

IRREGULARIDADE PLUVIOMÉTRICA IMPACTANDO A AGRICULTURA FAMILIAR NO SEMIÁRIDO DO NORDESTE: ESTUDOS DE CASO PARA O CEARÁ

Jose de Jesus Sousa Lemos¹; Uilma Cardos de Queiroz Ferreira²
Demartone Coelho Botelho³.

- 1 – Professor Titular e Coordenador do Laboratório do Semiárido (LabSar) na Universidade Federal do Ceará. lemos@ufc.br ou lemoslabsar@gmail.com.
- 2 – Engenheira Agrícola, Doutora. Professora Substituta no Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará. uilqueiroz@gmail.com
- 3 – Economista, Mestre em Economia. Pesquisador do Laboratório do Semiárido (LabSar) na Universidade Federal do Ceará. demartoneb@gmail.com.

RESUMO: A irregularidade na distribuição de chuvas e também de temperaturas elevadas Nordeste em especial no Semiárido provoca irregularidade cíclica na produção da agricultura familiar da região. Estes fatos suscitaram a necessidade de se estudar os efeitos da precipitação média anual de chuvas, os preços e as áreas colhidas sobre a evolução do valor da produção de feijão, mandioca e milho no Ceará entre os anos de 1950 e 2013. A pesquisa também buscou os efeitos da série de precipitações médias anuais e da ocorrência de secas sobre o valor da produção das lavouras e sobre os seus rendimentos aferidos em quilogramas por hectare. O estudo utilizou dados do IBGE e FUNCEME. O método utilizado consistiu no *shift share* modificado, utilizando-se modelos de regressão log-linear para estimar cada um dos efeitos. Os resultados obtidos mostraram que a lavoura do milho se mostrou mais sensível tanto para as oscilações anuais de precipitação média de chuvas como às ocorrências periódicas de secas no estado. A mandioca mostrou evidencia de ser a mais resistente das culturas analisadas, embora a ocorrência de secas impacte de forma significativa o seu rendimento médio histórico.

Palavras Chave: Pluviometria; Produção de alimentos; Resistência às secas.

Rainfall irregularities impacting the Family Agriculture in Northeast Semi-arid: Case studies for Ceará.

SUMMARY: The irregularity in the distribution of rainfall and high temperatures in Northeast particularly in semi-arid causes cyclical irregularity in the production of family farming. These facts have raised the need to study the effects of average annual precipitation of rain, prices and areas harvested on the evolution of the value of production of beans, cassava and maize in Ceará from 1950 to 2013. The research also sought the effects of the series of average annual rainfall and droughts on the value of production of crops and on their yield and measured in kilograms per hectare. The study used the IBGE and FUNCEME data. The method used was modified *shift share*, using models log-linear regression to estimate each of the effects. The results showed that the corn crop was more sensitive for both the annual fluctuations in average rainfall precipitation as the regular occurrences of drought in the state. Cassava showed evidence of being the toughest of the analyzed cultures, although the occurrence of drought impact significantly its historical average yield.

Key words: Pluviometry; Food production; Resistance to drought.

INTRODUÇÃO

Um fator complicador para a produção agrícola no Nordeste, sobretudo nos ecossistemas inseridos no semiárido, que ocupam mais da metade do território da região, é a irregularidade, temporal e espacial, das precipitações de chuvas, além da prevalência de solos frequentemente de aptidão restrita para lavouras decorrente de um elevado processo de deprecação da base dos recursos naturais que já é nítido em áreas extensas da região (DUQUE, 1980).

O Ceará é o estado brasileiro que detém a maior área relativa inserida no semiárido. Dos 184 municípios cearenses, 150 são reconhecidos oficialmente como pertencentes ao semiárido brasileiro (MINTER, 2005). Este fato faz com que a agricultura cearense, de um modo geral, e a familiar em especial, tenha dificuldades na sua condução e evolução. Anos de escassez de chuvas provocam queda na produção, mas também há problemas de queda da produção causada pelo excesso de chuvas, como aconteceu em 2009 em vários municípios do Estado.

Nos 150 municípios do semiárido cearense sobrevivia em 2013 uma população de 4.928.854 que representava 56,1% da população do estado e que se apropriava de apenas 38,6 % do PIB estadual daquele ano (IBGE, 2015).

A instabilidade no regime pluviométrico devido à escassez cíclica de chuvas, má distribuição temporal e espacial se constitui em importante definidor da produção agrícola do Estado, afetando o rendimento das culturas, sobretudo aquelas cultivadas pelos agricultores familiares, que tem à sua disposição poucos recursos tecnológicos e, por isso, são dependentes das oscilações e do volume da precipitação de chuvas. Essas culturas são afetadas bastante também por oscilações do regime pluviométrica em torno dos valores adequados para cada uma delas. Volumes de chuvas abaixo e acima desses limites causam problemas de queda de rendimento das lavouras, sobretudo as alimentares cultivadas, em grande parte, pela grande maioria dos agricultores familiares cearenses.

Este estudo busca justamente entender o impacto da instabilidade na distribuição da pluviometria média anual do Ceará sobre o valor da produção de feijão, mandioca e milho, algumas das principais lavouras cultivadas pelos agricultores familiares cearenses. A pesquisa também busca identificar e quantificar as principais fontes de crescimento dessas lavouras entre os anos de 1950 e 2013. Essas fontes seriam: o preço médio anual, corrigido para valores de 2013; as áreas cultivadas anualmente com essas lavouras e os rendimentos avaliados na produção por hectare.

A hipótese central da pesquisa é que a distribuição pluviométrica anual no Ceará afeta o valor da produção anual de cada uma das culturas de forma diferenciada, mas sempre através das variações nos seus rendimentos por hectare.

METODOLOGIA

O estudo foi processado ancorado no método “*shift share*” que parte de uma identidade (LEAMER; STERN, 1970). A modelagem deste trabalho foi apresentada pela primeira vez no trabalho de Lemos (1995) e depois modificada por Lemos e Botelho (2010), Barbosa, 2016. A proposta de “*shift share*” neste caso tem como fundamento a definição do valor da produção (V_{it}) de uma cultura “ i ” no ano “ t ”, que é dada pela multiplicação do preço do produto (P_{it}) pela quantidade produzida (Q_{it}) no ano de referência, tal como está mostrado na equação (1).

$$V_{it}^{\alpha_0} = P_{it}^{\alpha_1} \cdot Q_{it}^{\alpha_2} \quad (1)$$

Pela definição de valor da produção, os parâmetros α_0 , α_1 e α_2 da equação (1) são iguais a um (1). A quantidade produzida da cultura “ i ” no período “ t ”, por definição, é igual à área colhida A_{it} com a cultura “ i ” no período “ t ”, multiplicada pelo seu rendimento R_{it} também no período “ t ” e medido em quilogramas por hectare. Ou seja:

$$Q_{it}^{\alpha_2} = A_{it}^{\beta_0} \cdot R_{it}^{\beta_1} \quad (2)$$

Obviamente que em virtude da identidade expressa em (2), deve-se observar a seguinte identidade entre os expoentes.

$$\alpha_2 = \beta_0 = \beta_1 = 1$$

Contudo, neste estudo estabelece-se a hipótese de que o rendimento associado à cultura alimentar está relacionado à quantidade média em milímetros de chuvas ocorridas no Ceará no ano “ t ” (C_t) e também oscila com períodos de seca e de não ocorrência de seca. Isto porque os padrões tecnológicos atuais das culturas alimentares, ainda prevalentes no Ceará, dependem quase que exclusivamente da normalidade pluviométrica. Com base nesta hipótese escreve-se a seguinte relação:

$$R_{it}^{\beta_1} = \pi \cdot C_t^{\beta_2} \cdot e^{(\beta_3 D + \xi_t)} \quad (3)$$

Na equação (3) a variável “ D ” (*dummy*) assume valor zero nos anos de secas e um (1) nos anos de normalidade pluviométrica. Como a ocorrência de chuvas é um fator aleatório, ela também torna aleatória a relação expressa na equação (3). Essa aleatoriedade é captada pelo termo de erro “ ξ_t ” que, por hipótese, assume as propriedades do modelo linear clássico de ter distribuição normal com variância constante e ser não autoregressivo. A constante “ e ” se constitui na base dos logaritmos naturais. O coeficiente log-linear “ π ” será o valor do

rendimento histórico da cultura analisada caso as precipitações de chuvas não o afete, o que será captado pela significância estatística do parâmetro angular “ β_2 ”. O coeficiente “ β_3 ” mede o efeito da ocorrência ou não de seca sobre o rendimento da cultura.

Fazendo substituições sucessivas da equação (3) na equação (2) e o resultado final sendo consolidado na equação (1) e tomando o logaritmo na base “e” da equação final, chega-se ao seguinte resultado:

$$\log(V_{it}) = \lambda_0 + \lambda_1 \log(P_{it}) + \lambda_2 \log(A_{it}) + \lambda_3 \log(C_{it}) + \lambda_4 D + \theta_{it} \quad (4)$$

Na equação (4) encontram-se as seguintes definições:

$$\lambda_0 = (\log \pi / \alpha_0); \lambda_1 = (\alpha_1 / \alpha_0); \lambda_2 = (\beta_0 / \alpha_0); \lambda_3 = \beta_2 / \alpha_0; \lambda_4 = (\beta_3 / \alpha_0); \text{ e } \theta_{it} = (\xi_{it} / \alpha_0).$$

Na equação (4) observa-se que λ_1 , λ_2 , λ_3 , respectivamente aferem as elasticidades preço médio, área colhida e precipitação de chuvas sobre o valor da produção da cultura que está sendo avaliada (feijão, mandioca ou milho), no caso desta pesquisa. Neste estudo serão chamados de efeito preço, efeito área e efeito precipitação de chuvas.

Observa-se ainda que o termo aleatório associado à equação (4) é a relação entre o termo de erro da equação (3) dividido por um constante. Pelas propriedades do valor esperado e da variância do produto de uma variável aleatória (ξ_{it}) por uma constante ($1 / \alpha_0$), se as hipóteses associadas ao termo ξ_{it} prevalecerem, elas serão estendidas ao termo aleatório θ_{it} .

Tomando o logaritmo na base “e” da equação (3), chega-se à expressão associada ao rendimento de cada cultura, da forma que foi estimada nesta pesquisa:

$$\log(R_{it}) = \log(\pi) + \beta_2 \log(C_{it}) + \beta_3 D + \mu_{it} \quad (5)$$

Nesta equação (5) o coeficiente β_2 será identificado como o efeito das chuvas sobre o rendimento de cada cultura estudada (feijão, mandioca e milho) no Ceará entre os anos de 1950 e 2013. O coeficiente β_3 aferirá as variações no logaritmo do rendimento médio histórico de cada lavoura em períodos de seca ou de não ocorrência de seca. Nos períodos de seca ($D=0$) o coeficiente linear $\log(\pi)$ não será modificado. Nos períodos de normalidade pluviométrica ($D=1$) o coeficiente linear será modificado. A expectativa é que o coeficiente β_3 seja positivo.

RESULTADOS

Os resultados encontrados com a pesquisa foram considerados interessantes e dentro das expectativas que se imaginava ao propô-lo. Na Tabela 1 apresenta-se a síntese dos resultados obtidos no que se refere às estimativas dos parâmetros colocados na equação (4).

Observa-se que nos três casos analisados o efeito, ou elasticidade área sempre é mais relevante do que os demais, no que concerne às magnitudes das elasticidades estimadas no

estudo. No caso do feijão, o seu tamanho é 0,677 contra 0,579 para o efeito preço e 0,375 para o efeito da precipitação de chuvas. Todos estatisticamente diferentes de zero. No caso da variável “D” que foi colocada para captar o efeito da ocorrência ou não de secas sobre o valor médio da produção de feijão, observa-se que foi estatisticamente diferente de zero ao nível de 5,4 por cento de significância e a sua magnitude é bastante expressiva de 0,249 (Tabela 1).

No caso da mandioca, a elasticidade ou o efeito área foi de 0,922. Os efeitos preço e chuva foram de respectivamente 0,695 e 0,339. Os efeitos área e preço tiveram os estimadores estimados com nível de significância estatística de zero por cento de erro. A elasticidade associada ao impacto das chuvas sobre o valor da produção de mandioca foi significativa ao nível de 4,8 por cento de erro. Neste caso a ocorrência ou não de seca, que deveria ser capturada pela variável “D”, não foi estatisticamente diferente de zero. O que significa que a média histórica do valor da produção de mandioca se manterá estatisticamente igual, indiferentemente da ocorrência ou não de seca (Tabela 1).

No caso do milho o efeito área foi de 0,832 que foi significativamente diferente de zero. O efeito preço estimado foi de 0,453, significativamente diferente de zero a 0,3 por cento de probabilidade de erro. O efeito chuva de 0,468 que foi significativamente diferente de zero ao nível de 3,2 por cento de probabilidade de erro. Neste caso do valor da produção de milho a variável “D” teve a maior magnitude entre as três lavouras estudadas sugerindo que essa lavoura é a que apresentou a maior sensibilidade à ocorrência de secas no Ceará, no período investigado. Vale ressaltar que também o efeito chuvas sobre o valor da produção de milho foi o maior dentre os estudados. (Tabela 1).

O que fica evidente desses resultados é que o maior impacto no avanço do valor da produção dessas lavouras é a expansão da fronteira agrícola que já está esgotada no semiárido cearense. Observa-se que o milho é bem mais sensível às oscilações nos níveis de precipitação de chuvas, seguido do feijão. A mandioca mostrou-se com menor sensibilidade. E o que surpreendeu no resultado da pesquisa foi o fato da ocorrência ou não de seca não modificar significativamente o valor da produção médio, e histórico, da mandioca. Das três culturas analisadas a mandioca mostrou ser a mais sensível e o milho a menos sensível as oscilações de preços ao longo do período analisado (Tabela 1).

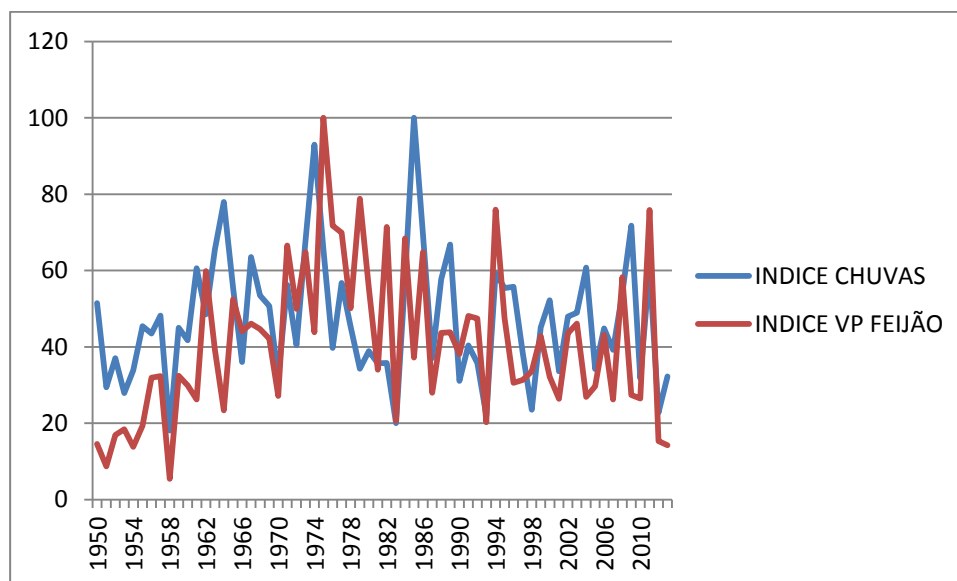
Tabela 1: Síntese das Fontes de Crescimento do Valor da Produção de Feijão, Mandioca e Milho no Ceará Entre os anos de 1950 e 2013

Cultura	Fontes de Crescimento do Valor da Produção (valores entre parênteses são as significâncias estatísticas)				
	Constante	Área	Preço	Chuva	Dummy
Feijão	0,747 (0,543)	0,677 (0,000)	0,579 (0,000)	0,375 (0,000)	0,249 (0,054)
Mandioca	0,449 (0,753)	0,922 (0,000)	0,695 (0,000)	0,339 (0,048)	0,054 (0,660)
Milho	-1,785 (0,236)	0,832 (0,000)	0,453 (0,003)	0,468 (0,032)	0,437 (0,003)

Fonte dos dados originais: Pesquisa Agrícola Municipal, vários anos e FUNCEME, 2015.

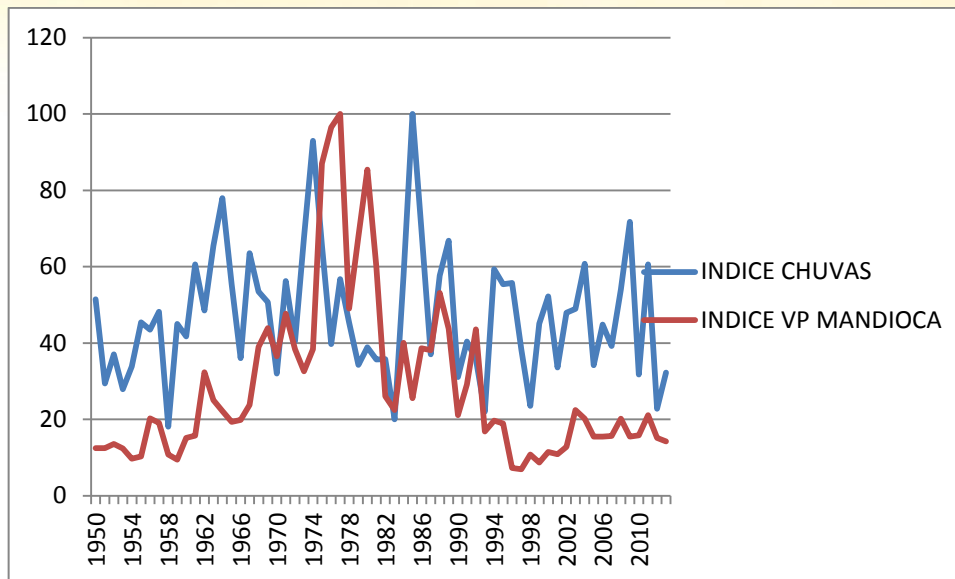
Nos Gráficos 1, 2 e 3, se observam, respectivamente, as evoluções do valor da produção de feijão, mandioca e milho vis a vis evolução da pluviometria no Ceará entre os anos de 1950 e 2013.

Gráfico 1: Evolução do Índice de Precipitação de Chuvas e de Valor da Produção de Feijão no Ceará entre 1950 e 2013



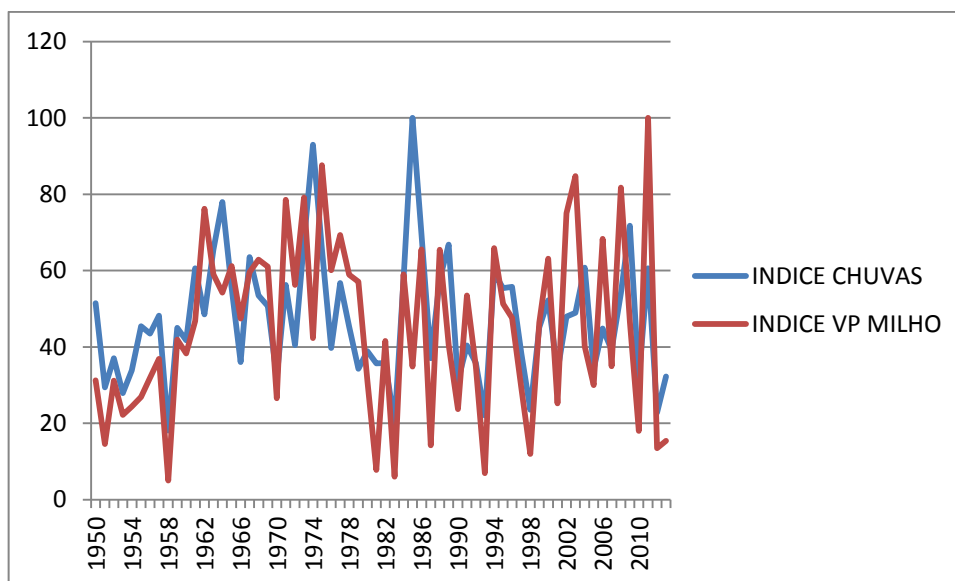
Fonte dos dados originais: Pesquisa Agrícola Municipal, vários anos e FUNCEME, 2015.

Gráfico 2: Evolução do Índice de Precipitação de Chuvas e de Valor da Produção de Mandioca no Ceará entre 1950 e 2013



Fonte dos dados originais: Pesquisa Agrícola Municipal, vários anos e FUNCEME, 2015.

Gráfico 3: Evolução do Índice de Precipitação de Chuvas e de Valor da Produção de Milho no Ceará entre 1950 e 2013



Fonte dos dados originais: Pesquisa Agrícola Municipal, vários anos e FUNCEME, 2015

No que se refere aos efeitos das chuvas e das secas ocorridas no Ceará entre 1950 e 2013 sobre os rendimentos (quilogramas por hectare cultivado) das lavouras de feijão, mandioca e milho no Ceará, constatou-se que a ocorrência de secas afeta mais significativamente os rendimentos do milho (0,578). Em seguida o feijão (0,471) e por último

o rendimento médio de mandioca que além de ter apresentado o menor valor dentre os três coeficientes estimados (0,148) apenas é significativamente diferente de zero ao nível de 25,8 por cento de erro (Tabela 2).

Tabela 2: Síntese dos Efeitos das Precipitações de Chuvas sobre os Rendimentos (Kg/hectare) de Feijão Mandioca e Milho no Ceará entre os anos de 1950 e 2013

Cultura	Efeito da Chuva sobre o Rendimento das lavouras alimentares (valores entre parênteses são as significâncias estatísticas)		
	Constante	Chuva	Dummy
Feijão	4,690 (0,000)	0,113 (0,577)	0,471 (0,002)
Mandioca	7,472 (0,000)	0,242 (0,178)	0,148 (0,258)
Milho	4,028 (0,003)	0,291 (0,163)	0,578 (0,000)

Fonte dos dados originais: Pesquisa Agrícola Municipal, vários anos e FUNCEME, 2015.

Observa-se também que o efeito volume de chuvas também é maior no rendimento de milho (0,291) e significativo ao nível de 16,3 por cento de erro. Afeta o rendimento da mandioca na magnitude de 0,242, com significância de 17,8 por cento de erro. Não se mostrou estatisticamente diferente de zero no caso do rendimento do feijão (Tabela 2).

Os resultados observados na Tabela 1 e na Tabela 2 sugerem que os diferentes volumes médios de chuvas anuais afetam o rendimento da mandioca, mas não tem impacto significativo sobre o valor da produção da lavoura no Ceará no período sob investigação. No entanto, as secas fazem a diferença nos rendimentos dessa cultura no estado durante o período investigado (Tabelas 1 e 2). No caso do feijão o efeito volume médio anual chuvas impacta o valor da produção, mas não o faz sobre o rendimento médio histórico (Tabelas 1 e 2).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os objetivos da pesquisa foram plenamente atendidos no que concerne aos testes realizados para as séries históricas das lavouras de feijão, mandioca e milho no Ceará no período de 1950 a 2013. Os procedimentos metodológicos utilizados que foram baseados na técnica *shift-share* modificada, conseguiram fazer os desdobramentos dos valores da produção

dessas lavouras nos efeitos área colhida, preço e chuvas. Além disso testou a hipótese da ocorrência ou não de secas impactarem a média histórica dos valores de produção de cada uma das lavouras no Ceará no período sob investigação.

Os resultados comprovaram que a lavoura do milho se mostrou a mais sensível tanto ao volume médio anual de chuvas quanto à ocorrência de chuvas. O valor da produção da mandioca não mostrou sensibilidade à ocorrência das chuvas, mostrando assim ser a mais resistentes dentre as três culturas analisadas.

Quando se avaliam os efeitos das precipitações médias de chuvas sobre os rendimentos das lavouras, a do milho mostrou-se a mais sensível tanto aos volumes médios como à ocorrência de secas. Neste caso, a cultura da mandioca mostrou sensibilidade do rendimento tanto à ocorrência de chuvas como de secas. O rendimento médio histórico do feijão não se modifica como decorrência dos volumes médios de chuvas incidindo no Ceara entre 1950 e 2013.

REFERÊNCIAS.

BARBOSA, J.A. **A competitividade das exportações de castanha de caju e melão no Nordeste brasileiro: 1997-2013.** Fortaleza, Ceará. Universidade Federal do Ceará. Dissertação de Mestrado em Economia Rural. 2016.

DUQUE, J.G. **Solo e agua no Polígono das Secas.** Mossoroense. 1980.

FUNCEME. **Series históricas de chuvas no Ceará.** Fortaleza. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 out. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Agrícola Municipal.** Rio de Janeiro. Vários anos.

LEAMER, E. E; STERN, R. M. **Quantitative international economics.** Chicago: Allynand Bacon, 1970.

LEMOS, J.J.S. Sustentabilidade e risco da agricultura do Nordeste. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 33, n. 1, p. 73-87, 1995.

LEMOS. J.J.S; BOTELHO, D.C. Efeito da precipitação de chuvas na evolução da produção de alimentos no Ceara: Desdobramento por períodos históricos. Fortaleza, Ceara. (2010), **Revista de Desenvolvimento do Ceará - IPECE.** Nº 01, Novembro, 2010.

MINTER: MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO REGIONAL. **Nova delimitação do semiárido brasileiro.** Brasília. 2005. Disponível em:

http://www.asabrazil.org.br/UserFiles/File/cartilha_delimitacao_semi_arido.pdf

Consulta em 16/10/2016.