

# PRECIPITAÇÃO NO QUADRIMESTRE CHUVOSO NA REGIÃO DO BIOMA CAATINGA E A RELAÇÃO COM A TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DO MAR

Santiago Vianna Cuadra<sup>1</sup>; Daniel de Castro Victoria<sup>1</sup>; Aryeverton Fortes de Oliveira<sup>1</sup>; Michelle Simões Reboita<sup>2</sup>; Jose Eduardo Boffino de Almeida Monteiro  
*Autor para correspondência: santiago.cuadra@embrapa.br*

<sup>1</sup>Embrapa; <sup>2</sup>Universidade Federal de Itajubá

## RESUMO

Foram objetivos desse estudo analisar o total precipitado no quadrimestre chuvoso e definir, com a técnica de regressão linear, equações preditivas para a precipitação no Bioma Caatinga. Para tanto, as variáveis independentes utilizadas foram a temperatura da superfície do mar (TSM) na região de Niño 3.4 no oceano Pacífico Tropical e na região do dipolo de TSM do Atlântico Tropical. Os resultados mostraram que a precipitação na maior parte da Caatinga é melhor prevista com base na TSM do Atlântico, enquanto que o setor norte do nordeste do Brasil é afetado também pela TSM do Pacífico. Em diversas regiões os volumes precipitados ao longo do quadrimestre chuvoso são inferiores a 400 mm, o que resultaria em perdas para diversas culturas anuais, como o milho e arroz. Alternativas para minimizar perdas agrícolas nessas regiões têm grande potencial para melhorar a sustentabilidade dos negócios rurais de pequenos produtores e sua subsistência, como, por exemplo, a indicação do cultivo de culturas que se viabilizam com volumes inferiores de precipitação.

**PALAVRAS-CHAVE:** precipitação; bioma Caatinga; risco agrícola

## RAINY SEASON PRECIPITATION OVER THE CAATINGA BIOME AND THE RELATIONSHIP WITH THE SEA SURFACE TEMPERATURE

### ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the total precipitation in the rainy season and to evaluate, with the linear regression technique, predictive equations for precipitation in the Caatinga Biome. For this, the independent variables used were the sea surface temperature (SST) in the Niño 3.4 region, tropical Pacific Ocean, and in the Tropical Atlantic SST dipole region. The results showed that precipitation in most of the Caatinga is best predicted based on the Atlantic SST, while the northern sector of northeastern Brazil is also affected by the Pacific SST. In several regions the total precipitated during the four rainiest months are less than 400 mm, which would result in losses for several annual crops, such as corn and rice. Alternatives to minimize agricultural losses in these regions have great potential to improve the sustainability of smallholder rural businesses and their livelihoods, such as crop cultivation that is feasible with lower levels of precipitation.

**KEY-WORDS:** rainfall; Caatinga biome; crop risk

### INTRODUÇÃO

O Bioma Caatinga é encontrado principalmente no sertão nordestino e no norte do Estado de Minas Gerais. Sua principal característica climática são os totais pluviométricos baixos relativamente aos demais biomas

brasileiros. A região de Caatinga apresenta variações na climatologia de precipitação, em termos de volume e época mais chuvosa, o que afeta a paisagem natural e as atividades agrícolas nela introduzidas. Por exemplo, no norte da Bahia os meses mais chuvosos ocorrem de janeiro e abril, enquanto entre o oeste de Pernambuco e o Ceará esses ocorrem de fevereiro a maio (Reboita et al., 2016). Entretanto, o clima de um determinado local está sujeito à variabilidade inter-anual através de influências de mecanismos de teleconexão. O padrão de teleconexão mais conhecido é o fenômeno El Niño/La Niña. Quando ocorre um episódio de El Niño/La Niña há o aquecimento/resfriamento anômalo das águas do oceano Pacífico Tropical Leste, altera-se a circulação atmosférica e modificam-se os padrões de variáveis climáticas em regiões remotas do globo como, por exemplo, no litoral norte do nordeste do Brasil, com escassez de precipitação (Reboita e Santos, 2014). Assim, o clima em diversas regiões pode apresentar alta variabilidade interanual e, portanto, a compreensão e previsão dessa variabilidade pode auxiliar na tomada de decisão dos produtores rurais, assim como no delineamento das políticas públicas.

## OBJETIVOS DO TRABALHO

Analisar o total precipitado no quadrimestre chuvoso e as correlações entre a Temperatura da Superfície do Mar (TSM) na região do Niño 3.4 (N3.4) e do Dipolo do Atlântico Tropical (DAT) e a precipitação para a região do Bioma Caatinga.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados dados de precipitação diária sobre o Bioma Caatinga providos por Xavier et al. (2015). Esses dados possuem resolução horizontal de 0,25 graus (~25 km) considerando o período de 1980 a 2015. Consideram-se duas etapas de processamento dos dados originais de precipitação: i) identificação do quadrimestre mais chuvoso e o volume de precipitação, na base climatológica e ii) cálculo das séries temporais (entre 1980 e 2015) do total precipitado (VTP) no quadrimestre mais chuvoso. Posteriormente os valores dos VTP foram relacionados com os valores mensais da temperatura da superfície do mar (TSM) na região do Niño 3.4 (N.3.4), através do *Ocean Niño Index* (ONI, *Climate Prediction Center* - <https://www.cpc.ncep.noaa.gov/>) e de uma medida do dipolo da TSM no oceano Atlântico Tropical (DAT), que expressa a diferença entre a *Monthly Tropical South Atlantic Index* (TSA) e a *Monthly Tropical North Atlantic Index* (TNA). Para tanto, utilizou-se a técnica de regressão linear simples e múltipla. Com isso, foram obtidos os modelos apresentados nas equações 1 a 3:

$$VTP_{ONI} = ca * ONI + cb \quad (\text{Equação 1})$$

$$VTP_{DAT} = ca * (TSA - TNA) + cb \quad (\text{Equação 2})$$

$$VTP_{PATSM} = ca_1 * (TSA - TNA) + ca_2 * ONI + cb \quad (\text{Equação 3})$$

A partir das equações 1 a 3 foram obtidas as séries previstas do VTP. Estes foram avaliados através do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), de acordo com Stevenson (2001).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 mostra espacialmente o mês de início do quadrimestre chuvoso na região do Bioma Caatinga. A quadra chuvosa inicia em novembro entre o norte de Minas Gerais (MG) e Bahia (BA), e, janeiro no interior do sertão nordestino, enquanto só em abril no setor leste do nordeste do Brasil. Esses resultados estão de acordo com Reboita et al. (2010) que utilizaram somente dados de estações meteorológicas de superfície para descrever o ciclo anual da chuva no Nordeste do Brasil. Os totais pluviométricos têm uma grande variação na região. Na média variam de valores inferiores à 300 mm a superiores à 1000 mm (Fig. 1c). Em um terço dos anos aproximadamente 80% da região apresenta precipitação média inferior à 400 mm. Em aproximadamente metade do território os valores médios são inferiores à 300 mm (Fig. 1b). Nos anos mais chuvosos aproximadamente 96% do território apresentam volumes superiores à 400 mm.

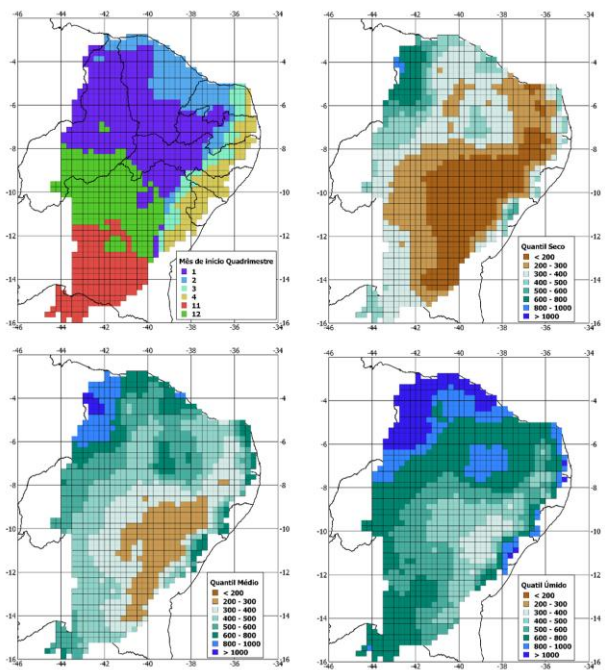


Fig. 1. (a) Mês de início do quadrimestre mais chuvoso e tercís (b) inferior, (c) médio e (d) superior da distribuição de precipitação do quadrimestre mais chuvoso, para os pontos de grade pertencentes ao Bioma Caatinga.

A figura 2 apresenta os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) dos modelos lineares (equações 1 a 3) entre o volume total precipitado no quadrimestre chuvoso e os índices associados a TSM. Os eventos El Niño e La Niña apresentam um  $R^2$  abaixo de 0.40 para praticamente toda a região da Caatinga. O sinal da TSM do N.3.4 é maior no setor norte do bioma.

Com a aplicação das equações lineares (1 a 3), a Figura 2 apresenta os coeficientes de determinação entre as séries temporais anuais previstas do volume total precipitado (VTP) no quadrimestre chuvoso em função as variáveis independentes ONI, TSA-TNA e ONI e TSA-TNA). A Figura 2a mostra que há em geral uma fraca relação entre a variabilidade inter-anual da chuva na região de estudo com a variabilidade da TSM na região de N.3.4, exceto no litoral Norte do Nordeste, como previamente mencionado por Reboita e Santos (2014). O dipolo do Atlântico Tropical (Figura 2b) afeta mais a precipitação na região em estudo do que a TSM da na região de N.3.4, apresentando sinal intenso nas regiões ao norte de 6° S. Usando a equação 3 (Figura 2c), em que se tem um modelo de regressão linear múltipla (duas variáveis independentes), o coeficiente de determinação é similar ao modelo em que só o dipolo do Atlântico é considerado, porém com aumentos nos valores de  $R^2$  obtidos.

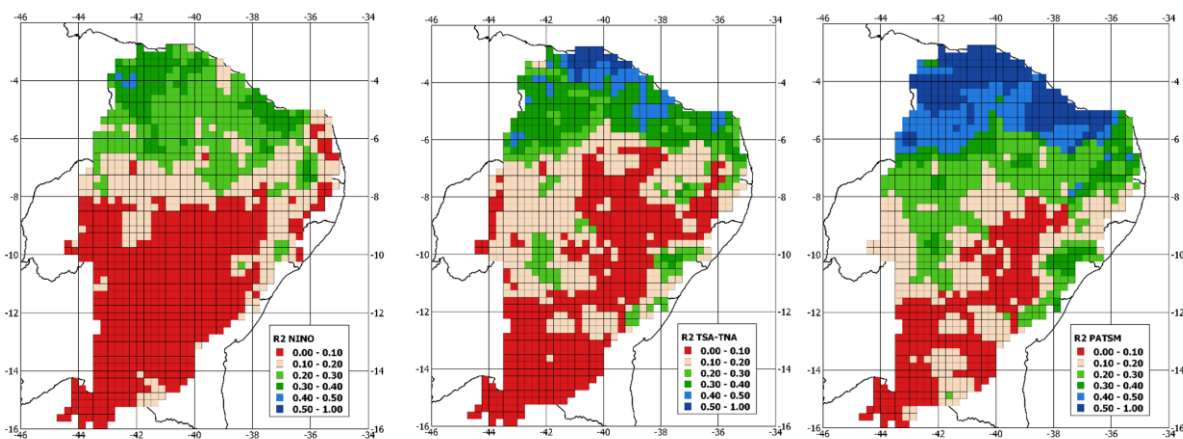


Fig. 2. Coeficiente de determinação dos valores previstos de precipitação anual total no quadrimestre chuvoso com base na TSM na região do: (a) Ninõ 3.4 (ONI), (b) Dipolo do Atlântico Tropical (TSA-TNA) e (c) TSA-TNA e ONI.

A figura 3 mescla duas informações: i) áreas com elevada frequência de ocorrência de volume total precipitado (VTP) no quadrimestre chuvoso superiores ou inferiores a 400 mm e ii) Skill (fração de acertos) da previsão do VTP anual ser superior à 400 mm, utilizando modelo 3. O limiar de 400 mm é uma referência para culturas anuais importantes como, soja e milho. De maneira geral quando o volume precipitado ao longo do ciclo dessas culturas é inferior a esse valor, há perdas significativas de rendimento. As regiões em azul apresentam VTP superior a 400 mm em ao menos 80% dos anos. Já as regiões em cinza apresentam probabilidade do VTP superar 400 mm inferior a 20%. Para as demais regiões, com probabilidade entre 20 e 80%, foi aplicado o modelo 3 para prever os anos em que o VTP supera 400 mm. Os acertos da previsão no ano variam de 50% (fração 0.5), ou seja, o modelo erra em ao menos 50% dos anos, a acertos em mais de 80% dos anos (fração 0.8).

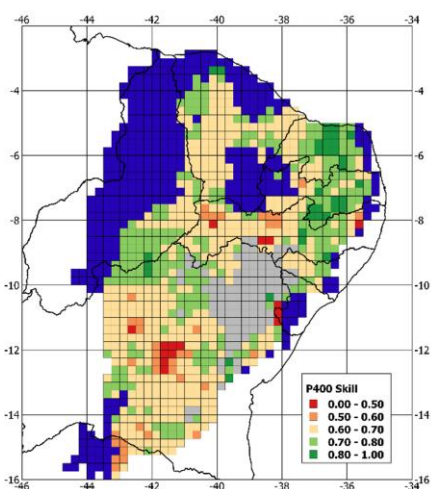


Fig. 3. Áreas onde do volume total precipitado (VTP) no quadrimestre chuvoso excede 400 mm em 80% dos anos (pixel azul), onde o VTP não excede 400 mm em 20% dos anos (pixel cinza) e fração de acertos da previsão dos anos onde VTP excedeu 400 mm.

Diversas regiões apresentam volumes precipitado no quadrimestre chuvoso inferior a 400 mm, o que resultaria em perdas para diversas culturas anuais, como o milho e arroz. Portanto, uma alternativa para minimizar perdas agrícolas é a indicação do cultivo de culturas que se viabilizam com menores volumes pluviométricos. Por exemplo, o feijão caupi é uma cultura de referência para o bioma da Caatinga, exatamente por apresentar características de adaptação ao ambiente quente e pouco chuvoso e produzir satisfatoriamente em condições que culturas como soja, milho ou arroz seriam inviáveis. De acordo com Andrade Junior et al. (2002), as regiões cujas cotas pluviométricas oscilem entre 250 e 500 mm anuais são consideradas aptas para a implantação da cultura (Andrade Junior et al, 2002b). Portanto, por apresentar um ciclo médio bastante reduzido, de 70 a 80 dias, seu cultivo torna-se viável com volumes menores da chuva contida no quadrimestre como um todo. Por outro lado, outras culturas anuais como milho ou arroz, de ciclo mais longo (100 a 120 dias), necessitam de maior oferta hídrica, o que recorrentemente não é viável em diversas regiões do bioma Caatinga.

## CONCLUSÃO / CONCLUSION

Diversas regiões da Caatinga apresentam volume precipitado no quadrimestre chuvoso inferior à 400 mm. Valores abaixo desse limiar em geral resultam na ocorrência de deficiência hídrica significativa, tornando a produção vulnerável nessas situações. Algumas regiões da Caatinga apresentam volumes acima desse limiar em 80% dos anos, sendo potencialmente viável o cultivo de diversas culturas anuais de grãos, como o milho, a soja e o arroz. Por outro lado, em regiões nas quais mais de 80% dos anos apresentam o total precipitado no quadrimestre chuvoso inferior à 400 mm, devem ser priorizadas a produção de outras culturas com menores exigências hídricas, como o feijão caupi. Nas demais regiões as frequências de ocorrência de

volume precipitado inferiores à 400 mm estão entre 20 e 80%. Para essas regiões a aplicação de previsões sazonais poderiam reduzir os riscos de perdas, indicando o cultivo de diferentes culturas em função do provável volume. Entretanto, a relação entre a TSM dos oceanos Pacífico e Atlântico é variável e é provável que as as previsões sazonais apresentem acurácia diferenciada na região. Portanto, sugere-se um estudo detalhado para avaliação das previsões e sua aplicação no suporte aos produtores rurais e ao Governo Federal.

#### **APOIO / ACKNOWLEDGMENT**

Os autores agradecem à Embrapa pelo suporte financeiro ao desenvolvimento da pesquisa.

#### **REFERÊNCIAS / REFERENCES**

ANDRADE JÚNIOR, A.S.; SANTOS, A.A.; SOBRINHO, C.A. et al. Cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), Sistemas de Produção: 2. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2002b. 108 p.

Reboita, M. S., M. A. Gan, R. P. da Rocha, T. Ambrizzi. Regimes de Precipitação na América do Sul: Uma Revisão Bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 25, p. 185-204, 2010.

REBOITA. M.S., SANTOS, IA. (2014) Influência de alguns padrões de teleconexão na precipitação no norte e nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.15, p. 28-48, 2014.