

SIMULAÇÃO DE EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO NA REGIÃO SERRANA DO RIO DE JANEIRO NO CLIMA PRESENTE E FUTURO UTILIZANDO O MODELO ETA-HADCM3

Kelen M. Andrade¹, Henri R. Pinheiro¹,

¹Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC/INPE, São Paulo-SP, Brasil
kelen.andrade@cptec.inpe.br, henri.pinheiro@cptec.inpe.br

RESUMO: Neste estudo foi feita simulações com o modelo climático regional ETA_HADCM3 no clima presente e futuro para casos de eventos extremos de chuva (precipitação acima de 40 mm/dia) nas cidades serranas do Rio de Janeiro. O período de análise para no presente foi de 1960 a 1990 e para projeções futuras foi considerado o cenário A1B do IPCC no período entre 2010-2100. Para validar o desempenho do modelo foram utilizados também dados diários de precipitação do Climate Prediction Center (CPC) no clima presente. O ETA_HADCM3 subestimou a frequência de eventos extremos de chuva. Em um clima futuro foram analisados os quatro membros do modelo ETA_HADCM3 e observou-se um aumento nos casos extremos, sendo que o membro quatro é a projeção que resultou em mais eventos de chuva intensa em relação aos outros três.

ABSTRACT: In this work, simulations were carried out using ETA_HADCM3 regional climate model for present and future to study extreme rainfall events (precipitation greater than 40 mm/day) for the highlands in Rio de Janeiro. The analysis period for the present starts at 1960 and lasts until 1990, and for future scenarios, the IPCC A1B scenario was considered and the simulation period was for the period 2010-2100. To evaluate the model performance, present climate simulations were compared to the Climate Prediction Center (CPC) daily precipitation data. ETA_HADCM3 underestimated the frequency of extreme rainfall events. For the future climate, four ensemble members were analyzed and an increase in the extreme rainfall events was noticed. The fourth ensemble member simulation outlined as the member where the frequency of extreme events was greater compared to the other three.

INTRODUÇÃO

Eventos extremos têm sido cada vez mais estudados, uma vez que acarretam perdas econômicas e de vida (IPCC, 2007). Um dos eventos que mais abalaram o país, sendo considerada a maior catástrofe climática ocorrida, foram as chuvas intensas que atingiram a região serrana do Rio de Janeiro entre os dias 11 e 14 de janeiro de 2011. O volume acumulado de chuva na cidade de Nova Friburgo foi de 209,6 mm ao longo desse período, sendo 182,8 mm apenas em 24 horas. Em Teresópolis o acumulado de precipitação em 24 horas ficou em torno de 120 mm. Segundo

dados da Secretaria e da Defesa Civil houve enchentes, inundações, deslizamento de terra e a morte de 916 pessoas.

Estudos mostram que em uma atmosfera mais quente os eventos extremos de precipitação podem aumentar ainda mais que a média. E como consequência do maior volume de precipitação, enchentes, deslizamentos e alagamentos, ou seja, situações em que acarretam prejuízos sócio-econômicos. Trenberth (1999) sugeriu que uma intensificação nos extremos de precipitação pode ser causada pelo aumento no conteúdo de umidade da atmosfera, o que pode aumentar a disponibilidade de mais vapor d'água para sistemas de tempo.

Tendo em vista que eventos extremos, como este que afetou a região serrana do Rio de Janeiro, tem grande impacto social e econômico, o objetivo deste estudo é avaliar se o número de eventos extremos de precipitação que podem causar inundação e enchentes está aumentando ou diminuindo nas últimas décadas, através de uma simulação do clima futuro com o modelo ETA-HADCM3.

DADOS E METODOLOGIA

Neste estudo foram utilizados os dados diários de chuva de acordo com o Climate Prediction Center/NOAA para o período entre 1960-1990. Estes dados têm resolução espacial de 1° (latitude e longitude) e resultam da união de diversas fontes de informação (Huffman et al., 2001). Foram utilizadas também as simulações de quatro membros do modelo regional climático ETA_HADCM3 (Chou et al, 2011, Marengo et al, 2011) para o clima presente (1960-1990) e para a projeção futura (2011-2100) para o cenário A1B. O modelo ETA_HADCM3 é um modelo regional climático com resolução de 40 km na horizontal e 38 camadas na vertical.

Em relação à seleção de eventos extremos de chuva, sabe-se que existem diversas metodologias para tais estudos. Neste caso, foi utilizada a metodologia proposta em May (2004) e também utilizada por Teixeira e Satyamurty (2006). A metodologia é determinada pelo cálculo dos quantis da chuva diária. A figura 1 mostra a distribuição gamma da chuva diária no período entre 1960-1990 dos dados do CPC para as cidades de Teresópolis e Nova Friburgo, municípios da região serrana do Rio de Janeiro. Nota-se que nas duas cidades escolhidas o volume de chuva não ultrapassou os 35 mm em 99,5% da amostra. Neste estudo foram considerados extremos os acumulados com valores acima de 40 mm/dia, o que corresponde a 0,5% do total de eventos.

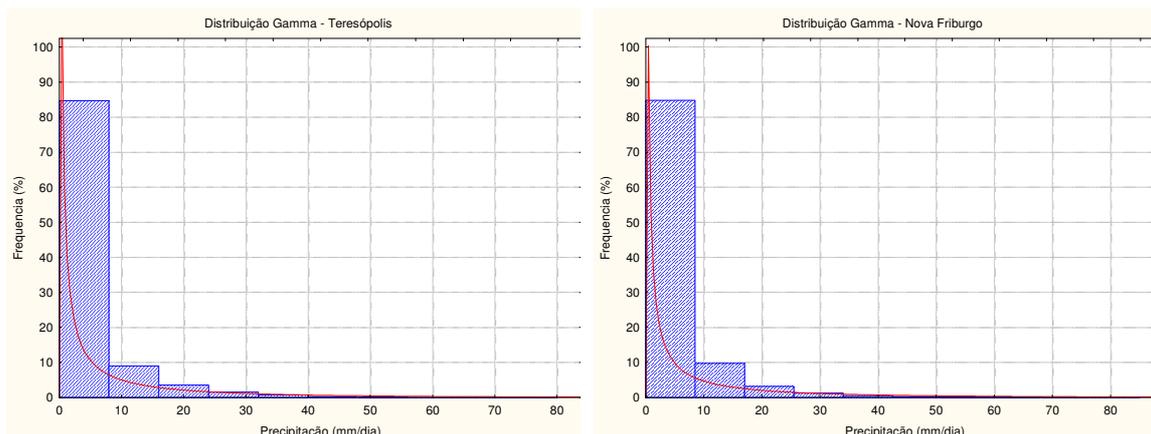


Figura 1: Distribuição Gamma dos dados diários de precipitação (CPC- 1960-1990) para as cidades de Teresópolis e Nova Friburgo.

RESULTADOS

Inicialmente será apresentada a quantidade de eventos extremos obtidos pelo CPC e simulados pelo modelo climático ETA_HADCM3 para o tempo presente. A Figura 2 mostra o número de casos com precipitação acima de 40 mm em 24 horas para o período de 1960 a 1990. Nota-se que o modelo regional subestimou a frequência de eventos nas duas localidades. Em Nova Friburgo foram observados 52 eventos com os dados do CPC e apenas oito nas simulações com o modelo ETA. Essa disparidade foi menor para a estação de Teresópolis, que apresentou uma diferença de 32 casos. Ressalta-se que extremos pontuais de precipitação podem ser suavizados pelo CPC, por compreender dados de baixa resolução e obtidos da estimativa de sensores de satélite e estações de superfície (Huffman et al., 2001). No caso em estudo, a orografia irregular da região pode representar uma dificuldade maior para a estimativa da precipitação.

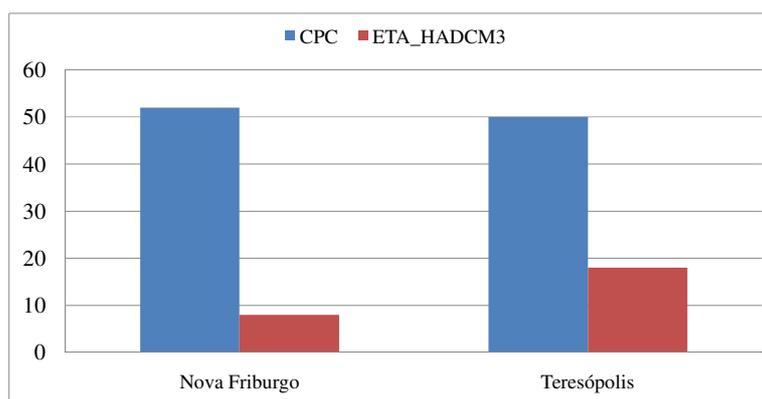


Figura 2: Número de eventos com precipitação acima de 40 mm em 24 horas para o período de 1960 a 1990.

Na Figura 3 são apresentadas as simulações dos quatro membros do ETA_HADCM3 e a linha de tendência da média dos membros no clima presente e futuro para Teresópolis e Nova Friburgo. Observa-se que a frequência de casos é maior em Teresópolis, com uma diferença de aproximadamente 10 eventos em comparação à cidade vizinha. Em relação ao presente (1960-

1990), todos os membros apontam um aumento da frequência de eventos extremos no futuro. A linha de tendência revela este comportamento, com crescimento maior em Teresópolis. Os resultados mostram diferenças entre as projeções de cada membro do ETA_HADCM3. O membro 4 apresentou o maior número de eventos no clima presente e o maior crescimento nas projeções futuras. Por outro lado, o aumento do número de eventos foi menor nas projeções com o membro 3, inclusive apresentando um decréscimo da frequência para os dois municípios entre 2070 e 2100.

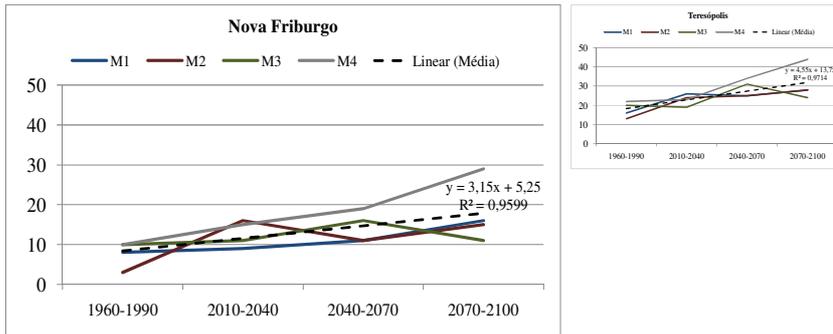


Figura 3: Evolução temporal da frequência de eventos extremos para os membros de 1, 2, 3, 4 e linha de tendência da média de todos os membros do modelo ETA_HADCM3 para Teresópolis e Nova Friburgo.

A Figura 4 mostra a diferença da precipitação no período entre 1960 e 1990 entre a simulação do modelo ETA_HadCM3 e os dados observados do CPC. Nota-se que o modelo subestima a precipitação, valores entre 2 e 4 mm por dia, em grande parte da Região Sudeste do Brasil, incluindo a área em estudo. Resultado semelhante foi encontrado por Valverde et al (2009) para parte da Região Norte do Brasil. Neste sentido, é esperado que os casos intensos também sejam subestimados.

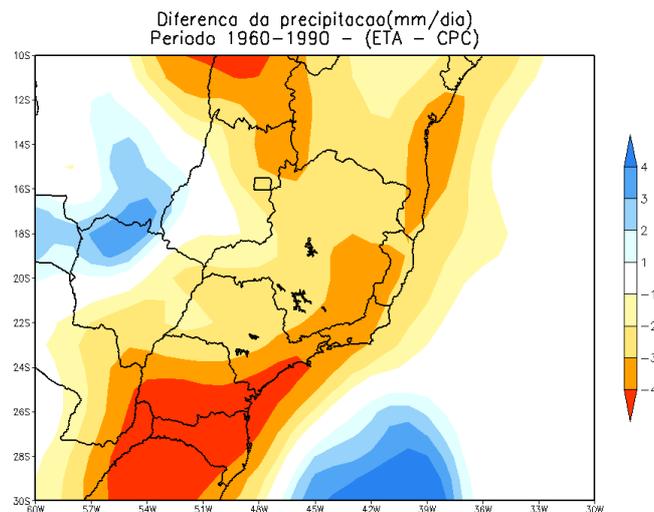


Figura 4: Diferença da precipitação do modelo ETA_HadCM3 em relação aos dados do CPC para o período de 1960- 1990.

CONCLUSÃO

Embora o modelo subestime o volume de precipitação no presente, e neste caso, também acumulados diários acima de 40 mm, as simulações de casos de chuva intensa usando o modelo ETA_HADCM3 mostraram um aumento na ocorrência destes eventos em projeções futuras. Eventos extremos, como o ocorrido na região serrana do Rio de Janeiro, além de fazer parte da variabilidade natural são também afetados por ações antropogênicas, e, em um cenário de mudanças climáticas poderiam provocar impactos ainda maiores à população. Embora não haja certezas nas projeções futuras, entende-se que a vulnerabilidade das cidades à ocorrência de eventos extremos, como chuva intensa, requer ações de mitigação e adaptação, com intuito de minimizar os danos provocados por fenômenos de tempo e clima.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao UNDP Project BRA/05/G31 e o FCO GOF-Dangerous Climate Change DCC Project. Agradece-se também ao Dr. Vernon Kousky pelos dados do CPC/NOAA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chou, S. C.; MARENGO, J. A.; Lyra, A. A.; Sueiro, G.; Pesquero, J. F.; Alves, L. M.; Kay, G.; Betts, R.; Chagas, D. J.; Gomes, J. L.; Bustamante, J. F.; Tavares, P., 2011: Downscaling of South America present climate driven by 4-member HadCM3 runs. *Climate Dynamics*, p. 1-19.

IPCC. The Physical Science Basis, 2007: Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In: HOUGHTON, J.T. (Ed.). *Climate Change*. New York: Cambridge University Press.

Huffman, G.J., et al., 2001: Global precipitation at one-degree daily resolution from multi-satellite observations. *Journal of Hydrometeorology*, v. 2, n. 1, p. 36-50.

Marengo, J. A.; Chou, S. C.; Kay G.; Alves, L.; Pesquero, J. F Soares, W.R; Santos, D.C.; Lyra, A. A.; Sueiro, G.; Betts, R.; Chagas, D. J.; Gomes, J. L.; Bustamante, J. F.; Tavares, P., 2011: Development of regional future climate change scenarios in South America using the Eta CPTEC/HadCM3 climate change projections: Climatology and regional analyses for the Amazon, São Francisco and the Parana River Basins. *Climate Dynamics*.

May, W., 2004: Variability and extremes of daily rainfall during the Indian summer monsoon in the period 1901-1989. *Global and Planetary Change*, v. 44, p. 83-105.

Teixeira, M.S.; Satyamurty, P., 2006: Eventos extremos de precipitação na região da Serra do Mar. Parte I – Descrição estatística da precipitação diária. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2006, Florianópolis. Anais... Rio de Janeiro: SBMET.

Trenberth, K. E., 1999: Atmospheric Moisture Recycling: Role of Advection and Local Evaporation. *J. Climate*, 12, 1368–1381.

Valverde, M.; Andrade E.; Marengo, J., 2009: Chuvas extremas sobre o Nordeste e Norte do Brasil no outono de 2009: uma análise local, presente e futura; In : Simpósio Internacional de Climatologia, Canela-RS. Anais...CD-ROM, SBMET.