

IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS SOBRE OS SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E AS PRÁTICAS QUE AUMENTAM A RESILIÊNCIA DO SISTEMA

Nayara Luciana Jorge¹

Amanda Francieli de Almeida²

Júlia Dedini Felício³

Thelmo de Carvalho Teixeira Branco Filho⁴

Tadeu Fabrício Malheiros⁵

Mudanças Climáticas

Resumo

As alterações nos padrões de precipitação e temperatura causadas pelas mudanças climáticas acarretam em diversos impactos ambientais, sociais e econômicos, e, dentre eles, destacam-se os impactos sobre os serviços e infraestruturas de saneamento básico. Utilizando-se da Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS), este trabalho objetivou mapear e sistematizar impactos das mudanças climáticas sobre os serviços de abastecimento de água e levantar práticas que podem tornar as operadoras desses serviços mais resilientes. A partir da definição das palavras chave de busca, bases de dados e critérios de inclusão, foram analisados um total de 44 artigos publicados nos últimos 10 anos. A literatura encontrada aponta como impactos das mudanças climáticas sobre os serviços de abastecimento de água: variação na disponibilidade hídrica; aumento da frequência de eventos climáticos extremos; degradação da qualidade da água; desequilíbrio entre oferta e demanda; incerteza no fornecimento de água a longo prazo; e dificuldades e mudanças de abordagem no gerenciamento dos recursos hídricos. Dentre as práticas para aumentar a resiliência, observou-se a composição de dois grandes grupos relacionados aos aspectos da infraestrutura do sistema e aos aspectos da gestão do sistema. A revisão realizada reforça que os eventos climáticos extremos têm se tornado mais frequentes, e que o setor de saneamento deve enfrentar grandes problemas caso não adote medidas de melhoria e resiliência frente às mudanças climáticas.

Palavras-chave: Impactos; Mudanças Climáticas; Abastecimento de Água.

¹Mestranda no Programa de pós-graduação em Ciências da Engenharia ambiental, Universidade de São Paulo - EESC/USP, nayara.ljorge@usp.br

²Doutoranda no Programa de pós-graduação em Ciências da Engenharia ambiental, Universidade de São Paulo - EESC/USP, amanda.falmeida@usp.br.

³Mestranda no Programa de pós-graduação em Ciências da Engenharia ambiental, Universidade de São Paulo - EESC/USP, julia.felicio@usp.br.

⁴Pós Doutorando no Instituto de Estudos Avançados – IEA/USP – Cidades Globais, Universidade de São Paulo, thelmobranco@usp.br

⁵Prof. Dr. Tadeu Fabrício Malheiros – Universidade de São Paulo - EESC/USP, Departamento de Hidráulica e Saneamento, tmalheiros@usp.br.

INTRODUÇÃO

Diversas observações apontam aumento na frequência das ondas de calor, ondas de frio, chuvas intensas e enchentes, secas, e mais intensos furacões e ciclones como possíveis mudanças do clima. O planeta sempre passou por ciclos naturais de aquecimento e resfriamento, porém, estudos científicos têm apontando que as atividades humanas estão influenciando a variação natural do clima (MARENGO, 2006).

De acordo com Volschan Jr. (2011) os recursos hídricos que atendem o setor de saneamento poderão estar sujeitos aos efeitos derivados das mudanças climáticas. Riscos e impactos poderão surgir sobre as estruturas de prestação dos serviços do saneamento. As consequências desses impactos dependerão do grau de vulnerabilidade das pessoas e dos espaços (UNFPA, 2007).

O debate sobre o clima e suas alterações realça a crise ambiental e questiona modelos de desenvolvimento atuais, estabelece reflexão de como a humanidade se comporta e de que a ciência e as tecnologias devem avançar em bases sustentáveis. Portanto, o objetivo deste trabalho foi mapear e sistematizar impactos das mudanças climáticas sobre os serviços de abastecimento de água e levantar práticas que podem tornar as operadoras desses serviços mais resilientes.

METODOLOGIA

Realizou-se uma revisão bibliográfica sistemática (RBS), com base no trabalho de Ospina (2018). Para tanto, efetuou-se uma busca pelas bases de dados *Scopus*, *Web of Science* e *SciELO*, para os últimos 10 anos, utilizando as seguintes *Strings* de busca: (“Water Supply” or “drinking water”) AND Resilien* AND (Extrem* weather or climate chang*); e (Extrem* weather or climate chang*) AND Resilien* AND Indicator* AND (“Water supply” or “drinking water”).

Os critérios de inclusão estabelecidos de acordo com o objetivo foram: a) o foco da pesquisa são os impactos das mudanças climáticas ou de eventos extremos sobre os recursos hídricos ou sobre o abastecimento de água; e b) o foco da pesquisa são as práticas que tornam os sistemas de abastecimento de água mais resilientes¹.

Realizou-se a leitura do resumo, título e palavras chaves dos documentos encontrados. Os artigos que cumpriram pelo menos um dos critérios de inclusão foram selecionados e armazenados no programa de gestão de referências Mendeley. A partir de então, ocorreu a leitura completa de todos os documentos armazenados no Mendeley, a fim de extrair as informações específicas para a análise das referências selecionadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da aplicação das palavras chave de busca nas bases de dados selecionadas, foram encontrados um total de 396 artigos. Após a aplicação do critério de inclusão, foram selecionados 44 artigos para leitura completa.

Todas as publicações selecionadas se caracterizavam por artigos publicados em periódicos, sendo os mais frequentes: “Journal of Hydrology” (6 publicações); “Water Resources Management” (5 publicações); e “Water” (3 publicações). No geral, nota-se um aumento das publicações ao longo dos anos, com destaque para o ano de 2019, conforme a Figura 1.

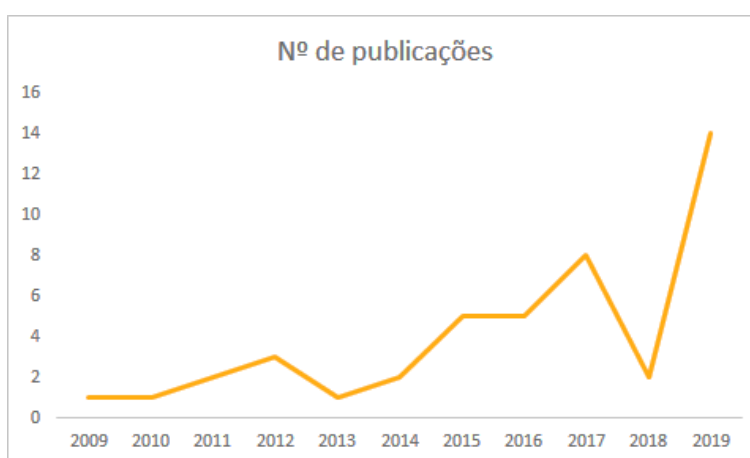


Figura 1. Nº de publicações entre os anos de 2009 e 2019.

¹A resiliência pode ser definida como a capacidade de um sistema de lidar com um evento ou perturbação, se reorganizando de forma que mantenha suas funções essenciais, sua capacidade de adaptação, de aprendizado e de transformação (IPCC, 2014)

Grande parte da literatura analisada aponta como impactos das mudanças climáticas:

- a) mudanças na disponibilidade hídrica;
- b) aumento da frequência de eventos climáticos extremos;
- c) degradação da qualidade da água;
- d) desequilíbrio entre oferta e demanda;
- e) incerteza no fornecimento de água a longo prazo;
- e f) dificuldades e mudanças de abordagem no gerenciamento dos recursos hídricos.

Segundo Ehsani, et al. (2017), as mudanças anuais e sazonais projetadas em cenários futuros fornecerão desafios importantes para os tomadores de decisão da área de recursos hídricos, já que afetarão a capacidade dos sistemas de atender a demanda de água futura. Howard; et al. (2010) conclui em sua publicação que as mudanças climáticas representam uma ameaça significativa para serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, e que, sem ações para melhorar o planejamento e as políticas, poderão ocorrer atrasos nas metas de universalização do acesso a estes serviços.

Encontrou-se também uma grande diversidade de práticas para a melhoria da resiliência dos serviços de abastecimento de água, relacionadas tanto com aspectos de infraestrutura, como de gestão. Dentre as práticas para a melhoria na infraestrutura estão:

- a) modernização e melhorias das infraestruturas;
- b) manutenção da rede de água;
- c) novas fontes para a captação da água e aprimoramento das existentes;
- d) construção de novas barragens;
- e) reciclagem e reutilização de água;
- e f) tratamento aprimorado para proteger o corpo hídrico a jusante.

Dentre as práticas para melhoria na gestão estão:

- a) programas de conscientização e sensibilização dos usuários;
- b) restauração de ecossistemas;
- c) redução da dependência de modelos convencionais de águas superficiais;
- d) gestão e sistema descentralizado;
- e) eficiência no uso da água;
- f) gerenciamento de demanda;
- g) inclusão das mudanças climáticas e medidas de resiliência climática nos planos de segurança hídrica;
- h) programas de conservação e preservação da água;
- i) restrições no uso da água;
- j) prever a demanda para evitar a crise;
- k) coleta de água da chuva para aumentar o suprimento de água;
- l) reforçar os esforços de resiliência através da cooperação internacional;
- m) investir em pesquisa científica;
- e n) políticas públicas capazes de lidar com cenários extremos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da RBS, obteve-se um panorama geral do que está sendo estudado e produzido sobre as mudanças climáticas e seus impactos nos serviços de abastecimento de água. Pode-se concluir que as mudanças na disponibilidade hídrica e o aumento da ocorrência de eventos climáticos extremos afetarão diretamente os serviços de abastecimento de água, já que as secas acarretam na diminuição de água disponível para o abastecimento, influenciam na sua qualidade, exercem uma maior pressão sobre os recursos hídricos e na capacidade dos sistemas de atender a demanda de água; e as inundações danificam infraestruturas e causam contaminação no suprimento de água.

É necessário, portanto, desenvolver procedimentos e capacitação para que as prestadoras de serviços de saneamento possam diagnosticar suas infraestruturas, prevendo possíveis problemas e falhas, e incorporar em sua gestão ações de caráter proativo, incluindo os conceitos de resiliência e enfrentamento às mudanças climáticas. Além disso, deve-se priorizar tecnologias e sistemas capazes de se adaptar aos diversos cenários climáticos.

REFERÊNCIAS

- EHSANI, N.; et al. Reservoir operations under climate change: Storage capacity options to mitigate risk. *Journal of Hydrology* v. 555, p. 435–446, 2017.
- HOWARD, G.; et al. Securing 2020 vision for 2030: climate change and ensuring resilience in water and sanitation service. *Journal of Water and Climate Change*, v.1, p. 251-257, 2010.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- MARENGO, J. A. *Mudanças Climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI*. Brasília: MMA, 212p., 2006.
- OSPINA, D.A.C. *Indicadores para a Integração da Gestão das Águas Subterrâneas e o Planejamento do Uso e Ocupação do Solo*. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2018.
- UNFPA – UNITED NATIONS POPULATION FUND. *Situação da população mundial 2007: desencadeando o potencial do crescimento urbano*. Nova York: UNFPA, 2007.
- VOLSCHAN JR., I. *Vulnerabilidade de sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário frente as mudanças climáticas: o caso da cidade do Rio de Janeiro*. In: 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Porto Alegre, 2011.