

ESTIMATIVA DA PRECIPITAÇÃO ANUAL MÉDIA E AVALIAÇÃO DE SUA INFLUÊNCIA NA PRODUÇÃO DE MILHO NO POLO PRODUTIVO DE SERGIPE

Marcus Aurélio Soares Cruz¹, Julio Roberto Araujo de Amorim², Lauro Rodrigues Nogueira Junior³,
Márcia Helena Galina⁴,

¹Eng° Civil, Pesquisador, Embrapa, Aracaju-SE, marcus.cruz@embrapa.br

²Eng° Agrônomo, Pesquisador, Embrapa, Aracaju-SE, julio.amorim@embrapa.br

³Eng° Agrônomo, Pesquisador, Embrapa, Aracaju-SE, lauro.nogueira@embrapa.br

⁴Tecnologia Informática/Geógrafa, Pesquisadora, Embrapa, Aracaju-SE, márcia.galina@embrapa.br

RESUMO: O Polo de Produção de Milho no Estado de Sergipe vem apresentando desde 2008 um aumento significativo de produção e produtividade, principalmente devido ao alto nível tecnológico adotado com a introdução de insumos agrícolas e práticas de preparo do solo modernas no sistema produtivo da região. A produção do milho nos municípios sergipanos está diretamente relacionada às alturas de precipitações anuais, tendo em vista que não há irrigação nesta região, sendo o cultivo depende de chuva. O presente estudo objetivou avaliar a influência da variabilidade interanual da precipitação, estimada por meio de interpolação matemática, na produção de milho dos municípios de Simão Dias, Carira, Frei Paulo, Pinhão e Poço Verde, em Sergipe, no período de 2003 a 2012. Verificou-se que apenas os volumes anuais precipitados não explicam toda a variação na produção, sendo necessário considerar o comportamento intra-anual da chuva, época de plantio e a aptidão agrícola das terras na região do estudo.

PALAVRAS-CHAVE: recursos hídricos, interpolação, aptidão agrícola das terras

INTRODUÇÃO: O aumento da população mundial e, por consequência, da demanda por alimentos tem fomentado uma busca crescente pelos incrementos na produção agrícola. Em muitas regiões do planeta, a escassez hídrica em adição a regimes irregulares de precipitação pluvial exigem do agricultor cada vez mais conhecimento acerca da relação entre cultivo agrícola e volumes mínimos para obtenção de níveis produtivos desejados. Exemplo disso é a exponencial expansão do Polo de Produção de Milho que vem ocorrendo no Estado de Sergipe em função do alto nível tecnológico que se passou a adotar nos últimos anos, com significativo aumento de produção e produtividade, elevando o estado à condição de segundo maior produtor do grão no Nordeste e confirmando os municípios de Simão Dias, Frei Paulo e Carira como os maiores produtores, conforme os dados da Produção Agrícola Municipal – 2012 do IBGE (2014). O cultivo do milho nessa região – caracterizada por volumes pluviométricos concentrados em quatro meses do ano – é do tipo dependente de chuva, ou seja, não se faz uso de irrigação, e a planta se desenvolve de acordo com o aporte de água das chuvas. Tais características reforçam a necessidade de estudos que busquem compreender como as variações intra e interanual das chuvas na região do Polo influenciam a produtividade do milho. Segundo Carvalho e Assad (2005), o conhecimento da distribuição espacial da precipitação é relevante no planejamento agrícola, principalmente com relação à instalação de culturas, considerando ainda a influência nos níveis d'água dos mananciais, conservação do solo e adequado dimensionamento de obras hidráulicas. No entanto, muitos problemas estão relacionados ao desenvolvimento de estudos que considerem diferentes escalas temporais de precipitação, principalmente com séries contínuas longas, uma vez que muitas regiões no país não apresentam monitoramento contínuo, seja pela ausência de postos pluviográficos, seja pela pouca quantidade de anos de registro em virtude de falhas (BERTONI e TUCCI, 2007). Nesses casos, o apoio de ferramentas de geotecnologia mostra-se como primordial na estimativa de dados com representação das características médias locais em diferentes escalas de atuação. Destaca-se o uso de técnicas de geoestatística, análise espacial e sensoriamento remoto (CÂMARA e QUEIROZ, 2014). Este estudo objetivou avaliar a influência da variabilidade interanual da precipitação estimada por meio de interpolação matemática, na produção de milho dos municípios de Simão Dias, Carira, Frei Paulo, Pinhão e Poço Verde, em Sergipe, no período de 2003 a 2012.

MATERIAL E MÉTODOS: O presente estudo foi realizado na região do Polo de Produção de Milho, que está situado no Território Sertão Ocidental, um dos quatro territórios da cidadania do Estado de Sergipe e que abrange 19 municípios, dos quais alguns se localizam em áreas de clima semiárido. Nessa região, foram selecionados os cinco municípios (Figura 1) que apresentaram a maior produção de milho no período de 2003 a 2012 (dez anos): Simão Dias, Carira, Frei Paulo, Pinhão e Poço Verde (IBGE, 2014). Para o período e os municípios citados, foram levantadas, no banco de dados do IBGE (2014), as seguintes informações referentes à produção agrícola de milho: Área plantada (ha), Área colhida (ha), Produção (t) e Rendimento (kg/ha). Os dados de precipitação pluvial para todo o período em cada um dos cinco municípios foram estimados por meio da aplicação do interpolador determinístico inverso do quadrado da distância (IQD) à grade de dados mensais disponíveis na página do *Climate Research Unit* (CRU, 2014). Estes dados de precipitação congregam em formato matricial a informação de mais de 4.000 estações climatológicas espalhadas pelo planeta e servem de base para os modelos climáticos do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC). A versão utilizada foi a CRU TS 3.22 (cujos dados são disponibilizados com resolução espacial de 0,5°), que apresenta a série histórica de precipitações pluviárias e outras variáveis climáticas para o período de 1901 a 2013. Para utilização, formatação dos dados e aplicação do IQD foi desenvolvida uma rotina em FORTRAN90, que promove a conversão do formato original para ASCII em colunas, extraindo informações apenas da área de interesse ao estudo. Foi ainda verificada a existência de estações pluviográficas na região do estudo; no entanto, estas se apresentam em número reduzido (apenas três), com séries curtas e muitos períodos de falhas. Ademais, a localização das estações mostra-se de antemão como um fator importante na análise, considerando a característica local de precipitações com elevada intensidade em regiões relativamente pequenas, fator desfavorável para uma análise em escala de município. Para auxiliar o processo de análise dos resultados obtidos, foi também elaborado o mapa de Aptidão Agrícola das Terras para os cinco municípios avaliados, adaptado de BRASIL (1979).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Figura 1, são apresentadas a distribuição espacial da precipitação média anual, considerando todo o período da série histórica disponibilizada pelo CRU TS 3.22 (Figura 1A), e a aptidão agrícola das terras para os cinco municípios selecionados (Figura 1B). Verifica-se que o município de Simão Dias (867,6 mm) apresentou a maior média pluviométrica anual, seguido por Frei Paulo (818,0 mm) e Pinhão (814,1 mm). Nos municípios de Poço Verde (767,1 mm) e Carira (585,4 mm), foram constatados os menores volumes anuais precipitados.

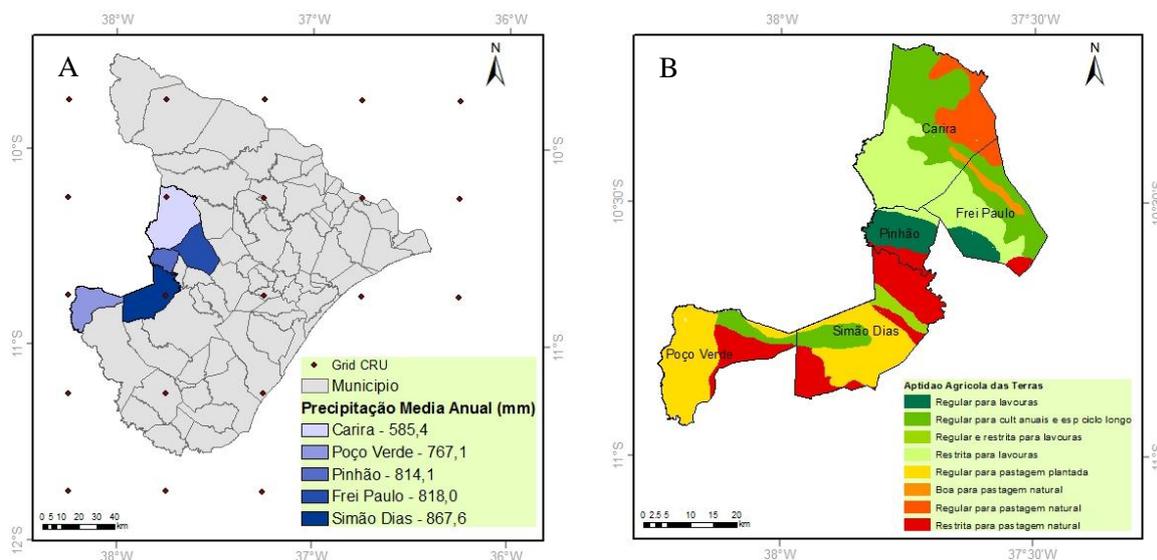


Figura 1 – (A) Localização dos municípios, *grid* CRU TS v. 3.22 e variação espacial da precipitação média anual da série completa (1901 a 2013) e (B) Aptidão agrícola das terras para os cinco municípios selecionados, adaptado de BRASIL (1979).

Esse comportamento é corroborado pela classificação climática adotada no Estado de Sergipe, que localiza Poço Verde e Carira em clima Semiárido e os demais em Agreste (SEMARH, 2012). Os valores anuais estimados de alturas precipitadas estão apresentados na Tabela 1, considerando-se o período de dez anos para o estudo (2003 a 2012).

Tabela 1 – Valores de precipitação anual e média (mm) estimados para cada município no período de 2003 a 2012.

Município	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Média
Carira	496.2	523.9	517.1	560.7	466.8	572.8	635.2	548.6	544.6	285.5	515.1
Poço Verde	617.6	609.8	742.5	752.4	578.1	640.5	809.8	710.4	639.5	360.5	646.1
Pinhão	694.5	677.3	746.3	829.6	650.4	732.2	861.0	776.5	722.1	409.1	709.9
Frei Paulo	704.9	698.7	724.0	840.0	661.5	778.2	865.6	767.1	748.6	414.9	720.3
Simão Dias	744.8	715.2	813.5	899.6	695.3	764.5	919.5	836.8	763.5	440.2	759.3

Observa-se que as médias obtidas para os cinco municípios no período são todas inferiores às médias da série completa, o que pode indicar uma redução gradativa nos valores de precipitação para a região do Polo de Produção de Milho ao longo do tempo, ou ainda um período cíclico de menores volumes precipitados. Estudos mais aprofundados podem ser futuramente realizados para confirmar essa observação. No período de 2003 a 2012, com exceção para o município de Frei Paulo nos anos de 2005 e 2010, verificou-se a manutenção da ordem entre os municípios (Simão Dias > Frei Paulo > Pinhão > Poço Verde > Carira) em função das precipitações anuais. Observa-se que o ano de 2012 foi o ano mais seco desse período, com volumes precipitados variando de 55% a 58% do valor da média, dependendo do município. Já o ano mais chuvoso foi o de 2009, com volumes superiores em 20% em todos os municípios. As informações relativas à produção de milho foram confrontadas com os dados apresentados na Tabela 1, buscando-se correlações. Essa análise pode ser ilustrada pelos gráficos apresentados nas Figuras 2 e 3.

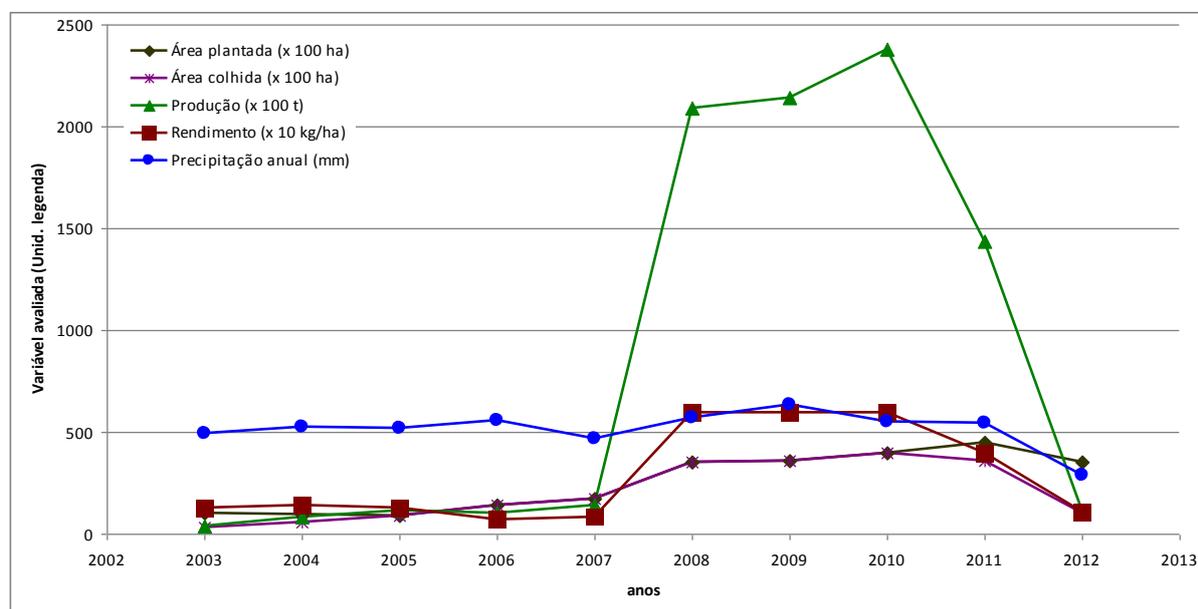


Figura 2 – Comportamento das variáveis de produção analisadas versus precipitação anual no período de 2003 a 2012 para o município de Carira.

Em ambas as Figuras, percebe-se que, a partir do ano de 2008, há um crescimento significativo na produção de milho nos municípios de Carira e Simão Dias, sendo esse comportamento verificado nos cinco municípios avaliados. Tal efeito não tem relação direta com as precipitações, mas está diretamente relacionado ao alto nível tecnológico adotado com a introdução de insumos modernos no sistema produtivo da região, como: sementes selecionadas (híbridos convencionais e transgênicos),

que são materiais genéticos de elevado potencial produtivo e com maior tolerância ao estresse hídrico e a pragas e doenças (OLIVEIRA et al., 2009); tratores e implementos agrícolas; fertilizantes químicos; agrotóxicos; e aporte de capital, além do aumento da área cultivada e da utilização intensiva da mecanização agrícola, que garantiu aos produtores da região ganhos em produção e produtividade (SANTOS, 2012).

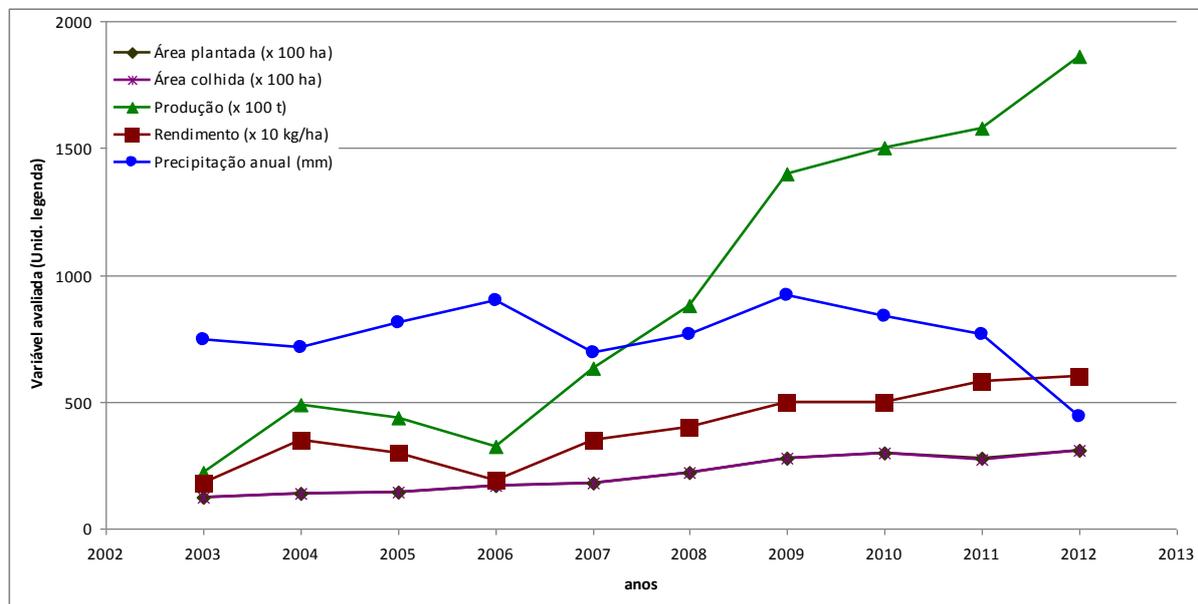


Figura 3 – Comportamento das variáveis de produção analisadas versus precipitação anual no período de 2003 a 2012 para o município de Simão Dias.

Na Figura 2, pode-se verificar que no município de Carira, onde ocorrem menores alturas pluviométricas, atingiu-se produção acima de 20.000 t/ano, com rendimento em torno de 6.000 kg/ha no período de 2008 a 2010. Ao analisar-se o mesmo período em Simão Dias, onde há maior precipitação, observa-se que a produção cresceu de 9.000 t em 2008 para 15.000 t em 2010, com rendimento da ordem de 5.000 kg/ha. Tais diferenças podem ser explicadas não só pela maior área plantada em Carira, mas também pela presença de maior quantidade de áreas aptas à agricultura em Carira do que em Simão Dias, conforme indica a Figura 1B. O município de Simão Dias apresenta apenas cerca de 20% de sua área territorial indicada como apta para algum tipo de lavoura, enquanto esse valor sobe para cerca de 78% no município de Carira. Isso implica melhores condições de manutenção de umidade no solo pelas maiores profundidades e possibilidade de mecanização desses solos, favorecendo altas produtividades, desde que o volume precipitado não seja um fator limitante. Ao observar o período mais recente (2011 a 2012), que foi caracterizado por precipitações totais abaixo da média histórica, com maior criticidade para o ano de 2012, constata-se que ocorreu queda de produção e rendimento em Carira (o que foi verificado também nos demais municípios), acompanhando a redução na pluviometria anual. Em Simão Dias, no entanto, não foi observado esse mesmo comportamento, com continuidade na ascensão da produção e produtividade no município. Tal fato foi provavelmente resultado da conjunção de alguns fatores: primeiro, a redução na pluviometria foi menor nesse local, com volume precipitado total de 440 mm em 2012, caracterizada ainda por uma distribuição mais equitativa nos meses de maio a agosto, o que não se verificou para os outros municípios, onde as alturas precipitadas foram significativamente menores e concentraram-se nos meses de maio e junho; e segundo, no município de Simão Dias, houve um retardo na data do plantio permitindo que a precipitação ocorresse em quantidade suficiente nos estágios mais críticos da cultura (fase inicial de crescimento e enchimento de grãos). Assim, verifica-se que apesar da menor disponibilidade de terras aptas ao cultivo de milho, a condição de altura precipitada maior e melhor distribuída favoreceu o rendimento no município de Simão Dias. Essa afirmação é corroborada ao se verificar que cerca de 60% da área do município é utilizada para o cultivo do milho, representando quase três vezes a quantidade de área definida como apta para tal atividade.

CONCLUSÕES:

1. A aplicação de técnicas de interpolação matemática para estimativa de precipitações médias distribuídas em regiões com escassez de dados permitiu o desenvolvimento de correlações entre produção agrícola e alturas precipitadas;
2. As precipitações anuais estimadas para os cinco municípios avaliados apresentam queda em seus valores com relação à média histórica;
3. Notou-se uma dependência entre variáveis de produtividade do milho na região e alturas precipitadas anuais, mas é evidente a importância da melhor distribuição intra-anual da chuva;
4. No ano de 2012, observou-se uma perda de produtividade em todos os municípios por conta das altas reduções nos volumes precipitados, à exceção do município de Simão Dias, com lâminas precipitadas maiores e distribuição mais uniforme ao longo de quatro meses;
5. Apenas a análise da precipitação não permite o entendimento completo do comportamento da cultura do milho no período do estudo (2003 a 2012), estando as variáveis de produtividade relacionadas também à aptidão agrícola das terras e à época de plantio.
6. Deve ser incentivada a implantação de estações pluviográficas na região tendo em vista o grau de incerteza envolvido na utilização de dados espacializados, considerando a baixa cobertura existente.

REFERÊNCIAS:

- BERTONI, J. C., TUCCI, C. E. M. Precipitação. In: TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2007. p. 177-241.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Planejamento Agrícola. **Aptidão agrícola das terras de Sergipe: estudos básicos para o planejamento agrícola**. Brasília, DF: BINAGRI, 1979. 90 p.
- CÂMARA, G.; QUEIROZ, G.R. Arquitetura de sistemas de informações geográficas. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A.M.V. **Introdução à ciência da geoinformação**. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>. Acesso em: 11 ago. 2014.
- CARVALHO, J. R. P.; ASSAD, E. D. Análise espacial da precipitação pluviométrica no Estado de São Paulo: comparação de métodos de interpolação. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 2, p. 377-384, 2005.
- CRU. Climatic Research Unit. Current Datasets and Static Climatologies. **CRU TS v. 3.22**. Disponível em: <<http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/hrg/#current>>. Acesso em: 11 ago. 2014.
- OLIVEIRA, I. R. de; CARVALHO, H. W. L. de; PACHECO, C. A. P. et al.. **Ocorrência de podridão em espigas de milho em Sergipe**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros.. 2009. 9 p. (Circular Técnica, 55).
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola municipal - 2012**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pam/default.asp?o=27&i=P>>. Acesso em: 10 fev. 2014.
- SANTOS, C. dos. **Níveis tecnológicos dos agroecossistemas do milho no Estado de Sergipe**. 2012. 144 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2012.
- SEMARH. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Atlas de Recursos Hídricos do Estado de Sergipe**. Aracaju, 2012. 1 CD-Rom.