

GESTÃO ADAPTATIVA DOS RECURSOS HÍDRICOS PERANTE AS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

Francisco da Silva Costa, Centro de Estudos de Comunicação e Estudos Sociais,
Universidade do Minho, Portugal, costafs@geografia.uminho.pt

Jaqueline Aparecida Bória Fernandez, Meta Observatório Institucional - Campus Zona
Leste Instituto das Cidades, Universidade Federal de São Paulo - Unifesp,
boria.jaqueline@unifesp.br

Hélder Tiago da Silva Lopes, Laboratório de Paisagens, Património e Território,
Universidade do Minho, Portugal, helderlopes.geografia@gmail.com

INTRODUÇÃO

A hidrosfera é o principal meio pelo qual as alterações climáticas influenciam os ambientes naturais e os sistemas humanos (UN WATER, 2011; PORTUGAL, 2013). Os fatores climáticos influenciam diretamente o setor de recursos hídricos, tornando-o vulnerável frente às alterações climáticas, por alterar significativamente o ciclo hidrológico, inserindo incertezas significativas na segurança hídrica em muitas regiões do planeta (BRASIL, 2024).

Diante disto, os desafios colocados à gestão dos recursos hídricos são complexos frente a ampla gama de impactos a partir das alterações climáticas. A variabilidade nos padrões de precipitação ou de secas, por exemplo, repercutem-se também nos setores de energia, na produção de alimentos, no desenvolvimento econômico, na manutenção dos ecossistemas e outros, indicando o aumento da demanda pela água (PORTUGAL, 2013; UNESCO, 2020; BRASIL, 2024).

Assim, consideram-se as alterações climáticas como uma das principais forças motrizes de transformação da gestão de recursos hídricos, e os tomadores de decisão e os formuladores de políticas devem propor soluções para gerenciar os conflitos pela água, bem como as medidas de proteção e conservação deste recurso (UN WATER, 2011; PORTUGAL, 2013; BRASIL, 2024).

Neste sentido, os gestores deverão adotar uma abordagem adaptativa na gestão integrada dos recursos hídricos, tendo em vista a necessidade de adaptação (UN WATER,

A partir de estratégias de adaptação nos níveis local, regional, nacional e global, pode-se melhorar a resiliência, aprimorar a segurança hídrica, e contribuir para o desenvolvimento (PORTUGAL, 2013).

Assim, o objetivo deste trabalho foi identificar algumas medidas de adaptação aplicadas à gestão dos recursos hídricos no contexto das alterações climáticas, especialmente no nível de gestão por bacias hidrográficas.

METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido por meio de pesquisa bibliográfica sobre estratégias de adaptação climática no Brasil e em Portugal. Por meio dos artigos e publicações sobre legislação, planos de adaptação e gestão de recursos hídricos, identificaram-se as principais ações de adaptação específicas para a gestão dos recursos hídricos e posteriormente foram compiladas em formato de tabela. Os documentos que suportaram a análise dos planos e legislação decorreu da pesquisa, com recurso a indicadores booleanos (AND e OR) em diversas bases de dados, do seguinte conjunto de expressões “água”; “alterações climáticas”; “políticas”; “planeamento”; “Portugal”; e “Brasil”.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A gestão dos recursos hídricos deve garantir a segurança hídrica das cidades, o abastecimento de água potável (em quantidade e qualidade), prevenir e mitigar os impactos a partir de eventos extremos, como secas e enchentes, com infraestrutura adequada para adaptação frente às alterações climáticas (IPCC, 2023).

A adaptação à mudança do clima exige a “atualização da forma como a sociedade protege e gere os seus recursos hídricos” (PORTUGAL, 2013 p. 1), “tornando a infraestrutura hídrica e os serviços mais resilientes e convivendo com novas condições e padrões de extremos climáticos” (UN WATER, 2011 p. 2), pois o aumento da vulnerabilidade sobre os sistemas humanos e naturais irá requerer uma adaptação na gestão dos recursos hídricos.

A gestão adaptativa pode preparar a sociedade para o enfrentamento das mudanças climáticas. A eficiência das ações de adaptação adotadas irá depender do conhecimento sobre a realidade dos recursos hídricos. Assim, as esferas de gestão devem avaliar os recursos hídricos e realizar investigação das alterações climáticas, de modo a que o bom diagnóstico leve aos melhores resultados (PORTUGAL, 2013). Importante destacar que as soluções devem ser aplicadas de forma adequada para cada realidade.

O grande desafio para reduzir a vulnerabilidade das populações será a capacidade de difusão dos conhecimentos (PORTUGAL, 2013). As comunidades também precisarão de planos de contingência para respostas rápidas e coordenadas frente aos extremos climáticos (UN WATER, 2011).

As medidas adaptativas que incluem infraestruturas devem ser concebidas considerando a margem para as incertezas climáticas (UN WATER, 2011). Contudo, o desafio constante está no dimensionamento das infraestruturas visto que a variabilidade do clima se sobrepõe aos métodos tradicionais de projetos de engenharia, requerendo novas metodologias de dimensionamento (PORTUGAL, 2013).

A adaptação poderá ser beneficiada por um quadro integrado de infraestrutura e aproveitamento hídrico e programas de monitoramento, que protejam e conservem os recursos hídricos disponíveis, de acordo com as necessidades atuais e futuras (PORTUGAL, 2013).

As cidades precisam aumentar sua resiliência às mudanças do clima por meio das medidas de adaptação, isso pode incluir obras de infraestrutura de correção e de controle para os recursos hídricos, mudanças de hábitos de consumo e o desenvolvimento de pesquisas e maior monitoramento local (IPCC, 2008).

A adaptação para água inclui a melhoria do acesso à água potável, a redução da exposição dos sistemas de água e saneamento para eventos climáticos extremos e a melhoria dos sistemas de alerta precoce, abrangendo avanços na gestão de risco aos desastres e nas infraestruturas (IPCC, 2023).

Segundo Brasil (2023), planejar a infraestrutura hídrica necessária para o futuro, deve considerar as alterações dos padrões das variáveis hidrológicas e o alto grau de incerteza, tornando-se um desafio para os países, em busca de adaptação. Estas variações de padrão poderão levar à necessidade de obras de grande porte, tais como reservatórios, canais, estações de bombeamento, etc.

O Brasil sofre os impactos das alterações climáticas nos seus recursos hídricos. Pesquisas e estudos já sinalizam uma maior frequência da ocorrência desses impactos negativos em diferentes setores usuários de água no Brasil e com perspectiva de piora desse cenário no futuro, alertando para a necessidade de adaptação (BRASIL, 2024).

A proposta para enfrentar essa situação é aprender a conviver com a variabilidade natural do clima, incluindo seus extremos, como primeiro passo para a adaptação, admitindo-se e preparando-se para um eventual aumento da frequência de fenômenos extremos e efeitos ainda não plenamente esclarecidos de redução ou elevação das

A disponibilidade de água em Portugal também apresenta um cenário de escassez crescente, e representa desafios no planejamento de infraestruturas em

diferentes escalas geográficas, também com a maior necessidade de armazenamento. As áreas urbanas estarão numa situação mais vulnerável, assim, o planejamento do espaço urbano precisa incluir a mitigação e a adaptação, e considerar a gestão do ciclo urbano da água (PORTUGAL, 2020).

Para Portugal, diversos estudos indicam que o país será um dos potencialmente mais afetados na Europa devido às alterações climáticas, incluindo a previsão de aumentos na frequência e intensidade de secas, inundações, cheias, ondas de calor, incêndios rurais e elevação do nível do mar (COSTA & LOPES, 2024; FRAGA et al., 2018). A redução na precipitação afetará a recarga dos aquíferos, agravado pelo aumento do nível do mar, com maior risco de intrusão salina dos aquíferos costeiros, estuários e das partes baixas dos rios, impactando a oferta de água doce para o abastecimento (PORTUGAL, 2015). Assim, Portugal assume o enfrentamento aos impactos futuros sobre a sociedade, economia e ecossistemas devido às mudanças climáticas (PORTUGAL, 2015).

Em termos de gestão de recursos hídricos, segundo Castro e Teiga (2014), tanto o Brasil como Portugal têm legislação avançada, em aspectos de gestão e atuação de comitês de bacia. Contudo destacam que, em escalas a nível urbano, as abordagens estruturais em canais fluviais se diferem.

De forma geral, as soluções baseadas na natureza (SbN), incluindo por exemplo, infraestruturas verdes em meio urbano, renaturalização de áreas impermeabilizadas, e outras, colaboram com a manutenção do microclima, aumentando o conforto ambiental, reduzindo a pressão sobre com a eficiência energética, já que contribuem para redução do consumo total de energia e dessa forma, diminuem a vulnerabilidade do sistema energético a pressões decorrentes de eventos extremos (PORTUGAL, 2015).

Os gestores deverão adotar uma abordagem adaptativa na gestão integrada dos recursos hídricos, tendo em vista a necessidade de adaptação frente às alterações climáticas (UN WATER, 2011; PORTUGAL, 2013). A partir de estratégias de adaptação

nacional e global, pode-se melhorar a resiliência, aprimorar a seguridade hídrica, e contribuir para o desenvolvimento (PORTUGAL, 2013).

As esferas de gestão dos recursos hídricos devem ser estimuladas a aperfeiçoar e consolidar seus sistemas de gestão e a identificar e implementar estratégias de adaptação, aumentando a resiliência à mudança climática (UN WATER, 2011).

A gestão adaptativa dos recursos hídricos pode ocorrer em três níveis: na área de influência regional ou bacia hidrográfica, à escala urbana ou de bairro e os edifícios (EEA, 2012).

Em uma síntese, pode-se enquadrar a adaptação em dois níveis, como mencionada pela Política Nacional de Mudanças Climáticas - PNMC (BRASIL, 2008), incluindo objetivos e ações como mostra o Quadro 1.

Quadro 1 - Gestão adaptativa com ações específicas para os recursos hídricos

Nível de adaptação	1. Gestão	2. Implementação de ações	
Objetivos	i. Construir a capacidade adaptativa	Reduzir a vulnerabilidade	
	ii. Fortalecer as capacidades institucionais (regulamentos, institucional e gerencial)	Explorar oportunidades a partir das mudanças climáticas	
Objetivos específicos/ Atividades	i. Diagnosticar e identificar impactos	Seleção das ações e programas	Ações específicas
	ii. Identificar opções e analisar a viabilidade de possíveis medidas de adaptação	Reduções da pressão sobre o meio hídrico	- Proteção das áreas de mananciais e dos ecossistemas dependentes; - Aproveitamento de água de chuva - Conservação da água, - Controle da poluição
		Investimentos em infraestrutura e segurança hídrica	- Estruturas contra enchentes e em abastecimento humano de água; - Reforço nas infraestruturas de captação, regularização e abastecimento; - Trabalhar na manutenção, reabilitação ou reengenharia de sistemas existentes.
Sistemas de gestão de riscos	- Avaliação das vulnerabilidades; - Desenvolvimento de sistemas de alerta; - Sensibilização pública		

		Aprofundamento e divulgação do conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> - Participação de tomadores de decisão; - Educação ao consumidor; - Conscientização; - Reforço dos sistemas de monitorização e análise.
		Aumento da capacidade institucional	<ul style="list-style-type: none"> - Regulação de preços; - Legislação; - Planos de bacia; - Criação de fundos para financiamento de projetos e ações; - Revisão das metodologias de análises e de dimensionamento de sistemas e infraestruturas; - Sensibilização pública e capacitação técnica
		Introdução de novas tecnologias	<ul style="list-style-type: none"> - Dessalinização; - Biotecnologia; - Reuso da água; - Painéis solares.

Elaborado pelos autores a partir de BRASIL (2008); UN Water (2011); PORTUGAL (2013)

Os instrumentos de gestão dos recursos hídricos poderão acelerar a adaptação a todos os níveis, ampliando a sustentabilidade da utilização da água e sua resiliência às alterações climáticas (EEA, 2012), associados aos instrumentos do planejamento urbano sustentável, com o fortalecimento da infraestrutura urbana contra desastres naturais, incentivo às áreas verdes e aos espaços de drenagem, para cidades mais resilientes (IPCC, 2023).

Na gestão adaptativa, as políticas, metas e ações previstas nos planos de recursos hídricos devem ser revisadas considerando os resultados das estratégias de gestão anteriormente implementadas, bem como, das projeções do comportamento climático. A vulnerabilidade dos recursos hídricos exige que os gestores adequem seus processos de análise e decisão, ampliando as opções de ações adaptativas (PORTUGAL, 2013; UN WATER, 2011).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A gestão dos recursos hídricos precisa incluir medidas para aumentar a segurança hídrica e a capacidade de se adaptar a novos cenários devido às alterações climáticas.

As incertezas previstas para os cenários futuros, recomenda a flexibilidade nas estratégias visando à gestão adaptativa dos recursos hídricos, incluindo considerar a adaptação nos instrumentos de política, planejamento e gestão dos recursos hídricos nacionais, a escalas relevantes, em soluções que devem ser aplicadas para cada realidade. Como os planos de bacia e os planos de adaptação às alterações climáticas colaborando

com as políticas existentes e também com os esforços internacionais de mitigação e adaptação.

De forma geral, a gestão adaptativa dos recursos hídricos depende da sinergia entre instituições, governança e gestão na construção da resiliência e sustentabilidade das águas.

De forma prática, no Brasil predominam as técnicas de obras estruturais (adaptação cinza) para contenção de enchentes e Portugal tem adotado intervenções de engenharia com abordagem em soluções naturais em rios urbanos.

Este trabalho pode auxiliar no desenvolvimento de políticas municipais voltadas à adaptação frente às alterações climáticas e também em pesquisas relacionadas ao tema, como o trabalho em andamento que busca comparar os planos de adaptação climática entre municípios do Brasil e de Portugal.

Palavras-chave: Adaptação climática; Território resiliente; Gestão das águas. Resiliência climática.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Casa Civil da Presidência da República. Comitê Interministerial sobre mudança do clima. Plano Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC. Brasil. Brasília: Governo Federal, 2008. 132 p. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/estruturas/smcq_climaticas/arquivos/plano_nacional_mudanca_clima.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima: volume 2 – estratégias setoriais e temáticas. Brasília, DF: MMA, 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/mudanca-do-clima/clima/arquivos/pna_estrategia_de_recursos_hidricos.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. 2023. Marina anuncia na ONU correção da meta climática brasileira. Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/noticias/marina-anuncia-na-onu-correcao-da-meta-climatica-brasileira>>. Acesso em: 10 abr. 2024.

BRASIL. Agência Nacional de Águas - ANA. Impacto da Mudança Climática nos Recursos Hídricos do Brasil 2024. <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/31604c98-5bbe-4dc9-845d-998815607b33/attachments/Mudancas_Climaticas_25012024.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2024.

CASTRO, O. A. C.; TEIGA, P. Dinâmicas socioambientais em rios urbanos, uma avaliação das políticas públicas em Portugal e no Brasil. X ENAU - Encontro Nacional

São Paulo, 2014. Disponível em:
<<https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=8153>>. Acesso em: 14 fev. 2024.

COSTA, F. S.; LOPES, H. S. (2024). The Portuguese dams of the international Douro, climate change and adaptation strategies: perspectives within the framework of the Albufeira Convention and the Water Framework Directive. *Water International*, 49(3-4), 417-428. <https://doi.org/10.1080/02508060.2024.2321820>

EEA. European Environment Agency Urban adaptation to climate change in Europe Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies 2012 — 143 pp. — 21 x 29.7 cm ISBN 978-92-9213-308-5 doi:10.2800/41895. Report No 2/2012. EEA, Copenhagen, 2012. Disponível em:
<<https://www.eea.europa.eu/publications/urban-adaptation-to-climate-change>>. Acesso em: 22 fev. 2024.

FRAGA, H.; CORTÁZAR ATAURI, I. G.; SANTOS, J. A. (2018). Viticultural irrigation demands under climate change scenarios in Portugal. *Agricultural Water Management*, 196, 66–74. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2017.10.023>

IPCC, 2008. Technical paper on climate change and water. Disponível em:
<<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/doc13-5.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2024.

IPCC, 2023. Mudança do clima 2023. Relatório Síntese. Disponível em:
<https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-do-ipcc/arquivos/pdf/copy_of_IPCC_Longer_Report_2023_Portugues.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2024.

PORTUGAL, AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE (APA). ENAAC, 2013. Estratégia setorial de adaptação aos impactos das alterações climáticas relacionados com os recursos hídricos. Disponível em:
<https://apambiente.pt/sites/default/files/Clima/Adapta%C3%A7%C3%A3o/Relt_Setor_ENAAC_Recursos_Hidricos.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2024.

PORTUGAL. Agência Portuguesa do Ambiente - APA, 2015. Agência Portuguesa do Ambiente. Manual guia metodológico para elaboração de estratégias municipais de adaptação às alterações climáticas. Disponível em:
<<https://apambiente.pt/sites/default/files/Clima/Adapta%C3%A7%C3%A3o/0ClimAd>>

PORTUGAL. Resolução do Conselho de Ministros n.º 53/2020. Aprova o Plano Nacional Energia e Clima 2030 (PNEC 2030). Diário da República n.º 133/2020, Série I de 2020-07-10, páginas 2 - 158. Disponível em:
<<https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/resolucao-conselho-ministros/53-2020-137618093>>. Acesso em: 22 fev. 2024.

UNESCO, 2020. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2020, Água e mudança climática. Resumo executivo. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000372882_por



UN WATER. Adaptação às Mudanças Climáticas: o papel essencial da água – Resumo Executivo. 2011. Disponível em: <<https://smastr16.blob.core.windows.net/pactodasaguas/2011/10/UN-Water-AMC.pdf>>. Acesso em: 02 fev. 2024.
