

APLICAÇÃO DE MODELO AGROMETEOROLÓGICO PARA PREVISÃO DE SAFRA AGRÍCOLA EM 4 MUNICÍPIOS DO CEARÁ

Wandercleyson da Silva¹, George Sampaio Martins², Joilson Silva Lima³

Luis Gonzaga Pinheiro Neto⁴

RESUMO: No Nordeste brasileiro existem mais de dois milhões de estabelecimentos agropecuários de agricultura familiar ocupando aproximadamente 28 milhões de hectares. A agricultura dependente de chuvas ou de sequeiro, comum no sertão nordestino, ainda é bastante praticada pelo homem do campo. Essa atividade está sujeita a riscos de perdas de safra devido à variabilidade, tanto temporal como espacial da precipitação pluviométrica. Diante desses aspectos, é necessário, que seja feito um acompanhamento e monitoramento de quebra de safra com quantificação em tempo real. Propõe-se na pesquisa, ajustar e validar um modelo agrometeorológico com integração de dados de precipitação, das culturas agrícolas exploradas e dos solos do Ceará, como ferramenta para previsão de safra agrícola, auxiliando os agricultores familiares em suas atividades e inclusive os programas sociais de crédito agrícola. De um modo geral houve boa correlação entre a produção dos dados observados e os dados estimados usando o modelo do programa CROPWAT 8.0. No entanto, há necessidade de mais dados de produção, pra se fazer um ajuste melhor do coeficiente de concordância, e do Coeficiente de Willmott de modo que o modelo possa ser usado na previsão de safras na região.

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura familiar, Semiárido, modelagem, milho.

CALIBRATION AND VALIDATION OF AGROMETEOROLOGICAL MODEL FOR FORECASTING OF AGRICULTURAL CROP IN CEARÁ MACROREGIONS

ABSTRACT: In the Northeast of Brazil there are more than two million family-owned agricultural establishments occupying approximately 28 million hectares. Rainfall or rainfed

¹ Estudante do Curso de Tecnologia em Irrigação e Drenagem do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará/Campus Sobral, CEP 62020380, Sobral, CE. Fone (88) 994099570. wandercleyson1@gmail.com,

² Dr. em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Prof. do IFCE/Campus Sobral, georgesampaio@ifce.edu.br,

³ Dr. em Fitotecnia, Engenheiro Agrônomo do IFCE/Campus Sobral, joilsonagro@gmail.com,

⁴ Dr. em Fitotecnia, Prof. do IFCE/Campus Sobral, luis.neto@ifce.edu.br.

agriculture, common in the northeastern backlands, is still widely practiced by rural men. This activity is subject to risks of crop losses due to both temporal and spatial variability of rainfall. Given these aspects, it is necessary to follow up and monitor crop failure with real time quantification. It is proposed in the research to adjust and validate an agrometeorological model with integration of rainfall data, harvested agricultural crops and soils of Ceará, as a tool for agricultural harvest forecasting, assisting family farmers in their activities and including social programs of agricultural credit.

KEYWORDS: Family Farming, Semiarid, Modeling, Corn.

INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro é constituído por 1.135 municípios pertencentes a oito estados do Nordeste (Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia) e ao norte de Minas Gerais, abrangendo uma área de 980.133,079 km².

A agricultura dependente de chuvas ou de sequeiro, comum no sertão nordestino, ainda é bastante praticada pelo homem do campo, muitas vezes como agricultura de subsistência.

É necessário, que seja feito um acompanhamento e monitoramento para que esses valores sejam quantificados durante e no final da quadra chuvosa. Atualmente, existem alguns órgãos que realizam esse trabalho, onde podemos destacar a EMATER (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural) e o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Essas metodologias, apesar de contabilizarem dados de produção medidos, podem estar sujeitas a imprecisões. Hoje, o Brasil carece de uma metodologia que possa anteceder de forma exata as produtividades a serem obtidas para uma determinada região. Dados agrometeorológicos de alta qualidade já são fornecidos atualmente por diversos órgãos e instituições com dados pluviométricos e de umidade do solo, distribuídas em municípios representativos da agricultura familiar nas diversas microrregiões dos estados dentro do semiárido. Neste sentido, os modelos de cultura devem ser vistos como uma importante ferramenta para planejamento e redução de riscos na produção agrícola, assegurando uma produção de alimentos necessária para a sustentabilidade do planeta. No entanto, mesmo com inúmeras aplicações e vantagens no uso para planejamento e monitoramento agrícola ainda são pouco utilizados. O objetivo desse trabalho é ajustar e validar um modelo agrometeorológico utilizando dados climáticos, de solo e das culturas como ferramenta para previsão de safra agrícola, onde os produtores e governos possam ter uma avaliação antecipada da produtividade agrícola e também quebra de safra,

subsidiando ações de mitigação inclusive auxiliando os programas sociais como PRONAF (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar) e Seguro Safra.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta de dados

Foram coletados dados de precipitação diária (mm) da estação chuvosa de quatro municípios referências representantes de áreas tradicionais de produção agrícola: Sobral, Groaíras, Independência e Novo Oriente.

Os dados de precipitação são fornecidos a partir do monitoramento diário da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME). Outros dados climáticos necessários foram as normais climatológicas mensais de umidade relativa do ar (%), temperatura máxima e mínima (°C), insolação (h) e velocidade do vento (m/s) disponíveis do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) nos quatro municípios referência. O período de dados climáticos é proporcional ao de produção agrícola de sequeiro disponível, no caso, 9 anos, entre os anos de 2008 e 2017.

Solos.

Os dados de solos dos municípios foram obtidos a partir da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos e do Levantamento Exploratório reconhecimento dos solos do estado do Ceará.

Os dados de produção agrícola reais dos municípios para ajuste do modelo são disponibilizados pela EMATERCE e CONAB para o período compreendido entre os anos e 2008 a 2017.

Modelo Agrometeorológico

O modelo de quebra de safra testado será o proposto originalmente por Doorenbos e Kassam (1979). Baseia-se no balanço hídrico da cultura e a equação original é descrita abaixo:

$$Pr/Pp = (1 - Ky) \cdot (1 - ETr / (Eto \cdot kc)) \quad (1)$$

Na Equação 1, Pr é a produtividade estimada; Pp é a produtividade potencial; ETr é a evapotranspiração real da cultura; ETo é a evapotranspiração de referência; kc é o coeficiente de cultura para cada fase fenológica; e Ky é o coeficiente de sensibilidade da cultura à deficiência hídrica, também variável com a fase fenológica da cultura. Para o processamento

dos dados será utilizado o software CROPWAT v. 8.0 da FAO (Food and Agriculture Organization), na versão sequeiro.

Desempenho da modelagem utilizando o Software Microsoft Office Excel

A análise entre os dados estimados pelo modelo (Produção estimada) e os dados observados (Produção observada) será feita considerando-se alguns dos coeficientes mais utilizados na literatura em análise de estimativas de produtividade agrícola.

1) Coeficiente de correlação de Pearson (r):

É um indicador estatístico de precisão que indica o grau de dispersão dos dados estimados em relação à média, representado pela equação 2:

$$r = \frac{N \sum xy - (\sum y) \cdot (\sum x)}{\sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2} \cdot \sqrt{N \sum y^2 - (\sum y)^2}} \quad (2)$$

Sendo que X representa a variável observada, Y a variável estimada e de observações. Este coeficiente é uma ferramenta da estatística descritiva utilizada para análise de correlação de dados paramétricos.

2) Coeficiente de Willmott (1981): Mede a dispersão dos dados em relação a uma reta 1:1, ou seja, a exatidão dos valores estimados em relação aos observados na equação 3:

$$d = 1 - \left(\sum_{i=1}^n (p_i - o_i)^2 / \sum_{i=1}^n (|p_i - d| + |o_i - d|)^2 \right) \quad (3)$$

3) O índice “c” é calculado reunindo os índices de correlação “r” e Willmott “d”, por: $c = r \cdot d$ cuja interpretação é mostrada na Tabela 1

Tabela 1. Critério de interpretação do desempenho pelo Índice ‘c’.

| Valor de “c” | Desempenho |
|--------------|------------|
| >0,85 | Ótimo |
| 0,76 a 0,85 | Muito bom |
| 0,66 a 0,75 | Bom |
| 0,61 a 0,65 | Mediano |
| 0,51 a 0,60 | Sofrível |
| 0,41 a 0,50 | Mau |
| <0,40 | Péssimo |

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas tabelas 2, 3, 4, e 5, são apresentados os valores da produção observada e estimada bem como os coeficientes de determinação e desempenho. Observa-se que houve uma alta correlação em produtividade estimada e produtividade observada. O Coeficiente de Willmott apresentou valores na faixa de 0,71 e 0,61 medianos nas cidades de Sobral como mostrado na tabela 2 e Groaíras tabela 3. Já na tabela 4 e 5, temos valores altos nas respectivas cidades, Independência e Novo Oriente, cujos valores são: 0,85 Independência e 0,77 Novo Oriente. Nota-se que os valores do índice “c” nas cidades de Independência e Novo Oriente, estão entre bom e sofrível. Entretanto nas cidades de Sobral e Groaíras o coeficiente de concordância não dará bons resultados sendo classificado como sofrível, o que sugere mais dados na análise, ou seja, mais dados de produção observada e estimada.

Tabela 2. Análise produção observada (Po), produtividade estimada (Pe) coeficientes de determinação (R2), desempenho (d) e o índice (c). Sobral – CE

| Ano | Po | Pe | R2 | d | c |
|------|-----|--------|------|------|------|
| 2008 | 952 | 980 | 0,59 | 0,71 | 0,54 |
| 2009 | 448 | 980 | | | |
| 2010 | 168 | 500,78 | | | |
| 2011 | 980 | 980 | | | |
| 2012 | 98 | 427,28 | | | |
| 2013 | 196 | 360,64 | | | |
| 2014 | 637 | 638,96 | | | |
| 2015 | 294 | 763,42 | | | |
| 2016 | 504 | 980 | | | |
| 2017 | 714 | 980 | | | |

Tabela 3. Análise produção observada (Po), produtividade estimada (Pe) coeficientes de determinação (R2), desempenho (d) e o índice (c). Groaíras – CE

| Ano | Po Kg/ha | Pe Kg/ha | R2 | d | c |
|------------|---------------------|---------------------|-----------|----------|----------|
| 2008 | 0 | 0 | 0,61 | 0,61 | 0,47 |
| 2009 | 700 | 1400 | | | |
| 2010 | 140 | 0 | | | |
| 2011 | 1400 | 1376,2 | | | |
| 2012 | 140 | 257,6 | | | |
| 2013 | 210 | 4,19 | | | |
| 2014 | 1120 | 1122,8 | | | |
| 2015 | 441 | 1339,8 | | | |
| 2016 | 819 | 1400 | | | |
| 2017 | 1050 | 1400 | | | |

Tabela 4. Análise produção observada (Po), produtividade estimada (Pe) coeficientes de determinação (R2), desempenho (d) e o índice (c). Independência - Ce

| Ano | Po Kg/ha | pe | R2 | d | c |
|------------|---------------------|-----------|-----------|----------|----------|
| 2008 | 1680 | 1666,3 | 0,59 | 0,85 | 0,66 |
| 2009 | 1050 | 1852,5 | | | |
| 2010 | 247 | 72,19 | | | |
| 2011 | 1900 | 1647,3 | | | |
| 2012 | 30 | 0 | | | |
| 2013 | 95 | 0 | | | |
| 2014 | 420 | 682,1 | | | |
| 2015 | 45 | 1235 | | | |
| 2016 | 300 | 760 | | | |
| 2017 | 330 | 915,8 | | | |

Tabela 5. Análise produção observada (Po), produtividade estimada (Pe) coeficientes de determinação (R2), desempenho (d) e o índice (c) Novo Oriente – CE

| Ano | Po Kg/há | Pe Kg/ha | R2 | d | C |
|------------|---------------------|---------------------|-----------|----------|----------|
| 2008 | 910 | 1605,6 | 0,44 | 0,77 | 0,51 |
| 2009 | 560 | 1764 | | | |
| 2010 | 0 | 297 | | | |
| 2011 | 1800 | 1236,6 | | | |
| 2012 | 0 | 597,6 | | | |
| 2013 | 30 | 0 | | | |
| 2014 | 1365 | 1477,8 | | | |
| 2015 | 336 | 1422 | | | |
| 2016 | 336 | 810 | | | |
| 2017 | 1344 | 1704,6 | | | |

CONCLUSÕES

De um modo geral houve uma boa correlação entre a produção dos dados observados e os dados estimados usando o modelo do programa CROPWAT 8.0. No entanto, ha necessidade de mais dados de produção, pra se fazer um ajuste melhor do coeficiente de concordância, e do Coeficiente de Willmott de modo que o modelo possa usado na previsão de safras na região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; ZULLO JR, J.; MARIN, F. R. Mudanças Climáticas e Agricultura: Uma Abordagem Agroclimatológica. Ciência & Ambiente, Campinas. v. 34, p. 169-182, maio, 2007.
- BAMBINI, M. D. Inovação tecnológica e organizacional em agrometeorologia: estudo da dinâmica da rede mobilizada pelo sistema Agritempo. MSc Universidade Estadual de Campinas - Unicamp. 217 p. 2011.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Censo Agropecuário 2006 - Agricultura Familiar - IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro, 2006.

CAMPOS, J. H. B. C. Impactos das alterações climáticas sobre a área de cultivo e produtividade de milho e feijão no Nordeste do Brasil usando modelagem agrometeorológica. 2010. 85 f. Tese. (Doutorado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2010.

CASTRO, C.N. 2012. A agricultura no Nordeste Brasileiro: Oportunidades e limitações ao desenvolvimento. Brasília: Ipea, 43pg.

CEMADEN. Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais – Aplicação da informação agrometeorológica no planejamento e tomada de decisão na agricultura familiar do semiárido brasileiro. Brasília, 2014.

COELHO, J.D. 2010. Agricultura Familiar no Nordeste. Informe Rural ETENE, Ano 4, Nº 5.

ELY, D. F.; ALMEIDA, I. R. de; SANT'ANNA NETO, J. L. Implicações políticas e econômicas, variabilidade climática e o rendimento da cultura do milho no estado do Paraná. Revista do Departamento de Geociências, Londrina: UEL. Londrina, v. 12, n. 1, p. 14, jan./jun. 2003.

Funceme, Governo do Estado do Ceará. Disponível em: <<https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/nutricao/referencias-bibliograficas-tiradas-na-internet-como-colocar-no-trabalho/48764>>. Acesso em 01 de abril de 2013.

LIRA, J. S, de. Resiliência da Agricultura Familiar no Nordeste Brasileiro / Jaqueline Saraiva de Lira. –2016. 82 f. : il. color. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias Programa de Pós-Graduação em Economia Rural. Fortaleza, 2016. Orientação: Prof. Dr. José de Jesus Sousa Lemos

MARENGO, J.A.; BERNASCONI, M. Regional differences in aridity/ drought conditions over Northeast Brazil: Present state and future projections. Climatic Change, v.129, p.103– 115. 2015.

MARTINS, M.A. Estimativa de produtividade das culturas de milho e sorgo a partir de modelos agrometeorológicos em algumas localidades da região Nordeste do Brasil. 2012. Dissertação (Mestrado em Meteorologia), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais- INPE, São José dos Campos, 2012.

PORFÍRIO, A.C.S e da SILVA, S.M. 2013. Agricultura familiar no Nordeste Brasileiro. Necessidades e estudos. XII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão. JPEX. Recife, 9-13 de dezembro de 2013.

UNGER, R. M. O desenvolvimento do Nordeste como projeto nacional. Secretaria de Assuntos Estratégicos - Presidência da República. Brasília, 2009. Disponível em: <http://www.robertounger.com/portuguese/pdfs/04_Projeto_Nordeste1.pdf>. Acesso em: fev.2017.