

TÍTULO: *Efeito da Precipitação de Chuvas na Evolução da Produção de Alimentos no Ceará: Desdobramento por Períodos Históricos Recentes*

ÁREA TEMÁTICA *7- Sustentabilidade Ambiental: Meio Ambiente e Agricultura*

AUTORES *José de Jesus Sousa Lemos¹
Demartone Coelho Botelho²*

REFERENCIAS E INSTITUIÇÃO DOS AUTORES 1 – Professor Associado na Universidade Federal do Ceará. Ex-Secretario de Estado de Assuntos Estratégicos e de Agricultura do Maranhão. Ex-Visiting Scholar na University of Califórnia, Riverside, USA. Economista Emérito pelo Conselho Regional de Economia do Maranhão, CORECON-Maranhão.
2 – Economista, Mestre em Economia. Técnico da Universidade Federal do Ceará (UFC). Representante da UFC no GCEA do IBGE.

E-MAIL DOS AUTORES lemos@ufc.br
demartone@superig.com.br

CONTATO 85-3247.6668

TELEFONE DO PRIMEIRO AUTOR

***Efeito da Precipitação de Chuvas na Evolução da Produção de Alimentos no Ceará:
Desdobramento por Períodos Históricos Recentes***

RESUMO: O trabalho objetiva aferir a evolução da produção agrícola familiar no Estado do Ceará entre os anos de 1947 e 2008. Avalia-se a evolução das áreas colhidas, produção, rendimento e preço de arroz, feijão, mandioca e milho. Agregam-se as produções dessas culturas e se obtém a série anual da produção diária per capita. Decompõe-se o valor da produção nos efeitos área, preço e precipitação de chuvas. Dividem-se as séries em três períodos da história recente e que influenciaram a produção agrícola do Estado: “Período do Imediato Pós-guerra” (1947-1963), “Período sob influência do regime militar” (1964-1985) e período “Pós Regime Militar” (1986-2008). Utilizam-se dados do IBGE para as séries agrícolas e da FUNCEME para a série de precipitação de chuvas no Ceará no período da análise. Os resultados confirmaram a instabilidade climática do Ceará, com 64% dos anos chovendo menos do que a média histórica da série analisada de 62 anos. Essa instabilidade se transfere para a produção de alimentos que dependem grandemente de chuvas em quantidades e períodos adequados, dados os baixos padrões tecnológicos em que ainda são produzidos os itens da agricultura familiar no Estado. O período sob influência dos regimes militares exibiu os maiores problemas na produção de alimentos no Ceará. Palavras Chaves: Agricultura Familiar; Instabilidade Climática; Produção de Alimentos.

***Rain Fall Effect Over the Food Production Evolution into the Ceará State of Brazil:
Decomposition by its Recent Historic Periods.***

ABSTRACT: In this paper we tried to measure the family agriculture evolution in Ceará State of Brazil from 1947 to 2008. We evaluated the evolution of areas, production, yield and prices of rice, bean, cassava and corn. The production of these crops is aggregated in this stud in order to obtain the annual time series of daily production per person. The time series of production value was decomposed in three effects: area, price and rain precipitation. These time series also are divided in three historical periods: “The Immediately Post War Period” (1947-1963); the “Period Under Military Influence” (1964-1985) and the “Period After Military Influence” (1986-2008). The data come from IBGE and FUNCEME (Meteorological Foundation of Ceará State). The stud also showed the great instability of rain fall in this State. As a matter of fact in 64% of the times series analyzed, the rain precipitation was under its historical average. This instability in weather is transferred to the food production in Ceará State because there are no advanced technologies to use in these crop productions under such circumstances. The results showed that the worse period for the food production in Ceará was during the Military Influence. Key words: Family Agriculture; Climatic instability; Food Production.

1. INTRODUÇÃO

A região Nordeste apresenta-se como a que exhibe os piores indicadores econômicos e sociais do Brasil, como demonstram os estudos do IBGE, 2002; e Lemos, 2008. A região também se constitui naquela a apresentar a maior dependência da produção advinda do setor rural e também que ocupa os maiores percentuais da força de trabalho nessas atividades. Constata-se que a agricultura ainda desempenha um papel bastante relevante para a região, quer como absorvedora de mão de obra, quer como provedora de renda monetária e renda não monetária sob a forma de autoconsumo das famílias diretamente envolvidas nessas atividades.

Regiões pobres exercem uma baixa capacidade de atração aos empreendimentos dos setores de transformação e de serviços devido ao reduzido poder de compra a que está submetida a grande maioria das populações ali residentes, e também à baixa qualidade da força de trabalho que predomina nessas regiões mais atrasadas. Não obstante este fato observa-se que os setores de transformação e serviços são os que apresentam a maior participação na formação da renda bruta dos Estados dessa região. Isto acontece não devido à sua pujança, como alguém mais desavisado poderia imaginar, mas pela fragilidade do setor agrícola. Esses empreendimentos industriais e de serviços, no geral, têm o inconveniente de concentrarem-se nas grandes cidades, ou em seu entorno, criando um grande descompasso na geração de ocupações de melhor qualificação, renda e de acumulação de riquezas, que contribuirão para uma urbanização sem controle.

Como os setores de transformação e de serviços exigem um nível de qualificação de mão de obra mais refinado, o excedente de força de trabalho que migra das áreas rurais para as áreas urbanas dessas cidades, de médios e grandes portes, tem dificuldade de encontrar alocação nos trabalhos que são oferecidos nas zonas urbanas. Também por estas razões as atividades agrícolas ainda desempenham um grande papel econômico e social para a região Nordeste, tendo em vista que, se for promovido o desenvolvimento rural (entendido como a elevação da renda monetária e apropriação de ativos sociais), estarão sendo criados os instrumentos que viabilizam a permanência voluntária das famílias nas zonas rurais.

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

Nos municípios inseridos nas áreas semi-áridas, as dificuldades associadas à produção agro-pastoril se exacerbam em relação às possibilidades que têm as demais áreas do Nordeste, que apresentam outros níveis de dificuldades como o atraso tecnológico. Por causa das dificuldades associadas a regimes pluviométricos que se concentram em poucos meses do ano, em que há intermitência anual de escassez pluviométrica, torna-se mais difícil a vida nessas áreas. Desenhar ações que viabilizem a convivência com o fenômeno da escassez hídrica tem se constituído no grande desafio para quem estuda e para quem toma decisões políticas objetivando a busca do bem-estar social e econômico das populações residentes no Nordeste em geral e no semi-árido em particular. Vale ressaltar que parte dos problemas advindos da escassez de produção e de capacidade de sustentação da vida animal e vegetal, nessas áreas, decorre da ação antrópica, e se constitui em a um só tempo em causa e consequência da pobreza rural (Gliessman, 2000). Devido ao grau elevado de pobreza das populações rurais, em geral, e daquelas que sobrevivem no semi-

árido em particular, há uma super-exploração das áreas que estão ao alcance dos agricultores familiares e, por esta razão, a fertilidade natural se exaure a um ritmo mais acelerado. Em decorrência a capacidade de produção esvai-se, fechando o ciclo da pobreza que interage com a degradação da base dos recursos naturais. Romper esta corrente tanto de um ponto de vista tecnológico como político não é tarefa fácil dada a correlação de forças que ocorre entre os sujeitos sociais envolvidos com pouca ou nenhuma capacidade de influência, e os interesses de grupos definidos sempre dispostos a apropriarem-se de todos os ativos produtivos (Reed; Sheng, 1996).

Por outro lado, a existência de grandes áreas de onde é retirada a cobertura vegetal natural para a inserção de pastagens ou de culturas exóticas ao ambiente, também pode desencadear um processo inadequado de utilização do recurso natural solo, que também tende a exaurir-lo de forma acelerada. O uso inadequado contribui para a exaustão da camada fértil do solo e o expõe aos raios solares que incidem de forma bastante forte e vertical deste lado do planeta. Uma das conseqüências previsíveis desta sinergia de ações será o desaparecimento gradativo dos corpos aquáticos naturais de superfície. Por causa do tipo de solo que predomina nas áreas semi-áridas com afloramento do cristalino, o lençol freático tende a ser mais profundo e de difícil acesso, por causa das rochas que se interpõem até que possa ser atingido (Dregne, 1983). Este conjunto de elementos leva às dificuldades de acesso à água para seres humanos, animais e plantas, e a conseqüência é a queda e até o desaparecimento da produção agrícola (Duque, 1980). Não tendo mais em que se ocuparem nessas áreas, as famílias tendem a abandoná-las e a aventurarem-se em outros lugares.

O Ceará é o Estado brasileiro que detém a maior área relativa inserida no semi-árido. 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. A instabilidade no regime pluviométrico devido à 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 fortíssimos das oscilações e do volume da precipitação de chuvas, que apresenta uma amplitude de oscilação ótima, e que abaixo e acima dos limites causa problemas de queda de rendimento das lavouras, sobretudo as alimentares cultivadas pela grande maioria dos agricultores familiares cearenses.

Complementarmente, com impactos tão importantes como aqueles (clima e falta de inserção tecnológica) o Ceará, como a maioria dos estados brasileiros, sobretudo os mais pobres, sofre a influência de grupos políticos que predominam em determinados períodos da sua história econômica. De acordo com visão de cada grupo, haverá ou não prioridade para a produção agrícola familiar. Mesmo quando dizem que priorizarão o setor, não raro acabam encaminhando políticas equivocadas que contribuem para a queda da produção agrícola, ou estimulam prioridades de produção equivocadas que acabam contribuindo para a marginalização de segmentos importantes de trabalhadores rurais.

Essa sinergia de instabilidades se transformam em importante fator que induz os agricultores cearenses a emigrarem para as cidades de médio e grande porte, tanto do Estado como dos demais estados e regiões do Brasil. Este fato incrementa a urbanização

desses centros e, normalmente, provoca pressões sobre as precárias ou inexistentes infra-estruturas das cidades contribuindo para o caos que se observa nesses lugares. Além disso, esses trabalhadores rurais emigrantes dificilmente encontrarão alocação no mercado de trabalho nas áreas urbanas por duas razões: as ocupações inexitem e mesmo existindo eles, os migrantes, em geral, não estão habilitados para os exercerem. O resultado é que acabam perambulando nesses centros como biscateiros, semi-empregados ou mesmo desempregados. Sem renda monetária passa privações de toda ordem e acabam se alojando nas suas periferias, sobretudo nas chamadas áreas de riscos.

Objetivos.

Este estudo tem objetivos múltiplos, todos convergindo para entender algumas das principais causas que podem afetar a produção de arroz, feijão, mandioca e milho no Estado do Ceará entre 1947 e 2008. Estas são as principais lavouras cultivadas predominantemente por agricultores familiares e que se constituem em elementos básicos na dieta dos cearenses e dos nordestinos. Assim, os objetivos específicos da pesquisa são:

a – aferir a evolução das taxas de urbanização da população do Ceará a partir do Censo Demográfico de 1940 até o último Censo Demográfico de 2000;

b – aferir a evolução do valor da produção, área colhida, produção, preço e rendimento de arroz, feijão, mandioca e milho que são os principais itens alimentares cultivados pelos agricultores familiares cearenses entre os anos de 1947 e 2008;

c – aferir a evolução da produção agregada e diária per capita daqueles produtos no lapso de tempo definido e em períodos de tempo historicamente relevantes na política agrícola do Ceará;

d – decomposição do valor da produção dessas culturas nos “efeitos” área, preço e precipitação de chuvas;

e – aferir os impactos da distribuição de chuvas sobre os rendimentos das culturas alimentares no Ceará, bem como as probabilidades de ocorrerem rendimentos dessas culturas acima das respectivas médias históricas;

f – testar a hipótese de que períodos da história política do Estado interferiram na produção de alimentos no Estado, independentemente de fatores climáticos. Os períodos em que se divide a pesquisa são: Período do Imediato Pós-guerra que se estende de 1947 a 1963; Período sob Influência do Regime Militar (1964-1985); Período Pós-Regime Militar que se inicia em 1986 e se estende até 2008.

FONTES DOS DADOS E METODOLOGIA

O trabalho utiliza series históricas dos Censos Demográficos do IBGE nos anos de 1940, 1950, 1960, 1970, 1980, 1991 e 2000. A escolha de 1940 como ano inicial do estudo se prende ao fato de que nos Censos de 1920 e 1930 (os primeiros efetuados pelo IBGE) não eram computadas as populações rurais do Estado e por esta razão ficava difícil estimar com rigor as relações população urbana / população rural.

Levanta-se junto aos Anuários Estatísticos do IBGE séries históricas de áreas colhidas, produções, rendimentos e valores da produção de arroz, feijão, mandioca e milho entre os anos de 1947 e 2008. Os preços nominais são corrigidos para valores de 2008 utilizando-se como deflator o IGP-DI da Fundação Getúlio Vargas. Adicionalmente o estudo incorpora a série de precipitações de chuvas, levantadas junto à FUNCEME

(Fundação Cearense de Meteorologia) cobrindo o mesmo período da série da produção dos itens alimentares (1947 a 2008).

Os procedimentos metodológicos adotados para atingir aos objetivos do estudo são múltiplos. Inicia-se estimando as populações intersensitárias, a partir das taxas geométricas discretas estimadas para cada intervalo. As interpolações das populações entre os Censos Demográficos são feitas com base nas taxas de crescimento populacionais estimadas de acordo com a equação (1):

$$POP_n = POP_0(1 + TGC)^T \quad 1$$

Na equação (1) **POP_n** se constitui na população final do período de comparação; **POP₀** é a população inicial ou população base de comparação; **TGC** é a taxa geométrica anual de crescimento anual discreto da população no período **T**.

Estima-se para cada ano do Censo Demográfico o que se chama, neste estudo, de coeficiente de urbanização que é aferido através da relação População Urbana / População Rural. Com base nessas informações estima-se a sua evolução intersensitária, ou taxa de aceleração, o que proporciona uma visão de como se deu a urbanização da população cearense no lapso de tempo compreendido entre os anos de 1940 e 2000.

Na segunda etapa da pesquisa, as áreas e produções de arroz, feijão, mandioca e milho são agregadas para que se tenha informação dos seus montantes a cada ano e a sua progressão no tempo. A produção agregada assim obtida é dividida pelas populações estimadas a cada ano e pelo total de dias do ano, para a obtenção da produção diária per capta de alimentos que, neste estudo, resume-se à produção de arroz, feijão, mandioca e milho. As áreas, produções de arroz, feijão, mandioca, milho e produção agregada das quatro culturas são transformadas em índices, fazendo-se o seu valor máximo observado na série igual a cem (100) e os demais ajustando-se ao índice de forma proporcional.

Na terceira fase metodológica do estudo estimam-se as taxas geométricas de crescimento contínuas das séries sob análise utilizando-se o modelo log-linear a seguir:

$$\ln Y = \alpha + \rho T + \varepsilon \quad 2$$

Na equação (2) **ln** é o logaritmo neperiano da variável **Y** que se deseja estimar a taxa geométrica de crescimento anual e contínua; **α** se constitui no coeficiente log-linear da equação; **ρ** é a taxa geométrica contínua e anual de crescimento; **T** é o tempo; **ε** se constitui no termo de erro aleatório que, por hipótese, atende aos pressupostos do modelo linear clássico de ter média zero, variância constante e não ser auto-regressivo. Hipóteses necessárias para estimar os parâmetros utilizando o método dos mínimos quadrados ordinários (MQO).

Na quarta etapa da metodologia emprega-se o modelo que Lemos (1995) desenvolveu para a decomposição do valor de produção de uma cultura nos efeitos área, preço e rentabilidade. No presente estudo faz-se uma modificação daquele modelo no sentido de tentar aprimorá-lo, na medida em que se incorpora o fator precipitação de chuvas como elemento definidor da produção da agricultura familiar do Ceará. Para isso decompõe-se a série de valor da produção de cada uma das culturas referidas, em valores corrigidos para 2008, nos “efeitos” área, preço e precipitação de chuvas. Para tanto parte-se da definição do valor da produção (VP_{ij}) de uma cultura “i” no ano “j” que é dada pela

multiplicação do preço do produto (P_{ij}) no ano de referencia pela quantidade produzida (Q_{ij}) no ano de referência, de acordo com o que está mostrado na equação (3).

$$VP_{ij} = P_{ij}^{\beta} \cdot Q_{ij}^{\gamma} \quad 3$$

Pela definição de valor da produção, os parâmetros β e γ na equação (3) são iguais a um.

A quantidade produzida, por definição, é igual à área colhida A_{ij} com a cultura, multiplicada pelo seu rendimento R_{ij} medido em quilogramas por hectare. Ou seja:

$$Q_{ij}^{\gamma} = A_{ij}^{\delta} \cdot R_{ij}^{\lambda} \quad 4$$

Obviamente que em virtude da identidade expressa em (4), os expoentes γ , δ e λ serão todos iguais a um.

$$\gamma = \delta = \lambda = 1$$

Contudo, neste estudo estabelece-se a hipótese de que o rendimento associada à cultura alimentar está diretamente associada ao fator precipitação de chuvas (C). Isto porque os padrões tecnológicos atuais das culturas alimentares, ainda prevaletentes no Ceará, dependem quase que exclusivamente da normalidade pluviométrica. Com base nesta hipótese escreve-se a seguinte relação:

$$R_{ij}^{\lambda} = \pi \cdot C_j^{\eta} \quad 5$$

Assim, se o parâmetro η for estatisticamente igual a zero, assumindo que $\lambda = 1$, significa que oscilações de precipitações de chuvas não afetam o rendimento das culturas, que será igual à constante π , ou ao seu rendimento histórico. Observa-se também que a introdução do fator climático neste sistema de cinco (5) equações em que até a quarta havia identidades conceituais, introduz o viés aleatório em todo o sistema. Pode-se assim reescrever a equação (5) já introduzindo o termo de erro aleatório ϵ , da seguinte forma:

$$R_{ij}^{\lambda} = \pi \cdot C_j^{\eta} \cdot e^{\epsilon} \quad 6$$

Na equação (6) a constante e se constitui na base dos logaritmos neperianos.

Mediante substituições sucessivas, pode-se reescrever a equação (3) do valor da produção inicial pela equação definitiva:

$$VP_{ij} = \pi \cdot P_{ij}^{\beta} \cdot A_{ij}^{\delta} \cdot C_j^{\eta} \cdot e^{\epsilon} \quad 7$$

A expressão que define o Valor da Produção (Equação 7) agora não é mais determinística, mas probabilística (devido à variável precipitação de chuvas ser aleatória), e os coeficientes apresentados, antes unitários, devem assumir valores diferentes daqueles que assumiriam se as identidades continuassem a prevalecer. Esta é uma das hipóteses deste trabalho.

Tomando o logaritmo na base neperiana da equação (7) chega-se à equação (8) através da qual se estimam os “efeitos” de cada uma das variáveis sobre o valor da produção de cada cultura. Esta definição será dada por:

$$\ln(VP_{ij}) = \Pi + \beta \ln(P_{ij}) + \delta \ln(A_{ij}) + \eta \ln(C_j) + \epsilon \quad 8$$

Na equação (8), Π cujo valor é $\{\ln(\pi)\}$ é o parâmetro log-linear que, como se viu, será o rendimento da cultura (Kg/hectare) se η for estatisticamente igual a zero. Por sua vez ϵ é o termo aleatório que foi introduzido no modelo devido à hipótese de que a precipitação de chuvas influencia no rendimento de cada cultura e, por essa via, no seu valor da produção. Assumindo que ϵ tem as propriedades usuais do modelo linear clássico, podem-se estimar os parâmetros da equação (8) através do método dos mínimos quadrados ordinários.

Observa-se que as derivadas parciais da variável dependente $\{\ln(VP_{ij})\}$ em relação a cada uma das variáveis do lado direito dará como resultado o tamanho de cada coeficiente estimado, e constitui nas respectivas elasticidades ou sensibilidades. Se o estimador do parâmetro for significativamente diferente de zero, será chamado neste estudo de “efeito” associado à variável. Assim, β é o “efeito” preço (ou a elasticidade-preço associada ao valor da produção); δ é o “efeito” área (ou a sua elasticidade); e η é o “efeito” precipitação de chuvas (ou a respectiva elasticidade) sobre o valor da produção de arroz, feijão, mandioca ou milho, conforme seja a variável dependente. Resumidamente tem-se o conjunto de resultados apresentados no Quadro 1 que expressam a magnitude de cada um dos “efeitos”.

Quadro 1: Magnitude dos “Efeitos” em que se Desdobram os Valores da Produção de Arroz, Feijão, Mandioca e Milho no Ceará entre 1947 e 2008 e nos sub-periodos estudados

Coefficiente	Como é Obtido	“Efeito” sobre o Valor da Produção da Cultura
β	$d\{\ln(VP_{ij})\} / d\{\ln(P_{ij})\}$	Efeito ou Elasticidade Preço
δ	$d\{\ln(VP_{ij})\} / d\{\ln(A_{ij})\}$	Efeito ou Elasticidade Área
η	$d\{\ln(VP_{ij})\} / d\{\ln(C_j)\}$	Efeito ou Elasticidade Precipitação de Chuvas

Fonte: Valores a serem estimados no estudo.

EVIDENCIAS DO ESTUDO

Inicialmente mostra-se a evolução dos níveis de urbanização e das respectivas taxas geométricas de crescimento intersensitárias das relações população urbana / população rural no Ceará nos anos de 1940, 1950, 1960, 1970, 1980, 1991 e 2000. Posteriormente procede-se o estudo da evolução das áreas colhidas, das produções, dos rendimentos das culturas alimentares individualizadas e agregadas, bem como da produção diária per capita de alimentos entre 1947 e 2008. Em seguida decompõe-se o valor da produção de cada cultura nos “efeitos” ou elasticidades área, preço e precipitação de chuvas. Concomitantemente selecionam-se os anos de melhores performances na produção área agregada, produção agregada e rendimentos e os desdobramentos nos períodos selecionados para as análises desta pesquisa.

Evolução da Urbanização da População Cearense nos períodos Censitários

As populações totais, urbanas, rurais, bem como as relações entre as populações urbanas e rurais no Estado do Ceará segundo os Censos Demográficos do IBGE a partir de 1940 estão apresentadas na Tabela 1.

Observa-se na ultima coluna desta Tabela 1 que houve uma mudança significativa no perfil da população cearense entre os Censos de 1940 e de 2000. A população urbana que em 1940 representava apenas 29,40% da população rural, em 2000 representava 251,27%.

Tabela 1: Populações Totais, Urbanas, Rurais e Relação População Urbana-População Rural no Estado do Ceará nos Censos Demográficos a partir de 1940.

ANO	POPULAÇÃO TOTAL	POPULAÇÃO URBANA	POPULAÇÃO RURAL	Relação Pop. Urbana / Pop. Rural (%)
1940	2.091.032	475.028	1.616.004	29,40
1950	2.695.450	679.604	2.015.846	33,71
1960	3.296.366	1.098.901	2.197.465	50,01
1970	4.361.603	1.871.068	2.580.535	72,51
1980	5.288.253	2.810.373	2.478.056	113,41
1991	6.366.647	4.162.007	2.204.640	188,78
2000	7.430.661	5.315.318	2.115.343	251,27

Fonte: Dados Brutos dos Censos Demográficos do IBGE. Estimativas dos Autores

Entre 1940 e 2000 o perfil da população cearense mudou de predominante rural para fortemente urbana a uma taxa média anual de 3,64% (Tabela 2). Essa mudança de perfil aconteceu de forma mais acelerada entre os anos de 1970 e 1991. De fato, entre 1970 e 1980 a TGC da relação população urbana / população rural foi de 4,57% ao ano, ao passo que entre 1980 e 1991 a relação cresceu a um ritmo médio anual de 4,74%, o maior em todo o período (Tabela 2). Entre 1970 e 1991 a taxa geométrica de urbanização da população cearense foi de 4,67% ao ano.

Tabela 2: Taxas Geométricas de Crescimento da Relação População Urbana / População Rural nos períodos Intersensitários a partir de 1940.

Periodo	TGC (% AO ANO)
TGC 1940 / 2000	3,64
TGC 1940 / 1950	1,38
TGC 1950 / 1960	4,02
TGC 1960 / 1970	3,78
TGC 1970 / 1980	4,57
TGC 1980 / 1991	4,74
TGC 1991 / 2000	3,23

Fonte: Valores estimados a partir dos dados da Tabela 1.

Evolução da Produção das Culturas Alimentares e da Precipitação de Chuvas no Ceará entre 1947 e 2000.

Na Tabela 3 mostra-se a síntese da distribuição de chuvas no Estado do Ceará entre 1940 e 2008. Dessas evidências depreende-se que a média histórica desses 62 anos é de 868,8 milímetros. Contudo a amplitude é bastante significativa (1579 mm), variando de um

mínimo de 309 milímetros em 1958 e um máximo de 1.888 milímetros em 1985. O coeficiente de variação da distribuição de chuvas no período é de 32,4% o que corrobora com a informação de que o regime pluviométrico do Estado é bastante instável. Um resultado da pesquisa mostra que em 34 anos da série (67%) as precipitações de chuvas ocorreram abaixo da média, e em apenas 18 anos da série (33%) choveu mais do que a média no Estado do Ceará.

Tabela 3: Síntese das Evoluções das Áreas Colhidas, Produções de Arroz, Feijão, Mandioca e Milho, bem como do total anual de precipitação de chuvas entre 1947 e 2008.

VARIÁVEIS	Mínimo		Máximo		Média Histórica	Coeficiente de Variação (%)
	Valor	Ano	Valor	Ano	Valor	
Precipitação de chuvas (mm)	309	1958	1.888	1985	868,84	32,7
Área com arroz (Ha)	15.000	1981	79.993	1994	45.109,39	35,1
Área com feijão (Ha)	74.775	1958	765.654	1994	369.315,98	46,7
Área com mandioca (Ha)	32.283	1959	176.000	1979	92.970,06	40,7
Área com milho (Ha)	78.460	1958	707.891	2003	411.333,40	42,8
Produção de arroz (ton)	8.518	1958	197.920	1995	82.860,92	52,2
Produção de feijão (ton)	10.993	1958	292.762	1994	126.090,98	51,6
Produção de mandioca (ton)	296.474	1996	2.163.508	1969	957.395,58	47,3
Produção de milho (ton)	15.667	1958	760.231	2006	274.764,21	64,0
Rendimento de arroz (kg/ha)	410	1958	3.131	2006	1.778,65	33,5
Rendimento de feijão (kg/ha)	145	1987	608	1971	366,71	39,0
Rendimento de mandioca (kg/ha)	3.357	1993	16.905	1961	10.654,90	31,0
Rendimento de milho (kg/ha)	120	1983	1.259	2003	649,13	41,5
Preço de arroz (Rr\$ 2008)	0,50	2005	2,82	1975	1,42	36,5
Preço de feijão (R\$ 2008)	1,01	1954	7,20	1980	2,43	54,8
Preço de mandioca (R\$ /2008)	0,10	1954	0,56	1980	0,21	53,7
Preço de milho (R\$ 2008)	0,42	2006	1,65	1981	0,87	36,0
Área agregada (Ha)	218.944	1958	1.644.346	1994	918.728,84	40,7
Produção agregada (ton)	406.311	1958	2.842.814	1969	1.441.111,69	40,1
Rendimento agregado (kg/ha)	784,07	1982	2.797,36	1969	1.690,33	32,4
Produção diária per capta (grama/dia)	0,25	1993	1.840	1969	0,84	45,5

Fontes dos Dados Originais: IBGE, Anuários Estatísticos de vários anos e FUNCEME

Na Tabela 3 também estão apresentados os valores médios históricos, das áreas, produções, rendimentos e dos preços corrigidos de arroz, feijão, mandioca e milho, com respectivos valores extremos, coeficientes de variações, bem como se identificam os anos de melhores e piores desempenhos. Também estão mostrados a área média agregada, a produção agregada, o rendimento agregado, a produção diária per capta de alimentos, as médias das séries com valores mínimos e máximos no período sob estudo.

Das evidencias mostradas na Tabela 3 chama atenção aquela que se refere aos valores estimados para todos os coeficientes de variação associados às áreas cultivadas,

produções e rendimentos das lavouras sob investigação neste estudo. As magnitudes destes coeficientes sinalizam bem para a instabilidade que predomina na produção da agricultura voltada para a produção de alimentos no Ceará, majoritariamente exercida por agricultores familiares de pequeno e médio porte. Essa instabilidade decorre, principalmente, da oscilação das chuvas no Estado também mostrada na Tabela 3. Observa-se ainda que os piores anos para as lavouras alimentares no Ceará, no que concerne às áreas colhidas e às produções obtidas, foram 1981 e 1958 para o arroz. Para o feijão e o milho o pior ano da série foi o de 1958, ao passo que para a mandioca os piores anos foram respectivamente para área colhida e produção: 1959 e 1996. Em 1958 ocorreu a menor precipitação de chuvas no período contabilizado. Naquele ano também aconteceram as maiores dificuldades na produção de culturas alimentares que culminaram com a evidencia de que a sua área agregada e a sua produção agregada apresentaram os menores valores, o que robustece a desconfiança de que há forte interface entre produção de alimentos e dificuldades climáticas associadas aos níveis críticos de precipitação de chuvas.

Por outro lado, em 1985 aconteceu o maior volume de precipitação de chuvas de toda a série. As evidências apresentadas na Tabela 3 mostram que naquele ano não houve interface entre as maiores produções, áreas ou rendimentos das lavouras alimentares com as maiores precipitações de chuvas. Este fato também corrobora com a hipótese de que não há interface de abundância de chuvas e a produção das lavouras alimentares.

Estas evidencias podem ser conferidas observando-se as Figuras 1 e 2 a seguir. Na Figura 3 mostra-se a evolução da relação entre o índice de produção agregada de alimentos no Ceará com a precipitação de chuvas. Na Figura 4 mostra-se a evolução temporal do índice da produção agregada de alimentos no Ceará. Observa-se que os bons níveis de produção de alimentos acontecem quando a precipitação de chuvas fica em torno da média histórica. Com efeito, 1969 foi o ano em que o Ceará apresentou a melhor performance em termos de produção agregada, rendimento agregado e produção per capita diária de alimentos. Naquele ano choveu 866 milímetros, ou seja, valor próximo à média histórica do Estado no período que foi de 868,8 milímetros.

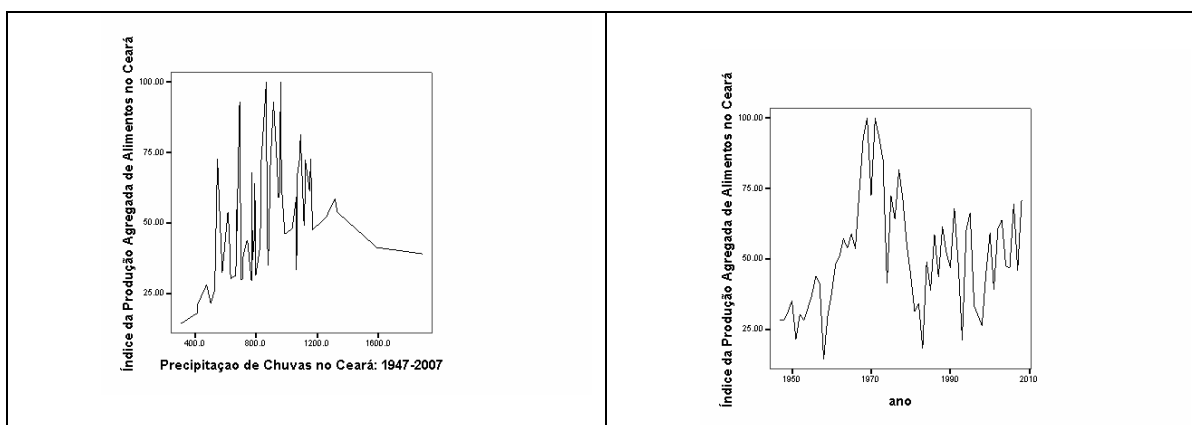


Figura 1: Relação entre Índice de Produção agregada e precipitações de chuvas no Ceará

Figura 2: Evolução Anual da Produção Agregada de Alimentos no Ceará

Esses resultados se rebatem na produção agregada per capita de alimentos no Ceará, conforme se pode constatar nas Figuras 3 e 4. Na Figura 3 estão apresentadas as trajetórias anuais do índice de produção agregada diária per capita de alimentos com a precipitação de

chuvas. Na Figura 4 mostra-se a evolução anual do índice de produção agregada diária per capita de alimentos no Ceará no período sob investigação. Ainda que estes resultados sejam também influenciados pelo crescimento da população e pela relação população urbana / população rural, observa-se que os melhores resultados são encontrados nos anos em que as precipitações de chuvas ficam no entorno da média histórica do período.

As áreas agregadas de arroz, feijão, mandioca e milho alcançaram o seu valor máximo em 1994 quando foram colhidos 1,64 milhões de hectares. Contudo a maior produção agregada desses itens ocorreu em 1969 quando foram colhidas 2.8 milhões de toneladas. Também em 1969 ocorreu o maior rendimento médio agregado dessas culturas, da ordem de 2.797 quilogramas por hectare.

A produção diária per capita de alimentos atingiu a sua melhor performance em 1969, quando foram obtidas 1.840 gramas diárias por pessoa e choveu 866 mm. O pior desempenho aconteceu em 1993 quando foi produzido apenas 0.250 gramas diária por pessoa. Naquele ano a precipitação foi de apenas 419 mm.

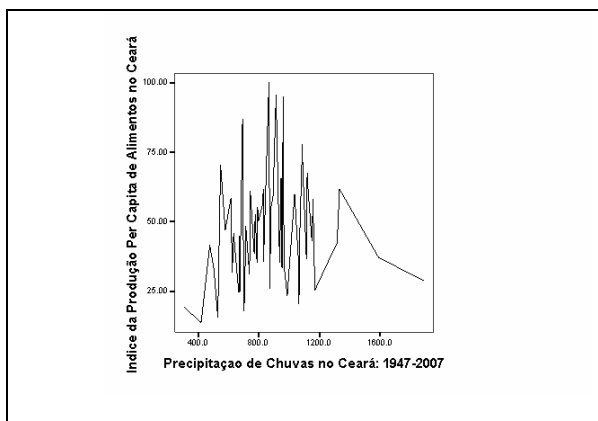


Figura 3: Relação entre Índice de Produção Per Capita de Alimentos e precipitações de chuvas no Ceará

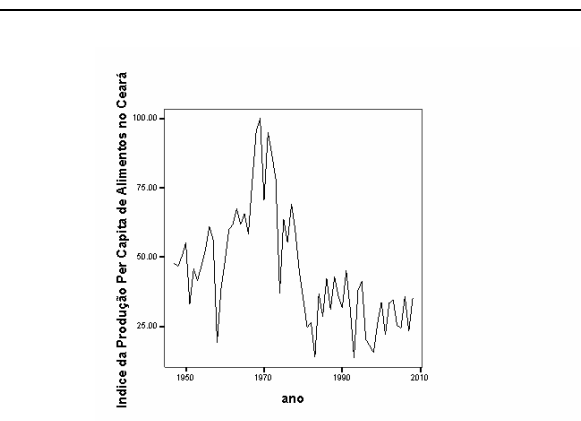


Figura 4: Evolução Anual da Produção Agregada Per Capita de Alimentos no Ceará

No que concerne à evolução do desempenho de cada cultura, observa-se que em 1994 o Ceará colheu as maiores áreas com arroz e feijão (choveu 1.156 mm). Em 1979 colheu a maior área de mandioca, com precipitação de 673 mm, e em 2003 colheu a maior área de milho. Naquele ano choveu 965 mm. Os rendimentos médios das lavouras tiveram coeficientes de variação oscilando de 31% na mandioca e 41,5 no milho.

No que diz respeito à oscilação dos preços, observa-se que em todos os produtos houve bastante instabilidade, com coeficiente de variação entre 36% para a variação dos preços de milho no período, e 54,8% para o feijão. O pior preço para os produtores de arroz aconteceu em 2005 (R\$ 0,50/kg). Para feijão e mandioca o pior ano em termos de preços pagos aos produtores foi 1954. Para o milho o pior ano, no que concerne ao preço recebido pelos agricultores, foi em 2006. O melhor preço para o arroz foi obtido em 1975 (R\$ 2,82/Kg). Feijão e mandioca tiveram os seus melhores preços em 1980, ao passo que a melhor remuneração para os produtores de milho no Ceará aconteceu em 1981. No caso do feijão observa-se que o preço oscilou entre R\$1,00 e R\$ 7,20 no período. Na Figura 5 apresenta-se a evolução dos preços reais de arroz, feijão, mandioca e milho entre 1947 e 2008.

Observa-se que todos apresentam trajetórias erráticas, embora guardando algumas tendências dentro dos três períodos em que a análise deste trabalho foi subdividida.

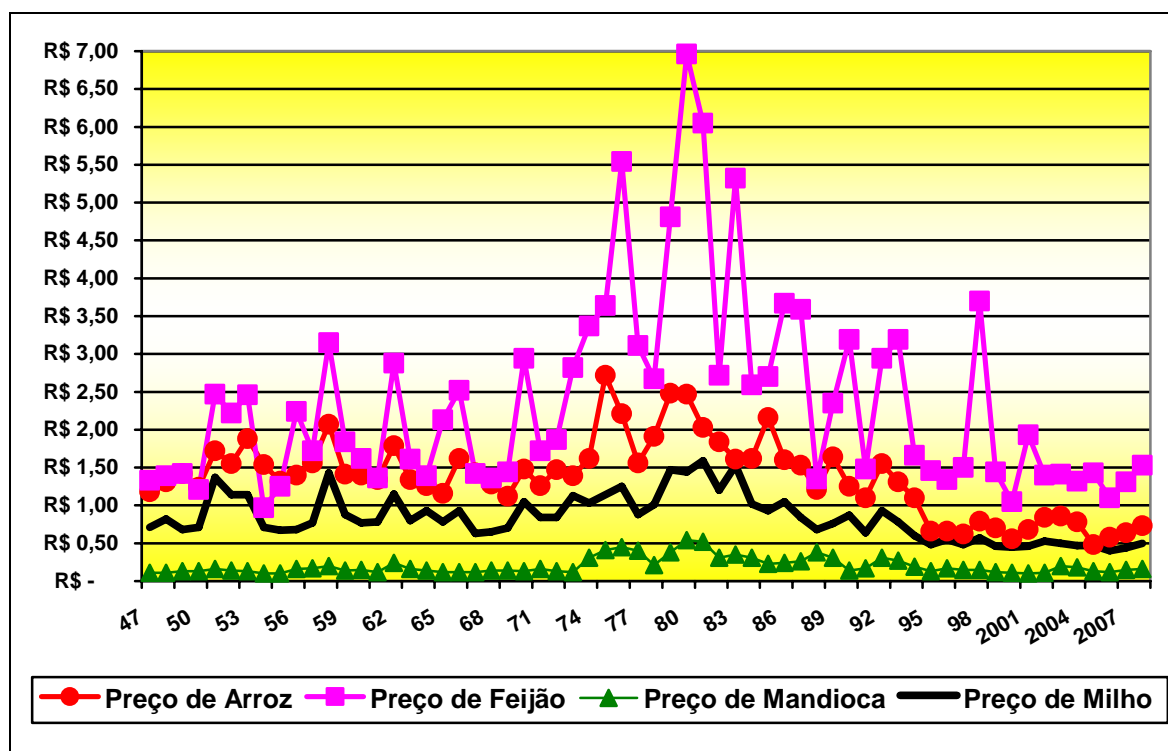


FIGURA 5: Preços Reais de Arroz, Feijão, Mandioca e Milho entre 1947 e 2000.
Fonte: IBGE. Anuários Estatísticos, Vários Anos.

Na Tabela 4 mostram-se as evidências referentes aos Rendimentos históricos (Kg/hectare) das lavouras estudadas na pesquisa. São mostradas as médias históricas, com respectivos valores máximos obtidos nos 62 anos estudados. Em seguida apresentam-se as estimativas das probabilidades de ocorrerem precipitações de chuvas que viabilizem rendimentos médios acima das médias históricas.

Tabela 4: Maiores Rendimentos das Culturas Alimentares e Probabilidade de Ocorrerem Precipitações de Chuvas no Ceará que Possibilitem Rendimentos Acima da Média Histórica no Período de 1947 a 2008

VARIÁVEIS	Arroz	Feijão	Mandioca	Milho
Rendimento Médio Histórico (kg / ha)	1.778,65	366,71	10.654,90	649,13
Rendimento Máximo alcançado (kg / ha)	3.131,00	608,00	16.905,00	1.259,00
Probabilidade de Ocorrer Chuvas Que Possibilitem Rendimentos Acima da Média Histórica (%)	51,61	45,16	50,0	51,61

Fontes: Valores estimados a partir dos dados do IBGE e da FUNCEME.

Analisando os resultados da Tabela 4 por cultura, observa-se que os rendimentos médios históricos de arroz, feijão, mandioca e milho no Ceará são de respectivamente:

1.778,65 kg/ha, 366,71 kg/ha, 10.654,90 kg/ha; e 649,13 kg/ha. Contudo os resultados também mostram que os rendimentos das lavouras podem chegar ao máximo de 3.131 kg/ha; 608 kg/ha; 16.905 kg/ha e 1.259 kg/ha, respectivamente para o arroz, feijão, mandioca e milho. Na Tabela 4 também se mostra que no Ceará tem maior probabilidade de chover o suficiente para que o rendimento fique acima da média para produzir arroz e milho (51,61%). Feijão tem a menor probabilidade de ocorrência de chuvas que viabilizem rendimentos acima da sua média histórica (45,16%). A cultura da mandioca tem 50% de probabilidade de ocorrer precipitações de chuvas no Ceará que possibilitem produzir acima da sua média histórica (Tabela 4).

Na Tabela 5 apresentam-se as médias das precipitações de chuvas nos anos em que os rendimentos das culturas alimentares estudadas superaram as respectivas médias históricas. Também na Tabela 5 mostram-se as precipitações críticas, mínimas e máximas, que viabilizaram rendimentos acima das medias para as culturas investigadas. As informações contidas nesta Tabela 5 também são de utilidade para aferir a tolerância das lavouras aos limites e máximos de chuvas de tal sorte que os agricultores consigam colher mais do que a média do Estado.

Tabela 5: Médias e Amplitudes das Precipitações de Chuvas nos Anos em que o Rendimento das Culturas superou a Sua Média Histórica.

Cultura	Média das Chuvas nos Anos em que o Rendimento Superou a Sua Média Histórica (mm / ano)	Chuvas Mínimas nos Anos em que o Rendimento Superou a Sua Média Histórica (mm / ano)	Chuvas Máximas nos Anos em que o Rendimento Superou a Sua Média Histórica (mm / ano)	Amplitude das Precipitações de Chuvas nos Anos em que o Rendimento Superou a Sua Média Histórica (mm / ano)
Arroz	948	418	1.888	1.470
Feijão	856	476	1.331	855
Mandioca	816	476	1.331	855
Milho	906	578	1.331	753

Fontes: Valores estimados a partir dos dados do IBGE e da FUNCEME

Pelas evidências mostradas na Tabela 5 depreende-se que a cultura do arroz tem a maior tolerância em termos de amplitude entre os limites inferior (418 mm) e superior (1.888mm) de precipitação de chuvas, portanto de 1.470 mm. Contudo, o arroz também é a cultura que exige maior média de chuvas para produzir acima do rendimento histórico. De fato a média das precipitações de chuvas nos anos em que o arroz produziu acima da sua média é de 948 mm. O milho requer uma precipitação média de 906 mm para apresentar rendimento acima da média. Neste caso, contudo a exigência é maior, em termos de precipitação mínima 578 mm entre as lavouras avaliadas neste estudo. O limite superior de tolerância para que os agricultores cearenses consigam rendimentos acima da média é de 1.331mm. Feijão requer uma média de 855 mm para apresentar rendimentos acima da média histórica e a mandioca necessita de 816 mm em média de precipitações de chuvas para produzir com rendimento acima da média no Ceará. Ambas, feijão e mandioca

apresentaram os mesmos níveis de tolerância no que concerne às precipitações de chuvas mínimas (476 mm) e máxima (1.331mm) para que os rendimentos ocorram acima das respectivas médias históricas, embora a média de 856 mm seja maior para o feijão produzir acima da média no Ceará do que a mandioca cuja média foi de 816 mm. (Tabela 5).

Evolução da Produção nos Períodos Selecionados.

As evoluções das áreas, produções, preços, rendimentos e precipitação de chuvas são desdobrados nos três períodos em que se dividiu este estudo: Período do Imediato Pós-Guerra; Período sob Influência do Regime Militar e Período Pós Regime Militar.

As estatísticas que estão mostradas na Tabela 6 sugerem que o melhor período para todas as séries, com exceção da que se refere ao rendimento de milho que teve taxa geométrica de crescimento igual a zero, foi o Imediato Pós-Guerra, entre 1947 e 1963. De fato naquele lapso de tempo todas as variáveis investigadas (exceção àquela) tiveram TGC positivas. Observa-se na Tabela 7 que nesse período ocorreu a menor média pluviométrica dentre os três em que se subdividiu a pesquisa. Este fato sugere que elevadas médias pluviométricas são boas para elevar os reservatórios hídricos do Estado, mas não são boas para as culturas alimentares, que tanto sofrem com déficit como com excessos hídricos. Aquele foi o período de maior aceleração das áreas agregadas na produção de alimentos no Ceará, ao ritmo médio anual de 4,33%. Também nesse período observaram-se as maiores expansões da produção agregada de alimentos (3,13% ao ano) e da produção agregada per capita (0,98% ao ano, Tabela 6).

No período sob domínio da influência política dos Militares ocorreu a maior precipitação média, contudo se observou a maior instabilidade refletida no maior coeficiente de variação (36,2%). Este foi o período de maior instabilidade na produção de alimentos do Ceará, em que 11 dos 19 indicadores estudados (Tabela 6) apresentam TGC negativas e cinco ficaram estagnadas. Foi nesse período também que se observou o maior retrocesso na produção diária per capita de alimentos no Estado. Resultado que pode ser partilhado pelas políticas públicas equivocadas do período, mas também pelo excesso de chuvas. Naquele lapso de tempo as áreas agregadas com as culturas alimentares ficaram estagnadas, talvez como decorrência da falta de políticas incentivadoras para essas atividades, também observadas na estagnação ou no retrocesso do rendimento das culturas que tiveram taxa de expansão nula, no caso do arroz, ou fortemente negativa, no caso das demais culturas. A consequência não poderia ter sido outra: a produção agregada de alimentos desacelerou-se a uma taxa média anual de 3,92%. Este conjunto de fatores negativos somente poderiam provocar a desaceleração da produção per capita de alimentos que naquele interstício de tempo foi de praticamente 6% ao ano. (Tabela 6).

Observa-se também que no período pós regime militar também foi de grande instabilidade na produção dos itens alimentares no Ceará, embora tenha sido, dos três períodos, o que apresentou a menor instabilidade de precipitação de chuvas aferida pelo coeficiente de variação de 26,8%. (Tabela 7). A precipitação média de chuvas desse período foi de 896,1 milímetros. Naquele período a área agregada com a produção de alimentos acelerou-se a uma taxa modesta de 1,11% ao ano. A produção teve aceleração média anual estagnada assim como a produção diária per capita de alimentos (Tabela 6).

Tabela 6: TGC das Séries sob Análise de acordo com os períodos históricos Selecionados

Series em Análise	Períodos Históricos da Análise (TGC = % ao ano)			
	Total 1947-2008	Imediato Pós Guerra 1947-1963	Sob Influencia Militar 1964-1985	Depois do Regime Militar 1986-2008
Evolução da área de arroz	0,8	3,33	-2,90	-3,55
Evolução da produção de arroz	2,15	5,20	-2,99	-2,97
Evolução do rendimento de arroz	1,37	1,85	0,00	0,58
Evolução do preço de arroz	-1,30	0,75	-2,59	-4,54
Evolução da área de feijão	2,53	5,42	0,00	0,93
Evolução da produção de feijão	1,41	5,99	-4,00	2,85
Evolução do rendimento de feijão	-1,08	0,56	-4,66	2,10
Evolução do preço de feijão	0,00	1,92	5,03	-3,76
Evolução da área de mandioca	1,07	1,26	0,00	-1,89
Evolução da produção de mandioca	-0,14	2,21	-3,69	-1,16
Evolução do Rendimento de mandioca	-1,21	0,95	-4,65	0,74
Evolução do Preço de mandioca	0,00	2,50	6,45	-3,52
Evolução da área de milho	2,07	4,32	-1,30	2,40
Evolução da produção de milho	1,59	4,36	-7,17	5,80
Evolução do rendimento de milho	-0,46	0,00	-5,87	-3,45
Evolução do preço de milho	-9,91	0,65	2,70	3,51
Evolução da área agregada	2,10	4,33	0,00	1,11
Evolução da produção agregada	0,58	3,13	0,00	0,00
Evolução da produção per capita de alimentos	-1,44	0,98	-5,99	0,00

Fonte: Estimativas feitas a partir dos dados originais do IBGE vários anos.

Tabela 7: Precipitação de Chuvas no Ceará entre 1947 e 2008 e nos Sub-Períodos Selecionados

PERÍODOS	Média (mm)	Máxima (mm)	Mínima (mm)	Coefficiente de Variação (%)
Período Total: 1947-2008	868,8	1.888,0	309,0	32,4
Imediato Pós-Guerra: 1947- 1963	729,8	1.118,0	309,0	27,0
Militar: 1964 - 1985	947,8	1.888,0	418,0	36,2
Pós-Militar: 1986 - 2008	896,1	1.315,0	419,0	26,8

Fonte: Dados Brutos da FUNCEME, vários anos. Tratamento elaborado pelos autores.

Decomposição da Produção de Alimentos no Ceará nos Efeitos Área, Preço e Precipitação de Chuvas entre 1947-2008

As decomposições das séries de valores da produção nos “efeitos” área, preço e precipitação de chuvas no período analisado mostram a relevância do efeito precipitação de chuvas na definição do valor da produção, sobretudo no cultivo do milho em que observou-se a maior magnitude (0,78). Contudo, percebe-se que, no geral (exceção do milho), a grande fonte de expansão das lavouras alimentares estudadas no Ceará entre 1947 e 2008 foi o crescimento das áreas colhidas. No caso do arroz, contudo, o “efeito área” destacou-se com um coeficiente elasticidade da magnitude de 1,07 (Tabela 8).

Tabela 8: Decomposição do Valor da Produção das Culturas Alimentares nos Efeitos entre 1947 e 2008

CULTURAS	EFEITOS		
	Área	Preço	Precipitação de Chuvas
Arroz (nível de significância)	1,07 (0,00)	0,47 (0,00)	0,52 (0,00)
Feijão (nível de significância)	0,70 (0,00)	0,45 (0,00)	0,44 (0,00)
Mandioca (nível de significância)	0,89 (0,00)	0,69 (0,00)	0,25 (0,05)
Milho (nível de significância)	0,71 (0,00)	0,19 (0,05)	0,78 (0,00)

Fonte: Valores estimados a partir dos dados do IBGE e da FUNCEME..

Decomposição dos Efeitos por Sub-Períodos: Período Imediato ao Pós-Guerra

Das evidências encontradas para o Período Imediato ao Pós Guerra, no que concerne ao desdobramento dos efeitos que afetam o valor da produção de alimentos no Ceará, depreende-se que em todas as culturas (exceção de mandioca em que o efeito preço mostrou-se mais significativo) houve a predominância do efeito área. Nos casos do valor da produção de arroz e milho o segundo efeito mais relevante foi a precipitação de chuvas. O preço foi o segundo efeito mais relevante para a evolução do valor da produção de feijão no Ceará entre 1947 e 1963 (Ver Tabela 9).

Tabela 9: Decomposição do Valor da Produção das Culturas Alimentares no Período Imediato ao Pós-Guerra (1947-1963)

CULTURAS	Efeito Área	Efeito Preço	Efeito Precipitação de Chuvas
Arroz (nível de significância)	1,22 (0,00)	0,41 (0,34)	1,04 (0,00)
Feijão (nível de significância)	1,23 (0,00)	0,63 (0,00)	0,59 (0,02)
Mandioca (nível de significância)	0,84 (0,00)	1,07 (0,00)	0,50 (0,00)
Milho (nível de significância)	1,04 (0,00)	0,36 (0,21)	0,76 (0,08)

Fonte: Valores estimados a partir dos dados do IBGE e da FUNCEME.

Efeitos no Período Sob Influência dos Militares (1964-1985).

No período sob influência dos Militares observa-se que as chuvas o efeito precipitação de chuvas não foi significativamente diferente de zero para os valores da produção de feijão, mandioca e milho. Portanto, naquele período os rendimentos das culturas permaneceram estáveis no nível médio do período. Apenas o valor da produção de arroz foi teve efeito precipitação de chuvas significativamente diferente de zero neste período na magnitude de 0,55 (Tabela 10)

Tabela 10: Decomposição do Valor da Produção das Culturas Alimentares no Período Sob Influência dos Militares (1964-1985)

CULTURAS	Área	Preço	Precipitação de Chuvas
Arroz (nível de significância)	0,62 (0,00)	0,44 (0,12)	0,55 (0,01)
Feijão (nível de significância)	1,20 (0,00)	0,20 (0,07)	-0,76 (0,64)
Mandioca (nível de significância)	1,15 (0,00)	0,45 (0,00)	0,10 (0,40)
Milho (nível de significância)	1,44 (0,00)	-0,40 (0,15)	0,11 (0,59)

Fonte: Valores estimados a partir dos dados do IBGE e da FUNCEME.

Em todos os produtos estudados os efeitos relevantes no período sob influência dos militares foram as respectivas expansões de áreas. O efeito preço apenas mostrou-se altamente significativo para a evolução do valor da produção da mandioca neste período (Tabela 10).

Como se discutiu neste artigo, as chuvas podem atrapalhar de duas formas: se forem escassas ou excessivamente abundantes, provocam queda da produção, via redução do rendimento por hectare e, por essa via, no seu valor. Como foi mostrado na Tabela 7, neste período observou-se a maior média de precipitação de chuvas entre os três períodos estudados. Talvez por esta razão os efeitos precipitação de chuvas não foram estatisticamente diferentes de zero para feijão, mandioca e milho, embora haja sido para arroz, cultura sabidamente mais exigente em elevados níveis de umidade.

No período pós influência dos militares também prevaleceu o efeito área na definição do valor da produção das culturas, exceção do arroz, em que o efeito preço apresentou maior magnitude. Aquele foi um período em que não houve grandes traumas climáticos como se pode observar nas evidências apresentadas na Tabela 7, onde se constata o menor coeficiente de variação na precipitação de chuvas e a sua menor amplitude. Isto se refletiu nos resultados que mostraram que este efeito apenas foi estatisticamente diferente de zero para a cultura da mandioca (Tabela 11). Nas demais culturas o efeito precipitação de chuvas praticamente não foi significativamente diferente de zero o que implica na sua não influência sobre os rendimentos obtidos com as culturas naquele lapso de tempo e que, por isso, permaneceram em torno das médias do período.

Tabela 11: Decomposição do Valor da Produção das Culturas Alimentares no Período Pós-Militares (1986-2008)

CULTURAS	Área	Preço	Precipitação de Chuvas
Arroz (nível de significância)	0,91 (0,00)	0,95 (0,00)	0,17 (0,23)
Feijão (nível de significância)	1,01 (0,00)	0,42 (0,01)	0,13 (0,57)
Mandioca (nível de significância)	1,17 (0,00)	0,77 (0,00)	0,51 (0,00)
Milho (nível de significância)	1,44 (0,00)	0,35 (0,24)	0,56 (0,11)

Fonte: Valores estimados a partir dos dados do IBGE e da FUNCEME.

CONCLUSÕES

A pesquisa que se fez mostra um intenso processo de urbanização da população do Ceará entre os Censos Demográficos de 1940 e 2000. Esta relação medida pelo quociente entre população urbana e rural teve maior magnitude entre os anos de 1970 e 1991, quando se expandiu a um ritmo médio anual de 4,67%, sendo que entre os Censos de 1980 e 1991 observou-se a maior taxa de urbanização da população cearense.

Do estudo que se realizou comprova-se a importância da precipitação de chuvas sobre a produção de alimentos no Ceará. Das evidências encontradas no estudo demonstra-se a forma assimétrica como as chuvas se distribuem em torno da média histórica abaixo de 900 milímetros anuais.

Os resultados sugerem que a evolução das produções de arroz, feijão, mandioca e milho no Ceará ocorre de forma bastante irregular ao longo do período compreendido entre os anos de 1947 e 2008. Esta instabilidade decorre de padrões de rendimento igualmente instáveis, devido à influência que a precipitação de chuvas exerce numa agricultura ainda pouco tecnificada e muito sujeita aos humores climáticos que, com frequência não são bons nas áreas semi-áridas. O Ceará tem mais de 90% do seu território inserido nessas áreas.

A instabilidade na produção das culturas se rebate sobre a produção agregada desses itens e também sobre a sua produção diária per capita. Contudo sob condições de precipitações de chuvas favoráveis, os agricultores familiares cearenses mostraram ser capazes de dar boas respostas, chegando a produzir até 1.840 gramas diárias de alimentos por pessoa. Mas a regra observada no estudo foi a produção per capita bastante aquém desse valor histórico. Contudo este é um valor de referência que sempre deverá ser perseguido nas políticas públicas oficiais.

A pesquisa mostra que as probabilidades de se obterem rendimentos das culturas acima das respectivas médias históricas são baixas, em decorrência da má distribuição das chuvas. A principal conclusão é que, ao longo de todo o período estudado, a má distribuição das chuvas no Ceará é a grande responsável pela instabilidade na produção de alimentos, embora, quando se desdobra a série em sub-períodos em alguns deles este efeito não se manifeste com maior visibilidade. Isso pode ser inclusive decorrência das políticas adotadas naqueles sub-períodos que, neste estudo, não foram possíveis de serem analisadas com profundidade até porque não se constituía em seus objetivos.

Os resultados do trabalho são também desdobrados em três períodos distintos: Imediatamente ao Pós guerra; Período sob influencia dos militares e Período posterior á influencia dos militares. As evidencias encontradas na pesquisa sugerem que na época sob influencia dos militares aconteceram as maiores dificuldades na produção de alimentos no Ceará. Naquele período todas as culturas apresentaram taxas de aceleração de área, preço e rendimento com muita instabilidade. Dentre os períodos estudados, o de menor instabilidade for o imediatamente pós guerra.

A decomposição da produção de alimentos nos “efeitos” área, preço e precipitação de chuvas demonstrou que o primeiro efeito (área) foi o que se manifestou de forma mais significativa para a evolução do valor da produção das culturas estudadas (arroz, feijão, mandioca e milho) em praticamente todos os três sub-períodos em que se desdobrou a pesquisa. Contudo, observa-se a importância do fator climático e do fator preço impactando a evolução desses valores.

No geral, os resultados encontrados na pesquisa sugerem que se trata, como se imaginava, de atividades com grande instabilidade na sua produção. Isto porque dependem em demasia das oscilações do clima. O que pode ser feito é o incremento de estudos e pesquisas que viabilizem melhores padrões tecnológicos que tornem menos dependente a produção agrícola familiar cearense apenas dos aspectos climáticos e da expansão de área, que como se sabe não existem mais no Ceará, cuja fronteira agrícola está esgotada. Pela avançar na produção daquelas culturas alimentares através da expansão das áreas somente seria possível pelo avanço em áreas atualmente ocupadas por outras lavouras ou por pastagens.

A pesquisa sugere “pistas” em que níveis de precipitações de chuvas podem ser obtidos rendimentos das culturas acima das respectivas médias históricas. Estas “pistas” podem ser utilizadas para o desenvolvimento de pesquisas que objetivem o cultivo das lavouras alimentares sob irrigação, fazendo-se a complementação de déficits hídricos nos anos em que a ocorrência de chuvas ocorra aquém dos requerimentos críticos. O estudo também mostra os limites superiores de pluviosidade em que as culturas alimentares tendem a reduzir o seu rendimento, portanto sugerindo que as pesquisas envolvam também drenagens para retirar excessos hídricos em anos de abundancia de chuvas. A conclusão geral do estudo é que das evidencias apresentadas no estudo pode-se inferir que a permanecerem os atuais padrões tecnológicos que dependem exclusivamente dos humores do clima, o Ceará continuará na condição de ser um Estado importador dos alimentos para a sua população que tende a ficar cada vez mais urbanizada.

REFERENCIAS

- ANNAND, S. & SEN, A .K. *Concepts of Human Development and Poverty: A Multidimensional Perspective*, New York. UNDP/HDR. 1997.
- CONJUNTURA ECONÔMICA, Rio de Janeiro. Fundação Getúlio Vargas, julho de 2009
- CHAYANOV, A. V. On the theory of non-capitalist economic systems. In: THONNER, D.; KENBLAY, B.; SMITH, R. E. F. **The theory of peasant economy**. Honewood: Illinois: The American Economic Association. 1966. p. 1-28.
- DE JANVRY, A.; MARSH, R.; RUNSTEN, D.; SADOULET, E.; ZABIN, C. Impacto de la Crisis en la Economia Campesina de America Latina y el Caribe. In: JORDAN, F. **La Economia Campesina: Crisis, Reactivacion y Desarrollo**, San José, Costa Rica. IICA. 1989. p 91-206.

- DE JANVRY, A. Fitting the Facts and Capitalizing on New Oportunities do Redesign Rural Development Programs in Latin America. *XLVII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural*, Cuiabá, MT. Julho de 2005.
- DREGNE, H.E. **Desertification of Arid Lands**, New York. Library of Congress, 1983. 242p.
- DUQUE, J.G. **Solos e Água no Polígono das Secas**, Fortaleza. Mossoroense, 1980. 265p.
- FUNCEME, **Proposta de Dimensionamento do Semi-árido Brasileiro**, Fortaleza. Banco do Nordeste, 2005.107p.
- FUNCEME. **Governo do Estado do Ceará**, Fortaleza. 2009.
- GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia: Processos Ecológicos em Agricultura Sustentável**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2000. 653p.
- HAEN, H. Environmental consequences of agricultural growth in developing countries. In: VOSTI, S. ; REARDON, T. **Sustainability, growth and poverty alleviation**. Baltimore: Hopkin University, 1997. p. 34-46.
- IBGE. **Anuário Estatístico do Brasil. Vários anos. Rio de Janeiro**.
- IBGE. **Censo Demográfico de 1940**. Rio de Janeiro, 1945
- IBGE. **Censo Demográfico de 1950**. Rio de Janeiro, 1953
- IBGE. **Censo Demográfico de 1960**. Rio de Janeiro, 1965.
- IBGE. **Censo Demográfico de 1970**. Rio de Janeiro, 1975
- IBGE. **Censo Demográfico de 1980**. Rio de Janeiro, 1985
- IBGE. **Censo Demográfico de 1991**. Rio de Janeiro, 1993
- IBGE. **Censo Demográfico de 2000**. Rio de Janeiro, 2002.
- LEMOS, J.J.S. Sustentabilidade e Risco na Agricultura do Nordeste. *Revista de Economia Rural*, Brasília, DF. 73-87. Jan/mar. 1995.
- REED, D. & SHENG, F. **Macroeconomic Policies: Poverty and Environment**, Washington D.C. World Fund of Nature. 1996.
- REED, D.; SHENG, F. **Macroeconomic policies: poverty and environment**. Washington, D.C. World Fund of Nature, 1996. 25p.
- REIJNTJES, C. et al. **Agricultura para o futuro: uma introdução à agricultura sustentável e de baixo uso de insumos externos**. Rio de Janeiro: AS-TA, 1994.324p.