

Gabriel Silva Cerveira

**MUDANÇAS NO CLIMA SOBRE O NORDESTE DO  
BRASIL NO ANO DE 2075.**

Julho/2020

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico na Revolução Industrial gerou aumento considerável na emissão de gases estufa, os quais, ao reterem radiação e aumentarem a energia interna no sistema, causaram um desequilíbrio térmico no topo da atmosfera (Trenberth et al., 2014). Esse desequilíbrio resultou em um aumento da temperatura na atmosfera, o qual gera alterações nos padrões climáticos de fenômenos atmosféricos de larga escala como o El Niño, a Zona de Convergência Intertropical e a Oscilação do Atlântico Norte (Hastenrath, 1984).

As alterações no comportamento global da atmosfera causam impactos a nível regional, os mais notáveis são aqueles que afetam os recursos hídricos, a agricultura, a saúde, e os ecossistemas locais. Especificamente na América do Sul, é esperado que as mudanças climáticas aumentem a pressão sobre os recursos hídricos e diminuam as colheitas agrícolas, outro impacto esperado é uma diminuição da umidade na Amazônia, o que traria grande perda de biodiversidade (Warren *et al.*, 2006).

Devido à necessidade de prever os possíveis impactos do aquecimento global sobre regiões específicas, foi desenvolvido o projeto *Coordinated Regional Downscaling Experiment* (CORDEX), para realizar regionalizações dinâmicas de projeções futuras do projeto CMIP (Giorgi & Gutowski, 2015). Essas projeções possuem maior resolução, o que facilita o desenvolvimento de medidas de mitigação de impactos em sistemas de mesoescala. Os dados do CORDEX são disponibilizados para acesso tanto por pesquisadores quanto por empresas.

Tendo em vista a vulnerabilidade da América do Sul aos possíveis impactos do aquecimento global e a necessidade de entender e procurar formas de lidar com esses impactos, foram analisados dados de Temperatura do Ar e Precipitação, disponibilizados pelo CORDEX, para o ano de 2075, sobre a região do Nordeste do Brasil. Esses dados foram gerados sob o cenário mais pessimista de mudança climática do CMIP, chamado RCP8.5, no qual há um constante aumento nas forçantes antropogênicas ao longo do século 21.

## AVALIAÇÃO DAS MUDANÇAS NO CLIMA

O cálculo da distribuição espacial média da mudança na precipitação sobre o Nordeste no ano de 2075 (Figura 1), em relação ao clima histórico, revela menor volume de chuva na maior parte da região, com os maiores extremos negativos presentes no Meio-Norte e na Zona da Mata, duas regiões dominadas por biomas fundamentais para a biodiversidade, nota-se, também, que alguns dos valores mais negativos são encontrados sobre a área dos Lençóis Maranhenses, o que pode impactar o turismo local, além de colocar em risco as cidades adjacentes, pois com menos chuva as dunas podem ser carregadas pelo vento com mais frequência e por maiores distâncias. Vale ressaltar que houve um ligeiro aumento da precipitação sobre a sub-região do Sertão, um sinal preocupante, já que chuvas mais intensas podem causar maiores danos ao atingir um solo desertificado, principalmente em um cenário de aquecimento.

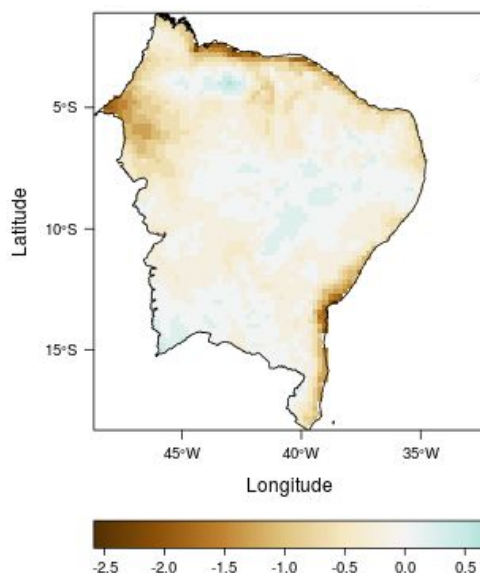


Figura 1: Diferença entre média espacial de precipitação, no Nordeste, do ano de 2075 (RCP 8.5) e média espacial climatológica de 1961 a 2005.

A diferença entre a distribuição espacial média da temperatura sobre o Nordeste no ano de 2075 e no clima histórico (Figura 2) mostrou padrão diferente ao de precipitação, com valores positivos ao longo de todo o domínio, chegando a um aumento maior que 5°C em alguns locais do Meio-Norte e do Sertão. Quando comparado a essas duas sub-regiões, o aumento de temperatura no Agreste e na Zona da Mata é menor, no entanto ainda atinge valores de 3,5 a 4,5°C. Percebe-se que o padrão espacial de aumento de temperatura no sul do estado do

Maranhão coincide com o de diminuição na precipitação nessa mesma região, a alteração simultânea nessas duas variáveis pode ter forte impacto na capacidade de manutenção do bioma de Floresta Amazônica presente nesta área. Nota-se também que a área de maior aumento de temperatura sobre o Sertão também é a área onde ocorre maior aumento da precipitação, isso indica que, neste cenário futuro, as temperaturas mais altas aumentam a taxa de evaporação da água do solo, o que, por sua vez, gera pancadas de chuva mais fortes, podendo causar alagamentos, danos a plantações, e aceleração de processos de desertificação e erosão do solo.

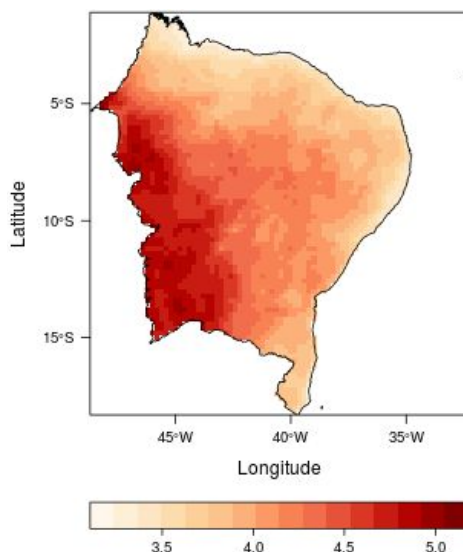


Figura 2: Diferença entre média espacial de temperatura, no Nordeste, do ano de 2075 (RCP 8.5) e média espacial climatológica de 1961 a 2005.

A Figura 3a representa a diferença entre as séries temporais médias de precipitação para o ano de 2075 e dos anos de 1961 a 2005. Esse cálculo permitiu observar em quais períodos do ano as mudanças foram mais extremas e em quais ocorreu aumento ou diminuição do volume de chuva. Nota-se que os valores positivos mais altos foram detectados no primeiro trimestre, chegando a diferenças maiores que 10 mm/dia, isso indica a probabilidade de maior ocorrência de eventos extremos de chuva em 2075, com volumes altos de água se precipitando em um curto período de tempo, o que aumenta o risco de alagamentos e de movimentos de massa em solo desprotegido. Fora do primeiro trimestre a predominância é de valores negativos, o que indica que, em geral, a precipitação sobre o Nordeste em 2075 terá diminuído, com a maior parte das chuvas se concentrado em um curto período de tempo.

A Figura 3b representa o resultado, para a temperatura, do mesmo cálculo de diferença que foi feito para a precipitação. Assim como já havia sido observado na avaliação espacial, a temperatura do ar sofreu aumento em todos os meses do ano, com picos positivos chegando a 6°C. Existe uma clara distinção entre os dois semestres do ano, com os valores mais altos ocorrendo no segundo semestre. No primeiro semestre, o período durante o qual as anomalias positivas são mais baixas é o mesmo período no qual ocorre as maiores anomalias positivas de precipitação. Além dos impactos sobre a agricultura e o bem-estar geral, essas temperaturas mais altas aumentam o risco à saúde, ao facilitar maior disseminação de doenças.

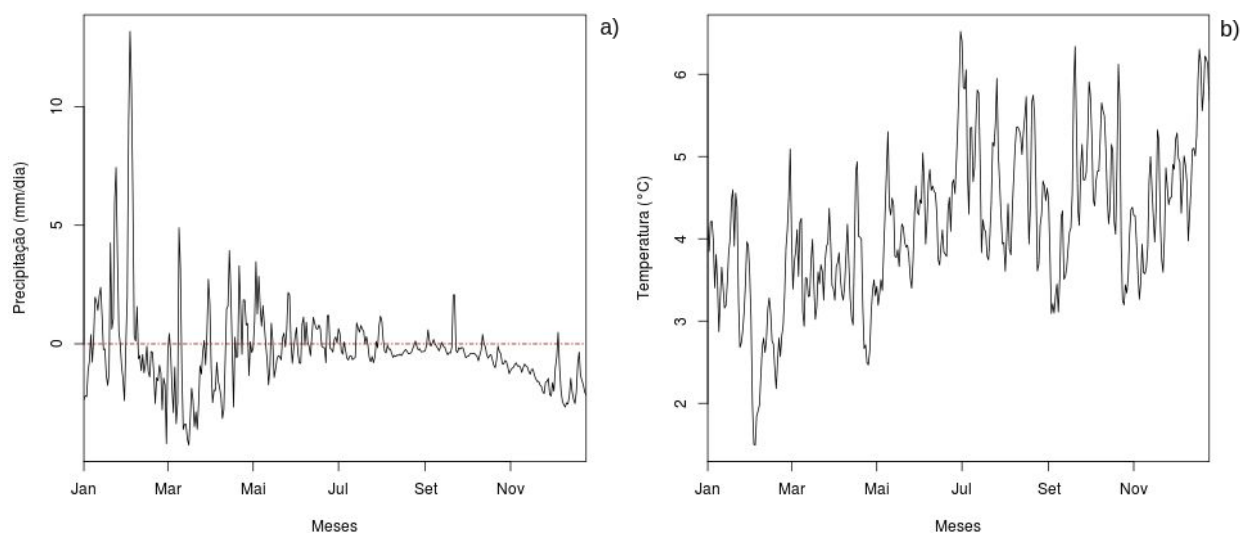


Figura 3: a) Diferença entre série temporal de precipitação sobre o Nordeste no ano de 2075 e série temporal média entre os anos de 1961 a 2005, em frequência diária, e b) diferença entre série temporal de temperatura sobre o Nordeste no ano de 2075 e série temporal média entre os anos de 1961 a 2005, em frequência diária.

## POSSÍVEIS MEDIDAS DE MITIGAÇÃO E ADAPTAÇÃO

As mudanças extremas nos padrões de temperatura e precipitação, previstas para o ano de 2075, exigem o desenvolvimento de estratégias para a adaptação à essas mudanças. No sertão nordestino, um dos setores mais vulneráveis é a agricultura, que tem seu lucro impactado pela falta de água, a qual leva a colheitas mais escassas e gado mais magro. Algumas medidas, como maior capacitação do agricultor em relação à eficiência das plantações e à alimentação dos

animais, captação de água proveniente de aquíferos, e políticas que estimulem a integração desses agricultores no mercado de consumo, podem tornar esse setor mais resiliente às mudanças (Burney *et al.*, 2014; Maia *et al.*, 2018).

Na Zona da Mata, a alta resistência da Mata Atlântica faz desse bioma uma ferramenta com grande potencial para o aumento da capacidade de adaptação dessa região às mudanças climáticas. Sendo assim, é necessário que se implemente políticas que levem a uma adaptação baseada nesse ecossistema, de forma que a preservação da Mata Atlântica reduza a vulnerabilidade da população da região à impactos como a escassez de água e a diminuição da segurança alimentar (Scarano & Ceotto, 2015).

A avaliação das mudanças em temperatura do ar e precipitação sobre a região Nordeste, no ano de 2075, levou à conclusão de que as duas variáveis sofrerão mudanças significativas em seus valores médios, além de maior intensidade de eventos extremos. Os possíveis impactos dessas mudanças vão desde maior vulnerabilidade à doenças até maior escassez de colheitas, o que exige o desenvolvimento e aplicação de métodos eficientes de adaptação. Vale ressaltar que o cenário futuro aqui avaliado (RCP 8.5) prevê forçantes atmosféricas crescentes até o ano de 2100, o que indica que as mudanças aqui observadas apresentarão intensidade ainda maior para além do ano 2075.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BURNEY, J. et al. Climate change adaptation strategies for smallholder farmers in the Brazilian Sertão. **Climatic Change**, v. 126, n. 1, p. 45–59, 1 set. 2014.

GIORGI, F.; GUTOWSKI, W. J. Regional Dynamical Downscaling and the CORDEX Initiative. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 40, n. 1, p. 467–490, 4 nov. 2015.

GORI MAIA, A. et al. Climate change and farm-level adaptation: the Brazilian Sertão. **International Journal of Climate Change Strategies and Management**, v. 10, n. 5, p. 729–751, 1 jan. 2018.

HASTENRATH, S. Interannual Variability and Annual Cycle: Mechanisms of Circulation and Climate in the Tropical Atlantic Sector. **Monthly Weather Review**, v. 112, n. 6, p. 1097–1107, 1 jun. 1984.

SCARANO, F. R.; CEOTTO, P. Brazilian Atlantic forest: impact, vulnerability, and adaptation to climate change. **Biodiversity and Conservation**, v. 24, n. 9, p. 2319–2331, 1 set. 2015.

TRENBERTH, K. E. et al. Global warming and changes in drought. **Nature Climate Change**, v. 4, n. 1, p. 17–22, jan. 2014.

WARREN, R. et al. **Understanding the regional impacts of climate change: research report prepared for the Stern review on the economics of climate change**. Monograph. Disponível em: <<https://eprints.soton.ac.uk/53222/>>. Acesso em: 17 jul. 2020.