

Relação entre variabilidade pluviométrica, indicadores socioeconômicos e produção agrícola no Cariri/Centro Sul cearense

Relationship between rainfall variability, social economic index and agricultural production in Cariri / South Central Ceará

Rodrigo Silva Dias^{1(*)}

Djane Fonseca Da Silva²

Resumo

A Região Cariri/Centro Sul do Ceará é responsável por grande parte da produção de milho no estado, no entanto é muito afetada por variações da pluviometria. Analisou-se a influência da variabilidade pluviométrica sobre a produção de milho na região e sobre aspectos socioeconômicos locais. A Região é composta por 42 municípios dos quais foram colhidos os dados das precipitações de 1981 a 2011 junto à Fundação Cearense de Meteorologia. Foram obtidos junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística os dados da produção, produtividade, área plantada e área colhida de milho. Por meio do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará obtiveram-se os índices de IDH, PIB e PIB per capita. Calcularam-se as correlações entre as variáveis pelo método de correlação de Pearson e foram analisadas estatisticamente pelo teste de T-Student. Foram encontradas positivas correlações entre a produtividade do cereal e a precipitação média anual, salientando-se que alguns municípios apresentaram significância estatística pelo teste de T-Student. Verificou-se também relação entre precipitação, população, IDH, PIB, PIB per capita, área plantada e colhida e produtividade, o que significa que a variável meteorológica influencia em aspectos agrícolas e socioeconômicos na região.

Palavras-chave: climatologia; correlação; seca; semiárido.

-
- 1 Engenheiro Agrônomo; Coordenador e Professor do Curso técnico em Agronegócios na Escola Estadual de Educação Profissional Francisca Neilyta Carneiro Albuquerque, Massapê; Endereço: Rodovia CE-632, km 81, s/nº, Cruzeiro, CEP: 62140-000, Massapê, Ceará, Brasil; E-mail: rodrigodias@hotmail.com (*) Autor para correspondência
 - 2 Dra.; Meteorologista; Professora Adjunto III da Universidade Federal do Cariri, UFCA; Endereço: Rua Vereador Sebastião Maciel Lopes, s/nº, CEP: 63133-610, São José, Crato, Ceará, Brasil; E-mail: djane.fonseca@cariri.ufc.br

Recebido para publicação em 24/01/2015 e aceito em 14/04/2015

Ambiência Guarapuava (PR) v.11 n.2 p. 345 - 358 Jan./Abr. 2015 ISSN 1808 - 0251
DOI:10.5935/ambiencia.2015.02.06

Abstract

The Cariri Region/Midsouth Ceará is responsible for much of the corn production in the state, however it is greatly affected by variations in rainfall. In this study, it was analyzed the influence of rainfall variability over maize production in the region and over local socio-economic aspects. The region consists of 42 municipalities from which data of rainfall were collected from 1981 to 2011 by the Cearense Foundation of Meteorology. Moreover, data were obtained from the Brazilian Institute of Geography and Statistics about the production figures, the corn area planted, the corn area harvested and productivity. Additionally, from the Ceará Research Institute on Economic Research, it was obtained the indexes of HDI, GNP and GNP per capita. On these grounds, it was calculated the correlations between variables by Person's correlation method and also analyzed statistically by Student's t-test. The results showed positive correlations between the cereal productivity and the average annual rainfall, pointing out that some municipalities showed statistical significance by the Student's t-test. It was also verified the relationship between rainfall, population, HDI, GNP, GNP per capita, the corn area planted, the corn area harvested and productivity, indicating that the meteorological variable influences on agricultural and socioeconomic aspects in the region.

Key words: climatology; correlation; drought; semiarid.

Introdução

A Macrorregião Cariri/ Centro Sul do Ceará (CCS) é responsável por 24,4% da área plantada de milho e 34% da produtividade do estado, obtendo uma produtividade média de 1885,5 Kg/ha sendo, portanto 46,95% inferior à média nacional e 53,81% superior à média estadual (CONAB, 2012).

Fatores edafoclimáticos são fortes influenciadores da produtividade agrícola em um contexto geral e, principalmente, quando trata-se de uma região semiárida como a em questão (ZANETTI et al., 2006; ANDREOLI; KAYANO, 2006, 2007; FRICKMAN YOUNG; STEFFEN, 2007; SILVA et al., 2011). Além desses fatores, o nível tecnológico do produtor também influencia diretamente a agricultura (MARTINS, 2012).

Pesquisas e estudos que investigam os impactos do clima e variabilidade climática em áreas de importância socioeconômica e seus respectivos efeitos nas atividades econômicas são de necessária importância (MENEZES, 2006; MELO JÚNIOR et al., 2006; ZANETTI et al., 2006; AZEVEDO, 2007; BARONI et al., 2007; BURIOLI et al., 2007; MODARRES; SILVA, 2007; SANTOS; CARLESSO, 2007; KOGHISHI et al., 2008; SILVA et al., 2008; DANFÁ et al., 2011; SILVA et al., 2011). Por esses estudos podem-se conhecer os problemas da região buscando solucioná-los, por meio de um possível planejamento de políticas e ações no setor social, econômico e ambiental, minimizando assim os possíveis efeitos das mudanças nos padrões climáticos (DA SILVA, 2009; MARTINS, 2012).

Fontana e Berlato (1996) avaliaram a influência do fenômeno ENOS sobre a precipitação pluvial e sobre o rendimento de milho no Estado do Rio Grande do Sul até 1994. Os autores verificaram desvios positivos da média de precipitação nos meses de setembro e outubro e desvios negativos nos meses de novembro a abril, para as localidades de Passo Fundo e Cruz Alta. Os meses com desvios negativos de precipitação coincidem com os meses mais críticos para o desenvolvimento das culturas de primavera-verão. Os autores concluíram que a variabilidade da precipitação pluvial no Rio Grande do Sul está relacionada ao fenômeno ENOS e essa variabilidade tem influência sobre o rendimento das culturas de milho e soja no Estado. Koghishi et al. (2008) promoveram esse tipo de estudo para o estado do Paraná.

Alves et al. (2009) descreveram que a produção agrícola no Nordeste do Brasil é fortemente afetada por anos de ocorrência de episódios El Niño, em particular quando este está acompanhado de um Dipolo de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) positivo nas águas do Atlântico Tropical.

Bergamaschi (2004), ao analisar a distribuição hídrica no período crítico do milho no Rio Grande do Sul, indicaram que independentemente da condição climática regional, a produtividade de grãos de milho é decorrente das condições hídricas durante o período crítico, que vai do pendoamento ao início do enchimento de grãos.

Ferreira e Mello (2005) evidenciaram que o fenômeno El Niño favoreceu as produtividades de milho em praticamente todos os Estados da Região Sul e Sudeste do Brasil, exceto em São Paulo.

Berlato (2005) estudou a produtividade do milho no Estado do Rio Grande do Sul com

o objetivo de quantificar a associação entre a produtividade de milho e a variabilidade da precipitação pluvial, causada pelo ENOS e identificou que o El Niño determina aumentos e o La Niña determina perdas na produtividade do cereal para esse estado.

Menezes (2006), estudando as influências das anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (TSM), no Oceano Pacífico Equatorial e no Atlântico Tropical sobre a duração dos maiores veranicos, dentro das estações chuvosas das micro e mesorregiões do estado da Paraíba, relacionou-as com as produções de cana-de-açúcar, arroz, abacaxi, algodão, sisal, milho e feijão. Foram encontrados resultados que mostraram que os veranicos do leste do Estado são influenciados pelas condições que os Oceano Atlântico Tropical, enquanto os da parte central e oeste são diretamente afetados pelo Oceano Pacífico Equatorial. As produções agrícolas da parte leste, aparentemente, não foram diretamente afetadas pelos veranicos, enquanto as da parte central e oeste, principalmente milho e feijão, sofreram fortes influências dos veranicos.

Santos (2011) estudou a influência da precipitação no rendimento agrícola do feijão e algodão herbáceo em Campina Grande – PB. O rendimento agrícola do feijão manteve boa correlação com a precipitação anual. O resultado demonstrou que o rendimento agrícola do algodão herbáceo praticamente não apresentou correlação com a precipitação anual sendo o mesmo mais influenciado, possivelmente, pela distribuição de precipitação e outros fatores.

Araújo (2012) estudou os níveis médios de produtividade das regiões Nordeste e Sul do Brasil para várias culturas agrícolas dentre elas o milho, analisando a influência das alterações nos níveis de precipitação e

temperatura e observou que quase todas as culturas encontradas sofreram perdas nas duas regiões.

O objetivo deste trabalho é analisar a variabilidade pluviométrica na Macroregião Cariri-Centro Sul do Ceará e sua relação com indicadores de desenvolvimento como IDH, PIB, PIB per capita e variáveis da produção agrícola do milho, inédito para a região Nordeste do Brasil.

Dados e Metodologia

Área de estudo

A Região CCS (em destaque na Figura 1) situada no extremo sul do estado do Ceará. Limita-se ao norte, com a região cearense do Sertão Central e vale do Jaguaribe, ao sul com o estado do Pernambuco, a leste com os estados da Paraíba e Rio Grande do Norte e a oeste, com a região cearense do Sertão dos Inhamuns e o Estado do Piauí. A vegetação predominante é a Caatinga (IPECE, 2007) e o Clima predominante é o Semiárido.

Os dados de precipitação dos 42 postos pluviométricos (Tabela 1) utilizados foram provenientes da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) e foram obtidos no site www.funceme.gov.br. O período dos dados foi de 1990 a 2011. Os dados de produtividade, área plantada, área colhida foram advindos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)³. Já os índices socioeconômicos, IDH, PIB e PIB per capita foram obtidos do IPECE⁴.

O primeiro passo dessa análise foi fazer um levantamento temporal e espacial

da produção agrícola de milho, no âmbito da Região CCS, com dados de área média, de área plantada e colhida (todas em hectare), além de produção, produtividade e índices socioeconômicos (IDH, PIB e PIB per capita).

Por fim, a distribuição espacial da precipitação na região CCS e os dados de produção agrícola foram reproduzidos em mapas para simples visualização, utilizando o método de Kriging, por meio do *Software Surfer*[®] 13.0.

As correlações lineares entre dados de precipitação e dados de produção agrícola para a cultura do milho na região foram realizadas pela correlação de Pearson (r).

O coeficiente de correlação de Pearson (r) é uma medida de associação linear entre variáveis, segundo a Equação 1, demonstrada em Spiegel (1972):

$$r_{x,y} = \frac{\sum(x + y) - \frac{(\sum X) \times (\sum Y)}{n}}{\sqrt{\left[\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}\right] \times \left[\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}\right]}} \quad (1)$$

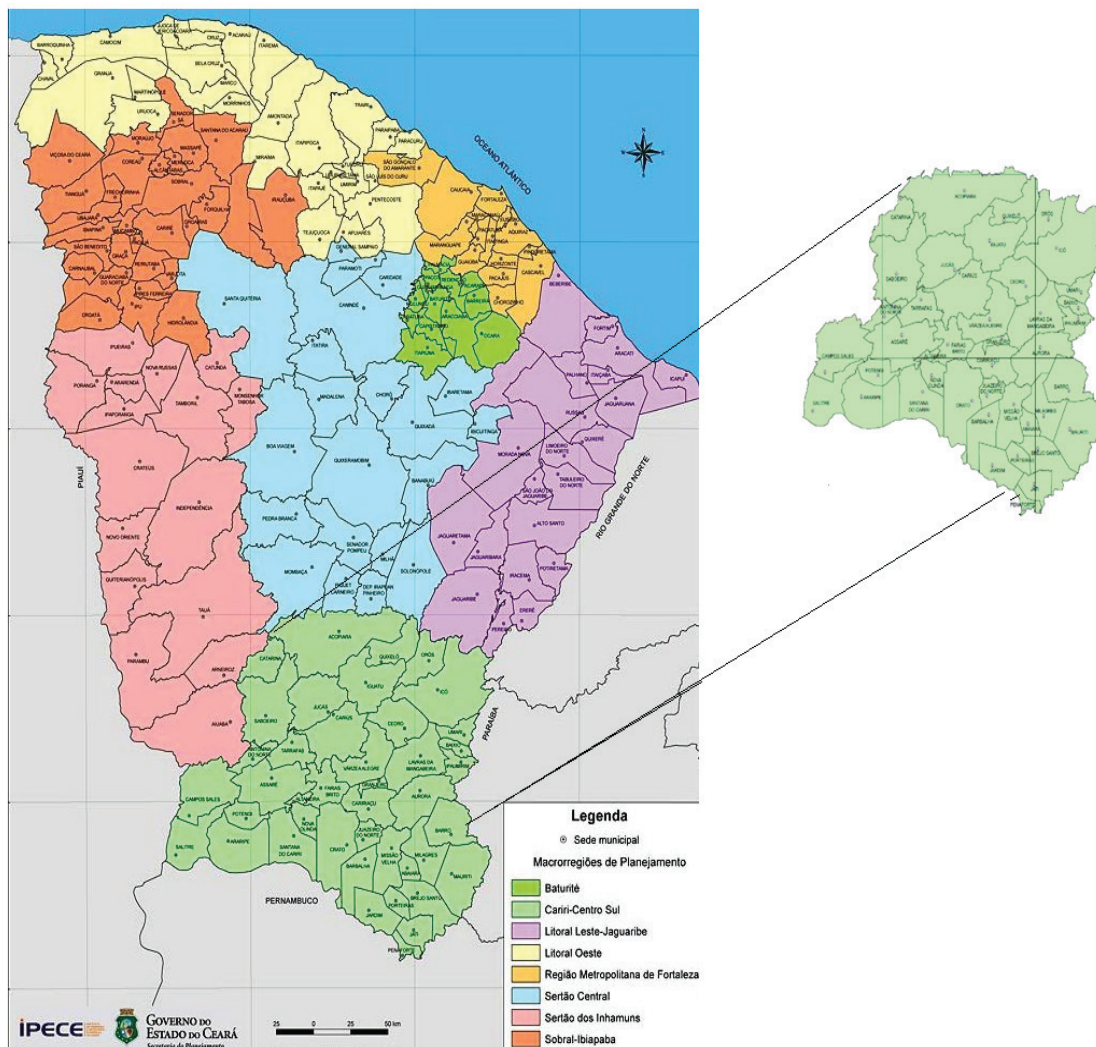
Em que:

- n - número de variáveis observadas
- $\sum(Y.X)$ - somatório dos resultados das multiplicações dos valores da variável X pela respectiva Y;
- $\sum X . \sum Y$ - soma dos valores da variável X multiplicado pela soma dos valores da variável Y;
- $\sum X^2$ - somatório dos quadrados dos valores de cada variável X;
- $(\sum X)^2$ - quadrado do somatório dos valores da variável X;
- $\sum Y^2$ - somatório dos quadrados dos valores de cada variável Y;
- $(\sum Y)^2$ - quadrado do somatório dos valores da variável Y.

3 Site <<http://www.ibge.gov.br>>

4 Site <http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico>

Figura 1 - Região Cariri/Centro Sul em relação ao estado do Ceará e ao Brasil



Fonte (IPECE, 2007).

Tabela 1 - Longitude e Latitude dos postos pluviométricos utilizados

(continua)

Município	Longitude (º graus)	Latitude (º graus)
Barbalha	- 7,33	- 39,30
Crato	- 7,23	- 39,27
Caririaçu	- 7,046	- 39,285
Farias Brito	- 6,92	- 39,57
Jardim	- 7,583	- 39,27
Juazeiro do Norte	- 7,217	- 39,31

Tabela 1 - Longitude e Latitude dos postos pluviométricos utilizados

		(conclusão)
Missão Velha	- 7,248	- 39,14
Nova Olinda	- 7,100	- 39,683
Santana do Cariri	- 7,183	- 39,73
Abaiara	- 7,361	- 39,047
Aurora	- 6,942	- 38,96
Barro	- 7,183	- 38,77
Brejo Santo	- 7,491	- 38,98
Jati	- 7,683	- 39,68
Mauriti	- 7,38	- 38,77
Milagres	- 7,311	- 38,95
Penaforte	- 7,817	- 39,066
Porteiras	- 7,53	- 39,11
Altaneira	- 7,00	- 39,73
Antonina do Norte	- 6,77	- 39,98
Araripe	- 7,20	- 40,13
Assaré	- 6,86	- 39,87
Campos Sales	- 7,06	- 40,36
Potengi	- 7,09	- 40,03
Saboeiro	- 6,53	- 39,90
Salitre	- 7,28	- 40,45
Tarrafas	- 6,68	- 39,75
Baixio	- 6,73	- 38,71
Cedro	- 6,59	- 39,061
Granjeiro	- 6,88	- 39,216
Icó	- 7,367	- 39,050
Ipaumirim	- 6,790	- 38,71
Lavras da Mangabeira	- 6,762	- 38,96
Umari	- 6,771	- 38,69
Várzea Alegre	- 6,778	- 39,29
Acopiara	- 6,110	- 39,44
Cariús	- 6,53	- 39,50
Catarina	- 6,13	- 39,87
Iguatu	- 6,37	- 39,306
Jucás	- 6,51	- 39,51
Orós	- 6,24	- 38,92
Quixelô	- 6,25	- 39,20

Fonte: Autores (2015).

Nota: coordenadas geográficas decimais.

Após encontrar os valores de correlação, esses passaram pelo teste de significância de T-Student para verificar se as correlações têm ou não significância estatística diante do tamanho da amostra. As correlações encontradas foram distribuídas em um mapa para visualização espacial dos dados. Esses mapas foram criados por meio do *Software Surfer*[®] versão 13.0 pelo método de Kriging.

O Teste de significância de T-Student foi usado neste trabalho para considerar significativas ou não, as correlações encontradas. Para amostras de tamanho $N > 30$, denominadas grandes amostras, as distribuições amostrais de várias estatísticas são aproximadamente normais e melhores como o crescimento de N . Para amostras de tamanho $N < 30$, denominadas pequenas amostras, essa aproximação não é boa e torna-se pior com o decréscimo de N , de modo que devem ser introduzidas as modificações convenientes (Da Silva, 2009).

O teste de T-Student, utilizado em vários estudos (KOUSKY; KAYANO, 1994; KAYANO; KOUSKY, 1996; DA SILVA, 2009; MARTINS, 2012) pode ser calculado pela equação 2:

$$tc = t/\sqrt{(n-2) + t^2} \quad (2)$$

Em que:

t_c = valor do percentil e c é o grau de liberdade. Foi usado $p = 0,95$ ou 95%;

t = valor do percentil tabelado de acordo com $v (n-1)$; n é o número de dados.

Resultados

Os municípios situados mais ao sul da região, em geral, apresentaram maior produtividade que os municípios do norte

da região CCS. O fato tem relação com totais pluviométricos, IDH e PIB nessa área. Na média da produtividade de milho para os 42 municípios da região destacam-se Barbalha, Porteiras e Abaiara. Já os municípios com menor produtividade são Umari, Ipaumirim e Salitre.

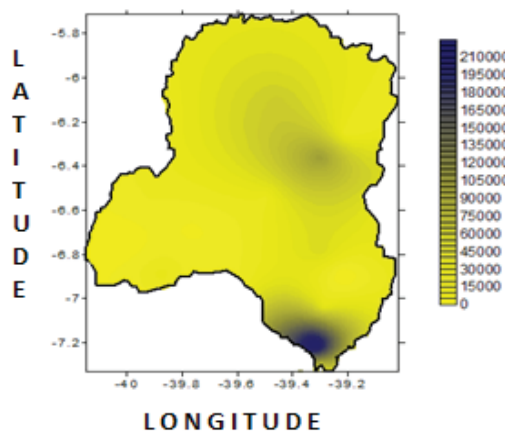
Na figura 2, observa-se a distribuição espacial da população na região CCS, na qual verifica-se que as maiores concentrações populacionais situam-se ao Sul (Região metropolitana do Cariri) e um pouco acima do centro da região.

Na distribuição espacial da precipitação (Figura 3) na região Cariri/Centro Sul, percebe-se que houve maiores volumes de chuvas no sudeste e menores na parte noroeste. Os municípios da região Cariri apresentaram uma maior quantidade anual de chuvas, principalmente as mais próximas da Chapada do Araripe, com exceção ao município de Jardim que apresentou precipitações inferiores às médias da região metropolitana do Cariri.

A figura 4 é composta pela área plantada de milho na região CCS, em destaque mais uma vez a região de Iguatu, Icó e Acopiara e os municípios localizados a sudeste (Mauriti, Milagres e Aurora). As áreas Oeste (Altaneira e Antonina do Norte) e extremo Leste (Baixio, Umari e Ipaumirim) aparecem com pouca expressão devido à menor extensão territorial, entre outros fatores.

A figura 5, área colhida, é muito similar à figura 4, área plantada. A perda total ou parcial de sua área colhida pode ser em decorrência de eventos climatológicos como secas severas, inundações no período de colheita, ou interferência de outros fatores como pragas e doenças de igual intensidade. Alguns pontos como extremo sul da região, sudoeste e leste, apresentaram área plantada

Figura 2 - População da região CCS



Fonte: Autores (2015).

Figura 3 - Precipitação em (mm/ano) da região CCS

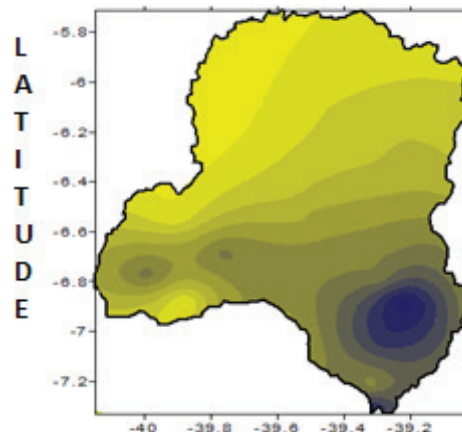
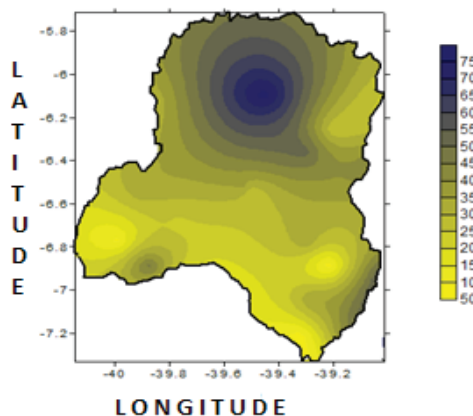
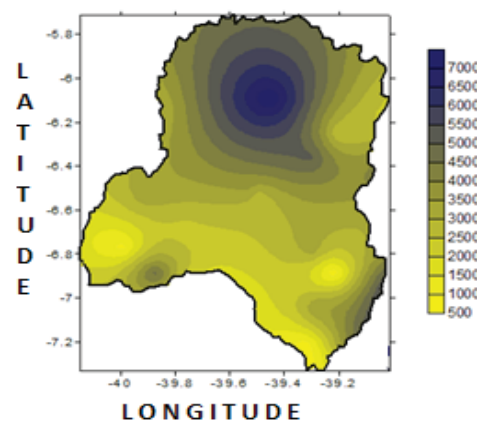


Figura 4 - Área plantada em (ha) de milho na região CCS



Fonte: Autores (2015).

Figura 5 - Área colhida em (ha) de milho na CCS

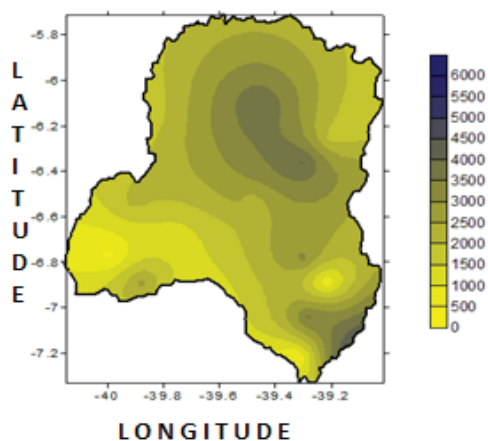


igual à área colhida, sendo assim, não houver perdas na produção. Já no Centro Norte da região foi observada perda agrícola.

A produtividade do milho é mostrada pela figura 7 onde é perceptível o decréscimo da produção (Figura 6) à medida que se desloca a Noroeste, sendo que a mesma esboça semelhanças com a figura 3, média anual de precipitação. A EMBRAPA (2008) relata que a importância da regionalização

dos elementos agroclimáticos que define a produtividade das culturas, como precipitação pluvial, evapotranspiração potencial, entre outros, exige análise mais abrangente, tanto no tempo como no espaço. Relacionando-se à interação solo-planta-clima, é possível definir as áreas que apresentam aptidão, viabilizando a exploração agrícola. Dessa forma, faz-se necessária a criação de um mapa de zoneamento de riscos climáticos

Figura 6 - Produção de milho em toneladas na região CCS



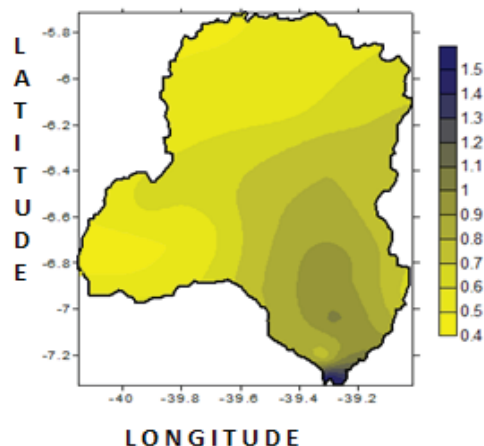
Fonte: Autores (2015).

para as Culturas agrícolas. Verifica-se que a produtividade (Figura 7) apresenta maiores valores onde há maior pluviosidade (Figura 3).

Na figura 8 em relação ao PIB, que é formado pelo somatório das riquezas geradas pelo agronegócio, indústria e serviços, destacam-se duas áreas: a primeira no entorno de Iguatu e Icó, e a segunda na região metropolitana do Cariri (notadamente os municípios de Juazeiro do Norte, Crato e Barbalha) e Cariri Leste (Brejo Santo, Mauriti e Milagres). Na figura 9, o PIB per capita que é calculado dividindo-se o PIB pela população, é semelhante à figura 8, no entanto, encontra-se mais heterogênea. Percebe-se também que a área onde foram observadas as maiores chuvas (Figura 3), também se observa maiores PIB da região.

O IDH é mostrado na figura 10 o qual, assim como o PIB, é mais elevado nos mesmos pontos destacados anteriormente, devido precipitação. Contudo, deve-se destacar o município de Caririáçu que possui IDH inferior a 0,6 na região metropolitana do Cariri, e Crato é o único a superior a 0,700. No

Figura 7 - Produtividade do milho em toneladas por hectare na região CCS



Cariri Leste apenas Campos Sales e Potengi ultrapassam o limite de 0,6 pontos enquanto os demais municípios encontram-se na escala dos 0,5 pontos. O Cariri Leste é o mais homogêneo sendo que todos os municípios situam-se na faixa dos 0,6 pontos. Já a região Centro Sul é a mais heterogênea, pois possui oito municípios acima e sete municípios abaixo dos 0,6 pontos. Novamente maiores valores de IDH coincidem com áreas de maiores valores de precipitação.

Correlação entre produtividade e precipitação

Na tabela 2 são mostrados os coeficientes de determinação (r^2) e coeficiente de correlação (r) que apresentaram significância pelo teste de T-Student. Todos os municípios analisados apresentaram uma correlação positiva entre a precipitação e a produtividade de milho, ou seja, se a precipitação aumenta, a produtividade também aumenta. Dessa forma, comprova-se que a variabilidade da precipitação afeta socioeconomicamente

Figura 8 - PIB em R\$ da região CCS

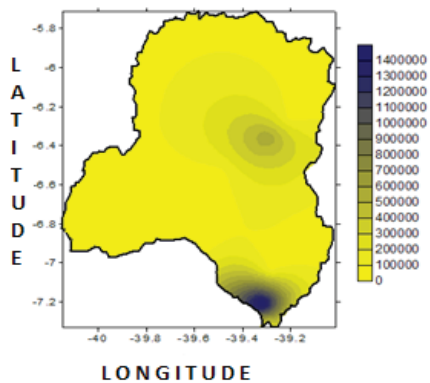


Figura 9 - PIB per capto em R\$ da região CCS

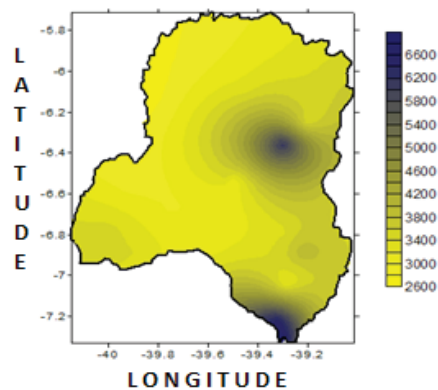
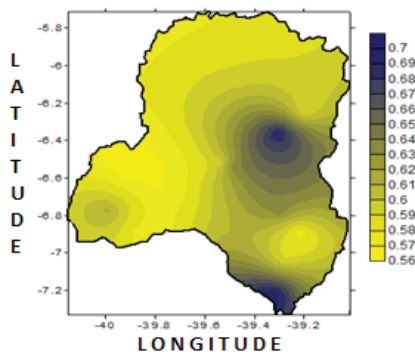


Figura 10 - IDH da região CCS



Fonte: Autores (2015).

Tabela 2 - Coeficientes de Correlação e de Determinação para regressões lineares entre produtividade do milho e precipitação de cada município. O teste de T-Student mostra os municípios que apresentaram significância estatística ao nível de 95%

Município	r^2	R	Teste T-Student
Crato	0,574	0,73959	Com significância
Farias Brito	0,3266	0,57148	Com significância
Juazeiro do Norte	0,3039	0,55127	Com significância
Aurora	0,284	0,53291	Com significância
Altaneira	0,47	0,68622	Com significância
Saboeiro	0,6909	0,83606	Com significância
Baixio	0,6158	0,78472	Com significância
Cedro	0,3925	0,62649	Com significância
Ipaumirim	0,5488	0,74881	Com significância
Várzea Alegre	0,5252	0,7247	Com significância
Acopiara	0,3413	0,5842	Com significância

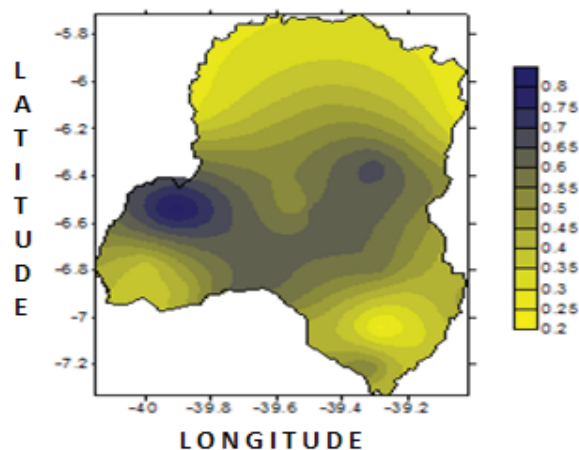
Fonte: Autores (2015).

a região, a produção e a população. Assim, com o acompanhamento climático e da variabilidade das chuvas, podem-se otimizar os ganhos, reduzir as perdas agrícolas e gerar estratégias para pequenos e grandes agricultores antecipadamente.

Os municípios de Crato, Farias Brito, Juazeiro do Norte, Aurora, Altaneira, Saboeiro, Baixo, Cedro, Ipaumirim, Várzea Alegre e Acopiara apresentaram significância estatística pelo teste de T-Student.

Por fim, a distribuição espacial das correlações (Figura 11) entre a produtividade do milho e a precipitação média anual, mostra que a região é influenciada diretamente pela ocorrência ou ausência de chuvas, o que afeta aspectos socioeconômicos aqui estudados. O monitoramento pluviométrico, quando realizado, auxiliará no plantio e colheita, de forma mais adequada, principalmente no oeste da região CCS, onde se apresentou maior correlação entre as variáveis.

Figura 11 - Distribuição espacial das correlações entre produtividade e precipitação na região CCS



Fonte: Autores (2015).

Conclusões

Foram encontradas correlações positivas entre a produtividade do milho e a precipitação média anual, com atenção para os municípios de Crato, Farias Brito, Juazeiro do Norte, Aurora, Altaneira, Saboeiro, Baixo, Cedro, Ipaumirim, Várzea Alegre e Acopiara. Esses municípios tem maior relação da produtividade com a precipitação, o que influencia, por exemplo, no período de implantação e desenvolvimento da cultura.

À medida que se distancia em direção a Noroeste da região CCS, as médias de precipitação e produtividade do milho diminuem.

Verificou-se relação entre precipitação, população, IDH, PIB, PIB per capita, área plantada e colhida e produtividade, o que significa que a variável meteorológica influencia em aspectos agrícolas e socioeconômicos na região. Dessa forma, o monitoramento pluviométrico e estudo da climatologia local são de extrema importância para auxiliar no planejamento do plantio e

colheita de forma mais adequada, na estocagem de chuva para irrigação, construção de açudes barragens, perfuração de poços, entre outras formas de obtenção e armazenamento de água, levando à melhoria das condições agrícolas e socioeconômicas locais.

Referências

ALVES, J. M. B.; SERVAIN, J.; CAMPOS, J. N. B. Relationship between Ocean Climatic Variability and Rain-Fed Agriculture in Northeast Brazil. **Climate Research**, v. 38, p. 225-236, 2009.

ANDREOLI, R. V.; KAYANO, M. T. Tropical Pacific and South Atlantic effects on rainfall variability over northeast Brazil. **International Journal of Climatology**, v. 26, p. 1895-1912, 2006.

ANDREOLI, R. V.; KAYANO, M. T. A importância relativa do Atlântico Tropical sul e Pacífico leste na variabilidade de precipitação do nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 22, p. 63-74, 2007.

ARAÚJO, P. H. C. Eventos climáticos extremos: os efeitos dos fenômenos El Niño e La Niña sobre a produtividade agrícola das Regiões Nordeste e Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, v. 40, p. 423-432, 2012.

AZEVEDO, P. V.; SILVA, F. D. S. Risco climático para o cultivo do algodoeiro na região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 22, p. 409-414, 2007.

BARONI, L.; CENCI, L.; TETTAMANTI, M.; BERATI, M. Evaluating the environmental impact of various dietary patterns combined with different food production systems. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 61, p. 279-286, 2007.

BERGAMASCHI, H. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, v. 39, p. 831-839, 2004.

BERLATO, M. A. Associação entre El Niño Oscilação Sul e a produtividade do milho no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, v. 40, p. 423-432, 2005.

BURIOLI, G. A.; ESTEFANEL, V.; CHAGAS, A. C.; EBERHARD, T. D. Clima e vegetação natural do estado do Rio Grande do Sul segundo o diagrama climático de Walter e Lieth. **Ciência Florestal**, v. 17, p. 91-100, 2007.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento - Ministério da Agricultura. **Produção de milho no Ceará**. Fortaleza: CONAB, 2012. 315p.

DA SILVA, D. F.; **Análise de aspectos climatológicos, agroeconômicos, ambientais e de seus efeitos sobre a bacia hidrográfica do rio Mundaú (AL e PE)**. 2009. 213 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campina Grande, 2009.

DANFÁ, S.; SILVA, A. M.; MELLO, C. R.; COELHO, G.; VIOLA, M. R.; ÁVILA, L. F. Distribuição espacial de valores prováveis de precipitação pluvial para períodos quinzenais, em Guiné-Bissau. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p.67-74, 2011.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Agroindústria Tropical. **Zoneamento de riscos climáticos para a cultura do amendoim no Estado do Ceará**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008. 23p.

FERREIRA, A. G.; MELLO, N. G. da S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a Região Nordeste do Brasil e a influência dos Oceanos Pacífico e Atlântico no clima da Região. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, p. 24-39, 2005.

FONTANA, D. C.; BERLATO, M. A. Influência do ENOS sobre a precipitação e rendimento de milho no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 2, p. 39-46, 1996.

FRICKMANN YOUNG, C. E.; STEFFEN, P. G. Consequências econômicas das mudanças climáticas. *Com Ciência*. **Revista Eletrônica de Jornalismo Científico** (SBPC), v.3, 2007.

GOLDEN SOFTWARE for Surfer. Versão 13.0. **Creates contour & 3D surface maps**. [S.I.]: Gonden Software, LLC., 2015.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **O Ceará em mapas**. Fortaleza: IPECE, 2007. 300p.

KAYANO, M. T.; KOUSKY, V. E. Tropical circulation variability with emphasis on interannual and intraseasonal time scales. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.11, p.6 -17, 1996.

KOGHISHI, M. S.; CARAMORI, P. H.; MORAIS, H.; ANDRADE, G. A.; YADA, I. F.; RIBEIRO, A. M. A.; RICCE, W. S. Precipitação mínima para a semeadura de soja e feijão das águas, em Londrina, Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 16, p. 168-199, 2008.

KOUSKY, V. E.; KAYANO, M. T. Principal modes of outgoing longwave radiation and 250-mb circulation for the South American sector. **Journal of Climate**, v. 7, p. 1131-1143, 1994.

MARTINS, M. A. **Estimativa de produtividade das culturas do milho e do sorgo a partir de modelos agrometeorológicos em algumas localidades da região Nordeste do Brasil**. 2012. 92 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, São José dos Campos, 2012.

MENEZES, H. E. A. **Influência da temperatura da superfície dos oceanos tropicais na ocorrência de veranicos no estado da Paraíba**. 2006. 83 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campina Grande, 2006.

MELO JUNIOR, J. C. F.; SEDIYAMA, G. C.; FERREIRA, P. A.; LEAL, B. G.; MINISI, R. B. Distribuição espacial da frequência de chuvas na região hidrográfica do Atlântico, Leste de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, p. 45-60, 2006.

MODARRES, R.; SILVA, V. P. R. Rainfall trends in arid and semi-arid regions of Iran. **Journal of Arid Environments**, v. 70, p. 344-355, 2007.

SANTOS, A. N. C.; **Influência da precipitação no rendimento agrícola do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) em Campina Grande, PB.** 2011. 130 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Campina Grande, 2011.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e processos morfológicos e fisiológicos das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, p. 287-294, 2007.

SILVA, D. F.; PRELO-PA, T. A. O.; SANNTANNA NETO, J. L. Variabilidade da precipitação e produtividade agrícola na região do Médio Paranapanema, SP. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 3, p. 101- 116, 2008.

SILVA, V. P. R.; PEREIRA, E. R. R.; AZEVEDO, P. V.; SOUSA, F. A. S.; SOUSA, I. F. Análise da pluviometria e dias chuvosos na região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 2, p. 131-138, 2011.

SPIEGEL, M. R **Estatística**. São Paulo: McGraw-Hill, 1972. 580p.

ZANETTI, S. S.; OLIVEIRA, V. P. S.; PRUSKI, F. F. Validação do modelo Clima BR em relação ao número de dias chuvosos e à precipitação total diária. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 96-102, 2006.