



AValiação DOS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA DISPONIBILIDADE HÍDRICA DA CIDADE JOÃO PESSOA-PB

SHAYANNE JOSICLEIDE DE ALMEIDA; ROBSON DE SOUSA NASCIMENTO

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar os impactos das mudanças climáticas na disponibilidade hídrica para a cidade de João Pessoa, capital do estado da Paraíba, através da identificação dos períodos de mudanças na série histórica, tomando como base o balanço hídrico climatológico para os períodos identificados, testes estatísticos e a contribuição das variáveis de entrada sobre o excedente e o déficit hídrico. O balanço hídrico foi determinado utilizando dados meteorológicos de precipitação pluviométrica e temperatura média, obtidos na estação meteorológica localizada na cidade de João Pessoa. A normalização dos dados foi realizada a partir das variáveis climáticas excedente, déficit, precipitação, temperatura, umidade relativa e insolação. Através dos valores do intercepto e do coeficiente de determinação da cidade, foi possível obter a influência de cada variável e suas contribuições nos valores da inclinação da reta para cada período de mudança, no excedente hídrico e no déficit hídrico. Constatou-se que a cidade de João Pessoa apresentou uma alta regressão durante o primeiro e segundo período de munda, para o excedente hídrico. Já em relação ao déficit hídrico, o coeficiente de determinação foi considerado moderado durante o primeiro período de mudança, e alto durante o segundo período, para a respectiva cidade. Com a redução da disponibilidade hídrica, algumas regiões ficam mais propícias ao aumento do déficit hídrico resultando assim em uma cadeia de impactos socioambientais para o estado. Os resultados evidenciaram que, as mudanças climáticas, assim como outros fatores como por exemplo, as variáveis climáticas, estão influenciando a disponibilidade hídrica para a cidade de João pessoa. Esse estudo mostra quanto as mudanças climáticas vem impactando de forma direta e indireta o estado da Paraíba, no decorrer dos anos.

Palavras-chave: Mudanças climáticas; déficit hídrico; excedente hídrico; disponibilidade hídrica; balanço hídrico.

1 INTRODUÇÃO

Devido às extensas atividades de exploração realizadas a partir das ações antropogênicas, as mudanças climáticas estão sendo cada vez mais notórias percebidas por meio das diversas alterações do clima (PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS, 2014). Os relatórios apresentados pelo IPCC apontam o aumento das temperaturas médias no planeta, como também mudanças nos padrões de chuvas, aumento extremo da frequência de eventos climáticos e de fenômenos meteorológicos. O 5º relatório de Avaliação do IPCC, rotas representativas de concentração, apresentam projeções para um aumento na temperatura média no planeta no decorrer deste século (SANTOS et al, 2021). Em uma análise comparativa dos dados dos anos de 1986-2005 entre os anos de 2081 a 2100 é de que deverá ter um aumento de 0,3°C a 1,7°C partindo da análise mais otimista (IPCC, 2014).

SANTOS et al. (2010) ressaltam que, independentemente da linha de raciocínio sobre a causa das mudanças climáticas na atualidade, cada vez mais estudos apontam e comprovam que a disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos vêm sendo alteradas como consequência dessas mudanças. Inúmeras regiões do planeta apresentam vulnerabilidade à escassez de água, como países com regiões áridas e semiáridas. No Brasil, o semiárido nordestino possui uma grande variabilidade climática resultando em altas taxas de evapotranspiração, assim como a distribuição irregular da precipitação, marcada pelos longos períodos de estiagens e déficits hídricos.

Com a ocorrência de eventos extremos e grandes secas, a população está exposta a altos níveis de vulnerabilidade, que gera grandes incertezas sobre uma potencial mudança climática (CARMO-SOBRAL et al, 2018). De acordo com a última Nota Técnica AESA/GEMOH: 001/2019, ocorreram variações nos volumes dos reservatórios que foram analisados. Essas variações podem estar relacionadas aos impactos causados pela ação das Mudanças Climáticas, que estão atingindo de forma direta e indiretamente o estado Paraibano, como também o mundo todo. Segundo LIBERATO e BRITRO (2010), do ponto de vista agroclimático o balanço hídrico é utilizado para determinar o armazenamento de água na camada de solo. Essa ferramenta também possibilita saber a resistência que o solo apresenta às perdas de água para a atmosfera. Segundo FRANÇA (2020) através do balanço hídrico de uma região é possível realizar análises das oscilações causadas pelos efeitos do aquecimento global.

O objetivo do presente trabalho é, avaliar os impactos das mudanças climáticas na disponibilidade hídrica para a cidade de João Pessoa, através da identificação dos períodos de mudanças na série histórica, tomando como base o balanço hídrico climatológico para os períodos identificados, testes estatísticos e a contribuição das variáveis de entrada sobre o xcedente e o déficit hídrico.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo, foi a cidade de João Pessoa, localizada no Estado da Paraíba, na região Nordeste do Brasil. O estado possui seis regiões, sendo uma delas o litoral, região onde a cidade de João Pessoa está localizada. Para o estado da Paraíba, foram utilizados dados de precipitação e temperatura provenientes do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), referente a estação meteorológica contida na cidade de João pessoa. Os dados são da série histórica de 1961 à 2020. Para calcular o balanço hídrico utilizou-se o método de Thornthwaite e Mather (1955) para determinação do Balanço Hídrico Climatológico (BHC), que exige como parâmetros de entrada as variáveis precipitação e temperatura.

Para os testes estáticos foi utilizada a aplicação de Sen (Sen, 1968) para estimar a magnitude (β) da inclinação da tendência da série. A determinação do percentual de contribuição das variáveis temperatura do ar, umidade relativa, insolação e precipitação, no presente trabalho, foi feita seguindo a metodologia proposta por Zang et al. (2011) e Ye et al. (2014), onde utiliza uma regressão linear múltipla para determinar a contribuição relativa de cada variável independente para explicar a variável dependente.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das variáveis climáticas: excedente, déficit, precipitação, temperatura, umidade relativa e insolação, foi possível realizar a normalização de todos os dados. O coeficiente de determinação do excedente (FIGURA 1) e do déficit hídrico (FIGURA 2) foi obtido através da correlação da regressão linear múltipla, para a cidade de João Pessoa.

Através dos valores do intercepto e do coeficiente de determinação da cidade, foi obtido o peso das variáveis e suas contribuições para os valores da inclinação da reta. O R^2 representa

se a regressão dos dados analisados foram alto ou baixo. Considerando o valor maior que 0,85 uma regressão alta, 0,5 até 0,85 moderada e menor que 0,5 baixa. Os valores das correlações apresentam um reflexo de como as variáveis estudadas influenciam nos resultados de excedente e déficit hídrico das cidades analisadas.

EXCEDENTE HÍDRICO 1º PERÍODO

ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS	R²	INTERCEPTO	PRECIPITAÇÃO	TEMPERATURA	UMIDADE RELATIVA	INSOLAÇÃO
João Pessoa	0,95	-0,090	1,072	-0,044	-0,007	0,0196

EXCEDENTE HÍDRICO 2º PERÍODO

ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS	R²	INTERCEPTO	PRECIPITAÇÃO	TEMPERATURA	UMIDADE RELATIVA	INSOLAÇÃO
João Pessoa	0,91	0,033	0,998	0,008	-0,0777	-0,005

Figura 1. Regressão linear múltipla anual dos dados normalizados das variáveis climáticas da estação para o excedente hídrico.

DEFICIT HÍDRICO 1º PERÍODO

ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS	R²	INTERCEPTO	PRECIPITAÇÃO	TEMPERATURA	UMIDADE RELATIVA	INSOLAÇÃO
João Pessoa	0,28	0,516	-0,569	0,317	0,085	0,030

DEFICIT HÍDRICO 2º PERÍODO

ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS	R²	INTERCEPTO	PRECIPITAÇÃO	TEMPERATURA	UMIDADE RELATIVA	INSOLAÇÃO
João Pessoa	0,59	0,456	0,486	-0,155	-0,014	-0,446

Figura 2. Regressão linear múltipla anual dos dados normalizados das variáveis climáticas de cada estação para o déficit hídrico.

As distribuições do total anual do excedente e déficit hídrico que foram analisadas como variáveis dependentes, foram representadas através de dois tipos de gráficos, o primeiro sendo gráfico de linha onde pode-se analisar a inclinação da reta a partir dos anos ao longo dos dois períodos de mudança. Já o segundo, é uma representação em barras onde pode-se analisar o quanto as variáveis precipitação, temperatura, umidade relativa e insolação contribuem para o aumento/redução do excedente/déficit hídrico.

A cidade de João Pessoa, o primeiro período de mudança para o excedente hídrico ocorreu em 1991 (FIGURA 4 A) com a inclinação da reta em um valor de -15,16 mm/ano. Já o segundo período de mudança ocorreu em 2020, com a reta sofrendo uma inclinação de -1,90 mm/ano (FIGURA 4 B). Analisando os dois resultados, observa-se que o decréscimo no primeiro período ocorreu de forma bem mais acentuada do que no segundo período. A variável que mais contribuiu para esses resultados foi a precipitação, que apresentou um percentual de influência superior a 90% em relação as outras variáveis analisadas durante os dois períodos. O coeficiente de determinação obtido no primeiro período foi de 0,95; já no segundo período, esse coeficiente de determinação sofreu uma pequena queda 0,91, apresentando, ainda, uma alta correlação.

Para o déficit hídrico, o primeiro período de mudança para João Pessoa, ocorreu em 1991 (FIGURA 4 C), apresentando, nesse período (1961-1991), um aumento no déficit hídrico de 5,70 mm/ano. Já o segundo período, de 1992 à 2020 (FIGURA 4 D), o déficit hídrico aumentou de 1,46 mm/ano. Analisando os dois períodos percebe-se que a taxa de aumento do segundo período de mudança foi bem inferior ao do primeiro período. O percentual de influência das variáveis mostra que, no primeiro período a precipitação atingiu uma influência de mais de 50%, seguida da temperatura que teve um peso de mais de 30%. Para o déficit, o coeficiente de determinação obtido foi de 0,28, considerado baixo, demonstrando que outros fatores, além das variáveis consideradas, devem estar influenciando o déficit hídrico em João.

No segundo período de mudança, as duas variáveis que mais influenciaram o déficit hídrico em João Pessoa foram a precipitação, com mais de 40%, e a insolação, com 40%. O coeficiente de determinação foi de 0,59 que, comparado ao primeiro, ocorreu um aumento, passando de uma correlação baixa para uma moderada.



Figura 4. Excedente e déficit hídrico com a contribuição das variáveis para a cidade de João Pessoa. **(A)** Excedente hídrico no primeiro período de mudança; **(B)** Excedente hídrico no segundo período de mudança; **(C)** Déficit hídrico no primeiro período de mudança; **(D)**

Déficit hídrico no segundo período de mudança.

4 CONCLUSÃO

Os resultados evidenciaram que, as mudanças climáticas, assim como outros fatores como por exemplo, as variáveis climáticas, estão influenciando a disponibilidade hídrica na análise feita para a cidade de João Pessoa, durante os dois períodos de mudanças na série histórica observada. Constatou-se que a cidade de João Pessoa apresentou uma alta regressão durante o primeiro e segundo período de mudança, para o excedente hídrico. Já em relação ao déficit hídrico, o coeficiente de determinação foi considerado moderado durante o primeiro período de mudança, e alto durante o segundo período, para a respectiva cidade.

Com a redução da disponibilidade hídrica, algumas regiões ficam mais propícias ao aumento do déficit hídrico resultando assim em uma cadeia de impactos socioambientais para o estado. Esse estudo mostra o quanto as mudanças climáticas vem impactando de forma direta e indireta o estado da Paraíba, no decorrer dos anos. Concluindo que, políticas de mitigação e diminuição dos impactos climáticos devem ser adotadas.

REFERÊNCIAS

CARMO-SOBRAL, M. et al. Impacto das mudanças climáticas nos recursos hídricos no submédio da bacia hidrográfica do rio São Francisco–Brasil. **REDE–Revista Eletrônica do Prodepa**, v. 12, CLIMÁTICAS [Bustamante, M. M. C., Rovere E.L.L, (eds.)]. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 463 pp.p. 95-106, 2018.

FRANÇA, M. V.; MEDEIROS, R. M. Et al. Water balance and erosivity in the microregions of the State of Paraíba, Brazil. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 10, p. e789106121, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i10.6121. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/6121>. Acesso em: 22 fev. 2022.

LIBERATO, A. M.; BRITO, J. I. B. Influência de mudanças climáticas no balanço hídrico da Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 3, n. 3, p. 170-180, 2010.PARAÍBA.

SANTOS, C. V. D.; OLIVEIRA, A. F.; FERREIRA F., J. B. S. Potential impacts of climate change on agriculture and the economy in different regions of Brazil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 60, 2021.

SANTOS, A. M.; DOMICIANO, G. J.; MOURA, M. S. B. Os recursos hídricos e as mudanças climáticas: discursos, impactos e conflitos. **Revista Geográfica Venezolana**, v. 51, n. 1, p. 59-68, 2010.

SHINE, Keith. The Intergovernmental Panel on Climate Change. **Weather**, v. 45, n. 9, p. 339-341, 1990.