Revista Brasileira de Climatologia
Brazilian Journal of Climatology
OPEN ACCESS

IMPACTO DOS VERANICOS NA PRODUÇÃO DE GRÃOS NA MACRORREGIÃO DOS INHAMUNS – CEARÁ.

The impact of the dry spells in the production of grains in the macro-region of Inhamuns – Ceará

Impacto de los períodos de sequía en la producción de granos en la macroregión de Inhamuns - Ceará

Iohanna Bezerra Rodrigues
Mestre em geografia pela Universidade Federal do Ceará (UFC).
iohannabr@hotmail.com

Juariza Alves de Sousa
Mestre em geografia pela Universidade Federal do Ceará (UFC).
juariza.alves@gmail.com

Marta Celina Linhares Sales
Professora do departamento de geografia, Universidade Federal do Ceará (UFC).
mclsales@ufc.br

Resumo: A agricultura, principalmente a de subsistência, é uma atividade econômica dependente do ritmo climático. Essa relação de dependência é ainda mais intensa no Nordeste do Brasil (NEB), visto que o NEB é uma região que apresenta elevada variabilidade pluviométrica interanual e intrasazonal das chuvas. Diante disso, o presente trabalho buscou observar o comportamento intrasazonal da pluviometria na quadra chuvosa de 2003 a 2013 e os impactos na produção de grãos (milho e feijão) na Macrorregião dos Sertões dos Inhamuns, no Ceará. Para isso, foram analisados dados diários de 16 postos pluviométricos pertencentes à Macrorregião dos Inhamuns e, a partir da análise, foram identificados e classificados os veranicos, sendo considerados os dias consecutivos sem precipitação ou abaixo de 2 mm. Esses foram agrupados em três categorias: veranicos classe A (de cinco a dez dias), veranicos classe B (de onze a quinze dias) e veranicos classe C (maior que quinze dias). Com base nos dados de produtividade agrícola, averiguou-se a relação entre os veranicos e a produtividade. Os resultados indicam que os veranicos A e C têm relação de correspondência com a produção, tendo o veranico A relação positiva e o C relação negativa. Sendo o veranico C o mais determinante na produtividade das culturas que o veranico A. Por fim, através do emprego dos modelos de correlação de Pearson e a regressão estimada com uso de dados em painel, demonstrou-se que existe uma relação significativa entre os veranicos classe C e a queda na produtividade das culturas de milho e feijão.

Palavras-Chave: Variabilidade Climática. Milho. Feijão. Produtividade Agrícola. Nordeste.

Abstract: The agriculture, especially the subsistence one, is an economic activity dependent of the climate rhythm. This dependent relation is even more intense in the Northeast of Brazil (NEB) since it is a region which presents high variability of interannual and intraseasonal rainfall. Therefore, this paper aims at observing the intraseasonal behavior of the rainfall in the rainy period from 2003 to 2013 and its impact in the production of grains (corn and bean) in the macro-region of Sertões dos Inhamuns in Ceará. For this purpose, we have analyzed daily data from 16 rainfall stations that belong to the macro-region of Inhamuns and, from this analysis on, we have identified and classified the dry spells, considering consecutive days without both any rain or under 2mm. The results were grouped in three categories: dry spell class A (from 5 to 10 days); dry spell class B (from 11 to 15 days); and dry spell class C (over 15 days). Based on the agricultural productivity data we could observe the relation between the dry spells and the productivity. The results indicate that the dry spells A and C have a relation of correspondence with the production – dry spell A, a positive relation as C maintains a negative one. The dry spell C is the most determining in the productivity of the crops than the dry spell A. At last, through the correlation model of Pearson and estimated regression using the panel data, it was demonstrated that there is a significative relation between the dry spells class C and the drop in productivity in corn and bean crops.

Keywords: Climate variability. Corn. Bean. Agricultural productivity. Northeast.

Resumen: La agricultura, especialmente para la subsistencia, es una actividad económica dependiente del ritmo climático. Esta relación de dependencia es aún más intensa en el Nordeste de Brasil, ya que el NEB es una región con alta variabilidad de precipitaciones interanuales e intraestacionales. De esta manera, el presente estudio buscó observar el comportamiento intraestacional de las lluvias en la temporada de lluvias de 2003 a 2013 y los impactos en la producción de granos (maíz y frijol) en la Macrorregión de Sertões dos Inhamuns en Ceará. Para eso, se analizaron datos diarios de 16 estaciones pluviométricas pertenecientes a la Macrorregião dos Inhamuns y, a partir de este análisis, se identificaron y clasificaron los periodos de sequía, considerándose los días consecutivos sin precipitación o por abajo de 2 mm. Estos se agruparon en tres categorías: período de sequía de clase A (de cinco a diez días sin lluvia), periodo de sequía de clase B (de once a quince días) y periodo de sequía de clase C (más de quince días). Con base en los datos de productividad agrícola, se investigó la relación entre los periodos de sequía y la productividad. Los resultados indican que el periodo de sequía A y C tienen una relación correspondiente con la producción, mientras que el periodo de sequía A tiene una relación positiva y C tiene una relación negativa. Así que el período de sequía C es más determinante en la productividad de los cultivos que los periodos de sequía A. Finalmente, mediante el uso de modelos de correlación de Pearson y regresión estimada usando datos de panel, se demostró que existe una relación significativa entre el periodo de sequía clase C y una caída en la productividad de los cultivos de maíz y frijol.

Palavras-Clave: Variabilidad Climática. Maíz. Frijol. Productividad Agrícola. Nordeste.

Submetido em: 01/06/2021
Aceito para publicação em: 15/08/2022
Publicado em: 24/08/2022

1. INTRODUÇÃO

O fator climático é um insumo importante para a garantia de uma safra produtiva, principalmente no Brasil, onde a maior parte dos estados e municípios produzem sob sistema de sequeiro. Esse sistema, sem irrigação, utilizado em regiões de clima com baixa pluviometria, torna a agricultura uma atividade de risco e altamente dependente do ritmo climático. No Nordeste brasileiro (NEB), essa dependência é ainda maior porque essa região é marcada por um clima que tem como característica a alta variabilidade pluviométrica que se manifesta em anos de secas severas (MONTEIRO, 1999).

A associação entre a alta variabilidade pluviométrica e os baixos totais pluviométricos anuais são é um condicionante das sucessivas secas na região (NOBRE e MELO, 2004). As secas são ainda mais impactantes e degradantes quando ocorrem em anos consecutivos. São as chamadas estiagens plurianuais, e seus impactos se prolongam, abalando não só os produtores agrícolas, mas também toda a sociedade e todos os setores produtivos.

Entretanto, mesmo em anos em que o total pluviométrico se encontra próximo à média histórica, a distribuição da chuva ao longo do período chuvoso pode afetar a produção agrícola e o abastecimento de água. Isso se deve à variabilidade pluviométrica intrasazonal, que se expressa nos chamados veranicos, que são dias dentro do período chuvoso em que não chove ou chove muito pouco (Menezes et al 2010, 2008).

Dessa forma, os indicadores agrícolas na região são afetados pela alta variabilidade interanual e intrasazonal das chuvas associada ao cultivo de sequeiro, ao uso de áreas sem aptidão agrícola e, muitas vezes, à não seleção de sementes adaptadas a períodos secos (ALVES et al 1998). Todos esses fatores fazem com que a agricultura, sobretudo a agricultura familiar, seja uma atividade de alto risco econômico, apontando-se a necessidade de se compreender a dinâmica climática da região para reduzir ao máximo o risco, visto que a variabilidade pluviométrica é apontada como uma das principais causadora de quebras de safra (EMBRAPA, 2022).

Objetivando entender melhor a interferência dos veranicos na produtividade agrícola e segurança alimentar da população que mora na região semiárida, o presente trabalho buscou observar o comportamento intrasazonal da pluviometria no período chuvoso de 2003 a 2013 e os impactos na produção de grãos (milho e feijão) na Macrorregião dos Sertões dos

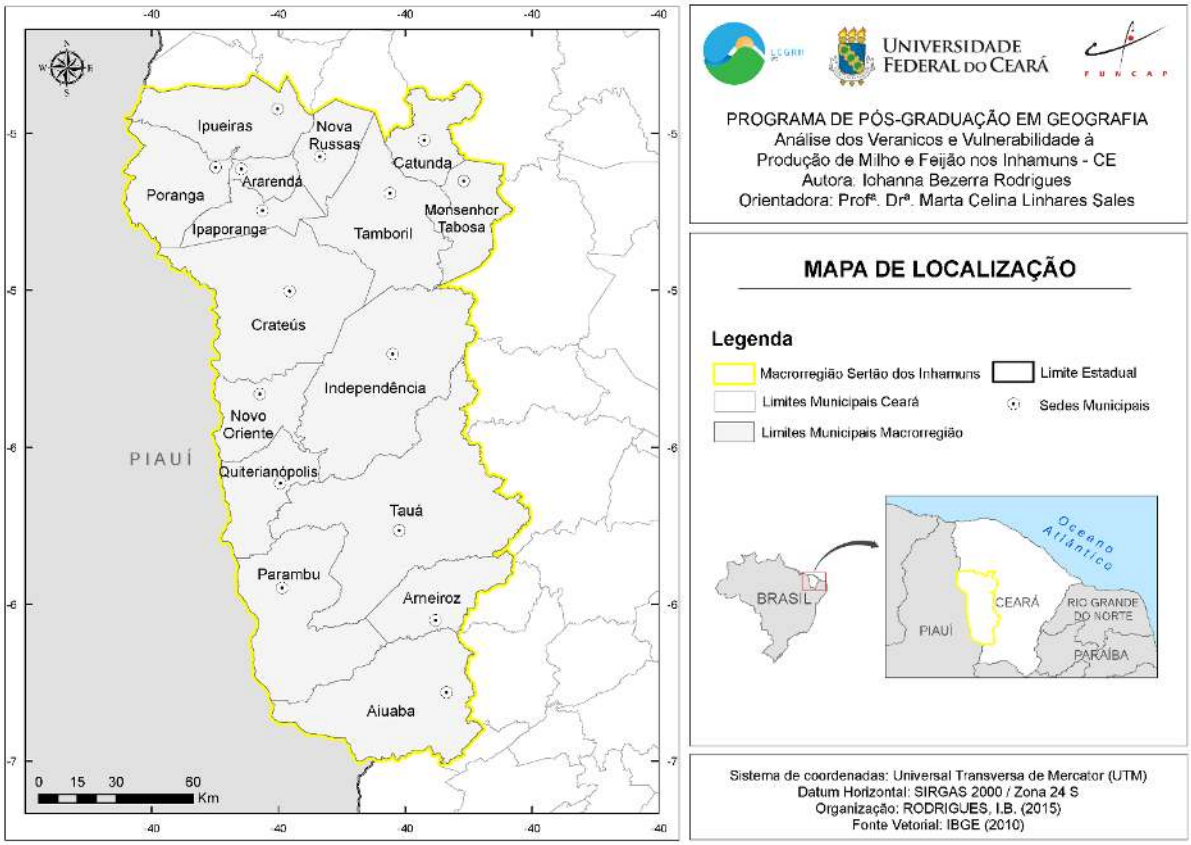
Inhamuns, no Ceará. Os resultados apresentam potencial para servir como estudo de base para um futuro Zoneamento Agrícola de Risco Climático do estado do Ceará.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Localização e caracterização da área de estudo

A Macrorregião dos Inhamuns ocupa 17,6% da área total do estado do Ceará e é formada pela junção das Microrregiões do Sertão de Crateús e Sertão dos Inhamuns, composta por 16 municípios (Figura 1- os mapas são fruto da dissertação defendida em 2016).

Figura 1 – Mapa de localização da Macrorregião dos Inhamuns.

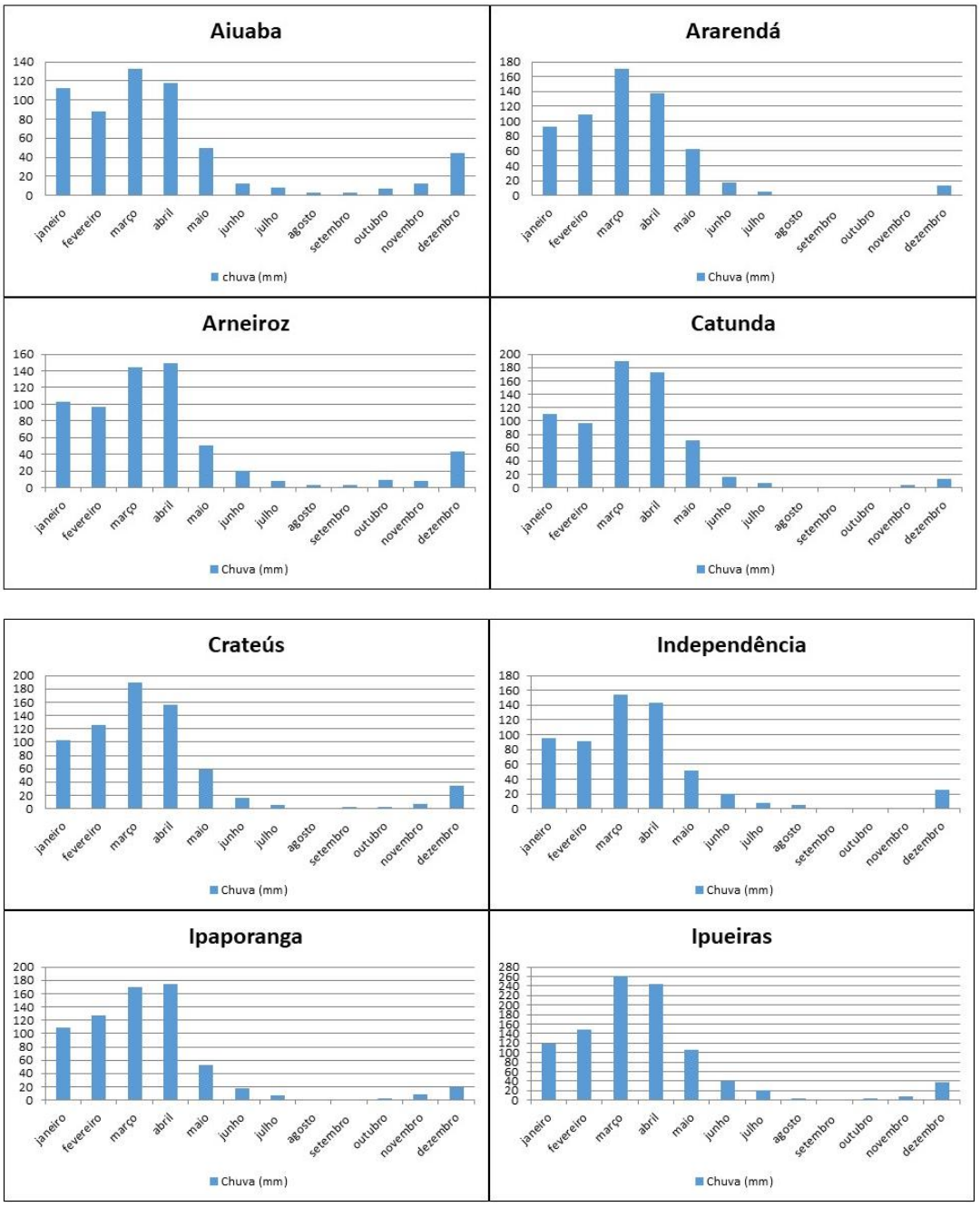


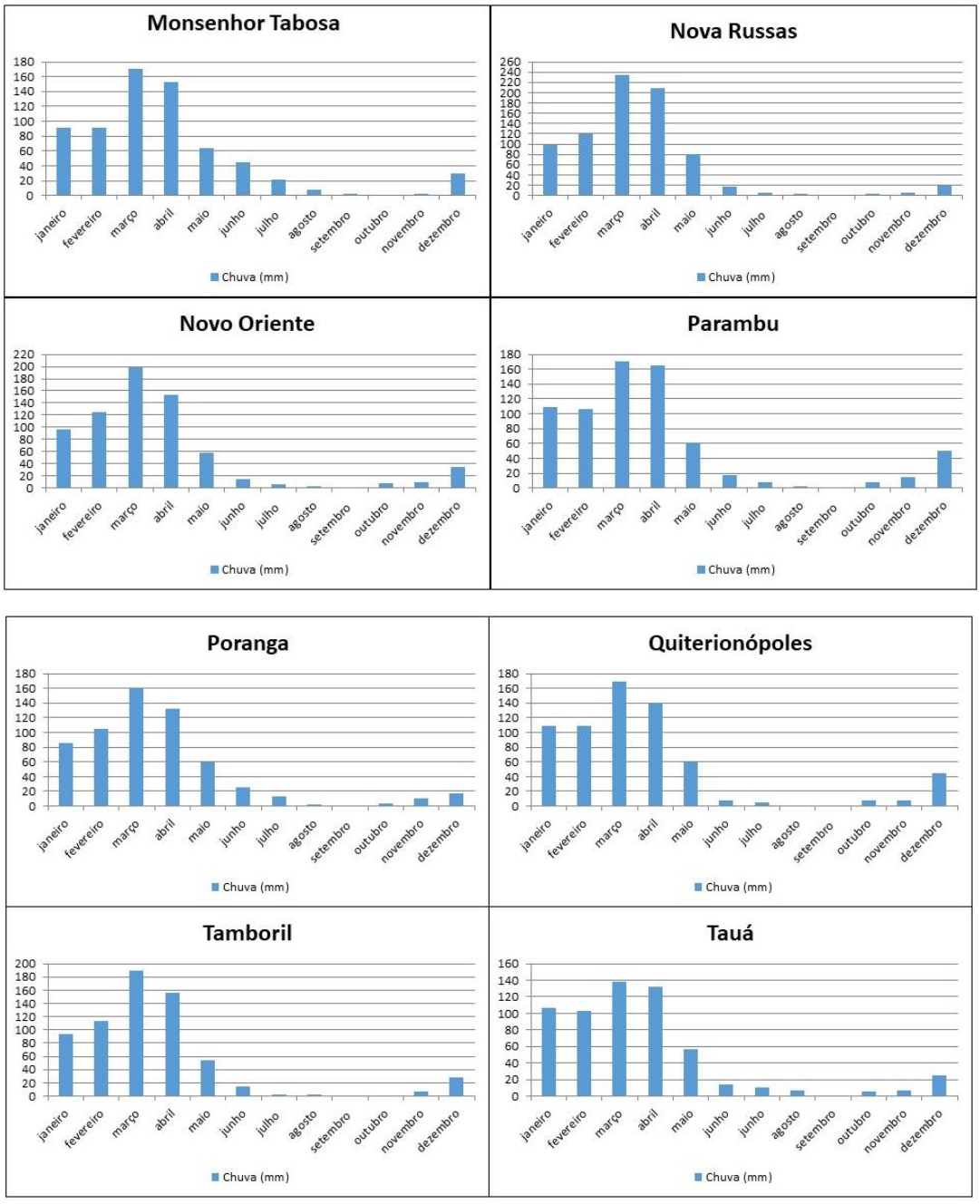
Fonte: Rodrigues, 2015.

No que tange às características climáticas, a região se apresenta como sendo uma área onde predomina o clima semiárido quente, com duas estações bem definidas: o verão quente e chuvoso e o inverno seco. Além disso, a temperatura é elevada durante todo o ano (25º C a 30º C), os níveis de evapotranspiração são altos e a precipitação é baixa (em média menor que

800 mm - IPECE, 2014). A estação chuvosa na região ocorre de fevereiro a maio, com uma pré-estação chuvosa que se inicia em dezembro e vai até janeiro. É possível constatar tal estação chuvosa nos gráficos de precipitação média mensal de cada município (Figura 2).

Figura 2 – Precipitação média mensal dos municípios da Macrorregião dos Inhamuns (Normal climatológica).





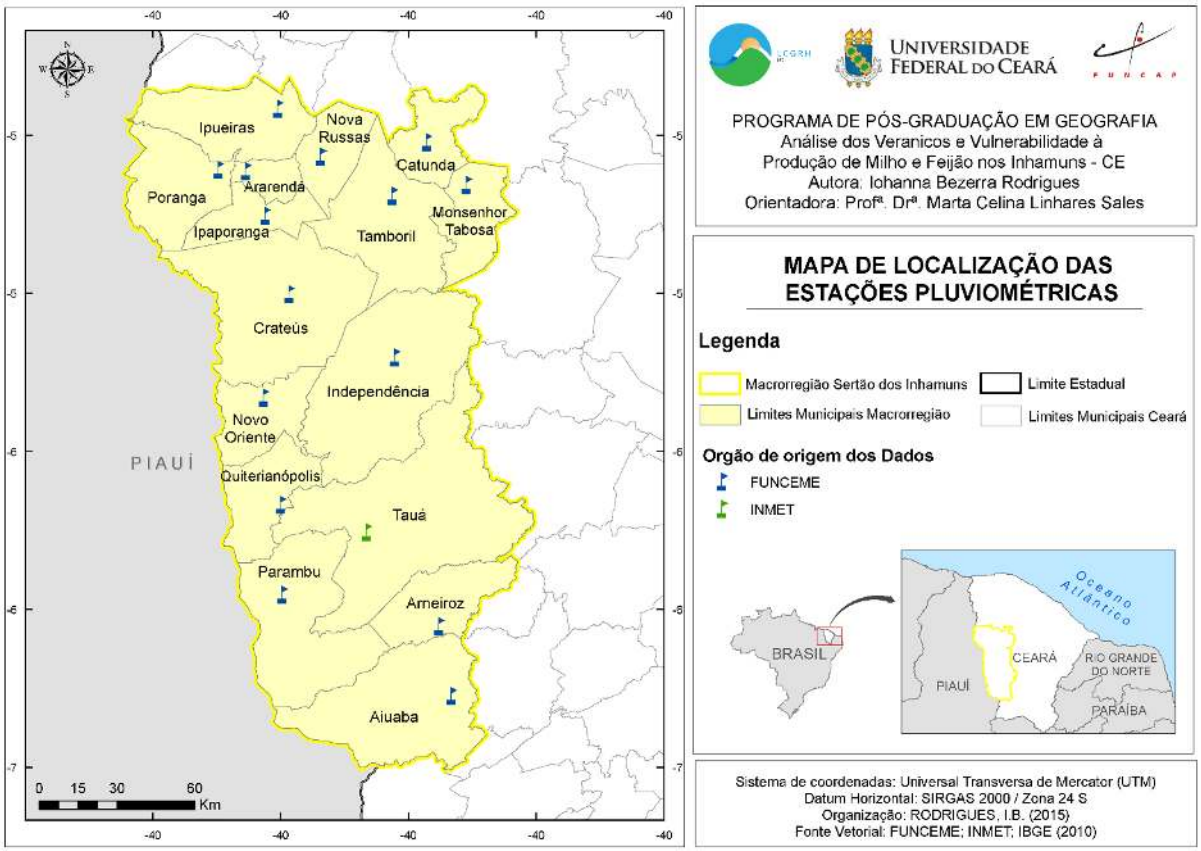
Fonte: Rodrigues, 2015.

Há grande diferença nas médias de precipitação anual entre os municípios, devido, principalmente, à localização destes. Os municípios que se encontram no platô da Serra Grande (Planalto da Ibiapaba) possuem precipitação média inferior a 900 mm; os que se encontram na depressão periférica da Ibiapaba (Ipueiras, Ararendá e Ipaporanga) chegam a uma média de 700 mm já os demais municípios, localizados na Depressão Sertaneja, possuem precipitação média anual por volta dos 600 mm (IPECE, 2012).

2.2. Dados e procedimentos metodológicos

Os dados de chuva utilizados nesse trabalho consistem em uma série diária para o período de dezembro de 2002 a dezembro de 2013, para dezesseis postos pluviométricos da Macrorregião dos Inhamuns. Tais dados foram disponibilizados pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) e pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Figura 3 – Mapa de localização das estações/postos pluviométricos.



Fonte: Rodrigues, 2015.

Os dados referentes à produção agrícola de cada município foram disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Utilizaram-se as variáveis área plantada e colhida, quantidade, rendimento médio e valor da produção, de cultura temporária e permanente, tendo-se como unidade de coleta os municípios.

2.3. Critérios para a delimitação do(s) veranico(s)

Para identificar os veranicos, definiu-se o período chuvoso/quadra chuvosa da região que, como na maioria dos estados do NEB, se estende de fevereiro a maio; contudo, analisando-se a pluviometria mensal dos municípios da Macrorregião dos Inhamuns, foi possível perceber a importância dos meses de pré-estação chuvosa (dezembro e janeiro). Logo, esses meses foram analisados e considerados como parte do ano agrícola.

Para esse trabalho, utilizou-se a metodologia desenvolvida por Menezes et al (2008, 2010) que define veranico como a sequência de no mínimo cinco dias com chuva abaixo de 2 mm na quadra chuvosa. O cálculo não é interrompido quando a sequência de dias passa de um mês para o outro.

Depois dessa fase de identificação dos veranicos em cada posto pluviométrico e para cada ano da série analisada, foi realizada a classificação por intensidade. Os veranicos foram agrupados em três categorias distintas: veranicos classe A (de cinco a dez dias), veranicos classe B (de onze a quinze dias) e veranicos classe C (maior que quinze dias), conforme a metodologia de Oliveira et al (2015). Essa classificação foi feita para cada um dos postos e em todos os anos da análise, considerando apenas o ano agrícola.

2.4. Estatísticas: correlação e regressão

Com o objetivo de analisar a relação entre produção e ocorrência de veranicos, foram estimados modelos de regressão com dados em painel (dados considerados ao longo do tempo). A escolha desses modelos se amparou no fato de que seu uso é mais adequado que o de modelos de regressão tradicionais, quando a estrutura dos dados envolve dados *cross-section* (observações referentes aos 16 municípios estudados) e dados temporais (análise ao longo dos anos 2003 a 2013) ao mesmo tempo (MARQUES, 2000).

Antes da estimativa do modelo de regressão, foi realizada análise de correlação entre os veranicos A, B, C e total de veranicos (A, B e C) e a produção de milho e feijão, por meio da expressão:

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{(\sum(x_i - \bar{x})^2)(\sum(y_i - \bar{y})^2)}}$$

Sendo X e Y as variáveis com as quais se deseja verificar a existência de correlação. No caso: X= quantidade de veranicos (A, B, C ou total de veranicos) e Y = produção de feijão ou milho.

Os modelos de dados em painel podem ser classificados em três tipos: modelo de dados agrupados (*pooled regression model*), modelos de efeitos fixos (*fixed effects models*) e modelos de efeitos aleatórios (*random effects models*). As três possibilidades foram examinadas por meio de testes de hipóteses específicos, sendo definido, para o estudo o modelo de efeitos aleatórios[1]. Esse modelo foi selecionado tanto para as análises referentes às lavouras de feijão quanto para milho.

Os modelos de efeitos aleatórios foram estimados pelo método dos Mínimos Quadrados Generalizados (MQG), por meio da equação:

$$log(Prod)_{it} = \beta log(Veranico)_{it}1 + \mu_i + \varepsilon_{it}$$

Sendo:

log (Prod)it = logaritmo da produção agrícola (milho ou feijão), onde *i* = municípios e *t* = anos.

ßlog (veranico)it = logaritmo do veranico (A ou C ou A, B e C).

β = é o coeficiente para a(s) variável(is) independente(s).

μ_i – efeitos individuais entre municípios.

εit – comportamento dos termos de erro idiossincrático, ou seja, variações do erro do próprio município.

μ_i+ε_it = termo de erro do modelo, correlacionados ao longo do tempo *t*, para um dado município *i*.

Assim, pode-se entender que a estimativa por efeitos aleatórios nesse estudo considera simultaneamente as variações nos municípios (*within*) e entre os municípios (*between*). O uso de uma função logarítmica para representar o modelo traz vantagens como a interpretação dos coeficientes em termos de elasticidade, redução dos impactos negativos provocados por *outliers* e possibilidade de aumento na homocedasticidade dos erros (KHANDER, 2005).

[1] A escolha desse modelo é feita com base nos testes de especificação de modelos de dados em painel descritos por Baltagi (2008). Utilizando esses testes foi possível verificar que o modelo de efeitos aleatórios é mais confiável.

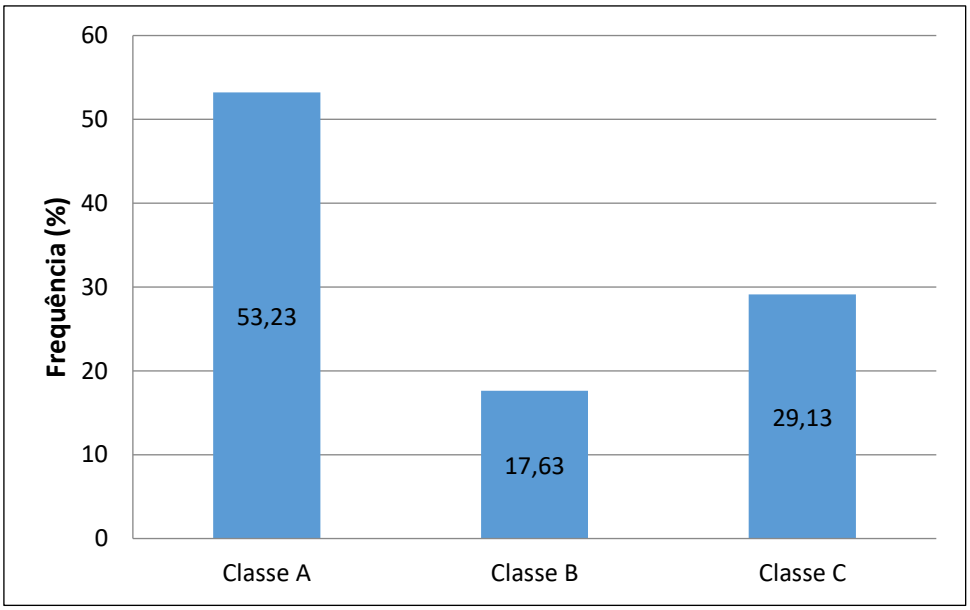
Ressalta-se que o modelo estimado apresenta erros padrão robusto a problemas de heterocedasticidade. Em relação à autocorrelação dos resíduos, pressupôs-se a ausência de autocorrelação, haja vista que esta prática se revela como o comportamento esperado em painéis curtos, ou seja, painéis em que o número de unidades de observação (no caso 16 municípios) é superior ao período de tempo estudado, no caso 11 anos (FÁVERO et al, 2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram registrados 1.469 veranicos ao longo dos onze anos, o que equivale uma média de 133,5 veranicos por ano. Esse índice é um indicativo da como as chuvas na região são mal distribuídas no tempo, com alta variabilidade intranual.

Esses valores demonstram, ainda, que a atividade agrícola na região é altamente vulnerável, principalmente quando se observa a distribuição desses veranicos em classes. A figura 4 mostra como esses 1.469 veranicos se distribuíram entre as três classes de veranicos.

Figura 4 – Distribuição e frequência dos veranicos por classe na Macrorregião dos Inhamuns (2003 a 2013).



Fonte: FUNCEME. Elaborado pelas autoras.

A partir desses dados, identificou-se que mais de 53% dos veranicos que ocorreram na região ao longo dos anos de análise se enquadram na classe A, ou seja, são veranicos de menor duração e que, supostamente, não prejudicam expressivamente as culturas.

A classe C, que corresponde aos veranicos mais intensos, foi a segunda classe mais recorrente, aproximadamente 30% dos veranicos que acometeram a região superaram os quinze dias de duração. Isso evidencia o alto risco da atividade agrícola nessa região, pois as culturas ficam submetidas a um estresse hídrico de longa duração, podendo prejudicar por completo a produtividade das lavouras, a depender de que fase fisiológica a cultura se encontra (Bergamaschi *et al*, 2006).

A classe B teve a menor ocorrência entre as três classes, apenas 17,6% dos veranicos duraram de onze a quinze dias. Apesar de não ser tão expressiva a incidência de veranicos de classe B quando somados aos de classe C chega-se a um valor de 46,7% do total dos veranicos, o que retrata que as chuvas que acontecem na região, além de serem restritas a um período, são altamente concentradas em alguns dias do ano.

É importante perceber a variação da ocorrência de veranicos ao longo dos anos (Tabela 1), principalmente levando-se em conta a tipologia do ano. Os anos analisados foram classificados segundo os parâmetros sugeridos por Sant'Anna Neto (1990), que estabelece o uso do coeficiente de variação como critério na escolha dos anos-padrão, isto é, ano seco, tendente a seco, normal, tendente a chuvoso ou chuvoso. É possível observar que anos chuvosos ou tendente a chuvosos foram os que tiveram maior número de veranicos.

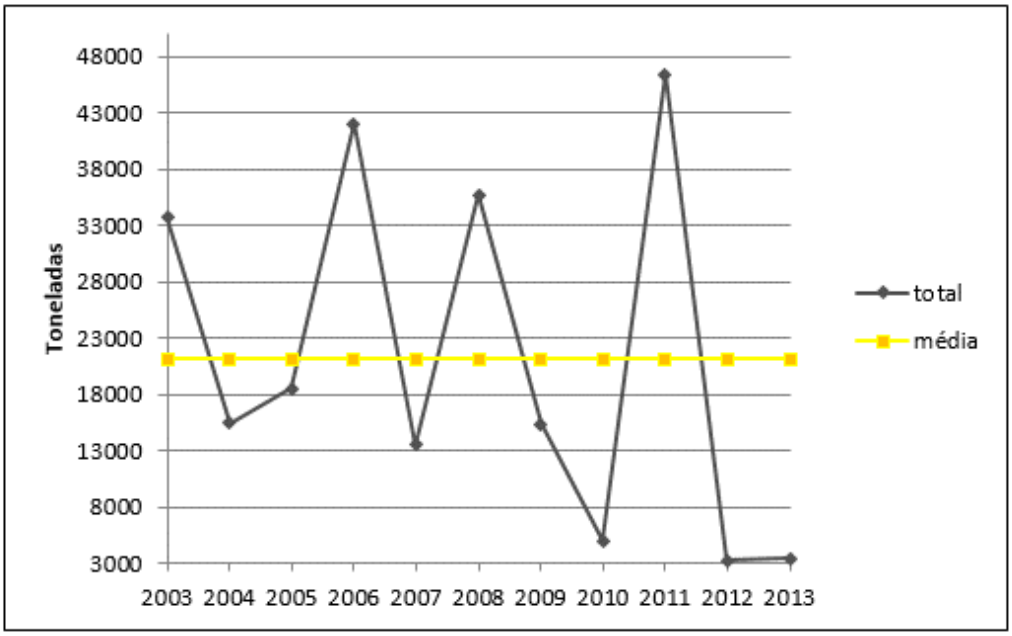
Tabela 1 – Padrão de distribuição dos veranicos ao longo do período para a Macrorregião dos Inhamuns.

Ano	Classe A	Classe B	Classe C	Total por Ano	Tipologia do ano
2003	78	11	36	125	Normal
2004	84	31	32	147	Chuvoso
2005	63	25	55	143	Normal
2006	88	13	35	136	Normal
2007	47	20	47	114	Normal
2008	76	47	26	149	Tendente a chuvoso
2009	59	9	21	89	Chuvoso
2010	65	24	57	146	Tendente a seco
2011	111	41	9	161	Tendente a chuvoso
2012	49	18	56	123	Seco
2013	62	20	54	136	Seco

Fonte: FUNCEME. Elaborado pelas autoras.

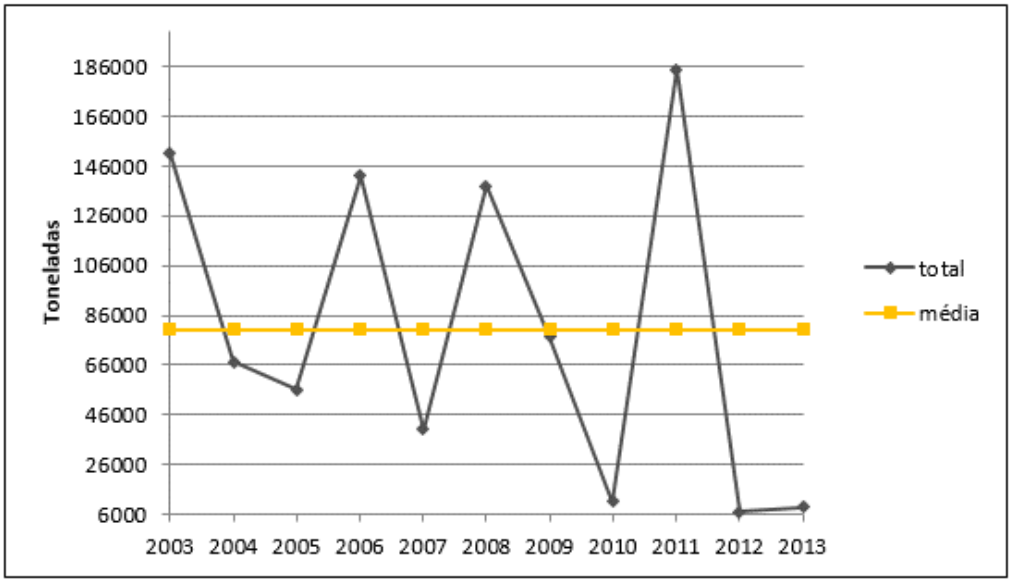
Nos figuras 5 e 6, é possível observar que há grande oscilação da produção de grãos (milho e feijão) na região. Dos 11 anos de observação, 7 tiveram safras abaixo da média e 4 tiveram safras acima da média, com um ano de safra recorde (2011). Isso demonstra que há uma enorme variabilidade da produção agrícola de grãos que não é exclusividade da Macrorregião dos Inhamuns.

Figura 5 – Produção de Feijão na Macrorregião dos Inhamuns de 2003 a 2013.



Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal. Elaborado pelas autoras.

Figura 6 – Produção de Milho na Macrorregião dos Inhamuns de 2003 a 2013.



Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal. Elaborado pelas autoras.

Quando se analisa a Tabela 1 e as figuras de produção, é necessário compreender alguns fatores, principalmente em relação aos anos de 2008, 2009 e 2011. Os anos de 2008 e 2011 foram os que apresentaram maior número de veranicos, porém com safra acima da média (inclusive safra recorde em 2011). Já o ano de 2009 foi chuvoso, com poucos veranicos,

e a produção foi abaixo da média. Isso se deve à complexidade que envolve a produção agrícola. Fatores como área plantada, tipologia do veranico podem interferir nessa análise.

No ano de 2008, a colheita foi considerada maior, em relação à média histórica (feijão 35.682 toneladas, milho 137.746 toneladas), superando em muito a de 2007. Efetuou-se um leve aumento da área plantada em relação ao ano antecedente. Apesar da alta frequência de veranicos (149 veranicos no total da quadra chuvosa), as culturas não ficaram expostas a longos períodos de estiagem (apenas 26 de classe C), por isso não houve problemas de quebra de safra. Contrário a isso, a safra de 2008 de grãos para o estado do Ceará foi quase duas vezes maior que a de 2007.

O ano de 2009 foi chuvoso para quase todas as regiões do estado e com poucos veranicos para a Macrorregião estudada, porém o excesso de chuvas prejudicou a produtividade agrícola. Segundo as informações fornecidas pelo Boletim do Agronegócio Cearense de 2009 elaborado pelo IPECE (2010), apesar de a fronteira agrícola ter se ampliado em quase 3,3%, houve uma perda na produção de grãos de 30,97%. Para o órgão, houve queda na produção de cerca de 24,6% em relação à do ano de 2008

> [...] foi reflexo de uma irregularidade temporal e espacial das condições climáticas ocorridas no Estado, com regiões em que as precipitações ficaram abaixo da média histórica, onde aconteceram veranicos e outras em que houve maiores quantidades de chuvas causando enchentes. O excesso de chuvas em algumas regiões danificou muitas estradas prejudicando assim o escoamento da produção. (IPECE, 2010, p. 7).

Com isso, é possível observar que as condições meteorológicas atuam como um elemento que interfere ao longo de todo o processo produtivo, influenciando desde a produção até a distribuição dos produtos agrícolas.

Já no ano de 2011, apesar de ter sido considerado um ano seco e com muitos veranicos, houve produção recorde. Tal fato se dá, em primeiro lugar, a uma perspectiva de quadra chuvosa acima de média (prognóstico da Funceme), o que levou a um aumento da área plantada (150% maior que 2010) e, em segundo lugar, ao fato de a maior parte dos veranicos ser de classe A (111). Dessa forma, pode-se inferir que houve poucos veranicos prolongados, o que não causou um estresse hídrico maior às culturas.

Essa variabilidade da produção está ligada a vários fatores, como área plantada, prognóstico das chuvas e a dependência do clima, mais especificamente a pluviometria, ou seja, o sucesso da safra está relacionado também com a regularidade das chuvas. Esse é um dos motivos que torna a produção agrícola tão variável de ano para ano, pois a região Nordeste apresenta como característica mais marcante de seu clima a alta variabilidade pluviométrica.

Ao observar a ocorrência de veranicos por classe (A, B, C e total) com a quantidade produzida de milho e feijão, foi possível constatar que, graficamente, existiam alguns padrões na distribuição dos veranicos. Os veranicos do tipo A e C apresentavam uma disposição que acompanha a produção, já os outros veranicos (B e Total) não apresentaram um padrão.

Figura 7 – Distribuição da ocorrência de veranicos (Classe A, B, C e Total) e comportamento da produção de Milho. Período de 2003 a 2013.



Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal. Elaborado pelas autoras.

Figura 8 – Distribuição da ocorrência de veranicos (Classe A, B, C e Total) e comportamento da produção de Feijão. Período de 2003 a 2013



Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal. Elaborado pelas autoras.

Pode-se observar nos gráficos que, tanto para a cultura de milho quanto para a cultura de feijão, quando há uma ocorrência maior de veranicos classe A, ocorre também um aumento na produção. Já o contrário acontece com os veranicos de classe C, quando há um aumento da ocorrência de veranicos de longa duração, há uma diminuição no volume da produção.

As figuras apresentadas para a cultura de milho e feijão são semelhantes. Nos anos em que houve maiores episódios de veranicos de classe A e diminuição dos veranicos de classe C, esse fenômeno coincidiu com anos de alta na produção tanto de milho, como de feijão (anos de 2006 e 2011, safras recordes).

A exceção a essa tendência foi o ano de 2004, que, apesar de ter havido uma alta ocorrência de veranicos classe A e poucos veranicos B e C, ocorreu uma produção abaixo do esperado, visto que a chuva nesse ano se concentrou apenas nos meses de janeiro e fevereiro (chuvas ocasionadas por VCANs). Os veranicos de classe C, apesar de não muito frequentes, foram muito intensos, ou seja, duraram muitos dias.

Por outro lado, em anos em que houve uma maior periodicidade de veranico classe C, deu-se uma queda na produção. A exemplo disso, os anos de 2010, 2012 e 2013, houve aumento do número de veranicos classe C em que se coincidiu com quedas abruptas de safras.

O contrário disso também é verdadeiro, no ano 2011, por exemplo, a produção recorde ocorre quando há uma pequena quantidade de veranicos classe C. Para as outras classes de veranicos (B e Total), não foi visível nenhuma relação com base nos gráficos.

Para averiguar a relação entre as variáveis produção e veranicos, foi feito o cálculo de correlação de Pearson, que mede o grau de associação entre duas variáveis, chamada de correlação simples ou linear.

Para os veranicos de classe A e C, obteve-se uma correlação estatisticamente significativa a 1%. Para os outros tipos de veranicos, não foi encontrada relação significativa como apresenta a Tabela 2. É importante salientar que possivelmente não houve correlação significativa, pois faltou observar outros fatores que interferem na produtividade.

Tabela 2 – Coeficiente de correlação de Pearson entre os veranicos e a produção de feijão e milho.

Variáveis	***Feijão***	***Milho***
Veranico A	*0,319**	*0,197**
Veranico B	*0,049*	*0,053*
Veranico C	*-0,386**	*-0,323**
Veranico Total	*0,121*	*0,046*

Nota: *coeficiente significativo estatisticamente a 1%. Fonte: Elaborado pelas autoras.

Os veranicos A tiveram relação positiva com a produção, ou seja, quando ocorrem com maior frequência, há uma elevação na produção. Por outro lado, o veranico classe C tem uma relação negativa com a produção, assim, quando a quantidade de veranicos C é maior, o volume da produção de milho e feijão tende a diminuir.

Como a correlação apenas mede o grau de relacionamento entre as variáveis, foi necessário fazer uma análise de regressão para, assim, estabelecer a relação de dependência entre elas, ou seja, quantificar o impacto dos veranicos na produção.

A Tabela 3 apresenta o resultado da regressão em painel que relaciona a produtividade de milho e feijão com os veranicos A e B. Observa-se que, com o acréscimo de 1% dos veranicos classe A, gera-se um crescimento médio na produção de milho de 0,6% e de feijão

de 0,55%. Por outro lado, para o aumento de 1% dos veranicos da classe C, gera-se uma queda média na produção de milho correspondente a -0,7% e de feijão de -0,5% (Tabela 3).

Tabela 3 – Resultados dos coeficientes da Regressão em Painel por Efeitos Aleatórios para a produção de milho e feijão, sob veranico "A" (modelo 1) e veranico "C" (modelo 2).

Lavoura	Modelo com veranico A	Modelo com veranico C
Feijão	0,556*	-0,518*
Milho	0,602*	-0,704*

Nota: Modelo de regressão robusto quanto à heterocedasticidade. *coeficiente significativo estatisticamente a 1%. Fonte: Elaborado pelas autoras.

Essa relação positiva entre o aumento dos veranicos A e a produção, tanto de milho quanto de feijão, ocorre porque o veranico A é aquele menos intenso, com duração de 5 a 10 dias. Assim, uma alta frequência de veranicos desse tipo pressupõe que exista uma regularidade de chuvas entre um e outro veranico, favorecendo a safra.

A relação negativa entre os veranicos classe C e a produção ocorre devido ao longo período de estresse hídrico a que as plantas ficam submetidas. Os veranicos C são os de maior duração, acima de quinze dias sem chuva, assim, quando ocorre apenas um único veranico C, a planta fica metade de um mês sem água para as suas necessidades fisiológicas (germinação, enchimento de grãos, fotossíntese etc.). Tal falta resultará na qualidade/quantidade da safra.

Esses valores demonstram que, como esperado, a cultura do milho é mais sensível aos veranicos, pois o milho é uma das plantas com maior consumo diário de água (EMBRAPA). A cultura de feijão necessita de 300 a 400mm de chuva, bem distribuída, para ter uma boa produção; o milho, por sua vez, demanda de 350 a 500mm de chuva (EMBRAPA).

Essa mesma relação negativa e significativa foi encontrada por Menezes (2006), porém seu estudo relacionou os maiores veranicos de sua série histórica com a quebra de safra de milho e feijão.

Essa análise de regressão observou isoladamente a ação dos veranicos A e C sobre a produção de milho e feijão, porém, em uma análise anual. Deve-se considerar, também, que a produção está exposta aos três tipos de veranicos A, B e C e que, assim, eles podem interferir conjuntamente na produção, levando a resultados diferentes daqueles obtidos na análise

individual. Diante do exposto, considerou-se necessário fazer uma nova regressão, utilizando os três tipos de veranicos associados para assim mensurar o impacto de cada veranico na produção.

Na Tabela 4, constam os resultados da regressão para o milho. Percebe-se uma significativa diminuição da interferência positiva do veranico A. Nessa situação (considerando os três tipos de veranicos atuando conjuntamente), um aumento de 1% dos veranicos A gera uma elevação de apenas 0,29% na produção de milho (resultado menor que o apresentado na Tabela 3). O veranico classe B continua não apresentando relação significativa, enquanto o veranico C continua apresentando uma ação negativa sobre a produção, dado que o aumento de 1% de veranicos classe C produz uma queda média de -0,64% na produção de milho.

Tabela 4 – Resultados dos coeficientes da Regressão em Painel por Efeitos Aleatórios para a produção de milho sob veranico “A”, “B” e “C”.

Lavoura	Modelo com veranico A	Modelo com veranico B	Modelo com veranico C
Milho	0,297*	-0,047	-0,642*

Nota: Modelo de regressão sem problema de heterocedasticidade. *coeficiente significativo estatisticamente a 1%. Fonte: Elaborado pelas autoras.

O mesmo foi feito para a cultura de feijão, e, assim como no milho, houve mudança nos coeficientes. O coeficiente do veranico classe A apresentou uma diminuição em relação ao que foi visto na Tabela 3, maior que a redução do coeficiente do veranico classe C. Nesta situação, um crescimento de 1% nos veranicos classe A gera um aumento médio de 0,34% na produção de feijão e o crescimento de 1 % nos veranicos classe C gera uma queda média de -0,44% na produção de feijão.

Tabela 5 – Resultados da Regressão em Painel por Efeitos Aleatórios para a produção de feijão sob veranico “A”, “B” e “C”.

Lavoura	Modelo com veranico A	Modelo com veranico B	Modelo com veranico C
Feijão	0,339*	-0,057	-0,448*

Nota: Modelo de regressão sem problema de heterocedasticidade. *coeficiente significativo estatisticamente a 1%. Fonte: Elaborado pelas autoras.

Fica claro, com o que foi exposto, que a dependência da produção ao fator meteorológico expressa pelos veranicos requer, portanto, a elaboração de modelos que prevejam a ocorrência desses veranicos e, assim, possibilitem um maior planejamento da produção para diminuir seus impactos negativos.

Além disso, foi percebida a necessidade de considerar os impactos dos veranicos de forma conjunta (Tabela 6), dado que esse modelo apresentou maior ajuste do modelo (maior coeficiente de determinação), ou seja, melhor capacidade de explicar o comportamento da produção de milho e feijão.

Tabela 6 – Ajustes das Regressões em Painel por Efeitos Aleatórios para a produção de feijão e milho sob veranico “A”, “B” e “C”.

Lavoura	Modelo com veranico A	Modelo com veranico C	Modelo com veranicos A, B e C
Feijão	0,1016	-0,1494	0,1851
Milho	0,0387	-0,1041	0.1107

Fonte: Elaborado pelas autoras.

O ajuste do modelo com veranicos A, B e C foi maior que nos modelos que consideravam os veranicos isolados, demonstrando que o impacto causado pelos veranicos agregados é maior que individualmente.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na pesquisa, foi possível observar que os veranicos são bastante comuns na região estudada e que eles têm a capacidade de afetar negativamente a produtividade das culturas, comprovando que a quadra chuvosa na região Nordeste e, mais especificamente na Macrorregião dos Sertões dos Inhamuns, sofre com uma alta variabilidade intrasazonal das chuvas.

Foi constatado, por meio de cálculos estatísticos, que o veranico classe A analisado isoladamente tem relação proporcional com o aumento de produtividade tanto na safra de feijão como na de milho, enquanto que o veranico classe C, analisado isoladamente, tem uma relação inversamente proporcional com a produtividade. Ou seja, quanto mais veranicos C, menor a produtividade das safras de milho e feijão.

Os veranicos classe B, apesar de não apresentarem uma relação direta (nem positiva nem negativa) com a produção, segundo a análise, são importantes quando combinados com as outras classes (analisadas conjuntamente), tendo em vista que aumentam os dias de déficit hídrico para as culturas, provocando quedas na produção agrícola.

Os anos de 2006, 2008 e 2011 comprovam essa hipótese. Apesar de ter havido um elevado total de veranicos; 136, 149 e 161 respectivamente, a maioria foi de classe A com pouca ocorrência de classe C, o que em parte explica as safras recordes de 2006 e 2011 na série histórica e a boa safra de 2008.

Os anos de 2004 e 2009 fugiram à regra. Apesar de terem sido chuvosos, não houve safras acima da média. O ano de 2004, devido às chuvas terem se concentrado em janeiro e fevereiro, somando-se a isso uma alta frequência de veranicos tipo C ocasionou quebra de safra. Já em 2009, o grande volume de chuvas prejudicou o armazenamento e distribuição dos grãos.

A relação da ocorrência de veranicos classe C e quebra de safra fica perceptível nos anos de 2010, 2012 e 2013. O ano de 2010 é representativo nesse sentido. As sequências de dias secos dos veranicos de classe C foram extensas nesse ano, quase todos os municípios tiveram veranicos com duração superior aos 30 dias. O veranico mais longo persistiu por 54 dias e ocorreu no município de Crateús, que é um dos maiores produtores da região, tanto de milho quanto de feijão.

Quando analisados os impactos dos veranicos associadamente, foi possível perceber que esse modelo apresenta maior índice de determinação, ou seja, tem uma capacidade melhor de explicar a realidade, e, mesmo nele, persistiu a lógica descrita acima.

A cultura de milho foi mais afetada pelos veranicos que a de feijão. Isso ocorre porque a cultura do milho necessita de mais água para suas necessidades fisiológicas. Isso torna a cultura do milho mais dependente de uma melhor distribuição das chuvas para garantir uma safra acima da média.

Os valores encontrados na correlação e na regressão não são considerados altos. Isso ocorre porque a pesquisa analisou apenas a pluviometria, expressa nos veranicos, como único elemento a interferir na produção agrícola, porém outros elementos climáticos como evapotranspiração e insolação não foram considerados.

Esses valores de ajuste não eliminam ou desqualificam o modelo, visto que ainda há uma influência significativa da pluviometria na produção. Entretanto, fica clara a necessidade de, em estudos futuros, acrescentar outros elementos climáticos, ampliar a série histórica e a área de estudo.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Emanuel Lindemberg Silva *et al.* **Perfil Geossocioconômico: um olhar para as macrorregiões de planejamento do Estado do Ceará**. 2014.

ALVES, J. M. B. *et al.* A produção agrícola de subsistência no Estado do Ceará e os anos de ocorrência de El Niño e La Niña. **Revista de Agrometeorologia**, V. E, nº 2, p. 249-256, 1998.

FÁVERO, Luiz Paulo *et al.* (Org). Métodos quantitativos com Stata. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

IPECE. **Conjuntura Econômica do Ceará 2004**. Fortaleza, 2005. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/categoria2/analise-conjuntural/Conjuntura%202004.pdf>. Acesso em: 20/02/2016.

IPECE. **Perfil Básico Regional: Macrorregião dos Serões dos Inhamuns**. 2012. Disponível em: <http://www2.ipece.ce.gov.br/estatistica/perfil_regional/Perfil_Regional_R4_Sertao_dos_Inhamuns_2012.pdf>. Acesso em: 15/12/2015.

IPECE. **Conjuntura: boletim da conjuntura econômica cearense – 4º trimestre de 2012**. Fortaleza, 2013. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/categoria2/ipece-conjuntura/IPECE_CONJUNTURA_N4_4_trim2012.pdf>. Acesso em: 22/02/2016.

KHAN, Ahmad Saeed *et al*. Efeito da seca sobre a produção, a renda e o emprego agrícola na microrregião geográfica de Brejo Santo e no Estado do Ceará. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 36, n 2, 2005.

MAGALHÃES, Klinger Aragão (Elaboração). **Boletim do agronegócio cearense 2010 e perspectivas para 2011**. Fortaleza, 2011. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/categoria3/agropecuaria/Boletim_Agronegocio_2010.pdf>. Acesso em: 20/02/2016.

MAGALHÃES, Klinger Aragão (Elaboração). Enfoque econômico: safra de grãos do Ceará setembro/2011. **IPECE,** Fortaleza, n 8, 2011. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/enfoque-economico/EnfoqueEconomicoN08_30_09_2011.pdf>. Acesso em: 22/02/2016.

MAGALHÃES, Klinger Aragão (Elaboração). Enfoque econômico: produção de grãos no Ceará cresce 4,1% em 2013. **IPECE**, Fortaleza, n 97, 2014. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/enfoqueeconomico/EnfoqueEconomicoN97_15_01_2014.pdf>. Acesso em: 22/02/2016.

MARANHÃO, Rosa Maria Ramos**. Índice de Pobreza Hídrica (IPH) aplicados aos municípios dos Sertões do Inhamuns no semiárido do Ceará – Brasil**. 2010. 95f. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará. 2010.

MARQUES, Luís David. **Modelos Dinâmicos Com Dados Em Painel: Revisão de Literatura**. 2000. Disponível em: <http://www.fep.up.pt/investigacao/workingpapers/wp100.pdf>. Acesso em: 05 de abril de 2016.

MENEZES, Hudson Ellen de Alencar; *et al.* A relação entre a temperatura da superfície dos oceanos tropicais e a duração dos veranicos no estado da paraíba. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.23, n.2, p. 152-161, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-77862008000200004&script=sci_arttext>. Acesso m: 20 de março de 2015.

MENEZES, Hudson Ellen de Alencar; *et al.* Veranico e a produção Agrícola no estado da Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** v. 14, n. 2, p. 181-186, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v14n2/v14n02a09.pdf>. Acesso em: 10 de janeiro de 2016.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. O estudo geográfico do clima. **Cadernos Geográficos**, Florianópolis, ano1, n.1, maio, 1999.

NOBRE, Paulo; MELO, A. B. C. de. Variabilidade climática intrasazonal sobre O Nordeste do Brasil em 1998-2000. **Revista Climanálise**, ano 2, nº 1, 2004. Disponível em:

<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/revista/pdf/artigo_variabilidade_dez01.pdf>. Acesso em: 08 de março de 2021.

OLIVEIRA, Leilson Carvalho; *et al*. Frequência e distribuição espacial de veranicos no Estado do Ceará. In.: Simpósio Brasileiro de recursos naturais do Semiárido – SBRNS, II, 2015, Quixadá-CE. **Anais**. Disponível em:

<https://drive.google.com/file/d/0B0T02oNLikiuRXQ2eUYzMEwtNGc/view>. Acesso em: 10 de janeiro de 2016.

SOARES, Rogério Barbosa; MAGALHÃES, Klinger Aragão (Elaboração). **Boletim Agropecuário do Ceará 2006 e perspectivas de 2007**. Fortaleza, 2007. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/categoria3/agropecuaria/Boletim_Agronegocio_2006.pdf>. Acesso em: 20/02/2016.

SOARES, Rogério Barbosa; MAGALHÃES, Klinger Aragão (Elaboração). **Boletim Agronegócio cearense 2007**. Fortaleza, 2008. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/categoria3/agropecuaria/boletimAgronegocio_%202007.pdf>. Acesso em: 20/02/2016.

SOARES, Rogério Barbosa; MAGALHÃES, Klinger Aragão (Elaboração). **Boletim Agronegócio cearense 2008**. Fortaleza, 2009. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/categoria3/agropecuaria/BOLETIM_AGRONEGOCIO_2008.pdf> . Acesso em: 20/02/2016.

SOARES, Rogério Barbosa; MAGALHÃES, Klinger Aragão (Elaboração). **Boletim Agronegócio cearense 2009 e perspectivas para 2010**. Fortaleza, 2010. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br/categoria3/agropecuaria/BOLETIM_AGRONEGOCIO_2009.pdf> . Acesso em: 20/02/2016.

SULIANO, Daniel Cirilo; MAGALHÃES, Klinger Aragão; SOARES, Rogério Barbosa. A influência do clima no desempenho da economia cearense. **Texto para discussão nº 56**. Fortaleza, 2009.