

ZONEAMENTO DA CULTURA DO AMENDOIM NO CEARÁ SOB CENÁRIOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS

IGOR OLIVEIRA DA SILVA¹, JOAQUIM BRANCO DE OLIVEIRA², PEDRO FELIPE SOARES LIMA³, MARIA FERNANDA DA SILVA VIEIRA⁴, ANDERSON CÂNDIDO VIEIRA⁵

¹ Engenheiro Agrícola, IFCE- Campus Iguatu, Rodovia Iguatu / Várzea Alegre km 05, s/n, Cajazeiras, 63500-000, Iguatu, Ceará, Brasil, Orcid: 0009-0000-1181-215X, E-mail: igoroliveiras2203@gmail.com

² Professor Doutor, IFCE- Campus Crato, CE-292, km 15 / Gisélia Pinheiro / CEP: 63115-500, Crato, Ceará, Brasil, Orcid: 0000-0002-2348-6643, E-mail: joaquimbranco@ifce.edu.br

³ Engenheiro Agrícola, IFCE- Campus Iguatu, Rodovia Iguatu / Várzea Alegre km 05, s/n, Cajazeiras, 63500-000, Iguatu, Ceará, Brasil, Orcid: 0009-0009-9335-2569, E-mail: pedrocary123@gmail.com

⁴ Graduando em Engenharia Agrícola, IFCE- Campus Iguatu, Rodovia Iguatu / Várzea Alegre km 05, s/n, Cajazeiras, 63500-000, Iguatu, Ceará, Brasil, Orcid: 0009-0003-2112-9604, E-mail: mffernandasv16@gmail.com

⁵ Graduando em Engenharia Agrícola, IFCE- Campus Iguatu, Rodovia Iguatu / Várzea Alegre km 05, s/n, Cajazeiras, 63500-000, Iguatu, Ceará, Brasil, Orcid: 0009-0002-7594-7365, E-mail: candidovieiraanderson@gmail.com

RESUMO: O amendoim tem seu centro de origem na América do Sul, com o gênero possuindo cerca de 80 espécies descritas e se trata de uma cultura que já era cultivada pelas populações indígenas muito antes da chegada dos europeus no final do século 15. Objetivou-se nesse trabalho, realizar o zoneamento da cultura do amendoim em dois cenários de mudanças climáticas, sendo um mais otimista e outro pessimista em períodos limites até 2040, 2070 e 2100. Foram implantados pontos pluviométricos em todo o estado para a obtenção dos dados necessários para realização do estudo, juntamente com a construção de mapas de zoneamentos com diferentes cenários de temperatura e de chuva. Conclui-se que os cenários "B1 2070" e "A2 2070" podem ser considerados ideais para a produção da cultura do amendoim para o estado do Ceará, e as faixas de restrição presentes nesses cenários poderiam ser resolvidos com irrigação. Já os cenários extremos, "B1 2100" e "A2 2100", possuem restrições em quase todo o estado, e com isso, necessitaria de altos investimentos em irrigação para seu cultivo.

Palavras-chaves: Arachis hypogaea, Evapotranspiração, Temperatura.

PEANUT CROP ZONING IN CEARÁ UNDER CLIMATE CHANGE SCENARIOS

ABSTRACT: Peanuts originate in South America and include approximately 80 described species within the genus. This crop was cultivated by indigenous populations long before the arrival of Europeans in the late 15th century. The objective of this study was to characterize peanut crops under two climate change scenarios, one more optimistic and the other pessimistic, with timeframes extending to 2040, 2070, and 2100. Rain gauges were installed throughout the state to obtain the necessary data for the study, along with the construction of zoning maps with different temperature and rainfall scenarios. The conclusion is that scenarios "B1 2070" and "A2 2070" are considered ideal for peanut production in the state of Ceará, and the constraints present in these scenarios could be resolved with irrigation. The extreme scenarios "B1 2100" and "A2 2100" have restrictions across almost the entire state and therefore would require high investments in irrigation for cultivation.

Keywords: Arachis hypogaea, Evapotranspiration, Temperature.

1 INTRODUÇÃO

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma planta pertencente à família Fabaceae, dicotiledônea, herbácea e anual, considerada a mais importante entre as espécies cultivadas. No Brasil, os tipos botânicos de maior relevância comercial são Valência e Virgínia, enquanto o grupo Spanish apresenta menor expressão econômica (Peixoto et al., 2008). Devido à sua importância agrícola, a determinação de áreas aptas ao seu cultivo por meio de zoneamento torna-se estratégica para reduzir riscos e orientar práticas de manejo.

De acordo com Zhao e Yang (2018), o zoneamento agrícola constitui um importante subsídio às atividades que dependem direta ou indiretamente do meio ambiente, pois possibilita o conhecimento de áreas com potencial agrícola para o estabelecimento de culturas, minimizando riscos causados por adversidades. As técnicas desenvolvidas para a elaboração de zoneamentos agroclimáticos são utilizadas para a organização espacial do processo de produção agrícola na dinâmica da paisagem geomorfológica nos ecossistemas naturais (Li; Ren, 2019).

Na implantação das ações antrópicas, as possíveis consequências sob domínio de um sistema de produção vegetal podem ser observadas, e o sistema de zoneamento pode auxiliar na tomada de decisão de políticas públicas agrícolas na superfície territorial nacional (Liu et al., 2020).

O mapeamento edafoclimático de uma região permite a identificação das condições mais favoráveis à implantação de culturas, considerando a necessidade de atendimento integral às exigências climáticas durante todo o ciclo produtivo (Pereira et al., 2002). Entre os fatores limitantes desse processo, destacam-se

aqueles que impossibilitam o armazenamento de água no solo, os quais resultam em déficit hídrico recorrente nas atividades agrícolas (Silva & Beltrão, 2000). Dessa forma, o conhecimento das condições ambientais regionais constitui requisito essencial para o zoneamento agrícola, possibilitando a identificação dos locais mais adequados ao desenvolvimento das culturas.

Nesse contexto, para Monteiro (2009) e Assad (2009), o zoneamento determina a aptidão ou risco agrícola das regiões de um país, estado ou município, permitindo o desenvolvimento de melhores políticas agrícolas, acesso a financiamento e aumento da produção. Assim, torna-se possível definir em cada região a aptidão para o cultivo de determinada espécie de interesse agrícola, considerando as exigências agroclimáticas e edáficas, bem como aspectos micro e macroeconômicos.

Desse modo, objetivou-se nesse trabalho, realizar o zoneamento da cultura do amendoim em dois cenários de mudanças climáticas, sendo um mais otimista e outro pessimista em períodos limites até 2040, 2070 e 2100.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido para o Estado do Ceará, localizado no nordeste brasileiro entre as latitudes 2,5° e 8° sul e longitudes 37° e 42° oeste. De acordo com a classificação climática de Koppen a área de estudo apresenta dois climas: BSh e Aw com predominância do clima BSh (semiárido) em 80% da área. A estimativa da temperatura do ar foi realizada conforme a equação 1 sugerida por Oliveira, Arraes e Viana (2013):

$$T_i = A_0 + A_1 \cdot h + A_2 \cdot h^2 + A_3 \cdot \lambda + A_4 \cdot \lambda^2 + A_5 \cdot \varphi + A_6 \cdot \varphi^2 + A_7 \cdot h \cdot \varphi + A_8 \cdot h \cdot \lambda + A_9 \cdot \varphi \cdot \lambda \quad (1)$$

Em que: T_i - temperaturas normais médias mensais ($i = 1, 2, \dots, 12$); e anual ($i=13$) estimadas (oC); λ - longitude da estação (INMET) em graus e décimos (valores negativos); φ - latitude da estação em graus e décimos (valores negativos); h - modelo digital

de elevação; A_n - coeficientes da equação de regressão.

Os valores de chuva, utilizados no balanço hídrico foram obtidos das séries históricas da Agência nacional das Águas, da Superintendência de Desenvolvimento do

Nordeste e da Fundação Cearense de Meteorologia. Foram realizados cálculos de balanço hídrico com os valores de temperatura e chuva, perturbados de acordo com os cenários

a serem avaliados (Tabela 1) para o Ceará e Estados vizinhos utilizados como condição de contorno.

Tabela 1. Cenários de chuva e temperatura avaliados para o estado do Ceará.

CENÁRIOS	PERÍODO	TEMPERATURA	CHUVA
Normais	1961-1990	Normais	Normais
B1 2040	Até 2040	+0,5 °C	-10%
B1 2070	2041 - 2070	+1,5 °C	-25%
B1 2100	2071 - 2100	+3,5 °C	-40%
A2 2040	Até 2040	+1,0 °C	-25%
A2 2070	2041 - 2070	+2,5 °C	-35%
A2 2100	2070 - 2100	+4,5 °C	-50%

Fonte: PBMC (2013)

Foram geradas espacializações de temperatura do ar e da deficiência hídrica as

quais foram cruzados e classificados conforme critérios de zoneamento para cultura (Tabela 2).

Tabela 2. Classes de aptidão para cultura do amendoim.

Aptidão	Temperatura	Deficiência hídrica
Apta	$25 < Tm < 30$	$0 < DEF < 150$
Restrita	$18 < Tm < 25$ e $30 < Tm < 33$	$DEF > 150$
Inapta	$Tm < 18$ e $Tm > 33$	$DEF = 0$

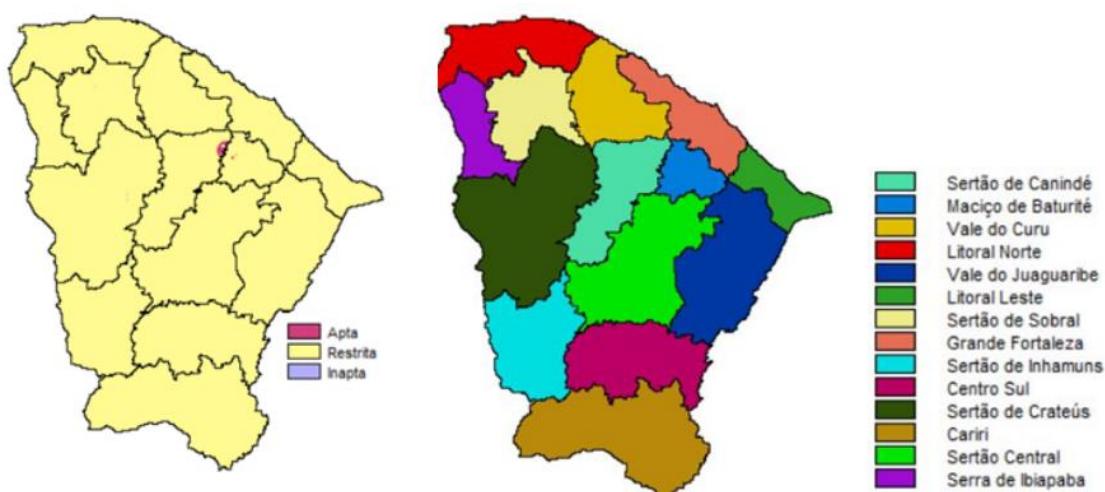
Fonte: Brasil (2011)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estado do Ceará é dividido em 13 sub-regiões, onde existem variações de temperatura e de pluviometria, no cenário atual, a cultura do

amendoim está restrita em todo o estado do Ceará, conforme a Figura 1.

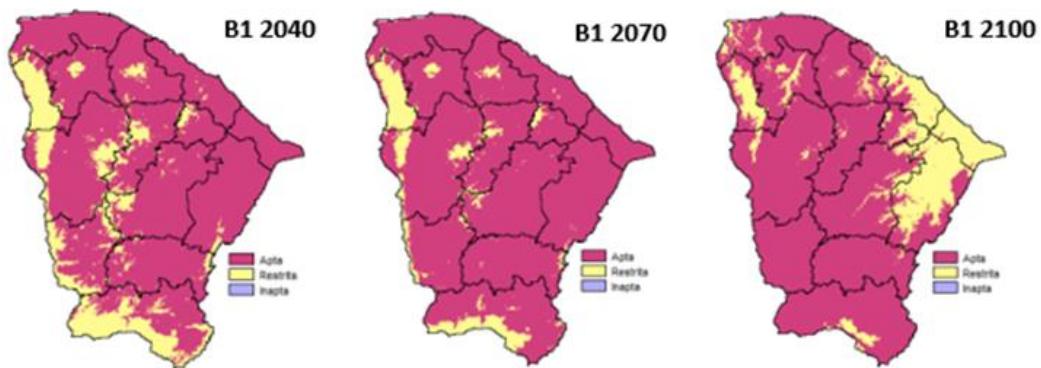
Figura 1. Cenário padrão para a cultura do amendoim e as sub-regiões do estado do Ceará.



Com base na Figura 2, O cenário “B1” é considerado o mais otimista diante as mudanças climáticas estimadas, pois, quando comparado ao cenário “A2”, sofre menos influência climática. Para a cultura do amendoim, o cenário “B1 2070” torna 90% do estado apto para sua produção, tendo restrições apenas em uma mínima parcela na Serra de Ibiapaba, sertão de Crateús e Cariri, há também faixas irrigatórias em pequenas partes do estado. Já nos cenários “B1 2040” e “B1 2100”, as faixas de

restrição se estendem em porções maiores, no cenário “B1 2040”, as parcelas de restrição são um pouco superiores quando comparado ao “B1 2070”. Já no cenário “B1 2100” a parcela de restrição se estende em porções maiores em outro lado do estado, como a região do Vale do Jaguaribe, litoral leste e parte da grande Fortaleza. O cenário “B1 2070” diante das mudanças climáticas, é o mais apto para a cultura do amendoim.

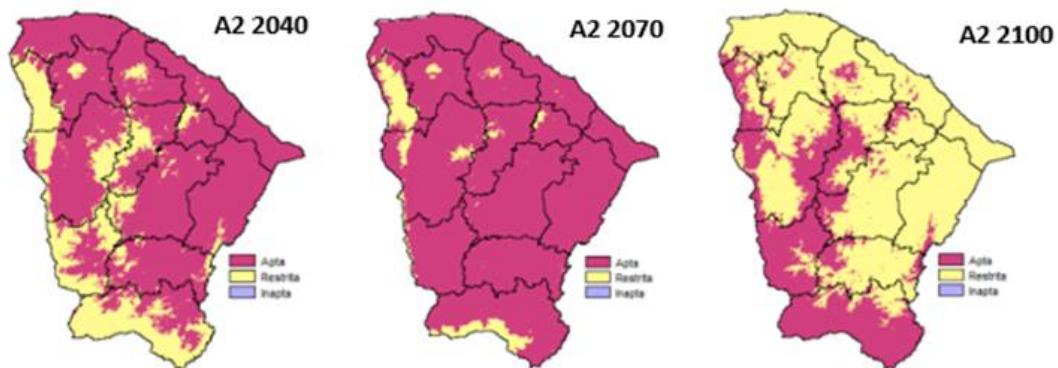
Figura 2. Aptidão climática do amendoim no Ceará para o cenário B1 2040, B1 2700 e B1 2100.



O cenário “A2 2040” possui parcelas similares ao cenário “B1 2040”, porém, com parcelas um pouco maiores quanto a restrição. De modo similar, o cenário “A2 2070” se apresenta como o mais apto diante as mudanças

climáticas, assim como o cenário “B2 2070”. O cenário “A2 2100” se apresenta com 70% de restrição, pois, as mudanças climáticas para esse cenário, se tornam bruscas para essa cultura, como mostra a figura 3.

Figura 3. Aptidão climática do amendoim no Ceará para o cenário A2 2040, A2 2700 e A2 2100 quanto a restrição.



Resultados similares foram obtidos por Cecílio *et al.* (2003), ao constatarem que, quanto ao cultivo do amendoim, percebe-se a presença de uma grande área restrita por insuficiência hídrica ao norte, e uma pequena área restrita por insuficiência térmica ao sul. E que não se percebe a existência de áreas inaptas ao cultivo deste produto, justamente por ser o amendoim extremamente tolerante ao déficit hídrico, mas extremamente intolerante ao excesso.

O acréscimo na temperatura do ar atua de forma direta no aumento da evapotranspiração provocando maior deficiência hídrica, de modo a diminuir os intervalos de menor risco climático nas regiões produtoras, restringindo ainda mais as áreas favoráveis à inserção da cultura no Estado (Campos; Silva; Silva, 2009). Toda essa elevação de temperatura e diminuição de chuvas vem a ser totalmente prejudicial, pois, torna a cultura inapta em quase todo território.

(Silva *et al.*, 2019) avaliando o efeito espacial na produção do milho no sertão sergipano, verificou que efeito do Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC), como variável de política agrícola que atua como proxy para tecnologia, mostrou um efeito relevante sobre a produtividade do milho.

4 CONCLUSÕES

Conclui-se que os cenários B1 2070 e A2 2070 podem ser considerados ideais para a produção da cultura do amendoim para o estado do Ceará, e as faixas de restrição presentes nesses cenários poderiam ser resolvidos com irrigação. Já os cenários extremos, “B1 2100 e A2 2100”, possuem restrições em quase todo o estado, e com isso, necessitaria de altos investimentos em irrigação para seu cultivo.

Os cenários B1 e A2 para 2070 podem ser mais favoráveis para a cultura do amendoim do que os mesmos cenários em 2040, mesmo com temperaturas mais altas e menor precipitação, porque essas condições podem coincidir mais com as exigências climáticas ideais do amendoim. A cultura do amendoim é tolerante ao calor e adapta-se bem a climas mais secos, desde que tenha disponibilidade hídrica

suficiente em fases críticas, como floração e enchimento de vagens. Assim, as condições climáticas de 2070 podem oferecer um equilíbrio mais próximo do ideal para o cultivo, mesmo em um cenário de alterações climáticas.

5 REFERÊNCIAS

ASSAD, E. D. Metodologias para zoneamento de riscos climáticos no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11, Reunião Latino-Americana de Agrometeorologia, 2, 1999, Florianópolis. *Anais* [...] Florianópolis: SBA, 1999. p.79-85.

CECÍLIO, R. V.; MELO JÚNIOR, J. C. F.; PEZZOPANE, J. E. M.; XAVIER, A. C. Zoneamento agroclimático associado ao potencial de cultivos das culturas do café, cana-de-açúcar e amendoim nas sub-bacias do alto e médio São Francisco em Minas Gerais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11., 2003, Belo Horizonte. *Anais* [...] Belo Horizonte: SBSR, 2003. p. 2003.

CAMPOS, J. H. B. C.; SILVA, M. T.; SILVA, V. P. R. Impacto do aquecimento global no cultivo do feijão-caupi, no Estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 14, n. 4, p. 396-404, 2010.

SILVA, M. B.; BELTRÃO, N. E. M. Níveis populacionais e configurações de semeadura na cultura do amendoim, em regime de sequeiro na mesorregião do agreste da Borborema do Estado da Paraíba. *Revista de Oleaginosas e Fibrosas*, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 23-34, 2000.

SILVA, D. S.; MOURA, F. R.; SILVA, M. A. S.; SILVA, A. A. G. Avaliação do efeito espacial na produção do milho no sertão sergipano. *Brazilian Journal of Development*, São José dos Pinhais, v. 5, n. 10, p. 20677-20701, 2019.

LI, P.; REN, L. Evaluating the effects of limited irrigation on crop water productivity and reducing deep groundwater exploitation in the North China Plain using an agro-hydrological model: I. Parameter sensitivity analysis, calibration and model validation. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v. 574, p. 497-516, 2019.

LIU, Y.; LIU, L.; ZHU, A.; LAO, C.; HU, G.; HU, Y. Scenario farmland protection zoning based on production potential: A case study in China. **Land Use Policy**, Amsterdam, v. 95, article 104581, 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Zoneamento agrícola de risco climático**. Brasília, DF: MAPA, 2011.

MONTEIRO, J. E. Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola. Brasília, DF: INMET, 2009. 530 p.

OLIVEIRA, J. B.; ARRAES, F. D. D.; VIANA, P. C. Methodology for the spatialisation of a reference evapotranspiration from SRTM data. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 3, p. 445-454, 2013.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: **Agropecuária**, 2002.

PEIXOTO, C. P.; GONÇALVES, J. A.; PEIXOTO, M. F. S. P.; CARMO, D. O. Características agronômicas e produtividade de amendoim em diferentes espaçamentos e épocas semeadura no Recôncavo Baiano. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 3, p. 563-568, 2008.

PBMC. **Sumário executivo: Base Científica das Mudanças Climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho 1 ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas.** Brasília, DF: PBMC:UFRJ, 2013.

ZHAO, J.; YANG, X. Distribution of high-yield and high-yield-stability zones for maize yield potential in the main growing regions in China. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 248, p. 511-517, 2018.