

Evento: XXV Seminário de Iniciação Científica

**ANÁLISE DOS POTENCIAIS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS
SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL¹
ANALYSIS OF THE POTENTIAL IMPACTS OF CLIMATE CHANGES ON THE
WATER RESOURCES**

**Thais Dalenogare², Felipe Gregory Da Rosa³, Gabriela Weimer Berres⁴,
Gabriel Mateus Zago Jeziorski⁵, Maurício Livinali⁶, Joice Viviane De
Oliveira⁷**

¹ Artigo desenvolvido na disciplina de Saneamento Básico do Curso de Graduação em Engenharia Civil da Unijuí

² Acadêmica do Curso de Engenharia Civil da Unijuí, thaaisdalenogare@hotmail.com

³ Acadêmico do Curso de Engenharia Civil da Unijuí, felipe.gregorydarosa@hotmail.com

⁴ Acadêmica do Curso de Engenharia Civil da Unijuí, gabriela_berres@hotmail.com

⁵ Acadêmico do Curso de Engenharia Civil da Unijuí, ga_briel_ma_teus@hotmail.com

⁶ Acadêmico do Curso de Engenharia Civil da Unijuí, mauri.livi@gmail.com

⁷ Orientadora, Professora do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, joice.oliveira@unijui.edu.br

INTRODUÇÃO

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) define mudança climática como “as mudanças de clima no tempo devido à variabilidade natural e/ou resultados das atividades humanas (ações antrópicas)”, ou seja, as mudanças climáticas acontecem de maneira natural, decorrentes de processos na atmosfera, no solo e nos oceanos, devido à radiação solar, podendo ser agravadas ou alteradas pelas ações humanas. Sendo assim, é difícil identificar os efeitos gerados pelas atividades humanas daqueles provocados pela variabilidade climática natural. (ANA, 2016)

O desenvolvimento tecnológico e o crescimento populacional aumentaram significativamente a demanda de recursos naturais e alteraram drasticamente as condições ambientais do planeta. Como resultado disso é possível observar um crescimento considerável do efeito estufa nos últimos anos, o principal responsável pelo aumento da temperatura média do globo (ANA, 2016)

De acordo com a Agência Nacional das Águas - ANA (Brasil, 2016) a água é um dos meios pelo qual primeiro e mais fortemente a população deverá perceber os efeitos da mudança do clima, considerando as prováveis alterações nos padrões de precipitação e no escoamento dos rios. Neste aspecto, as populações mais pobres são as mais vulneráveis, pois estão mais expostas à escassez hídrica, seja por questões geográficas ou pela ausência de saneamento.

Diversos estudos realizados apontam as mudanças climáticas como possíveis causas dos problemas relacionados à variabilidade, disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos. Segundo Marengo “[...] mudanças nos extremos climáticos e hidrológicos têm sido observadas nos últimos cinquenta anos, e projeções de modelos climáticos apresentam um panorama sombrio em grandes áreas da região tropical” (Marengo, 2008).

Diante desta realidade, observa-se a necessidade do governo e sociedade iniciarem um processo de adaptação aos potenciais impactos das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos, a fim de

Evento: XXV Seminário de Iniciação Científica

minimizar os problemas a serem enfrentados no futuro.

O objetivo do presente artigo é analisar como as mudanças climáticas podem impactar os recursos hídricos no Brasil e quais serão as regiões mais afetadas, de acordo com os estudos já realizados.

METODOLOGIA

O artigo foi desenvolvido com base em uma pesquisa exploratória e revisões bibliográficas acerca dos potenciais impactos das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos no Brasil.

Segundo Silva e Menezes (2001), a pesquisa exploratória visa proporcionar maior familiaridade com o problema a fim de torná-lo explícito ou construir hipóteses. A revisão bibliográfica baseou-se em material já publicado, principalmente, livros, artigos, dissertações e teses, relacionadas às mudanças climáticas, recursos hídricos e gestão de recursos naturais.

Com base neste estudo, foi possível analisar como as mudanças climáticas podem afetar os recursos hídricos no Brasil e quais serão as regiões mais afetadas pelo problema.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ciclo hidrológico está diretamente associado às mudanças de temperatura da atmosfera e ao balanço de radiação. O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) no seu último relatório de avaliação (AR5, 2013), constatou que, devido ao aquecimento global, esperam-se mudanças significativas no ciclo hidrológico, caracterizadas pela desconstrução do fenômeno da estacionariedade⁸ e dos padrões de precipitação (aumento da intensidade e da variabilidade), o que afetará significativamente a disponibilidade e distribuição temporal da vazão nos rios. Em resumo: os estudos mostram que os eventos hidrológicos críticos, como secas e enchentes, poderão tornar-se mais frequentes e mais intensos (ANA, 2016).

Segundo Chiew et al. (2009), o aquecimento global levará a mudanças na precipitação e em outras variáveis climáticas, cujos efeitos serão ampliados no escoamento. Além disso, o aumento global da temperatura tem efeito significativo no aumento da evaporação (Mitchell et al., 2002), o que interfere diretamente na eficiência de armazenamento de lagos e lagoas.

A mudança climática desafia a suposição tradicional de que a experiência hidrológica do passado fornece um bom guia para as condições futuras. As consequências das mudanças climáticas podem alterar a confiabilidade dos sistemas de água atual e a gestão dos usos e das infraestruturas de suprimento (Bates et al., 2008). Segundo a Agência Nacional das Águas:

Uma decorrência importante da variabilidade natural do clima ou da mudança climática é a possível aquisição de não estacionariedade pelas séries hidrológicas, que afeta a gestão dos recursos hídricos, além do planejamento e da operação da infraestrutura hídrica para o atendimento aos usos múltiplos, já que seu dimensionamento é realizado com base na premissa de que as estatísticas das séries observadas são representativas do futuro. (ANA, 2016, p. 17)

⁸ Fenômeno da estacionariedade: suposição de que as propriedades, como média, variância e estrutura de auto correlação, das séries hidrológicas não mudam no decorrer do tempo.

Evento: XXV Seminário de Iniciação Científica

Sendo assim, a desconstrução da estacionariedade das séries hidrológicas amplia a gama de possibilidades do que pode acontecer ou do que precisa ser feito em relação aos recursos hídricos, dificultando a adoção de medidas preventivas.

O Brasil tem uma posição privilegiada no mundo, em relação à disponibilidade de recursos hídricos. A vazão média anual dos rios em território brasileiro é de cerca de 180 mil m³/s. Esse valor corresponde a aproximadamente 12% da disponibilidade mundial de recursos hídricos (Shiklomanov et al., 2000).

A sensação generalizada de abundância de água no Brasil não ajuda a envolver plenamente todos os setores e níveis de governo em uma mudança para melhor gestão das crises e dos riscos (ANA, 2016, p. 32).

A Agência Nacional das Águas (ANA, 2016), com base nos estudos dos possíveis impactos das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos em escala global, aponta que o Brasil deve sofrer efeitos diferentes de acordo com a região:

Os principais impactos identificados nas regiões brasileiras indicam uma potencial intensificação das condições de aridez no centro da região Nordeste, assim como no sul da Amazônia, que passaria de clima tropical úmido para um clima tropical sub úmido. Ainda, há relativo consenso em torno de aumentos da precipitação e do escoamento na região sul do País. Para o Sudeste e centro do país, os estudos não chegaram a tendências convergentes para precipitação. (ANA, 2016, p. 20)

De acordo com o relatório de mudanças climáticas, divulgado em 2007 pelo IPCC, os problemas com a disponibilidade de água devem aumentar em regiões semiáridas a baixas latitudes, que é o caso do nordeste brasileiro, que poderá sofrer uma diminuição significativa dos recursos hídricos. Segundo Marengo (2008), as evidências científicas apontam para o fato de que as mudanças climáticas representam sério risco para os recursos de água no Brasil. Ainda, conforme o autor, as projeções do clima sugerem que na Amazônia e no Nordeste a chuva pode sofrer uma redução de até 20% nos finais do século XXI, num cenário de altas emissões. Por consequência, o Sul do Brasil enfrentará um aumento da chuva na forma de extremos (Marengo, 2008).

Os impactos relacionados à região da Amazônia podem ser considerados uns dos mais preocupantes, já que podem afetar diretamente a biodiversidade da floresta.

Além dos efeitos sobre as águas superficiais, a mudança climática deverá afetar os recursos de águas subterrâneas renováveis e os níveis dos aquíferos. Tem-se desenvolvido pouca pesquisa sobre esses impactos e sobre os efeitos na relação entre as águas superficiais e aquíferos, que são hidráulicamente conectados (Kundzewicz et al., 2007). Estima-se que as águas subterrâneas no Nordeste do Brasil devem ter uma redução na recarga em 70% até 2050 (Doll & Florke, 2005). No Sistema Aquífero Guarani, quase 70% dos cenários climáticos geraram variações dos níveis freáticos abaixo daqueles medidos no monitoramento entre 2004 e 2011 (Melo, 2013).

O efeito projetado das mudanças climáticas no escoamento superficial e na recarga subterrânea é variável, dependendo da região e do cenário climático considerado, mas relaciona-se, em grande parte, com as mudanças previstas para a precipitação (IPCC, 2001; KROL et al., 2006).

As mudanças climáticas também podem impactar a qualidade da água, uma vez que afetam as vazões de escoamento dos cursos d'água, o que pode alterar a capacidade de assimilação de

Evento: XXV Seminário de Iniciação Científica

poluentes ou aumentar a poluição difusa (ANA, 2016, p.31). De acordo a Agência Nacional das Águas:

O aumento da temperatura das águas é o impacto mais imediato esperado em função das mudanças climáticas. Esse aumento da temperatura provoca uma alteração do ritmo dos processos químicos e biológicos que afetam a qualidade das águas. Um dos principais impactos é a redução nas concentrações de oxigênio dissolvido, o que afeta de maneira adversa a capacidade de autodepuração dos corpos d'água e sua capacidade de manter as comunidades aquáticas. O aquecimento das águas superficiais de lagos e reservatórios também aumenta a estratificação vertical desses corpos d'água, reduzindo a mistura das águas superficiais com as águas mais profundas. (ANA, 2016, p. 45)

Vale ressaltar que, até o momento, as previsões acerca dos impactos das mudanças climáticas sobre recursos hídricos são incertas, uma vez que, é impossível afirmar de maneira exata, como a variabilidade natural e as ações antrópicas afetarão as condições do clima no globo. Assumir que persiste uma porção de incerteza, entretanto, não significa não saber o suficiente para agir. De acordo com Giddens "os perigos do aquecimento global não são palpáveis, imediatos ou visíveis no decorrer da vida cotidiana [...], no entanto, esperar que eles se tornem visíveis e agudos para só então tomarmos medidas sérias, por definição, será tarde demais" (Giddens, 2010, p. 20).

A Agência Nacional das Águas, em sua publicação, alerta que "[...] diante das incertezas futuras quanto à disponibilidade e demanda de água e da possibilidade de eventos hidrológicos extremos mais frequentes e severos, cresce a importância de contar com capacidades técnicas, planejamento adequado e instrumentos de cooperação entre entidades de diferentes esferas e setores" (ANA, 2016, p. 31).

No Brasil, desde 2013, o setor de recursos hídricos tem pensado estratégias de adaptação às mudanças climáticas dentro do escopo do Plano Nacional de Adaptação às Mudanças do Clima (PNA), com o objetivo de promover a redução da vulnerabilidade nacional à mudança do clima (Ministério do Meio Ambiente, n.d.).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar das incertezas acerca da magnitude dos impactos sobre os recursos hídricos devido às mudanças climáticas no Brasil, é indiscutível que o aquecimento global afetará o ciclo hidrológico, uma vez que, está diretamente associado às mudanças de temperatura da atmosfera e ao balanço de radiação.

Está claro que o Brasil apresenta grande vulnerabilidade às mudanças climáticas atuais e mais ainda às que se projetam para o futuro. As áreas potencialmente mais afetadas, de acordo com os estudos apresentados, compreendem a Amazônia e o Nordeste do Brasil.

Muitos dos potenciais efeitos apontados já podem ser observados no país atualmente, como o aumento da frequência e da intensidade de eventos hidrológicos críticos (secas e enchentes), redução do volume de chuvas na região Nordeste e consequente aumento na região Sul.

Não é possível mensurar ao certo se estes efeitos estão realmente relacionados à ação humana ou

Evento: XXV Seminário de Iniciação Científica

se são consequências naturais. No entanto, o conhecimento dos possíveis cenários climáticos e da influência do clima sobre os recursos hídricos é essencial para definir políticas ambientais de gerenciamento e uso da água que visam à minimização dos problemas já existentes e a prevenção das dificuldades futuras.

Palavras-Chave: água; clima; meio ambiente; aquecimento global.

Keywords: water; climate; environment; global warming.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos: avaliações e diretrizes para adaptação.** Brasília: ANA, GGES. 2016.

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

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Adaptação às Mudanças do Clima.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/clima/adaptacao/plano-nacional-de-adaptacao>. Acesso em: 19 de jun. 2017

DÖLL, P. AND M. FLÖRKE. **Global-scale estimation of diffuse groundwater recharge.** Institute of Physical Geography, Frankfurt University. 2005.

GIDDENS, A. **A Política da Mudança Climática.** São Paulo: Zahar. 2010.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, **AR5 Synthesis Report Climate Change.** 2014. Disponível em: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full.pdf . Acesso em: 18 de jun. 2017

KROL, M.; JAEGER, A.; BRONSTERT, A.; GÜNTNER, A. **Integrated modelling of climate, water, soil, agricultural and socio-economic processes: A general introduction of the methodology and some exemplary results from the semi-arid north-east of Brazil.** Journal of Hydrology, Amsterdam. 2006.

MARENGO, **Água e mudanças climáticas.** Revista Estudos Avançados, volume 22, número 63, São Paulo, 2008.

MELO, D. C. D. **Estimativa de impacto de mudanças climáticas nos níveis do Sistema aquífero do Guarani.** Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. 2013.

SILVA, L. S.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** Manual de orientação. Florianópolis. 2001.