

AVALIAÇÃO DO REGIME PLUVIOMÉTRICO NA REGIÃO DA USINA HIDRELÉTRICA DE MACHADINHO FRENTE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Francisco Borges Pereira^{1}; Elison Eduardo Jardim Bierhals²; Claudineia Brazil³; Nei Marçal⁴*

Resumo – As hidrelétricas estão em primeiro lugar na matriz energética brasileira, portanto a irregularidade no regime pluviométrico pode afetar a geração de energia, evidenciando assim, a necessidade de conhecer a distribuição das chuvas na área estudada. Esse trabalho tem como objetivo apresentar uma análise dos impactos das mudanças climáticas no regime de chuvas na região da UHE de Machadinho. Para o desenvolvimento da pesquisa foram utilizados os dados do cenário pessimista do *IPCC-AR5*, que representa um cenário com um crescimento contínuo da população e altas emissões de dióxido de carbono. A partir das séries históricas e projeções organizadas, foram calculadas as anomalias de precipitação. Analisando a diferença entre a média do mês e a normal climatológica, inferiu-se que modelo utilizado apresentou uma tendência positiva para a precipitação no período de 2026 – 2100, projetando anomalias entre 25 a 200 mm por mês. Nota-se uma maior amplitude na precipitação de 2076-2100, indicando um aumento na ocorrência de eventos extremos de precipitação, principalmente no período da primavera. Tendo em vista que as chuvas na região da UHE Machadinho estão aumentando nos cenários analisados, o nível médio de água no reservatório da usina tende a aumentar.

Palavras-Chave – Mudanças Climáticas, IPCC-AR5, Precipitação.

EVALUATION RAINFALL REGIME IN THE REGION OF THE MACHADINHO HYDROELECTRIC POWER PLANT TOWARD CLIMATE CHANGE

The hydroelectric plants are first in the Brazilian energy matrix, so the irregularity in the rainfall regime can affect the generation of energy, thus evidencing the need to know the distribution of rainfall in the studied area. This work aimed to evaluate possible analysis of the impacts of climate change on the rainfall regime in the Machadinho hydroelectric region. For the development of the research, the *IPCC-AR5* pessimistic scenario was used, representing a scenario with a continuous population growth and high carbon dioxide emissions. From the historical series and organized projections, precipitation anomalies were calculated. Analyzing the difference between the average of the month and the climatological normal, it was inferred that the model used presented a positive trend for precipitation in the period from 2026 - 2100, projecting anomalies between 25 and 200 mm per month. A greater amplitude is observed in the precipitation of 2076-2100, indicating an increase in the occurrence of extreme events of precipitation, mainly in the spring period. Considering that the rains in the Machadinho hydroelectric region are increasing in the scenarios analyzed, the average level of water in the reservoir of the plant tends to increase.

Keywords – Climate Change, IPCC-AR5, Precipitation.

¹ Universidade Estadual Do Rio Grande Do Sul (UERGS) – Engenharia de Energia: fbp.francisco@gmail.com

² Universidade Estadual Do Rio Grande Do Sul (UERGS) – Engenharia de Energia: eduardojb_energia@hotmail.com

³ Faculdade Dom Bosco de Porto Alegre e Universidade Estadual Do Rio Grande Do Sul (UERGS) – Engenharia de Energia: neiabrazil@yahoo.com

⁴ Universidade Estadual Do Rio Grande Do Sul (UERGS) – Engenharia De Energia: marcaluergs@gmail.com

INTRODUÇÃO

A preocupação mundial quanto às mudanças do clima, tem sido crescente, pois a emissão de gases decorrentes das atividades humanas contribui para o efeito estufa na atmosfera, indicando para os próximos anos impactos significativos ao planeta. As alterações vêm sendo associada com a questão energética, em especial as energias renováveis, que estão diretamente ligadas com as variações do clima. De acordo com Moraes (2013) em 1988 foi criado o Painel Intergovernamental de Mudanças do Clima (IPCC), através de uma iniciativa da Organização Meteorológica Mundial (WMO) e do Programa Ambiental das Nações Unidas (UNEP). O IPCC foi estabelecido com a missão de avaliar as pesquisas, interpretá-las e reunir todas as informações relevantes, tanto técnicas, científicas quanto socioeconômicas, em relatórios abrangentes, de fácil compreensão e acessíveis por todos nas comunidades, inclusive os tomadores de decisão (GRIMM, 2016; MORAES, 2013).

Segundo Nimer (1989) as precipitações ocorridas na região sul do Brasil entre 1990 e 2005 podem ser descritas como bem distribuídas, possuindo máximos que variam entre 1200 a 2100 mm/ano.

As usinas hidrelétricas encontram-se na primeira posição na matriz energética brasileira, evidenciando assim, a necessidade de conhecer a distribuição do regime pluviométrico da região. Este trabalho tem como objetivo principal apresentar uma análise dos impactos das mudanças climáticas no regime de chuvas na região da Usina hidrelétrica de Machadinho, que tem a potência instalada de 1.140MW e está localizada na divisa dos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição da área de estudo

A avaliação das projeções de precipitação foi feita na região da Usina Hidrelétrica de Machadinho que esta localizada na bacia hidrográfica do rio Uruguai (Figura 1). De acordo com Schork *et. al.* (2012) a Usina Hidrelétrica de Machadinho está localizada na divisa dos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul entre as latitudes 27°31' e 27°46' sul e longitudes 51°47' e 51°11' oeste.

A Bacia do que se estende entre os paralelos de 27° e 34° latitude Sul e os meridianos de 49°30' e 58°5'W. Abrange uma área de aproximadamente 384.000 km², dos quais 174.494 km² situam-se no Brasil, equivalente a 2% do território brasileiro. Segundo Andreolli (2003) sua porção brasileira encontra-se na região sul, compreendendo 46.000 km² do Estado de Santa Catarina e 130.000 km² no Estado do Rio Grande do Sul. É delimitada ao norte e nordeste pela Serra Geral, ao sul pela fronteira com a República Oriental do Uruguai, a leste pela Depressão Central Riograndense e a oeste pela Argentina.

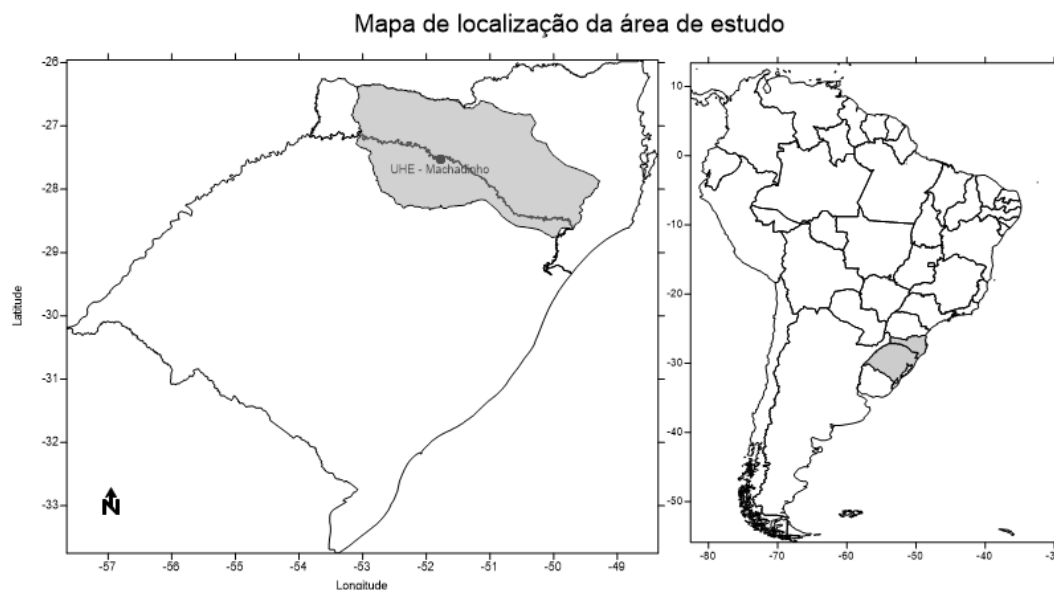


Figura 1 - Localização da área de estudo

Descrição dos dados e modelo climático

Os cenários foram gerados através dos modelos utilizados no Quinto Relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC-AR5), a partir de uma análise da variabilidade sazonal da precipitação e a consequente variação na produção de energia.

A base de dados utilizados nessa pesquisa, faz parte do Projeto de Intercomparação de Modelos Acoplados, Fase 5 (CMIP5), e contribuiu para a confecção do quinto relatório do IPCC-AR5. Os dados foram extraídos do modelo *ACCESS (The Australian Community Climate and Earth System Simulator)*.

De acordo com Van Vuuren *et. al.* (2011) no AR5 os cenários são organizados conforme os Caminhos Representativos de Concentração (RCP), nessa pesquisa foi utilizado o cenário RCP 8.5 que representa um cenário com um crescimento contínuo da população, resultando em altas emissões de dióxido de carbono, com um acréscimo de até 4° C.

Segundo Silveira, *et. al.* (2016) este cenário é considerado o mais pessimista para o século XXI em termos de emissões de gases do efeito de estufa, sendo consistente com nenhuma mudança política para reduzir as emissões e forte dependência de combustíveis fósseis.

As projeções climáticas das séries de precipitação foram divididas em três cenários: Cenário-1 (2026-2050), Cenário-2 (2051-2075) e Cenário-3 (2076-2100), foi feita a análise sazonal para cada um desses cenários.

Metodologia

Os dados mensais de precipitação foram extraídos da base de dados do *IPCC-AR5*, as informações são fornecidas em pontos de grade, e foi utilizado o software *Grads (Grid Analysis and Display System)*, para a extração dos resultados. De acordo com Souza (2004) o *Grads* é um sistema de visualização e análise de dados em pontos de grade, trabalha com matrizes de dados

binários, nas quais as variáveis podem possuir até quatro dimensões (longitude, latitude, níveis verticais e tempo). Após essa etapa, foram organizadas a série de dados histórica e a série de dados com as projeções climáticas. As projeções foram divididas em três cenários de 24 anos: Cenário-1 (2026 - 2050), Cenário-2 (2051-2075) e Cenário-3 (2076-2100). Na sequência foram calculadas as anomalias de precipitação, a partir da seguinte equação:

$$A_{Pre} (\%) = ((P_{MM} - P_{MN}) / P_{MN}) * 100 \quad (1)$$

Onde:

$A_{Pre} (\%)$ é a anomalia de precipitação em porcentagem;

P_{MM} é a precipitação média do mês analisado;

P_{MN} é a Normal climatológica correspondente ao mês analisado.

A Organização Meteorológica Mundial (OMM) define normal climatológica como médias de dados climatológicos calculadas para períodos consecutivos de 30 anos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Curva de permanência é importante para o estudo da variabilidade da precipitação, sendo possível verificar a probabilidade de ocorrência dos eventos que ocorrem na bacia hidrográfica. As figuras apresentam as curvas de permanência para o Posto 1 (Figura 3a) localizado nas coordenadas $-26,25^\circ$ latitude e $-52,50^\circ$ de longitude e para o posto 2 (Figura 3b) localizado nas coordenadas $-27,50^\circ$ latitude e $-50,63^\circ$ longitude. Nos dois postos foi observada a tendência no aumento das precipitações médias mensais para os três cenários estudados. Analisando o terceiro cenário do Posto 1, as projeções de precipitação indicaram um acréscimo em torno de 400 mm, comparadas aos cenários 1 e 2. Com relação aos menores índices de precipitação o cenário 1 apresentou valores abaixo de 200 mm em 70% do período analisado. Para o posto 2 a precipitação máxima apresentou valores oscilando entre 600 e 900 mm em torno de 5% de ocorrência do tempo.

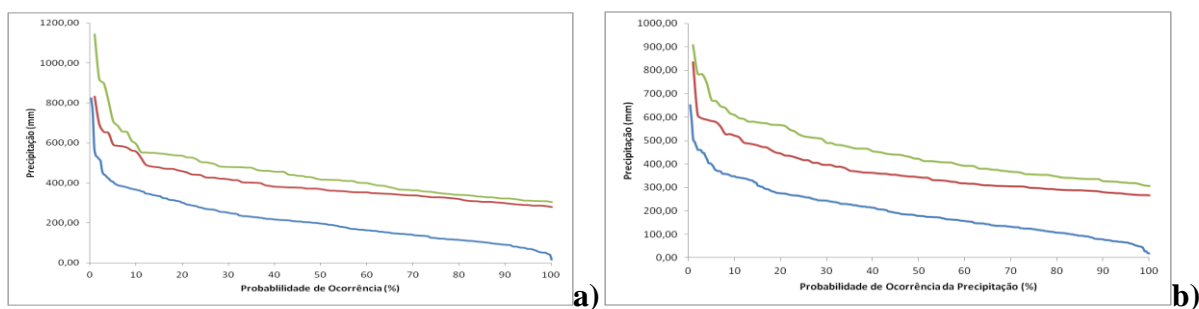


Figura 3 - Curva de Permanência das projeções de precipitação para o cenário 1 (linha azul); Cenário 2 (linha vermelha); Cenário 3 (linha verde): a)Posto 1 e b) Posto 2

A figura 4 apresentam as anomalias positivas nos dois postos analisados indicando um aumento significativo da precipitação, principalmente para o período da primavera, com um acréscimo em torno de 200 mm, para o terceiro cenário. O verão foi o período que indicou o menor incremento da precipitação, com valores em torno de 30 mm acima da normal climatológica.

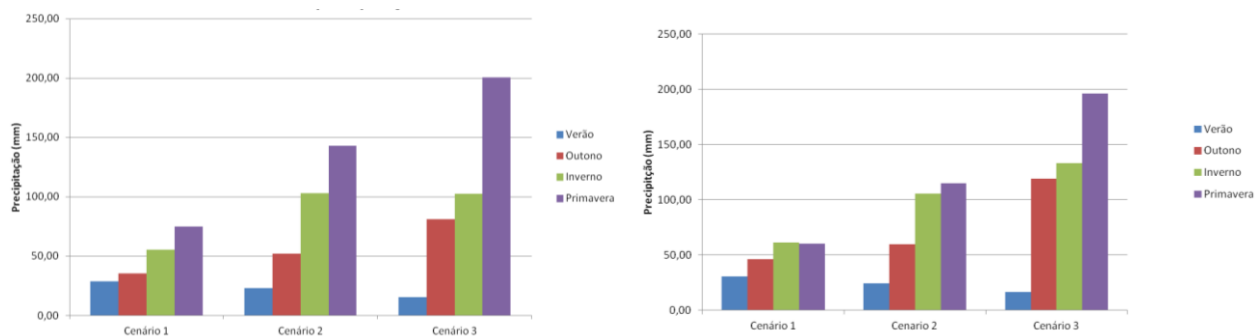


Figura 4 - Anomalias de Precipitação sazonal: a) posto 01 e b) posto 02

Com base nas projeções médias de precipitação da bacia hidrográfica, onde esta localizada a UHE Machadinho, observou-se que os maiores valores de precipitação encontram-se na metade oeste da bacia, oscilando em torno de 200 mm para o cenário 1 (Figura 5a).

O cenário 2 (Figura 5b) apresentou uma projeção de precipitação em torno de 238 mm e um incremento em torno de 64 mm para o cenário 3 (Figura 5c), em relação ao primeiro cenário analisado, verificando assim, uma tendência no aumento da precipitação para os três cenários na região Hidrográfica da Usina Hidrelétrica de Machadinho.

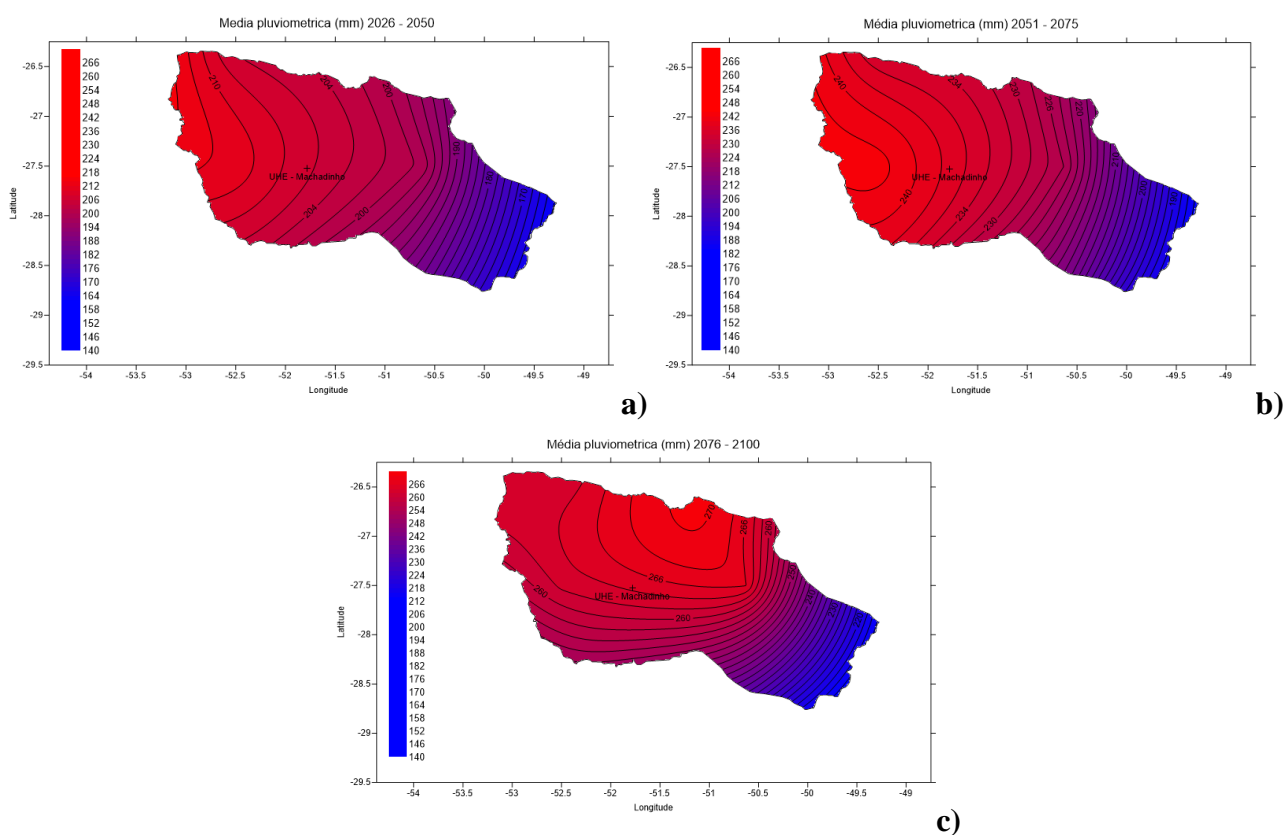


Figura 5 - Projeções das precipitações: a) Cenário 1 (2026 – 2050); b) Cenário 2 (2051 – 2075); c) Cenário 3 (2076 – 2100).

CONCLUSÕES

As usinas hidrelétricas encontram-se na primeira posição na matriz energética brasileira, evidenciando assim, a necessidade de conhecer a distribuição do regime pluviométrico da região. O modelo analisado nesse artigo apresentou tendência positiva para a precipitação no período de 2026 – 2100, projetando anomalias entre 25 a 200 mm, em cada período 24 anos, para a variável de precipitação. Nota-se uma maior amplitude na precipitação de 2076-2100, indicando um aumento na ocorrência de eventos maiores de precipitação, principalmente no período da primavera, tendo em vista que as chuvas na região da UHE Machadinho esta aumentando nos cenários analisados, conclui-se que o nível do reservatório da usina tende a aumentar, alterando o regime pluviométrico da região.

REFERÊNCIAS

- ANDREOLLI, I. (2003). Previsão de vazão em tempo real no Rio Uruguai com base na previsão meteorológica. Dissertação de Mestrado. IPH/UFRGS.
- GRIMM, I. J. (2016). Mudanças Climáticas e Turismo: estratégias de adaptação e mitigação. Tese de Doutorado, Pós-graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, p. 248.
- MORAES, F. (2013). Entenda como são feitos os relatórios do IPCC. Disponível em: <<http://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/27621-entenda-como-sao-feitos-os-relatorios-do-ipcc/>>. Acesso em: 06 maio 2016.
- NIMER, E. (1989) Climatologia do Brasil. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE.
- SCHORK, G.; HERMES-SILVA, S.; BEUX, L. F.; ZANIBONI-FILHO, E.; NUÑER, A. P. O. (2012). Diagnóstico da pesca artesanal na usina hidrelétrica de Machadinho, alto rio Uruguai – Brasil. Bol. Inst. Pesca, São Paulo, 38(2): 97 –108.
- SILVEIRA, S. S., SOUZA FILHO, F. MARTINS, E. S., OLIVEIRA, J. COSTA, ALEXANDRE, NOBREGA, M. SOUZA, S. A. (2011). Climate change in the São Francisco river basin: analysis of precipitation and temperature. RBRH vol. 21 n.2 Porto Alegre abr./jun. 2016 p. 416 - 428
- VAN VUUREN, D. P.; EDMONSDS, J.; KAINUMA, M.; RIAHI, K.; THOMSONM, A.; HIBBARD, K.; HURTT, G. C.; KRAM T.; KREY, V.; LAMARQUE, J. F.; MASUI, T.; MEINSHAUSEN, M.; NAKICENOVIC, N.; SMITH, S. J.; ROSE, S. K. (2011). The representative concentration pathways: an overview. Climatic Change, v. 109, p.5-31.