aqueles que tratavam da capacidade adaptativa relacionada às secas, o que resultou na exclusão de 75 artigos, passando, assim, para a etapa seguinte com um total de 211 artigos. Na segunda etapa, a partir de uma busca exploratória no texto completo, os critérios de elegibilidade foram empregados, o que resultou na exclusão de 68 artigos, além de outros 6 que não estavam disponíveis na íntegra via Plataforma CAPES. Por fim, a terceira etapa consistiu na seleção final dos artigos, a partir da análise do texto completo dos 137 estudos elegíveis, eliminando aqueles que não traziam o

conceito de capacidade adaptativa explícito no texto. Foram finalmente selecionados 89 artigos para este estudo, que investiga como os autores conceituam capacidade adaptativa em situações de seca, e quais outros termos de interesse são a ela associados – vulnerabilidade, resiliência, adaptação, gestão adaptativa e governança adaptativa – e que de forma indireta se relacionam aos objetivos de segurança hídrica.

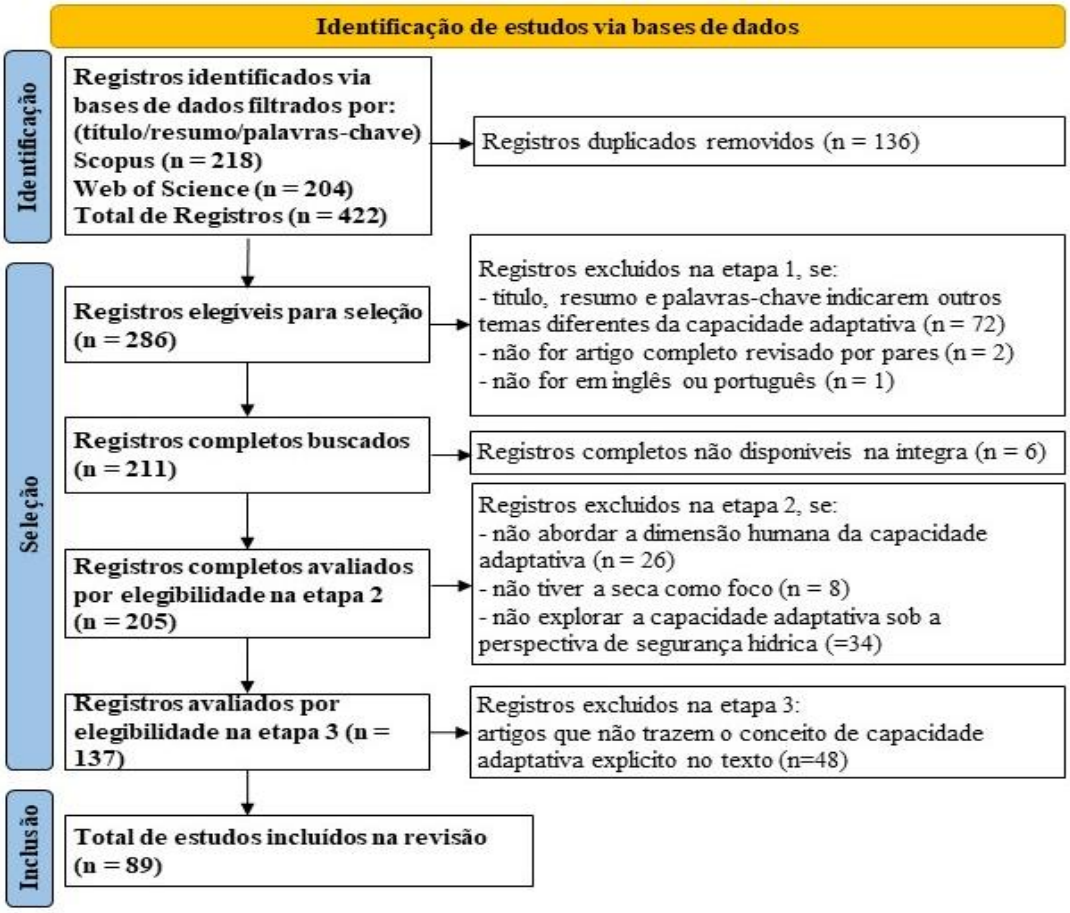

Figura 1. Fluxograma metodológico da revisão sistemática.

Protocolo de extração de dados e qualificação dos estudos por abordagens da capacidade adaptativa à seca

No universo dos estudos selecionados, diversos conceitos de capacidade adaptativa estavam muitas vezes relacionados aos termos mais frequentes nesta literatura, como identificado previamente por Smit e Wandel (2006) e Chapin et al. (2009). Entre estes termos, destacam-se "vulnerabilidade", "resiliência", "gestão adaptativa" e "governança adaptativa". O estudo dos artigos na terceira etapa foi essencial para essa compreensão e também para definir o que chamamos de "abordagens da capacidade adaptativa", mais exploradas nos resultados desta revisão. Desta forma, o protocolo adotado para a extração de dados incluiu, inicialmente, cinco categorias de análise, incluindo as abordagens da capacidade adaptativa como uma delas (Quadro 2).

A qualificação dos estudos de acordo com as abordagens foi uma construção progressiva, que foi sendo moldada à medida que se avançava nas leituras, ao mesmo tempo em que alguns conceitos emergiam ou se destacavam mais que outros. Arbitrou-se que cada artigo teria apenas uma abordagem da capacidade adaptativa, a fim de simplificar as análises qualitativas de interações entre os temas. Assim, cada artigo é vinculado à abordagem predominante, somente. Essa escolha foi baseada nas palavras-chave do autor e na avaliação do texto completo.

O protocolo de pesquisa e a planilha de extração de dados foram seguidos minuciosamente, a fim de obter a interpretação das informações extraídas e a identificação das abordagens de forma mais clara possível. A planilha traz também descrições resumidas de cada estudo, o que facilitou o rastreamento dos artigos analisados, posteriormente. Os resultados apresentados a seguir referem-se a análise dos 89 estudos selecionados nesta revisão sistemática.

Quadro 2. Protocolo de extração de dados.

Categorias de análise	Elementos analisados	Descrição
Abordagens da capacidade adaptativa	Capacidade adaptativa, Gestão adaptativa, Governança adaptativa, Vulnerabilidade, Resiliência e outros.	Identificar e compreender outras abordagens teóricas que se relacionam ao estudo da capacidade adaptativa à seca.
Níveis de estudo	Institucional (multiescalar), usuários (local), ambos.	Apreender os níveis de construção de capacidade adaptativa.
Região geográfica dos estudos de caso	Ásia, África, América do Norte, América Central, América do Sul, Europa, Oceania.	Caracterizar a distribuição geográfica continental dos estudos analisados.
Usos da água	Agropecuário, abastecimento público, usos múltiplos.	Identificar os usos da água predominantes nos estudos de caso.
Tipo de clima	Árido, Semiárido, Tropical, Temperado, outros.	Identificar os tipos climáticos das regiões - objeto de estudo sobre capacidade adaptativa e seca.

Resultados

Tendências e abrangência da literatura examinada

A análise dos artigos selecionados demonstra que a seca é objeto de estudo em todos os continentes. Somente nove estudos são desenvolvidos na América do Sul e, destes, cinco dedicam-se a entender a capacidade adaptativa no Nordeste semiárido do Brasil. Os artigos partem de pesquisas com base em estudos de caso, o que permite identificar o tipo de clima. A diversidade de tipos climáticos encontrados nos estudos indica que a seca tem causado impactos prejudiciais mesmo em climas mais úmidos, tropicais ou temperados, e não somente em climas áridos e semiáridos, tradicionalmente mais associados à seca. Quanto aos usos da água, observa-se que os artigos se dedicam majoritariamente ao estudo de um setor usuário específico em situações de seca, especialmente o de agricultura e pecuária. Poucos trabalhos se interessam pelo conjunto de usos da água (usos múltiplos) de sistemas hídricos, bacias hidrográficas (17%) ou pelo setor de abastecimento público em áreas urbanas (10%). A Figura 2 mostra a distribuição geográfica, temporal, por tipo de uso da água e por tipo de clima do conjunto dos artigos.

No geral, os estudos citam as mudanças climáticas globais para justificar a importância de suas pesquisas na área da capacidade adaptativa para secas, que são dadas como mais severas e frequentes nesse contexto. O que evidencia o crescimento do interesse pelo tema em paralelo às pesquisas sobre mudanças climáticas globais, como constatado por Engle et al. (2012).

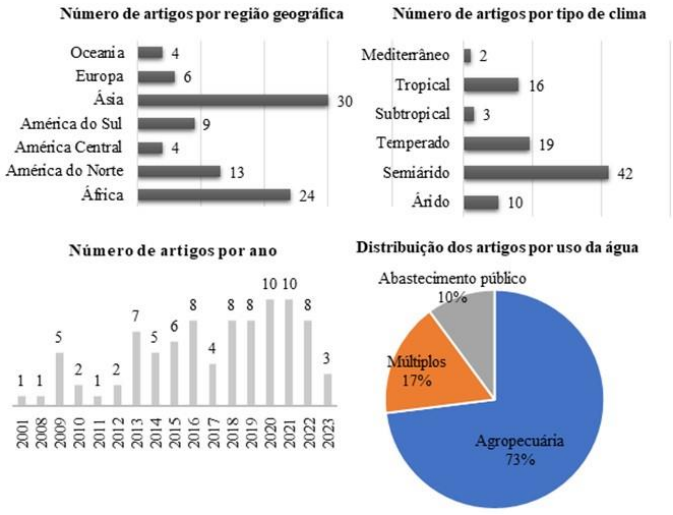

Figura 2. Distribuição dos artigos por região geográfica, tipo de clima, ano de publicação e tipo de uso da água.

Abordagens da capacidade adaptativa às secas

No universo desta pesquisa, foi possível identificar o caráter transversal do conceito de capacidade adaptativa, uma vez que há uma variedade de definições, aplicações e temas. De maneira geral, o conceito de capacidade adaptativa pode ser compreendido de forma ampla como a capacidade das pessoas em intervir no meio para se adaptar aos efeitos das mudanças climáticas, inclusive a seca. No entanto, há discordâncias na definição das dimensões e elementos da capacidade adaptativa, mostrando sua diversidade entre as pesquisas. Ademais, a mobilização de outras categorias de análise para discutir a capacidade adaptativa possibilitou a compreensão de como seus múltiplos aspectos se relacionam a outros conceitos. Esta diversidade demonstra tanto a centralidade do conceito de capacidade adaptativa, quanto seu caráter múltiplo, ao relacionar-se com outras abordagens, conceitos e instrumentos. Sendo assim, os resultados da revisão foram agrupados em quatro abordagens: i) Capacidade adaptativa como conceito central; ii) Capacidade adaptativa e Vulnerabilidade; iii) Capacidade adaptativa e Resiliência; e iv) Capacidade adaptativa e Gestão das águas. O Quadro 3 apresenta um resumo destas que serão abordadas detalhadamente na próxima sessão.

Quadro 3. Abordagens de Capacidade adaptativa.

Abordagens de capacidade adaptativa	**Exemplos de conceitos empregados**	**Autores**
Capacidade adaptativa como conceito central (n=52) *Analisa e/ou avalia a capacidade adaptativa; aborda sobretudo como as estratégias de adaptação interferem na capacidade adaptativa.*	A capacidade adaptativa de um sistema para se preparar ou se ajustar e responder às tensões e seus efeitos emerge de interações complexas entre esses processos em várias escalas e níveis (Burchfield e Gilligan, 2016). A capacidade adaptativa constitui-se como uma propriedade crítica dos sistemas para lidar com incertezas. É possível avaliar a capacidade adaptativa analisando os preparativos e respostas aos eventos extremos recentes (Engle, 2012).	Prabhakar e Shaw, 2008; Benegas et al., 2009; Eriksen e Lind, 2009; O'Farrell et al., 2009; Mortimore, 2010; Engle, 2012; Sherren et al., 2012; Engle, 2013; Goldman e Riosmena, 2013; Zhang et al., 2013; Alauddin e Sarker, 2014; Habiba et al., 2014; Lei et al., 2014; Mardero et al., 2015; Opiyo et al., 2015; van Duinen et al., 2015; Yang, et al., 2015; Burchfield e Gilligan, 2016; Mancal et al., 2016; Mwangi, 2016; Panda, 2016; Vidyattama et al., 2017; Pak-Uthai e Faysse, 2018; Wang et al., 2018; Warner et al., 2018; Bailey et al., 2019; Dilling et al., 2019; Mwangi, 2019; Manalo et al., 2020; Matewos, 2020; Mesquita et al., 2020; Nanfuka et al., 2020; Salmoral et al., 2020; Villamayor-Tomas et al., 2020; Wens et al., 2020; Aldunce et al., 2021; Anik et al., 2021; Basel et al., 2021; Fanadzo et al., 2021; Gebrehiwot e van der Veen, 2021; Holman et al., 2021; Savari e Amghani, 2021; Tran et al., 2021; Zobeidi et al., 2021; Ahmad et al., 2022; Aliabadi et al., 2022; Klasic et al., 2022; Manalo et al., 2022; Mbaziira et al.,

		2023; Pili e Ncube, 2022; Savari e Amghani, 2022; e Tofu e Wolka, 2023.
Capacidade adaptativa e Vulnerabilidade (n=23) *Analisa a CA de forma relacional com a vulnerabilidade.*	A capacidade adaptativa é o que permite aos sistemas lidar com ameaças, como a variabilidade climática, e é dependente de dois fatores: atributos sociais e institucionais do sistema, que influenciam como as pessoas podem agir coletivamente para se adaptar; e o desenvolvimento de estratégias para lidar com mudanças futuras ao identificar a vulnerabilidade do sistema em experiências anteriores (Welsh et al., 2013).	Finan e Nelson, 2021; Ghimire et al., 2010; Wittrock et al., 2011; Liu et al., 2013; Welsh et al., 2013; Yila e Resurreccion, 2014; Madrigal-Ballestero e Naranjo, 2015; Etemadi e Karami, 2016; Lemos et al., 2016a; McNeeley et al., 2016; Epule, et al., 2017; Segnestam, 2017; Williges et al., 2017; Herwehe e Scott, 2018; Mohmmed et al., 2018; Al Adaileh et al., 2018; Mainali e Pricope, 2019; Muthelo et al., 2019; Austin et al., 2020; Fami et al., 2020; Sam et al., 2020; Salam et al., 2021; e Guo et al., 2022.
Capacidade adaptativa e Resiliência (n=6) *A resiliência como conceito que engloba a capacidade adaptativa, podendo incluir também a vulnerabilidade*.	A capacidade adaptativa é a capacidade dos atores de influenciar a resiliência em um sistema. A resiliência permite ao sistema absorver perturbações e se reorganizar ao mesmo tempo em que a mudança ocorre, e ainda assim, manter sua identidade por meio de sua função, estrutura e *feedbacks* (Sapountzaki e Daskalakis, 2018).	Stringer et al., 2009; Sapountzaki e Daskalakis, 2018; Maltou e Bahta, 2019; Aldunce et al., 2016; Bahta e Myeki, 2021; e Theron et al., 2023.
Capacidade adaptativa e gestão das águas (n=8) *Inclui as formas de gestão dos recursos hídricos sob a perspectiva da capacidade adaptativa.*	A capacidade adaptativa é entendida como uma das características da gestão (Endter-Wada et al., 2009), da governança (Hurlbert e Gupta, 2019) e da gestão do risco (Sum et al., 2013), tornando esses sistemas aptos a lidar com risco e incerteza.	Endter-Wada et al., 2009; Bettini et al., 2013; Sun, et al., 2013; Hill et al., 2014; Hurlbert e Montana, 2015; Cruz et al., 2018; Du et al., 2018; e Hurlbert e Gupta, 2019.

Capacidade adaptativa como conceito central

Incluiu-se, nesta abordagem, os estudos que têm a capacidade adaptativa como fio condutor de todo o trabalho, mesmo que citem alguns dos outros termos ao longo do texto, como parte da contextualização. Em geral, as questões e os objetivos desses estudos referem-se: (i) às interações entre os eventos e as ações para adaptação em diferentes escalas espaciais e temporais, como em Burchfield e Gilligan (2016); (ii) às incertezas e ao entendimento do objeto de estudo como um sistema complexo, como destacam Mortimore (2010) e Burchfield e Gilligan (2016); (iii) à capacidade de aprender, apontada por Dilling et al. (2019), (iv) aos ativos e capitais mobilizados para a realização da capacidade adaptativa, como em Mancal et al. (2016); e (v) à avaliação se as estratégias adaptativas foram capazes de proporcionar capacidade adaptativa como proposto por Aldunce et al. (2021).

Os estudos se preocupam com as interações entre os níveis da capacidade adaptativa, destacando-se os níveis locais, que se refere à capacidade adaptativa dos usuários - e suas inter-relações com os níveis regional e nacional, associados ao nível institucional - onde os elementos políticos e econômicos ganham maior relevância. Eriksen e Lind (2009) entendem a capacidade adaptativa local como um processo político que depende da capacidade de promover interesses nos processos de tomada de decisão (político e econômico em escala regional e nacional), em relação ao acesso aos capitais necessários e às opções de ajuste em contextos variados.

O nível exclusivamente individual da capacidade adaptativa aparece apenas em Sherren et al. (2012). Nesse caso, a capacidade adaptativa depende das componentes humanas e sociais que interferem na percepção de seca pelo indivíduo, mas também depende da dimensão financeira para colocar em prática sua ação adaptativa.

Percebe-se que alguns autores utilizam ‘adaptação’ e ‘capacidade adaptativa’ (ou ‘adaptabilidade’) como tendo o mesmo significado (por exemplo, Prabhakar e Shaw, 2008). No entanto, ‘adaptação’ está mais relacionada ao presente, com ações tomadas quando o sistema é exposto ao evento extremo, como uma realização da capacidade adaptativa. A Capacidade adaptativa, por sua vez, incorpora noções de antecipação e incertezas, como esclarece Stringer et al. (2009). Além disso, a capacidade adaptativa está sempre em construção por meio da aprendizagem social e da experiência com eventos anteriores.

Seis artigos (Engle, 2012; Engle, 2013; Habiba et al., 2014; Mancal et al., 2016; Dilling et al., 2019; Matewos, 2019) têm como objetivo principal avaliar a capacidade adaptativa por meio de métricas quantitativas ou pela qualificação dos elementos e dimensões que determinam a capacidade adaptativa. Alguns apontam como dificuldades para avaliar a capacidade adaptativa (por exemplo, Engle, 2012) sua estreita relação com o contexto local e dinâmico e, também, a necessidade de ocorrência de um evento extremo para observação. Em geral, os estudos de caso partem de um evento crítico de seca recente e avaliam se as estratégias de adaptação utilizadas foram (ou não) suficientes para o enfrentamento da seca, tentando assim capturar a memória recente dos usuários afetados e dos gestores envolvidos quanto aos impactos da seca e às estratégias de adaptação.

Os estudos se diferem bastante quanto às metodologias e muitos utilizam, de modo combinado, métodos qualitativos e quantitativos. Inicialmente, são definidas as dimensões/componentes da capacidade adaptativa a serem avaliadas, e nessa etapa, a maioria dos autores utiliza métodos qualitativos, como revisões bibliográficas, análise de documentos institucionais e observações prévias em campo. Inclui ainda quadros teóricos de análise já estabelecidos para identificar as dimensões de análise e avaliação da capacidade adaptativa tais como: a Abordagem Única Socioeconômica, Institucional e Física, apresentada por Habiba et al. (2014); a Estrutura de Capacidade Adaptativa Local, utilizada por Matewos (2019); e por fim, o Método Delphi, com as avaliações de especialistas a exemplo de Mancal et al. (2016). Cabe destacar que todas são análises multidimensionais.

Pelo exposto com base no universo de pesquisa, é possível afirmar que não existe uma abordagem predominante para avaliar a capacidade adaptativa a partir de elementos e fatores já bem estabelecidos na literatura. A revisão mostrou que fatores sociais, humanos, econômicos, ambientais e políticos são os mais utilizados, embora com emprego de uma diversidade de indicadores e variáveis; essa escolha parece estar mais associada ao contexto local do que à utilização de indicações encontradas em fontes bibliográficas, já que os autores justificam suas escolhas pela natureza da capacidade adaptativa de ser específica ao contexto.

Por fim, a capacidade adaptativa pode ainda ser apreendida pela análise das estratégias adaptativas, como abordado por vários autores. Os artigos que relacionam capacidade adaptativa e

estratégias adaptativas entendem que a concepção e a adoção de estratégias adaptativas contribuem para o enfrentamento da seca e para a construção da capacidade adaptativa para eventos futuros, ao mesmo tempo em que reduzem a vulnerabilidade (por exemplo, Holman et al., 2021).

Burchfield e Gilligan (2016) defendem que as medidas de adaptação devem ser correspondentes ao tipo de seca (hidrológica, agrícola e socioeconômica) e devem considerar aspectos institucionais, como as interações complexas entre os múltiplos níveis do processo de adaptação. Os autores defendem, ainda, que fatores estruturais (capacidade da infraestrutura física e condições ambientais) e dinâmicos (percepção do risco, coesão comunitária e experiência dos usuários) são determinantes para variações na capacidade adaptativa de sistemas agrícolas. Já Goldman e Riosmena (2013) associam o sucesso das estratégias adaptativas às instituições formais e informais, ativos e direitos, em lógicas e/ou níveis de ação múltiplas (individual, familiar e comunitária).

As formas de resposta à seca podem ser classificadas de acordo com as inter-relações entre os recortes territoriais e níveis de ação e abrangência e também em relação ao momento do evento. Assim, alguns estudos diferenciam dois grupos (Yang et al., 2015; Opiyo et al., 2015; Salmoral et al., 2020): estratégias adaptativas; e medidas de enfrentamento. As estratégias adaptativas, também chamadas de macroestratégias de adaptação, correspondem às ações definidas com antecedência, que podem ser executadas antes de um evento ocorrer para aumentar a capacidade adaptativa, ou serem ativadas somente no momento especificado, com efeitos tanto imediatos quanto no longo prazo, de acordo com uma lógica mais proativa. Em contraposição, as medidas de enfrentamento possuem caráter emergencial e reativo, pois visam efeitos imediatos em resposta a um evento já em curso. Ao analisar retrospectivamente uma crise hídrica relacionada à seca, medidas de enfrentamento que conseguiram tornar o sistema mais resiliente podem ser reinterpretadas como estratégias adaptativas.

Dilling et al. (2019) e Goldman e Riosmena (2013) acrescentam ainda as adaptações negativas (*maladaptation*), que são caracterizadas por resultados não desejáveis no tempo (a médio e longo prazos) ou no espaço (medidas que impactam, por exemplo, outro ponto de uma bacia hidrográfica, a montante ou a jusante). Para os autores, medidas de enfrentamento devem considerar seus resultados a longo prazo e em outras áreas espaciais inter-relacionadas para não correrem o risco de se tornarem uma adaptação negativa.

Nesta discussão de classificação de formas de resposta à seca, Opiyo et al. (2015) destacam a necessidade de compor medidas de enfrentamento e estratégias de adaptação de forma complementar em planos para enfrentamento das secas. Já Anik et al. (2021) alertam para a falta de consenso na classificação entre o que é considerado estratégia adaptativa e medida de enfrentamento, na literatura.

Capacidade adaptativa e Vulnerabilidade

A interface capacidade adaptativa e vulnerabilidade certamente é uma das mais exploradas nas pesquisas acadêmicas, podendo estar relacionada à forte influência dos relatórios do IPCC e do conceito de vulnerabilidade. A pesquisa bibliográfica oportunizou encontrar artigos que abordam a capacidade adaptativa como sendo parte da vulnerabilidade, sendo capaz de moderá-la (n= 23). Isso se deve justamente por ser a capacidade adaptativa passível de construção social, podendo assim ser alterada pela própria ação humana, no sentido de reduzir a vulnerabilidade frente às incertezas e complexidades dos eventos extremos de seca. Pois a exposição e a sensibilidade – frequentemente apontadas como outros componentes da vulnerabilidade – são mais difíceis de alterar porque suas condicionantes envolvem elementos naturais (Epule et al., 2017).

De acordo com Witrock et al. (2011), a vulnerabilidade de uma comunidade possui duas dimensões, a física e a social, pois se dá frente a um estressor ambiental ou social, em função da exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa. A capacidade adaptativa de uma comunidade, por sua vez, depende das instituições e especificidades do contexto social local (Witrock et al., 2011). Ao chamar a atenção para a necessidade de informações sobre a vulnerabilidade em nível local, Ghimire et al. (2010) afirmam que para o planejamento adaptativo local é necessário perceber que as famílias de uma mesma localidade não possuem o mesmo nível de vulnerabilidade à seca em função de sua capacidade adaptativa e sensibilidade que se traduzem em medidas de enfrentamento ou estratégias adaptativas.

Herwere e Scott (2018) entendem a vulnerabilidade como sendo contextual em relação aos aspectos socioeconômicos e climáticos, sobrepostos, e a conecta diretamente com estratégias adaptativas por meio de uma abordagem que reduza a vulnerabilidade socioeconômica (associada ao desenvolvimento econômico) e

melhore a capacidade adaptativa geral da população, para além de questões climáticas e, especificamente, da seca. Este entendimento é semelhante ao encontrado em Lemos et al. (2016a), que ressaltam que a complexidade da relação entre pobreza e vulnerabilidade deve orientar a busca por relações entre capacidades adaptativas e estratégias específicas e genéricas para lidar com a vulnerabilidade. Por exemplo, a insegurança alimentar pode ser uma pista para encontrar uma combinação de estratégias de gestão de risco específicas e genéricas (incluindo a redução da pobreza) que podem levar à redução da vulnerabilidade (*ibid.*). Esta combinação de capacidades e estratégias de longo prazo deve considerar estressores climáticos e não climáticos, assim como as questões de desenvolvimento local (futuro da agricultura familiar, por exemplo).

O foco na capacidade adaptativa sob abordagem da vulnerabilidade desloca a atenção para os aspectos socioeconômicos da vulnerabilidade. Os indicadores utilizados para avaliar o grau da capacidade adaptativa frequentemente referem-se ao desenvolvimento socioeconômico através de diferentes capitais ou ativos e, em casos de países com fraco desempenho socioeconômico, estes capitais estão associados às componentes sociais, humanas, econômicas, físicas e naturais (Epule et al., 2017).

Capacidade adaptativa e Resiliência

Apesar de a resiliência ser um conceito já estabelecido desde a década de 1970 com as publicações de Holling, sua relação com a capacidade adaptativa só foi identificada, nesta pesquisa que remonta ao ano de 2001, em apenas seis artigos (Quadro 2).

A resiliência tem uma amplitude conceitual que engloba a capacidade adaptativa e a vulnerabilidade, tendo como princípios as mudanças constantes dos Sistemas Socioecológicos e o limite do 'Sistema-Terra' em fornecer os serviços ecossistêmicos. Em face de eventos extremos, a resiliência é a habilidade do sistema de manter suas funções, estrutura, identidade e *feedbacks* fundamentais por meio da recuperação ou reorganização em um novo contexto (Chapin et al., 2009). A capacidade adaptativa na abordagem da resiliência refere-se à capacidade dos atores do sistema influenciarem a resiliência (Sapountsaki e Daskalaki, 2018), permitindo que o sistema preserve suas funções (Stringer et al., 2009). Maltou e Batha (2019) e Theron et al. (2023) destacam que, na perspectiva da resiliência, a capacidade adaptativa caracteriza-se pela capacidade de aprendizado e transformação por parte de comunidades e sistemas socioecológicos complexos face a choques e tensões.

Na abordagem da resiliência, o referencial teórico dos Sistemas Socioecológicos (SES), como empregada por Ostrom (2009), tem sido amplamente aplicado ao estudo da capacidade adaptativa para delimitação territorial e dos componentes do objeto de estudo. Os SES são compostos por subsistemas sociais e naturais interligados, onde os sistemas sociais são dependentes dos serviços ecossistêmicos. No caso da gestão dos recursos hídricos, os rios, os aquíferos e as bacias hidrográficas configuram os componentes do subsistema natural, enquanto os usuários da água, as características geográficas e socioeconômicas e a governança das águas compõem os subsistemas sociais (Sapountsaki e Daskalaki, 2018).

Outra característica comum dos estudos que abordam a capacidade adaptativa através da lente da resiliência é a intenção de compreender as relações entre a capacidade adaptativa local e institucional. A local é entendida como as adaptações empreendidas pelos usuários, de modo autônomo e às vezes não planejadas, enquanto a institucional como sendo aquela advinda dos órgãos gestores de água (Stringer et al., 2009) e de instituições internacionais (Sapountsaki e Daskalaki, 2018). Estes estudos sugerem que a sustentabilidade e a conexão com o desenvolvimento socioeconômico dependem da colaboração entre adaptações locais e institucionais.

A resiliência e a capacidade adaptativa fornecem abordagens importantes para a gestão e a governança adaptativas dos SES, pois focam na antecipação das mudanças e na identificação de formas chave de gestão adaptativa para responder às mudanças efetivamente, protegendo os principais serviços ecossistêmicos, mesmo sem necessariamente implicar em retorno ao estado inicial do sistema antes do choque (Sapountsaki e Daskalaki, 2018; Chapin et al., 2009).

Capacidade adaptativa e Gestão das águas

Neste grupo incluem-se os artigos que abordam diferentes formas de gestão das águas e de enfrentamento de secas e escassez hídrica sob a perspectiva da capacidade adaptativa, a exemplo da gestão adaptativa, gestão proativa, gestão do risco e governança adaptativa. Foram identificados oito artigos na pesquisa (Quadro 2), com destaque para a produção de Hurlbert e parceiros com duas publicações. O tema de governança adaptativa inclui cinco artigos, enquanto gestão adaptativa, gestão do risco e gestão proativa tiveram apenas 1 artigo cada.

Na abordagem de governança adaptativa[1], a capacidade adaptativa aparece como uma de suas características que acrescenta a habilidade de lidar com riscos e incertezas aos sistemas de governança (Hurlbert e Gupta, 2019). Bettini et al. (2013) argumentam que a estrutura e a dinâmica institucionais precisam ser melhor compreendidas para avançar em direção à governança adaptativa, com instituições mais flexíveis que sejam capazes de gerir melhor a informação, gerir mais oportunidades de aprendizagem e prover incentivo político à inovação e envolvimento das partes interessadas. Estes aspectos também são abordados por Hurlbert e Gupta (2019), que utilizam a Roda da Capacidade Adaptativa para analisar instituições em diferentes contextos de seca, comparando países desenvolvidos (Canadá) e em desenvolvimento (Chile e Argentina) e mobilizando conceitos como governança justa, equidade, aprendizagem social e legitimidade.

Por sua vez, a gestão adaptativa (Cruz et al., 2018), gestão de risco (Sun, et al., 2013) e gestão proativa (Hill et al., 2014) utilizaram um referencial teórico comum, o ciclo hidro-ilógico difundido por Wilhite (1993), que defende a mudança de paradigma da gestão de desastres, saindo da gestão de crise em direção à gestão de risco. Cruz et al. (2018), na abordagem da gestão adaptativa, identifica como fatores na evolução da gestão da crise para a gestão do risco tanto os ciclos múltiplos de aprendizagem social quanto a integração crescente entre políticas públicas e ciência. Esta integração favorece a aplicação do conceito de capacidade adaptativa à gestão das águas, que incluem as dinâmicas políticas em seus processos de tomada de decisão (Scott et al, 2013), sobretudo sob o paradigma da Gestão Integrada de Recursos Hídricos (Allan et al., 2013).

Discussão

Como resposta à **primeira questão da revisão** – como o conceito de capacidade adaptativa é abordado na literatura acadêmica –, a maioria dos artigos trata das secas no contexto de intensificação das mudanças climáticas, referenciando-se ao IPCC. De fato, observou-se forte convergência dos artigos para o conceito apresentado pelos relatórios do IPCC a partir de 2007, ou seja, como sendo a capacidade de sistemas de se ajustarem a danos potenciais, aproveitar oportunidades ou responder às consequências. Essa constatação alinha-se aos achados de Phuong et al. (2017).

Alguns artigos, contudo, estabelecem conceitos mais específicos de capacidade adaptativa, de acordo com o contexto e recorte espacial dos estudos de caso. Estes adotam diferentes abordagens metodológicas da capacidade adaptativa quanto aos seguintes aspectos: determinantes da capacidade adaptativa; níveis de interação entre os determinantes da capacidade adaptativa; valorização da experiência e da aprendizagem social; e recorte territorial.

Embora com divergências marcantes entre os estudos, é possível identificar os determinantes mais citados. Estes referem-se aos fatores sociais (capital social, participação, coesão social, etc.), humanos (capital humano, simbólico, percepção do risco) e econômicos (capital econômico, renda, ativos, etc.), seguidos dos fatores políticos (capital político, legitimidade, liderança, etc.), e estruturas físicas e ambientais. Fatores institucionais e de gestão (planejamento, regulação/regras) são menos recorrentes nas citações.

Os níveis de interação – local (usuários, individual, familiar, comunitário) e institucional – são considerados tanto isoladamente quanto em conjunto. Esta interação parece depender principalmente de duas condicionantes: do recorte territorial e das determinantes consideradas. Por exemplo, estudos focados em determinantes ambientais dão maior ênfase ao nível de sistemas (socioecológicos), como o recorte de bacia hidrográfica; aqueles preocupados com determinantes humanas e sociais focam notadamente nos níveis individual e comunitário, com recortes espaciais mais localizados, tal como um sistema de irrigação. O tipo de uso da água também interfere no nível de interesse do estudo, como observado em todos os artigos que tratavam exclusivamente do abastecimento urbano (n=6), que focaram no nível institucional.

As secas, enquanto evento climático extremo, continuam a ser mais associadas aos climas árido e semiárido. Contudo, ao contrário do esperado, os estudos de caso nessas áreas representam somente 57% do total de artigos. Isto pode ser explicado pela intensificação de crises hídricas associadas às secas em regiões de clima mais úmido no Brasil e no mundo, a exemplo da seca que afetou a região Sudeste brasileira entre 2014 e 2016, em particular a Metrópole de São

[1] Trata-se de um conjunto de sistemas políticos, sociais, econômicos e administrativos para gerenciamento e distribuição de recursos com base na resiliência, resolução colaborativa dos problemas, flexibilidade e aprendizagem em diferentes escalas (Gupta E Montana, 2015; Hurlbert E Gupta, 2019).

Paulo (Nobre et al., 2016; Deusdará-Leal et al., 2020).

A **segunda questão desta revisão** é relativa aos termos que são empregados no campo de estudos da capacidade adaptativa às secas e como eles moldam as abordagens dos artigos revisados. O conceito de capacidade adaptativa (CA) em contextos de seca, embora diverso e heterogêneo, foi agrupado em quatro abordagens: i) CA como conceito central; ii) CA e Vulnerabilidade; iii) CA e Resiliência; e iv) CA e Gestão das águas. Obviamente, tal agrupamento não se deu de forma aleatória ou arbitrária, mas a partir de rodadas iterativas de análise e discussão, resultando nesta tipologia de categorias explicativas que busca abarcar suas similaridades e especificidades. Importa ressaltar que não foi objetivo desta pesquisa eleger nenhuma das abordagens como sendo mais (ou menos) adequada para tratar da capacidade adaptativa às secas. Busca-se, sobretudo, entender como esse conhecimento está sendo empregado na literatura acadêmica e quais são as principais convergências entre as abordagens.

De maneira geral, há um destaque para os elementos mais cruciais para a construção da capacidade adaptativa, os quais muitas vezes se correlacionam: níveis de interação (institucional-local); estratégias adaptativas; aprendizagem social; flexibilidade; e complexidade dos sistemas e incertezas quanto ao seu funcionamento.

Quanto aos níveis de interação, os estudos mostram preocupação com análises centradas somente nos aspectos local e individual, que desconsideram as interações com outros níveis. A capacidade adaptativa com foco individual pode limitar as opções de estratégias adaptativas para lidar com a seca no contexto local e assim perder de vista interações com questões mais amplas, proporcionadas pela aprendizagem social decorrentes de interações com outros níveis (Phuong et al., 2017). Tal situação pode levar à uma adaptação em um estado indesejado (*maladaptation*), com efeitos nocivos em outras escalas espaciais e temporais, minando assim a sustentabilidade no próprio nível local, como os efeitos das mudanças climáticas e das escolhas políticas e econômicas do modelo de desenvolvimento adotados por um país. Por outro lado, esses estudos podem contribuir para encontrar mecanismos de incentivo à adoção de estratégias adaptativas por parte de indivíduos (Sherren et al., 2012).

Nas discussões sobre interações entre o nível local e o nível institucional da capacidade adaptativa, é feita uma distinção entre capacidades específicas e genéricas. Geralmente, as capacidades genéricas se relacionam a políticas governamentais - sociais, econômicas e políticas - e ganham destaque em contextos de países em desenvolvimento ou em transição, como o Brasil (Di Giulio et al, 2016; Phuong et al., 2017; Epule et al., 2017; Villamayor-Thomas et al., 2020).

Um ponto de convergência entre todas as abordagens identificadas e analisadas neste estudo é a compreensão de que a capacidade adaptativa, na prática, relaciona-se com a definição e implementação de estratégias adaptativas. No entanto, estratégias adaptativas são tipificadas de diferentes maneiras, com diferenças sensíveis. Por exemplo, para a abordagem da resiliência, a adaptação pode ser transformativa ou incremental; quando não há mais adaptações possíveis - ou sejam quando a transformação do sistema implica em mudar a localização ou o tipo de processo produtivo -, isso significa que o sistema atingiu o seu limite de adaptação. Identificar e sistematizar as estratégias adaptativas é fundamental para operacionalizar o conceito de capacidade adaptativa a eventos futuros de seca, facilitando a sua compreensão junto aos gestores e usuários de águas. Para além das discussões teóricas, é importante entender como se dá a apropriação (ou não) dos diferentes conceitos e ferramentas pelos usuários, em nível local. Nos artigos que tratam desse assunto, as estratégias adaptativas são desenvolvidas de acordo com os impactos sobre usuários de água e sistemas hídricos, que variam segundo o tipo de seca e principalmente com sua duração (p.e. Sayers et al., 2017). A classificação das estratégias adaptativas em medidas de enfrentamento e medidas adaptativas é também bastante enfatizada na literatura, incluindo, algumas vezes, adaptações negativas (*maladaptation*), conforme discutido anteriormente.

Uma das principais convergências identificadas entre as quatro abordagens é o reconhecimento da aprendizagem social como fator fundamental para a construção da capacidade adaptativa e o aumento da resiliência de sistemas estressados por eventos de seca. A aprendizagem social refere-se a um processo de aprendizagem coletivo entre as partes interessadas pela gestão e inter-relação entre meio ambiente e sociedade; esse aprendizado é compartilhado e se reflete em *feedbacks* e ciclos duplos ou triplos conforme a vivência, e pode ser facilitado por regras e instituições que o valorizem, levando-o aos níveis mais elevados de tomada de decisão (Phuong et al, 2017).

A flexibilidade é outro elemento fundamental para a construção da capacidade adaptativa, normalmente associada ao planejamento e preparação para o enfrentamento às secas e à colaboração entre os diversos níveis de decisão na estrutura de governança das águas (Engle, 2013). As incertezas que impõem novas situações diante de eventos extremos de seca, em sistemas adaptativos, são trabalhadas por meio do aumento da flexibilidade dos sistemas para agir também de um modo novo, inclusive com a execução de medidas de enfrentamento e adaptativas. Medidas adaptativas que aumentem a redundância para oferta de água de formas alternativas, como a exploração de águas do volume morto dos reservatórios e a operação estratégica de reservatórios com gatilhos que manejem a reservação de modo proativo, se antecipando a seca são exemplos de ações que podem oferecer maior flexibilidade aos sistemas socioecológicos (Dilling et al., 2023).

Os *feedbacks* resultantes da interação em sistemas socioecológicos podem ser explicados pela teoria da complexidade que compreende que dessa interação surgem respostas novas que não podem ser explicadas considerando isoladamente elementos de natureza social ou ambiental (Holling, 2001). Hierarquias e escalas compõem camadas de complexidade em múltiplas dimensões (econômicas, sociais, ecológicas) devido às relações e *feedbacks* entre macroestruturas (processos de desenvolvimento nacional, regional) e micro agências (processos locais) (Mortimore, 2010). A aprendizagem social, a flexibilidade e a compreensão da complexidade favorecem a adaptação em ciclos e fortalecem a capacidade adaptativa dos sistemas socioecológicos (Holling, 2001).

Finalmente, é interessante notar que a divergência mais marcante entre as abordagens definidas neste estudo refere-se justamente a um dos elementos mais centrais da capacidade adaptativa: fatores e variáveis de seus determinantes, seu estabelecimento e classificação.

Conclusões

As secas têm cada vez mais desafiado a segurança hídrica de usuários de água e ecossistemas em todo o mundo, inclusive em regiões de clima úmido, ao estressar sistemas socioecológicos já pressionados pelo crescimento populacional, pela demanda crescente por água e pela degradação ambiental. Nesse contexto, a capacidade adaptativa torna-se estratégica, pois adiciona aos sistemas de gestão e governança instrumentos para lidar com as incertezas em um cenário cada vez mais complexo de mudanças do clima. A implementação de mecanismos mais flexíveis, por meio da aprendizagem social, tem o potencial de tornar a gestão e governança mais adaptativas e sustentáveis.

Apesar do empenho na definição dos elementos e dimensões que moldam a capacidade adaptativa dos sistemas socioecológicos, a compreensão de sua complexidade e dos gatilhos capazes de acionar sua efetivação em momentos de eventos extremos ainda precisa de mais esforços. Os resultados deste trabalho permitiram evidenciar que não há uma abordagem predominante da literatura científica para discutir a capacidade adaptativa em situações de seca, diante da singularidade dos sistemas sociais e naturais em um contexto de incertezas e complexidades crescentes. Assim, há uma rica multiplicidade para identificar e modelar os determinantes, elementos e processos da capacidade adaptativa em busca da compreensão de seu funcionamento. Contudo, como dito antes, há fortes divergências entre os determinantes da capacidade adaptativa, elemento central deste conceito-chave. No entanto, entendemos que, a partir do conhecimento construído, pode-se identificar um conjunto de determinantes que sejam capazes de compreender a diversidade dos sistemas e incertezas associadas e, ao mesmo tempo, alcancem as características específicas dos eventos de seca. Cabe ainda notar que, por mais que os determinantes estejam teoricamente modelados, há sempre uma incerteza fundamental em relação à capacidade real dos sistemas em se adaptarem ao impacto. Ou seja, a capacidade adaptativa é considerada um potencial dos sistemas, somente verificado quando há uma exposição ao evento de seca.

Frente ao exposto nos resultados e discussão deste trabalho, entendemos que o conceito de capacidade adaptativa em relação às secas de um sistema socioecológico poderia utilizar as especificidades do fenômeno a seu favor, ao empreender mudanças na direção da incorporação de alguns aprendizados: i) ser abordado de maneira tão específica quanto possível, em função da caracterização da seca e de seus impactos, bem como do contexto social, político e econômico; ii) considerar inter-relações com níveis mais amplos de gestão e governança que permitam dar agilidade e flexibilidade na definição de estratégias adaptativas; iii) fomentar mecanismos de aprendizagem social, sobretudo por meio do intercâmbio com níveis institucionais distintos do seu (como regional ou nacional) para que se promova adaptações transformativas, e não apenas mudanças incrementais.

Por fim, cabe destacar que, em países com grandes desigualdades sociais como o Brasil, as vulnerabilidades sociais são de múltiplas ordens. Conforme ressaltado por Lemos (2016a) e Di Giullio et al. (2016), as capacidades direcionadas à redução da vulnerabilidade à ameaça de seca, definidas na literatura como capacidades específicas, precisam obrigatoriamente vir acompanhadas do desenvolvimento das capacidades genéricas, como melhoria nas condições socioeconômicas, acesso à informação e conhecimento e redução das desigualdades.

Referências

Ahmad, M. M., Yaseen, M., & Saqib, S. E. (2022). Climate change impacts of drought on the livelihood of dryland smallholders: Implications of adaptation challenges. Int. J. Disaster Risk Reduct., 80(May), 103210. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2022.103210

Al Adaileh, H., Al Qinna, M., Barta, K., Al-Karablieh, E., Rakonczai, J., & Alobeiaat, A. (2019). A Drought Adaptation Management System for Groundwater Resources Based on Combined Drought Index and Vulnerability Analysis. Earth Syst. Environ., 3(3), 445–461. https://doi.org/10.1007/s41748-019-00118-9

Alauddin, M., & Sarker, M. A. R. (2014). Climate change and farm-level adaptation decisions and strategies in drought-prone and groundwater-depleted areas of Bangladesh: An empirical investigation. Ecol. Econ., 106, 204–213. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.07.025

Aldunce, P., Bórquez, R., Adler, C., Blanco, G., & Garreaud, R. (2016). Unpacking resilience for adaptation: Incorporating practitioners' experiences through a transdisciplinary approach to the case of drought in Chile. Sustain., 8(9). https://doi.org/10.3390/su8090905

Aldunce, P., Lillo-Ortega, G., Araya-Valenzuela, D., Maldonado-Portilla, P., & Gallardo, L. (2022). Evaluating adaptation to drought in a changing climate: Experience at the local scale in the Aconcagua Valley. Clim. Dev., 14(2), 121–132. https://doi.org/10.1080/17565529.2021.1893150

Aliabadi, V., Ataei, P., & Gholamrezai, S. (2022). Farmers' Strategies for Drought Adaptation Based on the Indigenous Knowledge System: The Case of Iran. Weather. Clim. Soc., 14(2), 561–568. https://doi.org/10.1175/WCAS-D-21-0153.1

Allan, C., Xia, J., & Pahl-Wostl, C. (2013). Climate change and water security: Challenges for adaptive water management. Curr. Opin. Environ. Sustain., 5(6), 625–632. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2013.09.004

ANA. Agência Nacional de Águas, 2019 Plano Nacional de Segurança Hídrica. Brasília. 112p. <http://arquivos.ana.gov.br/pnsh/pnsh.pdf>.

Anik, A. R., Rahman, S., Sarker, J. R., & Al Hasan, M. (2021). Farmers' adaptation strategies to combat climate change in drought prone areas in Bangladesh. Int. J. Disaster Risk Reduct., 65(September), 102562. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102562

Austin, E. K., Handley, T., Kiem, A. S., Rich, J. L., Perkins, D., & Kelly, B. (2020). Drought, wellbeing and adaptive capacity: Why do some people stay well? Int. J. Environ. Res. Public Health, 17(19), 1–17. https://doi.org/10.3390/ijerph17197214

Bahta, Y. T., & Myeki, V. A. (2021). Adaptation, coping strategies and resilience of agricultural drought in South Africa: Implication for the sustainability of livestock sector. Heliyon, 7(11). https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08280

Bailey, K. M., Mccleery, R. A., & Barnes, G. (2019). The role of capital in drought adaptation among rural communities in Eswatini. Ecol. Soc., 24(3). https://doi.org/10.5751/ES-10981-240308

Basel, B., Hernández Quiroz, N., Velasco Herrera, R., Santiago Alonso, C., & Hoogesteger, J. (2021). Bee mietii rak rkabni nis (The people know how to seed water): A Zapotec experience in adapting to water scarcity and drought. Clim. Dev., 13(9), 792–806. https://doi.org/10.1080/17565529.2020.1855100

Benegas, L., Jiménez, F., Locatelli, B., Faustino, J., & Campos, M. (2009). A methodological proposal for the evaluation of farmer's adaptation to climate variability, mainly due to drought in watersheds in Central America. Mitig. Adapt. Strateg. Glob. Chang., 14(2), 169–183. https://doi.org/10.1007/s11027-008-9158-1

Berrang-Ford, L., Pearce, T., & Ford, J. D. (2015). Systematic review approaches for climate change adaptation research. Reg. Environ. Chang., 15(5), 755–769. https://doi.org/10.1007/s10113-014-0708-7

Bettini, Y., Brown, R., & De Haan, F. J. (2013). Water scarcity and institutional change: Lessons in adaptive governance from the

drought experience of Perth, Western Australia. Water Sci. Technol., 67(10), 2160–2168. https://doi.org/10.2166/wst.2013.127

Biesbroek, G. R., Klostermann, J. E. M., Termeer, C. J. A. M., & Kabat, P. (2013). On the nature of barriers to climate change adaptation. Reg. Environ. Chang., 13(5), 1119–1129. https://doi.org/10.1007/s10113-013-0421-y

Burchfield, E. K., & Gilligan, J. (2016). Agricultural adaptation to drought in the Sri Lankan dry zone. Appl. Geogr., 77, 92–100. https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2016.10.003

Chapin, F. S. III; Folke, C.; Kofinas, G. P. (2009) A Framework for Understanding Change. In: Principles of Ecosystem Stewardship: Resilience-Based Natural Resource Management in a Changing World. New York: Springer Science and Business Media. p. 3-28.

Cruz, G., Baethgen, W., Bartaburu, D., Bidegain, M., Giménez, A., Methol, M., Morales, H., Picasso, V., Podestá, G., Taddei, R., Terra, R., Tiscornia, G., & Vinocur, A. M. (2018). Thirty years of multilevel processes for adaptation of livestock production to droughts in Uruguay. Weather. Clim. Soc., 10(1), 59–74. https://doi.org/10.1175/WCAS-D-16-0133.1

Deusdará-leal, K. R., Cuartas, L. A., Zhang, R., Mohor, G. S., Valério, L., Carvalho, D. C., Nobre, C. A., Mendiondo, E. M., Broedel, E., Seluchi, M. E., & Célia, R. (2020). Implications of the New Operational Rules for Cantareira Water System: Re-Reading the 2014-2016 Water Crisis. J. water Prot., 12, 261–274. https://doi.org/10.4236/jwarp.2020.124016

Di Giulio, G. M., Martins, A. M. B. E, & Lemos, M. C. (2016). Adaptação climática: Fronteiras do conhecimento para pensar o contexto brasileiro. Estudos Avançados, 30(88), 25–41. https://doi.org/10.1590/S0103-40142016.30880004

Dilling, L., Daly, M. E., Kenney, D. A., Klein, R., Miller, K., Ray, A. J., Travis, W. R., & Wilhelmi, O. (2019). Drought in urban water systems: Learning lessons for climate adaptive capacity. Clim. Risk Manag., 23(August 2018), 32–42. https: //doi.org/10.1016/j.crm.2018.11.001

Dilling, L., Daly, M. E., Travis, W. R., Ray, A. J., & Wilhelmi, O. V. (2023). The role of adaptive capacity in incremental and transformative adaptation in three large U.S. Urban water systems. Global Environmental Change, 79, 102649. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2023.102649

Du, T. L. T., Bui, D. D., Buurman, J., & Quach, X. T. (2018). Towards adaptive governance for urban drought resilience: The case of Da Nang, Vietnam. Int. J. Water Resour. Dev., 34(4), 597–615. https://doi.org/10.1080/07900627.2018.1438886

Endter-Wada, J., Selfa, T., & Welsh, L. W. (2009). Hydrologic interdependencies and human cooperation: The process of adapting to droughts. Weather. Clim. Soc., 1(1), 54–70. https://doi.org/10.1175/2009WCAS1009.1

Engle, N. L. (2011). Adaptive capacity and its assessment. Glob. Environ. Chang., 21(2), 647–656. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.01.019

Engle, N. L. (2012). Adaptation Bridges and Barriers in Water Planning and Management: Insight from Recent Extreme Droughts in Arizona and Georgia. J. Am. Water Resour. Assoc., 48(6), 1139–1150. https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2012.00676.x

Engle, N. L. (2013). The role of drought preparedness in building and mobilizing adaptive capacity in states and their community water systems. Clim. Change, 118(2), 291–306. https://doi.org/10.1007/s10584-012-0657-4

Epule, T. E., Ford, J. D., & Lwasa, S. (2017). Projections of maize yield vulnerability to droughts and adaptation options in Uganda. Land use policy, 65(July 2016), 154–163. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.04.013

Eriksen, S., & Lind, J. (2009). Adaptation as a political process: Adjusting to drought and conflict in kenya's Drylands. Environ. Manage., 43(5), 817–835. https://doi.org/10.1007/s00267-008-9189-0

Etemadi, M., & Karami, E. (2016). Organic fig growers' adaptation and vulnerability to drought. J. Arid Environ., 124, 142–149. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2015.08.003

Fanadzo, M., Ncube, B., French, A., & Belete, A. (2021). Smallholder farmer coping and adaptation strategies during the 2015-18 drought in the Western Cape, South Africa. Phys. Chem. Earth, 124. https://doi.org/10.1016/j.pce.2021.102986

Finan, T. J., & Nelson, D. R. (2001). Making rain, making roads, making do: Public and private

adaptations to drought in Ceará, Northeast Brazil. Clim. Res., 19(2), 97–108. https://doi.org/10.3354/cr019097

Gebrehiwot, T., & van der Veen, A. (2021). Farmers' drought experience, risk perceptions, and behavioural intentions for adaptation: Evidence from Ethiopia. Clim. Dev., 13(6), 493–502. https://doi.org/10.1080/17565529.2020.1806776

Ghimire, Y. N., Shivakoti, G. P., & Perret, S. R. (2010). Household-level vulnerability to drought in hill agriculture of Nepal: Implications for adaptation planning. Int. J. Sustain. Dev. World Ecol., 17(3), 225–230. https://doi.org/10.1080/13504501003737500

Goldman, M. J., & Riosmena, F. (2013). Adaptive capacity in Tanzanian Maasailand: Changing strategies to cope with drought in fragmented landscapes. Glob. Environ. Chang., 23(3), 588–597. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.02.010

Grainger, S., Murphy, C., & Vicente-serrano, S. M. (2021). Barriers and opportunities for actionable knowledge production in drought risk management: Embracing the frontiers of co-production. Front. Environ. Sci., 9(April), 1–8. https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.602128

Guo, H., Feng, L., Wu, Y., Wang, J., & Liang, Q. (2022). Assessment of smallholders' vulnerability to drought based on household-scale planting strategies and adaptability: A survey study of Xinghe County. Int. J. Disaster Risk Reduct., 72(February), 102820. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2022.102820

Gupta, J., Termeer, K., Klostermann, J., Meijerink, S., & Den, M. V. (2010). The Adaptive Capacity Wheel: A Method to Assess the Inherent Characteristics of Institutions to Enable the Adaptive Capacity of Society. Environ. Sci. Policy, 13(6), 459–471. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2010.05.006

Habiba, U., Shaw, R., & Takeuchi, Y. (2014). Farmers' adaptive practices for drought risk reduction in the northwest region of Bangladesh. Nat. Hazards, 72(2), 337–359. https://doi.org/10.1007/s11069-013-1011-5

Haeffner, M., Baggio, J. A., & Galvin, K. (2018). Investigating environmental migration and other rural drought adaptation strategies in Baja California Sur, Mexico. Reg. Environ. Chang., 18(5), 1495–1507. https://doi.org/10.1007/s10113-018-1281-2

Herwehe, L., & Scott, C. A. (2018). Drought adaptation and development: Small-scale irrigated agriculture in northeast Brazil. Clim. Dev., 10(4), 337–346. https://doi.org/10.1080/17565529.2017.1301862

Hill, H., Hadarits, M., Rieger, R., Strickert, G., Davies, E. G. R., & Strobbe, K. M. (2014). The Invitational Drought Tournament: What is it and why is it a useful tool for drought preparedness and adaptation? Weather Clim. Extrem., 3, 107–116. https://doi.org/10.1016/j.wace. 2014.03.002

Holling, C. S. (2001). Understanding the Complexity of Economic, Ecological, and Social Systems. Ecosystems, 4(5), 390–405.https://doi.org/10.1007/s10021-001-0101-5

Holman, I. P., Hess, T. M., Rey, D., & Knox, J. W. (2021). A Multi-Level Framework for Adaptation to Drought Within Temperate Agriculture. Front. Environ. Sci., 8(January), 1–14. https://doi.org/10.3389/fenvs.2020.589871

Hurlbert, M. A., & Gupta, J. (2019). An institutional analysis method for identifying policy instruments facilitating the adaptive governance of drought. Environ. Sci. Policy, 93, 221–231. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.09.017

Hurlbert, M. A., & Montana, E. (2015). Dimensions of adaptive water governance and drought in Argentina and Canada. J. Sustain. Dev., 8(1), 120–137. https://doi.org/10.5539/jsd.v8n1p120

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Glossary.

Klasic, M., Fencl, A., Ekstrom, J. A., & Ford, A. (2022). Adapting to extreme events: Small drinking water system manager perspectives on the 2012–2016 California Drought. Clim. Change, 170(3–4), 1–25. https://doi.org/10.1007/s10584-021-03305-8

Klein, R. J. T., Nicholls, R. J., & Thomalla, F. (2003). Resilience to natural hazards: How useful is this concept? Environmental Hazards, 5(1), 35–45. https://doi.org/10.1016/j.hazards.2004.02.001

Lemos, M. C., Lo, Y. J., Nelson, D. R., Eakin, H., & Bedran-Martins, A. M. (2016). Linking development to climate adaptation: Leveraging generic and specific capacities to reduce vulnerability to drought in NE Brazil. Glob. Environ. Chang., 39(June), 170–179. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.05.0

01

Lemos, M. C., Manuel-Navarrete, D., Willems, B. L., Caravantes, R. D., & Varady, R. G. (2016). Advancing metrics: Models for understanding adaptive capacity and water security. Em Curr. Opin. Environ. Sustain. (Vol. 21, p. 52–57). https://doi.org/10.1016/j.cosust.2016.11.004

Lemos, M. C., Puga, B. P., Formiga-Johnsson, R. M., & Seigerman, C. K. (2020). Building on adaptive capacity to extreme events in Brazil: Water reform, participation, and climate information across four river basins. Reg. Environ. Chang., 20(2). https://doi.org/10.1007/s10113-020-01636-3

Liu, X., Wang, Y., Peng, J., Braimoh, A. K., & Yin, H. (2013). Assessing vulnerability to drought based on exposure, sensitivity and adaptive capacity: A case study in middle Inner Mongolia of China. Chinese Geogr. Sci., 23(1), 13–25. https://doi.org/10.1007/s11769-012-0583-4

Madrigal-Ballestero, R., & Naranjo, M. A. (2015). Adaptive capacity, drought and the performance of community-based drinking water organizations in Costa Rica. J. Water Clim. Chang., 6(4), 831–847. https://doi.org/10.2166/wcc.2015.154

Mainali, J., & Pricope, N. G. (2019). Mapping the need for adaptation: Assessing drought vulnerability using the livelihood vulnerability index approach in a mid-hill region of Nepal. Clim. Dev., 11(7), 607–622. https://doi.org/10.1080/17565529.2018.1521329

Maltou, R., & Bahta, Y. T. (2019). Factors influencing the resilience of smallholder livestock farmers to agricultural drought in South Africa: Implication for adaptive capabilities. Jamba J. Disaster Risk Stud., 11(1), 1–7. https://doi.org/10.4102/jamba.v11i1.805

Manalo, J. A., van de Fliert, E., & Fielding, K. (2020). Rice farmers adapting to drought in the Philippines. Int. J. Agric. Sustain., 18(6), 594–605. https://doi.org/10.1080/14735903.2020.1807301

Mancal, A., Lima, P. V. P. S., Khan, A. S., & Mayorga, M. I. de O. (2016). À espera da seca que vem: Capacidade adaptativa em comunidades rurais do semiárido. Rev. Bras. Estud. Popul., 33(2), 257–281. https://doi.org/10.20947/s0102-30982016a0012

Mardero, S., Schmook, B., Radel, C., Christman, Z., Lawrence, D., Millones, M., Nickl, E., Rogan, J., & Schneider, L. (2015). Smallholders adaptations to droughts and climatic variability in southeastern Mexico. Environ. Hazards, 14(4), 271–288. https://doi.org/10.1080/17477891.2015.1058741

Matewos, T. (2020). The state of local adaptive capacity to climate change in drought-prone districts of rural Sidama, southern Ethiopia. Clim. Risk Manag., 27. https://doi.org/10.1016/j.crm.2019.100209

Mbaziira, J., Egeru, A., Bamutaze, Y., Kisira, Y., & Nabiroko, M. (2023). Assessing the Dynamics of Agropastoral farmers' Adaptive Capacity to Drought in Uganda's Cattle Corridor. Clim. Risk Manag., 41. https://doi.org/10.1016/j.crm.2023.100545

McNeeley, S. M., Beeton, T. A., & Ojima, D. S. (2016). Drought risk and adaptation in the interior United States: Understanding the importance of local context for resource management in times of drought. Weather. Clim. Soc., 8(2), 147–161. https://doi.org/10.1175/WCAS-D-15-0042.1

Mesquita, P. dos S., Cavalcante, L., Milhorance, C., Nogueira, D., & Andrieu, N. (2020). The importance of programs for family farmers in drought periods and in face of the need to adapt to climate change in the Brazilian semiarid region. Desenvolv. e Meio Ambient., 55, 599–618. https://doi.org/10.5380/dma.v55i0.72974

Mohmmed, A., Li, J., Elaru, J., Elbashier, M. M. A., Keesstra, S., Artemi, C., Martin, K., Reuben, M., & Teffera, Z. (2018). Assessing drought vulnerability and adaptation among farmers in Gadaref region, Eastern Sudan. Land Use Policy, 70, 402–413. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.11.027

Mortimore, M. (2010). Adapting to drought in the Sahel: Lessons for climate change. Wiley Interdiscip. Rev. Clim. Chang., 1(1), 134–143. https://doi.org/10.1002/wcc.25

Mukherjee, S., Mishra, A., & Trenberth, K. E. (2018). Climate Change and Drought: A Perspective on Drought Indices. Curr. Clim. Chang. Reports, 4(2), 145–163. https://doi.org/10.1007/s40641-018-0098-x

Mwangi, M. (2016). Diverse drought spatiotemporal trends, diverse etic-emic perceptions and knowledge: Implications for adaptive capacity and resource management for indigenous Maasai-pastoralism in the rangelands of Kenya. Climate, 4(2).

https://doi.org/10.3390/cli4020022

Mwangi, M. (2019). In pursuit of livelihood sustainability and drought resilience: The human dimension of drought-adaptation in the Maasai pastoralists coupled socio-ecological systems across Kajiado County, Kenya. Environ. Socio-Economic Stud., 7(1), 1–11. https://doi.org/10.2478/environ-2019-0001

Nanfuka, S., Mfitumukiza, D., & Egeru, A. (2020). Characterisation of ecosystem-based adaptations to drought in the central cattle corridor of Uganda. African J. Range Forage Sci., 37(4), 257–267. https://doi.org/10.2989/10220119.2020.1748713

Nobre, C. A., Marengo, J. A., Seluchi, M. E., Cuartas, L. A., & Alves, L. M. (2016). Some Characteristics and Impacts of the Drought and Water Crisis in Southeastern Brazil during 2014 and 2015. J. Water Resour. Prot., 8, 252–262. https://doi.org/10.4236/jwarp.2016.82022 Some

OCDE. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. 2013. Studies on Water. Water Security for better lives. Paris.

O'Farrell, P. J., Anderson, P. M. L., Milton, S. J., & Dean, W. R. J. (2009). Human response and adaptation to drought in the arid zone: Lessons from southern Africa. S. Afr. J. Sci., 105(1–2), 34–39. https://doi.org/10.1590/S0038-23532009000100018

Opiyo, F., Wasonga, O., Nyangito, M., Schilling, J., & Munang, R. (2015). Drought Adaptation and Coping Strategies Among the Turkana Pastoralists of Northern Kenya. Int. J. Disaster Risk Sci., 6(3), 295–309. https://doi.org/10.1007/s13753-015-0063-4

Ostrom, E. (2009). A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. Science, 325(5939), 419–422. https://doi.org/10.1126/science.1172133

Pahl-wostl, C., Sendzimir, J., Jeffrey, P., Aerts, J., Berkamp, G., & Cross, K. (2007). Managing Change toward Adaptive Water Management through Social Learning. Ecol. Soc., 12(2). http://www.ecologyandsociety.org/vol12/iss2/art30/

Pak-Uthai, S., & Faysse, N. (2018). The risk of second-best adaptive measures: Farmers facing drought in Thailand. Int. J. Disaster Risk Reduct., 28(February), 711–719. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2018.01.032

Panda, A. (2016). Exploring climate change perceptions, rainfall trends and perceived barriers to adaptation in a drought affected region in India. Nat. Hazards, 84(2), 777–796. https://doi.org/10.1007/s11069-016-2456-0

Phuong, L. T. H., Biesbroek, G. R., & Wals, A. E. J. (2017). The interplay between social learning and adaptive capacity in climate change adaptation: A systematic review. NJAS - Wageningen J. Life Sci., 82(May), 1–9. https://doi.org/10.1016/j.njas.2017.05.001

Pili, O., & Ncube, B. (2022). Smallholder farmer coping and adaptation strategies for agricultural water use during drought periods in the Overberg and West Coast Districts, Western Cape, South Africa. Water SA, 48(1), 97–109. https://doi.org/10.17159/wsa/2022.v48.i1.3846

Prabhakar, S. V. R. K., & Shaw, R. (2008). Climate change adaptation implications for drought risk mitigation: A perspective for India. Em Clim. Change (Vol. 88, Número 2, p. 113–130). https://doi.org/10.1007/s10584-007-9330-8

Reis, G. de A., de Souza Filho, F. A., Nelson, D. R., Rocha, R. V., & da Silva, S. M. O. (2020). Development of a drought vulnerability index using MCDM and GIS: study case in São Paulo and Ceará, Brazil. Nat. Hazards, 104(2), 1781–1799. https://doi.org/10.1007/s11069-020-04247-7

Ribeiro, N. B., & Johnsson, R. M. F. (2018). Discussões Sobre Governança Da Água: Tendências E Caminhos Comuns. Ambient. Soc., 21(2001), 1252.

Salam, R., Towfiqul Islam, A. R. Md., Shill, B. K., Monirul Alam, G. M., Hasanuzzaman, Md., Morshadul Hasan, Md., Ibrahim, S. M., & Shouse, R. C. (2021). Nexus between vulnerability and adaptive capacity of drought-prone rural households in northern Bangladesh. Nat. Hazards, 106(1), 509–527. https://doi.org/10.1007/s11069-020-04473-z

Salmoral, G., Ababio, B., & Holman, I. P. (2020).Drought Impacts, Coping Responses and Adaptation Increase Drought Resilience. Land, 9, 23–67

Sam, A. S., Padmaja, S. S., Kächele, H., Kumar, R., & Müller, K. (2020). Climate change, drought and rural communities: Understanding people's perceptions and adaptations in rural eastern India. Int. J. Disaster Risk Reduct., 44(July 2019). https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2019.101436

Sapountzaki, K., & Daskalakis, I. (2018). Expansionary Adaptive Transformations of

Socio-Hydrological Systems (SHSs): The Case of Drought in Messara Plain, Crete, Greece. Environ. Manage., 61(5), 819–833. https://doi.org/10.1007/s00267-018-1012-y

Savari, M., & Shokati Amghani, M. (2021). Factors influencing farmers' adaptation strategies in confronting the drought in Iran. Environ. Dev. Sustain., 23(4), 4949–4972. https://doi.org/10.1007/s10668-020-00798-8

Savari, M., & Shokati Amghani, M. (2022). SWOT-FAHP-TOWS analysis for adaptation strategies development among small-scale farmers in drought conditions. Int. J. Disaster Risk Reduct., 67(November 2021), 102695. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102695

Sayers, P. B., Yuanyuan, L., Moncrieff, C., Jianqiang, L., Tickner, D., Gang, L., & Speed, R. (2017). Strategic drought risk management: Eight 'golden rules' to guide a sound approach. Int. J. River Basin Manag., 15(2), 239–255. https://doi.org/10.1080/15715124.2017.1280812

Scott, C. A., Meza, F. J., Varady, R. G., Tiessen, H., McEvoy, J., Garfin, G. M., Wilder, M., Farfán, L. M., Pablos, N. P., & Montaña, E. (2013). Water Security and Adaptive Management in the Arid Americas. Ann. Assoc. Am. Geogr., 103(2), 280–289. https://doi.org/10.1080/00045608.2013.754660

Segnestam, L. (2017). Gendered experiences of adaptation to drought: Patterns of change in El Sauce, Nicaragua. Lat. Am. Res. Rev., 52(5), 807–823. https://doi.org/10.25222/larr.220

Shabanali Fami, H., Azizi, S., & Alambeigi, A. (2020). Clarifying the role of drought adaptation strategies on changing farming mode by livestock farmers: Evidence from Komijan Township, Iran. J. Agric. Sci. Technol., 22(2), 333–346.

Sherren, K., Fischer, J., & Fazey, I. (2012). Managing the grazing landscape: Insights for agricultural adaptation from a mid-drought photo-elicitation study in the Australian sheep-wheat belt. Agric. Syst., 106(1), 72–83. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2011.11.001

Siders, A. R. (2019). Adaptive capacity to climate change: A synthesis of concepts, methods, and findings in a fragmented field. Wiley Interdiscip. Rev. Clim. Chang., 10(3), 1–18. https://doi.org/10.1002/wcc.573

Smit, B., & Wandel, J. (2006). Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. Glob. Environ. Chang., 16(3), 282–292. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.03.008

Stringer, L. C., Dyer, J. C., Reed, M. S., Dougill, A. J., Twyman, C., & Mkwambisi, D. (2009). Adaptations to climate change, drought and desertification: Local insights to enhance policy in southern Africa. Environ. Sci. Policy, 12(7), 748–765. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2009.04.002

Sun, Y., Zhou, H., Zhang, L., Min, Q., & Yin, W. (2013). Adapting to droughts in Yuanyang Terrace of SW China: Insight from disaster risk reduction. Mitig. Adapt. Strateg. Glob. Chang., 18(6), 759–771. https://doi.org/10.1007/s11027-012-9386-2

Tofu, D. A., & Wolka, K. (2023). Evaluating adaptation efforts of food-aid-reliant smallholder farmers in the drought-prone area. Environ. Sustain. Indic., 19(February), 100276. https://doi.org/10.1016/j.indic.2023.100276

Tran, D. D., Dang, M. M., Du Duong, B., Sea, W., & Vo, T. T. (2021). Livelihood vulnerability and adaptability of coastal communities to extreme drought and salinity intrusion in the Vietnamese Mekong Delta. Int. J. Disaster Risk Reduct., 57(February), 102183. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102183

van Duinen, R., Filatova, T., Geurts, P., & van der Veen, A. (2015). Coping with drought risk: Empirical analysis of farmers' drought adaptation in the south-west Netherlands. Reg. Environ. Chang., 15(6), 1081–1093. https://doi.org/10.1007/s10113-014-0692-y

Vidyattama, Y., Pearson, L. J., Tanton, R., & Mohanty, I. (2017). Assessing adaptive capacity during the drought period in the Murray–Darling Basin. Asia-Pacific J. Reg. Sci., 1(1), 155–170. https://doi.org/10.1007/s41685-017-0039-z

Villamayor-Tomas, S., Iniesta-Arandia, I., & Roggero, M. (2020). Are generic and specific adaptation institutions always relevant? An archetype analysis of drought adaptation in Spanish irrigation systems. Ecol. Soc., 25(1). https://doi.org/10.5751/ES-11329-250132

Wang, Z., Ma, Q., Wang, J., Chen, S., Fan, Y., & Deng, L. (2018). Empirical study on agricultural drought adaptation of typical rainfed areas in Shidian County, China. Int. J. Disaster Risk Reduct., 28(March), 394–403. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2018.03.024

Warner, B. P., Childers, D. L., Kuzdas, C., & Stocks, G. (2018). Smallholder Adaptation to Drought in Costa Rica's Crony Capitalist Rice Economy. Dev. Change, 49(6), 1392–1421. https://doi.org/10.1111/dech.12420

Welsh, L. W., Endter-Wada, J., Downard, R., & Kettenring, K. M. (2013). Developing adaptive capacity to droughts: The rationality of locality. Ecol. Soc., 18(2). https://doi.org/10.5751/ES-05484-180207

Wens, M., Veldkamp, T. I. E., Mwangi, M., Johnson, J. M., Lasage, R., Haer, T., & Aerts, J. C. J. H. (2020). Simulating Small-Scale Agricultural Adaptation Decisions in Response to Drought Risk: An Empirical Agent-Based Model for Semi-Arid Kenya. Front. Water, 2. https://doi.org/10.3389/frwa.2020.00015

Williges, K., Mechler, R., Bowyer, P., & Balkovic, J. (2017). Towards an assessment of adaptive capacity of the European agricultural sector to droughts. Clim. Serv., 7, 47–63. https://doi.org/10.1016/j.cliser.2016.10.003

Wittrock, V., Kulshreshtha, S. N., & Wheaton, E. (2011). Canadian prairie rural communities: Their vulnerabilities and adaptive capacities to drought. Mitig. Adapt. Strateg. Glob. Chang., 16(3), 267–290. https://doi.org/10.1007/s11027-010-9262-x

Yang, J., Tan, C., Wang, S., Wang, S., Yang, Y., & Chen, H. (2015). Drought adaptation in the Ningxia Hui Autonomous Region, China: Actions, planning, pathways and barriers. Sustain., 7(11), 15029–15056. https://doi.org/10.3390/su71115029

Yila, J. O., & Resurreccion, B. P. (2014). Gender perspectives on agricultural adaptation to climate change in drought-prone Nguru Local Government Area in the semiarid zone of northeastern Nigeria. Int. J. Clim. Chang. Strateg. Manag., 6(3), 250–271. https://doi.org/10.1108/IJCCSM-12-2012-0068

Zhang, C., Li, W., & Fan, M. (2013). Adaptation of herders to droughts and privatization of rangeland-use rights in the arid Alxa Left Banner of Inner Mongolia. J. Environ. Manage., 126, 182–190. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.04.053

Zobeidi, T., Yazdanpanah, M., Komendantova, N., Sieber, S., & Löhr, K. (2021). Factors affecting smallholder farmers' technical and non-technical adaptation responses to drought in Iran. J. Environ. Manage., 298(March). https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113552