

AVALIAÇÃO DO MODELO CLIMÁTICO HADGEM2-ES PARA AS CHUVAS NO ENTORNO DO RESERVATÓRIO CHAPÉU D'UVAS (MG)

Breno Ferreira Pio Pereira ¹
Fabio de Oliveira Sanches ²
Cássia de Castro Martins Ferreira ³
Yan Carlos Gomes Viana ⁴

INTRODUÇÃO

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) foi criado em 1988 pela Organização das Nações Unidas (ONU) e desde então vem contribuindo com avaliações sobre mudanças climáticas por meio de seus relatórios (Assessment Report), os quais avaliam as condições climáticas globais e sugerem medidas para mitigação do cenário climático presente (IPCC, 2023).

A partir dos relatórios produzidos pelo IPCC pode-se citar a criação da Convenção do Quadro das Nações Unidas para Mudanças Climáticas no 1º relatório (FAR), o Protocolo de Kyoto em seu 2º relatório (SAR), a análise acerca do aquecimento global observado entre 1950 e 2001 e sua relação direta com as ações antrópicas deste mesmo recorte no 3º relatório (TAR) (Sanches, Verdun e Fisch, 2013), além da projeção de um aumento de 1,4° C a 5,8°C até 2100 (Marengo e Valverde, 2007).

O 4º relatório (AR4) alerta acerca do aumento das GEEs na atmosfera e as mudanças climáticas que gerariam danos significativos ao planeta, principalmente em países menos desenvolvidos do trópico (Sanches, Verdun e Fisch, 2013). No 5º relatório (AR5) publicado em 2013, passou-se a analisar os níveis de alteração no balanço de radiação no sistema terrestre e foram introduzidos os novos cenários denominados RCPs, que são utilizados neste trabalho.

¹ Graduando do Curso de Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF, breno.pereira@estudante.ufjf.br;

² Doutor pelo Curso de Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF, fsanches.73@gmail.com;

³ Doutora pelo Curso de Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF, cassia.castro@ufjf.edu.br;

⁴ Mestrando do Curso de Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF, yan.metal@gmail.com.

Ribeiro (2020) demonstra a importância da água em seu trabalho sobre a represa de Chapéu D’Uvas a colocando como recurso “fundamental e prioritário” para a humanidade. Em seu estudo, como nos relatórios do IPCC, constantemente alerta-se sobre a crise hídrica, demonstrando a importância de um manejo adequado dos recursos hídricos, sendo proposto a utilização racional deste recurso de forma que a quantidade de água consumida nos mananciais seja inferior ou igual a quantidade adicionada ao manancial.

Frauches et al (2020) desenvolveram estudos sobre o comportamento de séries temporais das chuvas no entorno do reservatório demonstrando uma tendência de redução das chuvas nos meses de outubro. Tal resultado desperta preocupações pois, dada a condição da tropicalidade regional – uma estação chuvosa de outubro a março, e uma estação seca de abril a setembro – a tendência de redução no volume de chuvas (e na quantidade de dias com chuva) poderia trazer problemas para a manutenção do volume do reservatório.

Já o trabalho de Almeida, Silva e Almeida (2023) demonstra que a área do reservatório sofre um alto grau de estresse hídrico, devido ao fato de ser bastante antropizada por atividades agropecuárias e outros usos, sofrendo com remoção da vegetação nativa e erosão do solo.

Dessa forma, a projeção de cenários climáticos futuros para o entorno do reservatório de Chapéu D’Uvas mostra-se de suma importância para as condições ambientais locais, sobretudo para o abastecimento da população que usufrui de tal recurso.

O presente trabalho visa avaliar a qualidade do modelo climático de cenários climáticos futuros do projeto “ProjETA”, do CPTEC/INPE, em representar a climatologia das chuvas para o entorno do reservatório Chapéu D’Uvas (MG).

MATERIAIS E MÉTODOS

Para este trabalho, foram utilizados dados de pluviosidade mensal do modelo HADGEM2-ES, disponibilizados pelo Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE), por meio da plataforma ProjETA. O modelo regional Eta aprimora a dinâmica de fenômenos relacionados a orografia, brisa marítima, frentes, tempestades severas etc. (Chou, 1996).

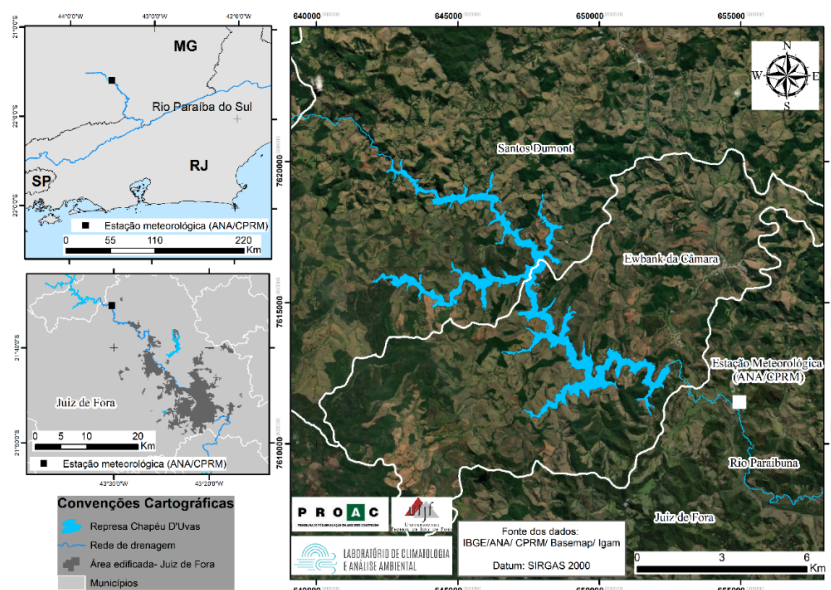
Os cenários presentes e futuros gerados na plataforma ProjETA utilizam o modelo atmosférico Eta com resolução espacial de 20 km forçado com o modelo terrestre HadGEM2-ES e disponibiliza 3 tipos de cenários: Histórico (climatologia), de 1961 a 2005; Futuro RCP 4.5 e RCP 8.5, de 2006 a 2100. Estes cenários são divididos em 4 recortes temporais (time-slice): Histórico, de 1961 a 2005; Próximo, de 2005 a 2040; Médio, de 2041 a 2070 e Distante de 2071 a 2100.

O cenário histórico simula o clima para os anos de 1961 a 2005 baseando-se nas emissões de GEEs atuais (https://pclima.inpe.br/?page_id=183), assim, servindo como um comparativo e validador dos dados gerados pelo modelo, pois o recorte utilizado já possui dados observados, ou seja, pode-se comparar os dados gerados e os dados observados para o local assumindo o mesmo cenário de emissão de GEEs.

Para comparação com os dados provenientes do modelo climático, foram utilizados dados de pluviosidade mensal do posto pluviométrico Chapéu D'Uvas (Cod. 2.143.020), no período de 1961 a 2005, disponíveis no repositório de dados da Agência Nacional de Águas – ANA (<https://www.snirh.gov.br/hidroweb/>).

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O reservatório de Chapéu d'Uvas foi planejado e concebido com intuito de inibir inundações e enchentes no município de Juiz de Fora, e posteriormente lhe foi atribuído a função de abastecimento público pela Companhia de Saneamento Municipal (Machado, 2012; Frauches, et al., 2020). O reservatório está localizado na bacia do Rio Paraíba do Sul, mais precisamente no Rio Paraibuna, tendo sua barragem construída no município de Ewbank da Câmara, com a represa ocupando os municípios de Ewbank da Câmara e Santos Dumont (Machado, 2012) (Figura 1).



Fonte: Frauches et al (2020).

TÉCNICAS ESTATÍSTICAS

A análise dos dados foi feita por meio do software Excel para aplicação dos Coeficientes de Determinação e Correlação de Pearson, para avaliação do conjunto central dos dados. Já a avaliação dos valores dispersos foi feita por meio da aplicação do Erro Médio Absoluto (EMA), Raiz do Erro Quadrático Médio (REQM) e Erro Relativo Médio (ERM) como sugerem Quina et al (2020) e Oliveira, Sanches e Ferreira (2021).

O Coeficiente de Determinação é utilizado para analisar quão bem um modelo de regressão representa um conjunto de dados, sendo a razão entre a soma dos quadrados da regressão e a soma de quadrados total. Quanto mais próxima de 1 o R^2 estiver, melhor é a representação criada pelo modelo (Oliveira, Sanches e Ferreira, 2021).

O Coeficiente de Correlação de Pearson é obtido tirando a raiz do coeficiente de determinação e é utilizado para medir a correlação entre duas variáveis, no caso os dados gerados pelo modelo e os dados observados, analisando se a associação entre os dois é Muito Forte (r entre 0,90 e 1,0), Forte (r entre 0,70 a 0,89), Moderado (r entre 0,50 até 0,69), Fraco (r entre 0,30 e 0,49) e Desprezível (r entre 0 e 0,29) (Quina et al., 2020).

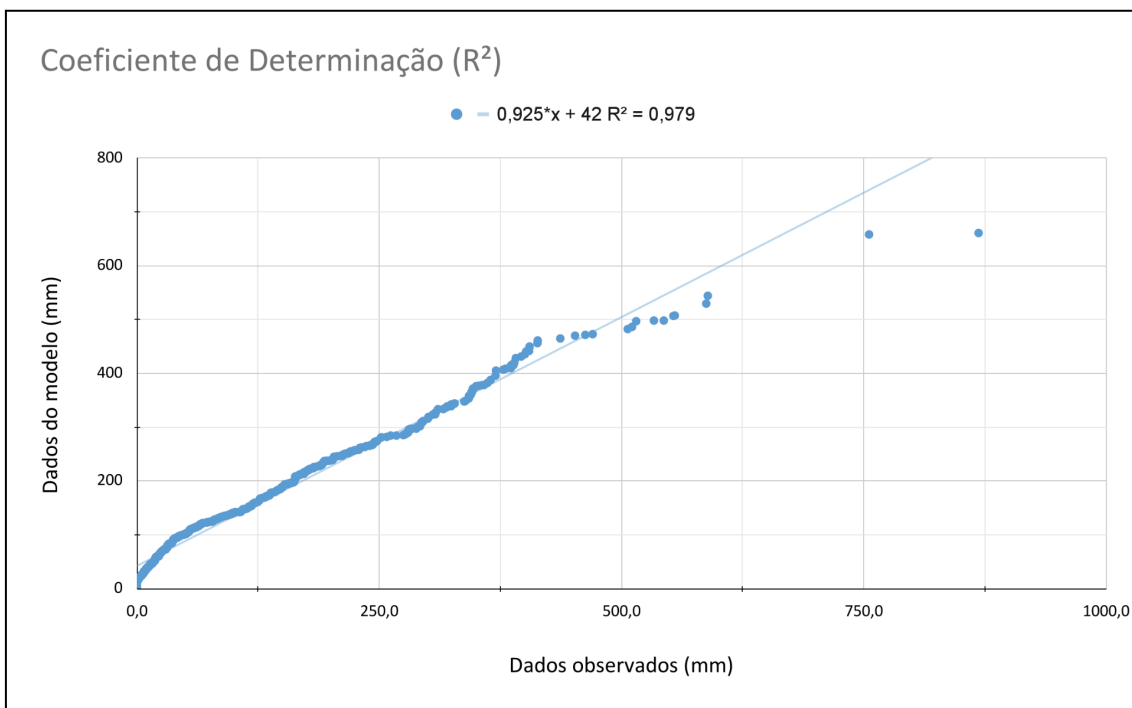
O EMA mede a média da diferença absoluta entre os valores projetados pelo modelo e os valores observados na estação, analisando o fato de que quanto menor o valor de EMA, mais próximo dos valores observados os dados do ProjETA estão (Oliveira, Sanches e Ferreira, 2020). O REQM analisa o grau de dispersão entre os

dados simulados e os dados observados. Por fim, o ERM “indica a magnitude média do erro estimado com os melhores valores, aqueles mais próximos de zero”, (Oliveira, Sanches e Ferreira, 2021).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos ao compararmos os totais pluviométricos mensais gerados pelo modelo com os totais pluviométricos mensais observados para o recorte histórico (1961 a 2005) demonstram, por meio da correlação de Pearson, que ambos os conjuntos de dados apresentam uma boa proporcionalidade, obtendo-se o valor para esta variável de $R^2 = 0,979$ e o coeficiente de correlação de Pearson = 0,99.

Figura 2 – Gráfico de correlação entre os totais pluviométricos mensais observados e os dados do modelo



Fonte: Autores, 2024.

Os resultados do EMA, ERM e REQM (Tabela 1) demonstram uma boa avaliação dos valores dispersivos, por meio dos baixos resultados conforme sugerem Quina et al (2002) e Oliveira, Sanches e Ferreira (2021).

Tabela 1 - Resultado dos testes estatísticos aplicados

DADOS	PARÂMETROS ESTATÍSTICOS				
	R ²	r	EAM	ERM	REQM
Observados x HadGEM2-ES	0,979	0,99	-3,4	-1	14,3

Para Quina et al. (2020) e Oliveira, Sanches e Ferreira (2021), os erros individuais são o primeiro passo na distribuição das diferenças do conjunto de dados (observados e simulados), já que erros positivos e negativos de mesmo valor se cancelam ao serem somados.

O valor de EAM obtido demonstra que os valores observados apresentam uma baixa discrepância, assim como para o ERM e REQM, que por conterem baixos valores, próximos de zero, corroboram com a afirmativa de que os dados observados e os dados do modelo não são tão díspares.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para se utilizar dados oriundos de modelagem climática é necessário avaliar a sua capacidade em representar a climatologia de um local, de uma região. Técnicas estatísticas são fundamentais para se avaliar a capacidade de representação do conjunto central de dados, bem como de seus valores dispersivos.

A aplicação de tais ferramentas aos conjuntos de dados pluviométricos mensais observados no entorno do Reservatório Chapéu D'Uvas e os dados oriundos do projETA do CPTEC/INPE sugeriu uma boa similaridade.

Os resultados da aplicação os parâmetros estatísticos (R², r, REQM, EMA e ERM) sugerem que os totais pluviométricos mensais gerados pelo modelo climático HadGEM2-ES, regionalizados pelo modelo Eta apresentam uma boa correspondência aos totais pluviométricos observados no entorno do reservatório Chapéu D'Uvas.

Palavras-chave: Cenários futuros, segurança hídrica, testes estatísticos, Zona da Mata Mineira..

AGRADECIMENTOS

O primeiro autor agradece a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e a Pro-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação da Universidade Federal de Juiz de Fora (PROPP/UFJF) pela concessão de bolsa de Iniciação Científica. O segundo autor agradece ao CNPQ pela concessão de Bolsa de Produtividade e pesquisa (PQ2) (Processo: 308228/2021-9).

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Tamiris Aparecida; SILVA, Ana Paula Moni; ALMEIDA, Maria Rita Raimundo. ALTERAÇÕES NO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO COMO UM FATOR DE ESTRESSE HÍDRICO EM MANANCIAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA: O CASO DA REPRESA CHAPÉU D'UVAS. In: XX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, **Anais....**, Florianópolis, 2023.
- CHOU, Sin Chan et al. Assessment of climate change over South America under RCP 4.5 and 8.5 downscaling scenarios. **American Journal of Climate Change**, v. 3, n. 05, p. 512, 2014.
- CHOU, Sin Chan. Modelo regional ETA. **Climanálise-Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v. 1, n. especial, 1996.
- DE SOUSA, Rhonan Martins et al. Projeções climáticas regionalizadas para o estado do tocamtins, Brasil, nos Cenários RCP 4.5 E RCP 8.5. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 24, 2019.
- FRAUCHES, Matheus et al. CHAPÉU D'UVAS: UM ESTUDO SOBRE AS CHUVAS LOCAIS EM RESERVATÓRIOS EM MINAS GERAIS. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 27, p. 289-302, 2020.
- IPCC, 2023: Summary for Policymakers. In: **Climate Change 2023: Synthesis Report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34.
- MACHADO, Pedro José de Oliveira. **Diagnóstico ambiental e ordenamento territorial—instrumentos para a gestão da Bacia de Contribuição da Represa de Chapéu D'Uvas/MG**. (Tese), Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), 2012, 243f.
- MARENGO, Jose A.; VALVERDE, Maria C. Caracterização do clima no Século XX e Cenário de Mudanças de clima para o Brasil no Século XXI usando os modelos do IPCC-AR4. **Revista Multiciência**, v. 8, n. 1, p. 5-28, 2007.
- OLIVEIRA, Thiago Alves; SANCHES, Fabio de Oliveira; FERREIRA, Cássia de Castro Martins. Aplicação e avaliação de técnicas para o preenchimento de falhas de dados pluviométricos em anos habituais, secos e chuvosos. **ENTRE-LUGAR**, v. 12, n. 24, p. 301-320, 2021.
- QUINA, Robson Rodrigues et al. Comparison of altimetric products of Palsar/Alos and Lidar sensors from the Sinmap model. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 12 2020.

RIBEIRO, Christian Ricardo. **Planejamento ambiental e gestão de recursos hídricos na Bacia Hidrográfica da Represa de Chapéu D' Uvas–Zona da Mata e Campo das Vertentes/MG.** (Dissertação), Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), 2012, 525f.

ROCHA, Vinícius Machado; CORREIA, Francis Wagner Silva; GOMES, W. B. Avaliação dos impactos da mudança do clima na precipitação da Amazônia utilizando o modelo RCP 8.5 Eta-HadGEM2-ES. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 06, p. 2051-2065, 2019.

SANCHES, Fabio de Oliveira; VERDUM, Roberto; FISCH, Gilberto. Estudo de tendência de chuvas de longo prazo. **Revista Ambiente & Água**, v. 8, p. 214-228, 2013