

## **Correlação entre as Secas e as Perdas na Agricultura de Sequeiro no Semiárido Nordestino**

Guilherme Reis Pereira

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/Centro Regional do Nordeste, rua Carlos Serrano, nº2073,  
Natal – RN, e-mail: guilherme.pereira@inpe.br;

### **Resumo**

Este estudo visa identificar o grau de influência da variação das precipitações sobre a quantidade produzida e a produtividade do feijão e do milho no Nordeste Semiárido. Utilizou-se o coeficiente de correlação de Pearson para calcular a relação linear entre o acumulado de chuvas de janeiro a junho e a variação da produção e da produtividade. Foram coletados os dados de precipitação das agências estaduais e INMET de 2000 a 2012 e dados do satélite GSDaMap da agência japonesa Jaxa no período de 2013 a 2016, bem como as informações de produção e produtividade do milho e do feijão da Pesquisa Agrícola Municipal do IBGE. Os resultados mostram que na maioria dos estados do Nordeste há um crescimento da produção na medida em que o volume de chuva aumenta, atingindo as maiores quantidades produzidas nos anos que choveu entre 700 a 900 mm. Por outro lado, a redução da produtividade pode ser observada nos anos de 2001, 2005, 2007, 2010 e 2012 que tiveram médias pluviométricas mais baixas. Na maioria dos estados o coeficiente de correlação foi de 0,6, com exceção do Rio Grande do Norte que apresentou um coeficiente de 0,8 para o milho e a Bahia de 0,7 para o feijão. Somente o estado de Sergipe teve uma correlação negativa.

**Palavras Chave:** Agricultura de sequeiro, Seca, Semiárido, Brasil.

### **1.0 INTRODUÇÃO**

Desde o século XIX a definição da Política de Combate às Secas no Semiárido brasileiro foi uma reação aos efeitos das secas que provocaram muitas mortes, fome e perdas econômicas. A seca severa de 1877-79, que levou a morte de mais de 500 mil pessoas, obrigou o governo federal a criar o Instituto de Obras Contra as Secas. A seca de 1915 também teve efeitos desastrosos com a morte de milhares de pessoas e do rebanho e a migração em massa para cidades maiores com Fortaleza. O Instituto de Obras Contra as Secas foi reestruturado e passou a ser denominado de Departamento Nacional de Obras de Combate a Seca (DNOCS). Em resposta a estas secas, teve início a implantação da infraestrutura hídrica para mitigar os efeitos das secas por meio da construção de grandes reservatórios para armazenar as águas dos rios que, em sua maioria, são intermitentes.

Entretanto, as grandes obras realizadas pelo DNOCS do início do século XX não visavam mudanças estruturais e tinham como maiores beneficiários os latifundiários. A política de armazenamento da água aumentou o poder dos latifundiários pecuaristas com a construção de açudes em suas terras. Segundo Celso Furtado, durante séculos a estrutura social e econômica se manteve inalterada e esta era a causa dos problemas sociais no Nordeste e a seca era uma consequência (Araújo e Santos, 2009, p.188). A bancada conservadora nordestina fez forte oposição à criação da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) que só foi aprovada devido o apoio dos políticos de outras regiões (CANO, 2000, pp. 93-120).

De lá para cá, foram construídos centenas de reservatórios no Semiárido que possibilitou o abastecimento tanto da população urbana quanto da rural e redução dos efeitos da seca. Atualmente existem mais de 500 reservatórios com capacidade de armazenamento de 33,5 milhões de metros cúbicos que são monitorados pelas agências estaduais. Ceará possui o maior número de reservatórios entre os estados do Nordeste. Apesar da implantação de infraestrutura hídrica, as secas prolongadas têm levado ao colapso de centenas de municípios. Após sete anos com precipitações abaixo da média, o volume total de água no Semiárido é de 17% no final de 2018 (INSA, 2018).

A partir da construção de grandes reservatórios foi possível realizar a implantação de perímetros irrigados. A definição da primeira Política Nacional de Irrigação ocorreu somente em 1979. Antes disso, na primeira metade do século XX, o Rio Grande do Sul e São Paulo e o Ceará já haviam implantado a irrigação. No caso do Ceará, a produção de frutas estimulou a adoção do sistema de irrigação. A partir da década de 1970 foi implantando o primeiro perímetro irrigado no vale do Jaguaribe pelo DNOCS (CAMPOS, 2008, p.51-2). Na década seguinte, houve expressivos investimentos públicos no Nordeste para implantação dos perímetros irrigados que aumentou a participação da região de 17% para 24% da área irrigada total entre 1980 e 1996 (ANA, 2015, p.29). Em 1996 foi criado o Programa de Apoio e Desenvolvimento da Fruticultura Irrigada do Nordeste de acordo com a filosofia do Banco Mundial que coloca o Estado como indutor das ações privadas na agricultura de irrigação. Em 1998 o governo FHC criou o Programa Polos de Desenvolvimento Integrado do Nordeste voltado para áreas dinâmicas que exportavam (ALBANO, 2008, p.71).

Com a redução dos investimentos e a crise hídrica houve uma queda da participação do Nordeste na área irrigada entre 2006 e 2015 de 22% para 16%. Com isso, a área irrigada no Nordeste atualmente é menor que nas regiões Sul, Sudeste e Centroeste (ANA, 2015, p.29). Em período de baixo volume de água nos reservatórios, a Política Nacional de Recursos Hídricos prevê a priorização do uso da água para o consumo doméstico e impõe o racionamento do uso para a agricultura, conforme constatamos em pesquisa anterior na região do Baixo Jaguaribe, Ceará em 2014 (PEREIRA e CUELLAR, 2015).

Por outro lado, a política de modernização da agricultura do Nordeste através da implantação de perímetros irrigados resultou na expropriação de pequenos proprietários e concentração de terras localizadas próximas de rios perenes e grandes reservatórios superficiais e subterrâneos por empresas nacionais e internacionais que produzem frutas para exportação e mercado interno. Os investimentos públicos levaram à concentração fundiária e empresas passaram a ocupar o espaço dos latifundiários tradicionais (ALBANO, 2008).

A política de implantação da irrigação ilustra bem como a política de desenvolvimento voltada para o Semiárido levou à acumulação de capital e a expropriação de pequenos produtores nas áreas privilegiadas pela disponibilidade de água para a produção de frutas. Um dos casos foi o projeto de irrigação do Baixo Açu que foi implantado a partir de 1975 de forma arbitrária sem nenhum esclarecimento por parte do governo federal. Em meados dos 70 houve desapropriação de 3955 famílias, chegando a 20250 pessoas para construção da barragem Armando Ribeiro Gonçalves e irrigação de aproximadamente 25 mil hectares no Vale do rio Açu. Havia a promessa de beneficiar mais de 3500 colonos na terceira fase do projeto, mas o

que ocorreu no Vale do Açu foi o aumento da compra de terras por empresas a partir de 1986 e, em 1993, a multinacional *Del Monte Fresh Produce*, uma das cinco maiores empresas do mercado mundial, se instalou no Vale do Açu<sup>1</sup> (PEREIRA, 2014).

A implantação de políticas para criar polos dinâmicos baseado na agricultura irrigada na região Semiárida conformou uma dualidade econômica entre o agronegócio da fruticultura que se instalou em locais estratégicos para ter acesso aos recursos hídricos e a agricultura de sequeiro com acesso limitado às políticas de estímulo para aumentar a capacitação técnica do sistema produtivo dos pequenos agricultores.

Diferentemente dos polos dinâmicos do agronegócio da fruticultura irrigada, a agricultura de subsistência, em grande medida, se mantém rudimentar com limitada incorporação de conhecimento técnico para aumentar a eficiência e melhorar a adaptação às condições de ocorrência de secas periódicas. O objetivo deste estudo é verificar o grau de influência das variações de precipitação na agricultura de sequeiro que não teve o mesmo incentivo de políticas públicas que o agronegócio da fruta dos vales dos rios e os investimentos dos migrantes sulistas no Cerrado nordestino para produzir soja e milho.

## **2.0 AGRICULTURA DE SEQUEIRO**

A estrutura e a dinâmica do sistema econômico do Nordeste Semiárido baseado na pecuária, no algodão e na agricultura de subsistência se mantiveram sem grandes transformações até meados do século XX. Este sistema econômico tinha um caráter extensionista de aumentar a área de produção sem realizar mudanças estruturais por meio da incorporação de progresso técnico. O fato de ocupar a maioria da população na agricultura de subsistência tornou a região muito vulnerável às secas (Araújo e Santos, 2009).

Nas últimas décadas o peso relativo da agropecuária na economia do Nordeste tem diminuído em função do aumento da transferência de recursos federais para execução de políticas de educação, saúde, segurança e previdência social com desdobramentos em outros serviços e comércio. Vale acrescentar que a criação do Programa Bolsa Família beneficiou milhões de famílias que viviam abaixo da linha da pobreza na região. Contudo, a transferência de renda é destinada aos setores não produtivos, como a administração pública, não tem o mesmo estímulo ao desenvolvimento econômico do que investir em setor produtivo na região (Araújo e Lima, 2009, p.47). Além disso, a criação de pequenos municípios foi uma estratégia de sobrevivência em face da vulnerabilidade da agropecuária as condições climáticas do Semiárido.

A participação das atividades agropecuárias em relação aos setores industriais e de serviços caiu pela metade na região Nordeste entre 1985 a 2004. Embora o valor adicionado bruto da agropecuária na região Nordeste tenha aumentado 183% entre 2002 e 2015, o crescimento foi menor que nos setores industriais, como a indústria de transformação, construção, e de serviços, tais como serviços de educação, saúde e segurança, atividades imobiliárias e venda e reparação de veículos e motocicletas. Com isso, a participação da agropecuária no valor

---

<sup>1</sup> Projeto de elaboração da Agenda 21 Local, Assú, 2001.p.36-8.

adicionado bruto caiu de 10% para 6% na composição do PIB da região Nordeste entre 2002 e 2015, de acordo com o IBGE.

Por outro lado, deve-se considerar a importância da agricultura de sequeiro para a segurança alimentar da população e a ocupação de pessoal, sobretudo nos municípios que tem mais de 50% da população vivendo no campo expostas às frequentes secas. Na região semiárida do Brasil há 1.661.798 pessoas ocupadas em atividades agropecuárias sendo que 99% têm laços de parentesco com o produtor, segundo o Censo Agropecuário de 2017.

A pesquisa consistiu em verificar o grau de correlação entre o volume de chuvas e as variações de produção e produtividade do milho e feijão na região semiárida do Nordeste. Os impactos da seca sobre a produção agrícola no Nordeste Semiárido é temática recorrente na literatura e acaba deixando em segundo plano outros fatores importantes para o desenvolvimento econômico baseado na agricultura. De fato as secas exercem influência sobre a variação de produção da agricultura de sequeiro e isto é mais evidente no caso do cultivo do milho. Entretanto, se for analisada a baixa produtividade do Nordeste Semiárido em face de outras regiões é preciso considerar a heterogeneidade dos sistemas produtivos, um baseado no manejo tradicional com baixo nível tecnológico outro padrão produtivo intensivo em capital.

Além da influência das secas nas perdas de safra e na redução da área plantada, também há desigualdades com outras regiões quando são levados em consideração os fatores de produção. De acordo com o Censo Agropecuário de 2006, apenas 8% dos produtores rurais da região Nordeste receberam assistência técnica, enquanto nas regiões Sudeste e Centro-Oeste eram cerca de 30% e no Sul 48%. No Censo Agropecuário de 2017 a situação de disparidade se manteve. Apenas 7,4% afirmam ter recebido assistência técnica, enquanto que na região Sul o percentual dos produtores rurais é de 48,6%.

De acordo com o Censo Agropecuário de 2006, na região Nordeste apenas 17,6% fazia adubação, enquanto na região Sul era 69,4%, Sudeste 48,6% e Centro-Oeste foram 22,6%. Somente na região Norte o percentual dos produtores que fazem adubação era menor, 9,2%. Após 10 anos o percentual de agricultores do Nordeste que fazem adubação química é de 9,7%, 15% fazem adubação orgânica e 5% usam adubo químico e orgânico. Nos municípios do Semiárido a situação é semelhante, 7,3%, de adubação orgânica é de 17%, adubação química e orgânica é de 4% e 70% dos agricultores não fazem nenhum tipo de adubação. É necessário ter acesso a crédito para compra de insumos. Apenas 10,2% dos estabelecimentos agropecuários tiveram financiamento de um total de 1.594.619 nos municípios localizados na região semiárida. Apenas 3,6% dos estabelecimentos agropecuários obtiveram recursos de financiamento do Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) e 1,6% recebe recursos de outros programas.

Soma-se a dificuldade de acesso a financiamento do produtor rural como fator limitante do desenvolvimento rural, as secas periódicas provocam perdas nas atividades agrícolas e pecuária. Estudos mostram que determinadas culturas são mais afetadas do que outras. Enquanto a produção de feijão e do milho cai com a redução das chuvas ou a má distribuição no período de cultivo, que normalmente ocorre de janeiro a abril, o algodão e o sisal não sofrem tanta influência das variações pluviométricas. Menezes *et al* (2010) calcularam o coeficiente de correlação linear entre a duração de veranicos, isto é, número de dias sem

chuva ou com menos de 2 mm, e a quantidade produtiva no estado do Paraíba no período de 1975 a 1994. Enquanto o coeficiente de correlação foi de 0,307 para o sisal e 0,505 para o algodão, para o feijão e milho o coeficiente foi de 0,7 e 0,8, respectivamente (Menezes *et al*, 2010, p. 185).

### 3.0 ÁREA DE ESTUDO

Em meio ao continente da América do Sul caracterizado por chuvas abundantes, terras úmidas e abundância de recursos hídricos, há uma grande região seca de clima semiárido localizada no Nordeste do Brasil, que engloba parte dos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe e o Norte de Minas Gerais. Conforme mostra a figura 1, a Portaria Interministerial N° 6 de 2004 ampliou a área semiárida de 1.133 para 1.262 municípios de acordo com os critérios de precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 milímetros, risco de seca maior que 60% e índice de aridez de 0,5. Na região semiárida do Brasil existe uma heterogeneidade natural devido às características biofísicas relativas à geomorfologia e a variabilidade climática espacial e temporal.



Figura 1: Mapa da Nova Delimitação da Região Semiárida

Fonte: IBGE

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) é o principal Sistema Meteorológico responsável pela ocorrência de chuvas na região e que é influenciada pelas variáveis climáticas ligadas aos oceanos Pacífico e Atlântico (CPTEC/INPE). De acordo com Ab'Saber (2003) o Nordeste seco caracteriza-se pelo clima muito quente com temperaturas médias entre 25 a 29° C e seco durante sete meses no ano em condições normais. A variabilidade espacial de chuvas é uma das características do Semiárido brasileiro devido a fatores diversos como efeitos topográficos, proximidade em relação ao oceano, cobertura vegetal, etc. A geomorfologia composta por planícies e planaltos determina a variabilidade climática intrarregional. As massas de ar do

Oceano Atlântico não penetram no interior da região. A média anual de precipitação varia entre 260 a 800 mm, sendo que nas terras altas como a Chapada do Araripe e o Planalto da Borborema o volume de chuvas varia entre 800 a 1000 mm e 670 a 800 mm, respectivamente (AB'SABER, 2003, p.84). Os meses chuvosos ocorrem entre janeiro e abril na maior parte da região Semiárida e no Agreste as chuvas podem ocorrer até julho devido à influência das condições do Atlântico Sul.

Considerando a evapotranspiração e duração dos períodos de déficit hídrico a região Semiárida foi classificada em quatro faixas ou grupos subregionais de clima seco, a saber: subdesérticas, semiáridas rústicas, semiáridas moderadas e subúmidas. As áreas subdesérticas também são conhecidas por sertão bravo do interior nordestino. As faixas semiáridas rústicas são conhecidas por "altos sertões" e ficam nas depressões colinosas. As áreas semiáridas moderadas são as áreas de transição, também conhecidas por Agreste. Elas têm melhores condições do solo e maior quantidade de chuva em relação às áreas subdesérticas (AB'SABER, 2003, p.87-89). Os enclaves subúmidos estão localizados nos locais de maior altitude como o Planalto da Borborema, Planalto da Ibiapaba, Chapada Diamantina e Chapada do Araripe/Cariri (SOUZA e OLIVEIRA, 2006, p.86). Estes enclaves também são conhecidos como brejos de altitude (ANDRADE, 1963). Outra característica marcante são os rios intermitentes que secam durante o período de estiagem.

#### **4.0 MATERIAL E MÉTODOS**

Para identificar o grau de influência da variação das precipitações sobre a agricultura de sequeiro foram levantados dados do IBGE sobre a quantidade produzida e a produtividade do feijão e do milho, que são os principais produtos da agricultura de subsistência, na região semiárida do Nordeste. Além disso, foram pesquisados dados pluviométricos das estações meteorológicas localizadas na região semiárida do Nordeste que são disponibilizados pelo INMET e pelas agências estaduais de meteorologia (Emparn, Funceme, APAC, AESA) entre 2000 a 2012. Para completar a série histórica também foram obtidos dados dos satélites *Global Satellite Mapping of Precipitation* (GSMaP) da agência japonesa Jaxa no período de 2013 a 2016.

Foi considerado o acumulado de precipitações entre janeiro e junho de cada ano que abrange o período chuvoso tanto do agreste quanto do semiárido rústico e o número de dias chuvosos. É no período chuvoso que são cultivadas as lavouras de milho e feijão na região semiárida. Foi utilizada a fórmula da correlação de Pearson disponível no programa Excel para quantificar a influência do volume de precipitações na variação da produção e da produtividade da agricultura de sequeiro para os estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe.

A fórmula da correlação de Pearson é a seguinte:

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

Onde: x é a variável de precipitação e y as variáveis de produção e de produtividade

O coeficiente de correlação de Pearson é uma medida do grau de relação linear entre duas variáveis quantitativas. Este coeficiente varia entre os valores -1 e 1. Uma correlação positiva indica que as duas variáveis movem juntas, e a relação é forte quanto mais a correlação se aproxima de 1. Uma correlação negativa indica que as duas variáveis movem-se em direções opostas. No cálculo do coeficiente de correlação não foram considerados os dados pluviométricos da Zona da Mata e nem do Cerrado nordestino.

## 5.0 RESULTADOS

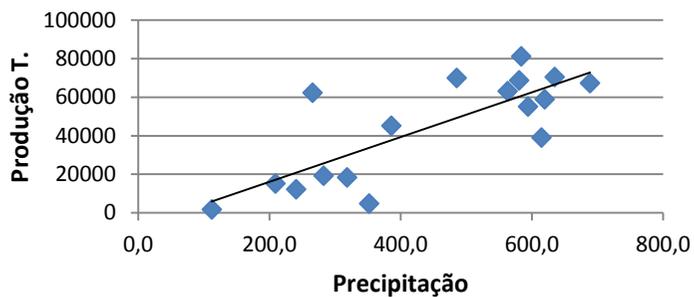
As figuras de 1 a 6 mostram que na maioria dos estados do Nordeste há um crescimento da produção na medida em que o volume de chuva aumenta. Observa-se que os maiores volumes de produção ocorrem entre 600 e 800 mm. No entanto, os dados da Pesquisa Agrícola Municipal do IBGE revelam que a produção não foi as maiores quando as chuvas ultrapassaram 900 mm na maioria dos estados do Nordeste. Neste caso a concentração de chuvas em poucos dias também pode gerar perdas, sobretudo do feijão e do milho que têm o ciclo curto. Segundo os dados da Agência Executiva de Gestão de Águas (Aesa), em 2004 foi um ano chuvoso na Paraíba com a menor média registrada no Seridó, região central, de 700 mm e mais de 1000 mm no Agreste e oeste do estado, mas a produção do milho e feijão foi menor que o ano anterior que teve média de 560 mm. Muitos municípios do oeste da Paraíba tiveram mais de 300 mm somente em fevereiro, o dobro da média histórica, provocando rompimento de barragem. Ceará também registrou o maior acumulado de precipitação em 2004 com menor produção que os anos que tiveram entre 600 a 800 mm de chuva. De acordo com a Funceme, na maioria do estado do Ceará choveu mais 400 mm em janeiro, sendo que a média histórica não passa de 100 mm. O fenômeno de concentração da precipitação em janeiro também ocorreu no oeste de Pernambuco, do Rio Grande do Norte e todo o estado do Piauí (GSPMap/Jaxa). Já no período de enchimento dos grãos o volume de chuva foi baixo.

Somente em Sergipe não é observada esta tendência de variar a produção conforme o volume de chuvas. Houve menos variação da produtividade do milho e feijão que os outros estados. A produção de feijão se manteve estável no período e apenas em 2012, 2015 e 2016 houve redução significativa da produtividade do milho em função das secas quando foram registrados 140, 330 e 430 milímetros, respectivamente. Cabe lembrar que a maior parte do estado de Sergipe está localizada numa área de transição, denominada de Agreste. A produtividade do milho é maior que em outras áreas do Semiárido.

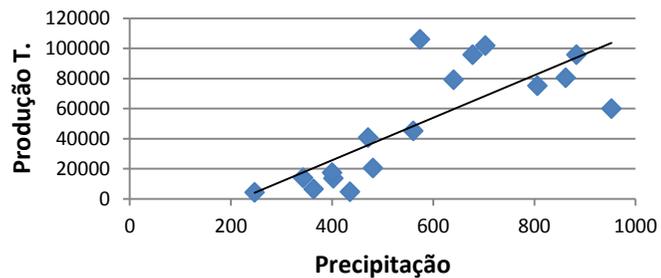
As figuras de 7 a 12 mostram que ambas as culturas apresentam variação da produtividade em decorrência do volume de chuvas de janeiro a junho entre os anos de 2000 e 2016 em seis estados do Nordeste. Vale destacar que a cultura do milho apresenta as maiores oscilações de produtividade. A redução da produtividade pode ser observada nos anos de 2001, 2005, 2007,

2010 e 2012 que tiveram médias pluviométricas mais baixas. Entre os estados pesquisados, as maiores variações de produtividade do milho foram registradas nos estados do Ceará e Piauí semiárido. Nos anos de seca a produtividade ficou abaixo de 300 kg/ha, enquanto nos anos com regime de chuva favorável alcançou 1,3 mil kg/ha no Ceará e 1,2 mil kg/ha no Piauí semiárido. Isto quer dizer que houve perda de safra em torno de 1 tonelada/ha devido às condições climáticas.

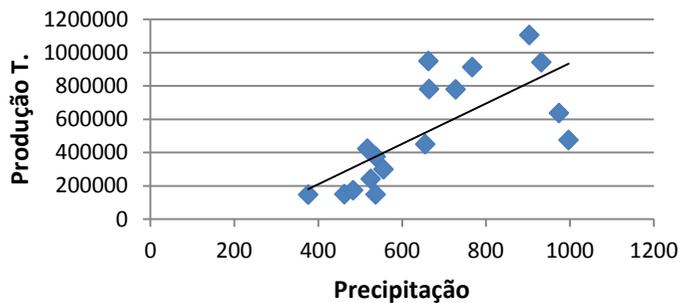
**Figura 1: Correlação entre precipitação e produção agrícola em Alagoas entre 2000 e 2016**



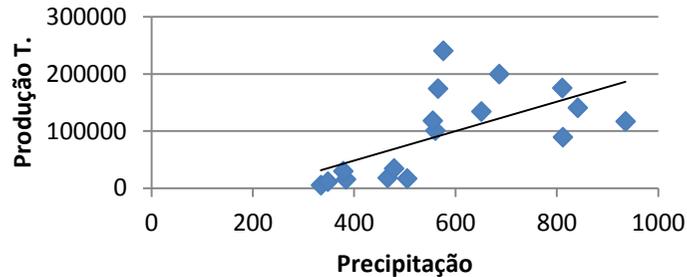
**Figura 2: Correlação entre precipitação e produção agrícola no Rio Grande do Norte entre 2000 e 2016**



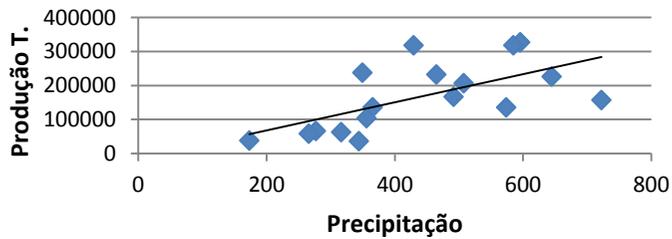
**Figura 3: Correlação entre precipitação e produção agrícola no Ceará entre 2000 e 2016**



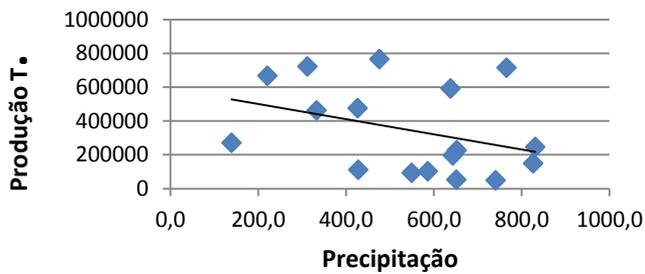
**Figura 4: Correlação entre precipitação e produção de feijão na Paraíba entre 2000 e 2016**



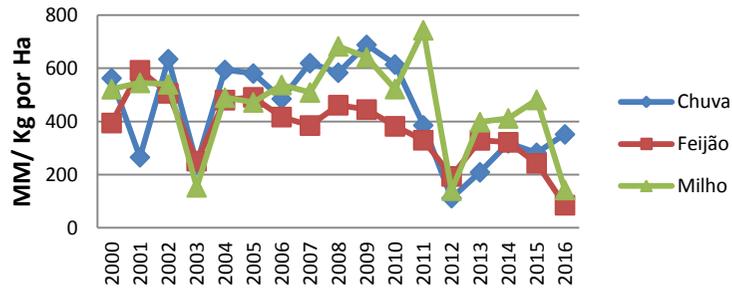
**Figura 5: Correlação entre precipitação e produção agrícola em Pernambuco entre 2000 e 2016**



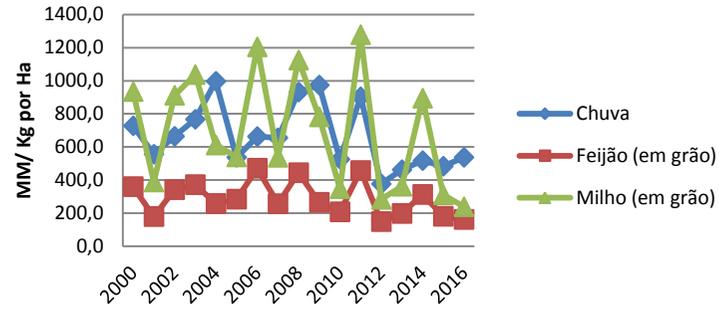
**Figura 6: Correlação entre precipitação e produção agrícola em Sergipe entre 2000 e 2016**



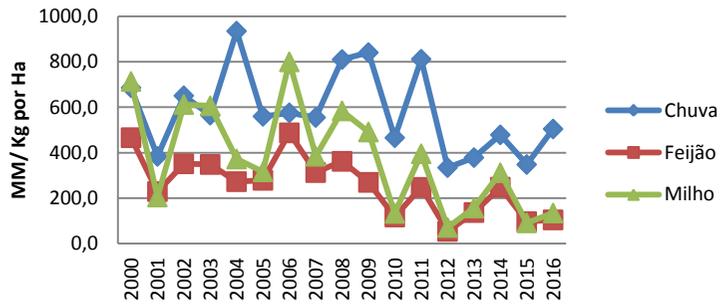
**Figura 7: Volume de chuva e rendimento do feijão e milho em Alagoas**



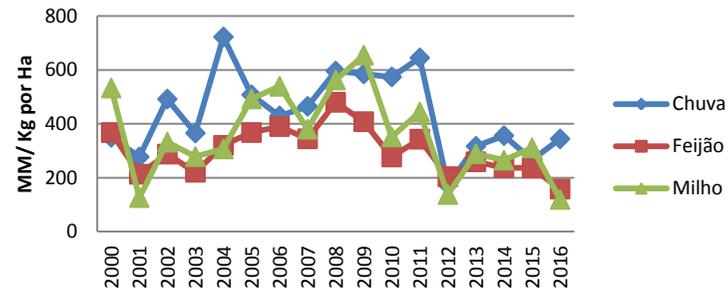
**Figura 8: Volume de chuva e produtividade do feijão e do milho no Ceará**



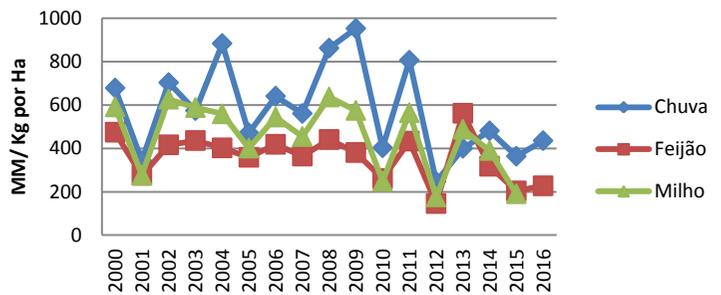
**Figura 9 Volume de chuva e produtividade do feijão e do milho na Paraíba**



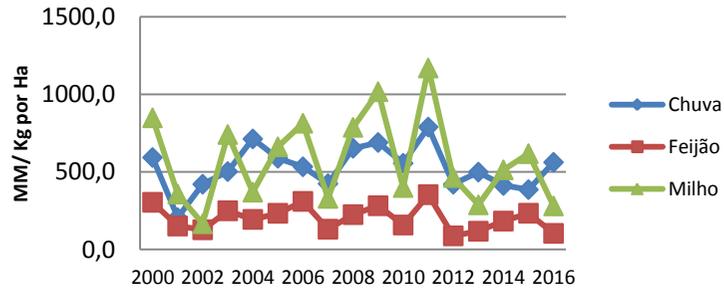
**Figura 10 Volume de chuva e produtividade do feijão e do milho em Pernambuco**



**Figura 11 Volume de chuva e produtividade do feijão e do milho no Rio Grande do Norte**



**Figura 12 Volume de chuva e rendimento do feijão e milho no Piauí semiárido**



Fonte: IBGE, FUNCEME, AESA, EMPARN, APAC, INMET

Já no caso do feijão, as variações de produtividade são menores do que as oscilações do milho porque depende de menos chuva para se desenvolver. O período de desenvolvimento do milho é de 120 dias enquanto o feijão é colhido dentro de 90 dias, sendo crítico a fase do enchimento dos grãos (Sales *et al*, 2015). Os estados que apresentaram maior oscilação de produção foram Paraíba e Piauí. A Embrapa do Meio-norte realiza o Programa Nacional de Melhoramento Genético do Feijão-Caupi desde 2010. Esta espécie originária do Peru tem tolerância à seca e alcança uma produtividade de duas toneladas por hectare com apenas 190 mm. Em 2014 o Brasil exportou 53 mil toneladas do feijão-caupi que é cultivado em diferentes regiões do país (EMBRAPA, 2015).

Para analisar essas variações de produção é preciso considerar também a distribuição das chuvas ao longo dos meses de desenvolvimento das lavouras temporárias. A falta de água nas fases de formação, reprodução e enchimento dos grãos é reconhecida como causa determinante na produtividade do milho (Maia, 2003, p.79). A má distribuição temporal das chuvas pode comprometer a produção, sobretudo na fase do enchimento dos grãos.

Existem diferenças no tocante ao número de dias que houve precipitação entre os estados do Nordeste e entre os anos. Os anos que apresentaram maior produção do feijão foram 2000, 2006, 2008 e 2011, já os anos com baixa produção foram 2001, 2010, 2012 e 2013. Nos anos de menor produção houve em média 49 dias com precipitação nos estados, sendo 2012 o ano mais seco com uma média de 41 dias com chuva. Por outro lado, nos anos de maior produção choveu cerca de 70 dias na maioria dos estados. Sergipe é o estado que teve mais dias com precipitação com média de 81 dias no período. É o único estado que teve correlação negativa entre precipitação e variação de produção.

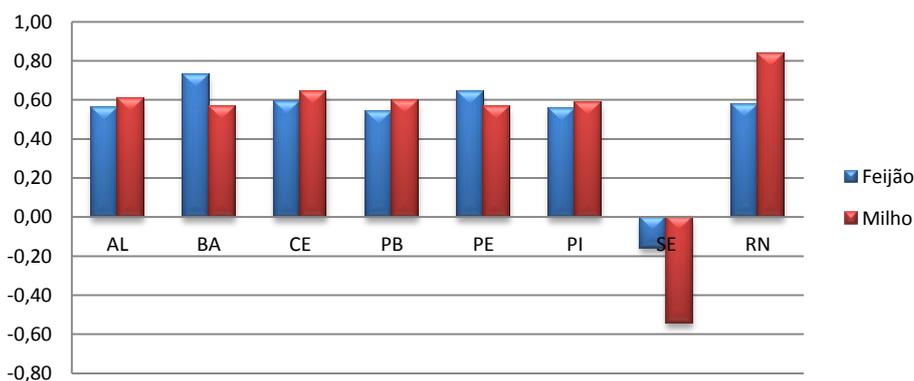
**Tabela 01: Número de dias com precipitação**

UF	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Média
AL	75	36	80	56	71	76	67	77	70	68	63	67	30	32	62
BA	69	47	65	51	67	72	66	63	65	62	55	64	37	43	59
RN	76	55	61	56	67	51	59	54	62	76	38	65	36	46	57
PE	63	42	59	52	64	69	61	66	74	65	55	66	33	44	58
CE	82	66	67	75	82	66	76	69	86	101	50	77	46	50	71
PB	85	51	83	70	89	66	80	64	86	88	63	86	49	44	72
PI	57	36	41	45	47	50	47	36	57	57	41	55	43	43	47
SE	79	77	108	81	91	81	80	93	89	70	90	80	59	59	81
<b>Média</b>	<b>73</b>	<b>51</b>	<b>71</b>	<b>61</b>	<b>72</b>	<b>66</b>	<b>67</b>	<b>65</b>	<b>74</b>	<b>73</b>	<b>57</b>	<b>70</b>	<b>41</b>	<b>45</b>	

Fonte: INMET

Conforme mostra a figura abaixo, a maioria dos estados teve um coeficiente de correlação em torno de 0,6, com exceção do Rio Grande do Norte que apresentou um coeficiente de 0,8 para o milho e a Bahia de 0,7 para o feijão. Estes valores indicam que existe uma relação positiva entre as variáveis. Sergipe foi o único estado que apresentou uma correlação negativa. Houve o aumento de 134% da produtividade do milho em Sergipe entre 2006 e 2015, sendo que quinze municípios tiveram produtividade acima da média nacional.

**Figura 13 Coeficiente de correlação entre volume de chuva e variação de produtividade entre 2000 e 2017**



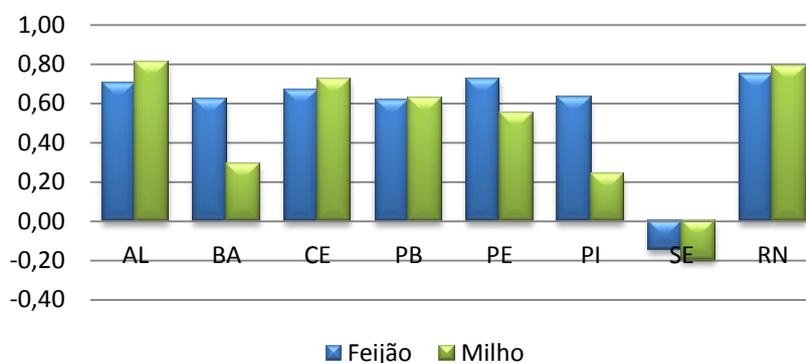
Fonte: IBGE, FUNCEME, AESA, EMPARN, APAC, INMET

Vale lembrar que foi considerado o acumulado de precipitação entre janeiro e junho porque cobre o período chuvoso nas diferentes faixas de semiárido, sendo que no restante do ano predomina a estiagem. Como se sabe, existe uma variabilidade espacial entre microrregiões relacionada à geomorfologia, onde as áreas serranas apresentam um regime de chuvas mais favorável do que as depressões e as áreas de transição recebem influência da massa de ar do oceano Atlântico. Além disso, é preciso considerar a questão da distribuição do volume de chuvas ao longo dos meses de modo que seja favorável ao desenvolvimento das plantas. Sales *et al* (2015) verificaram a influência climática sobre a produção da cultura nas mesorregiões cearenses e a mesorregião do Jaguaribe foi apontada como a mais favorável para produzir milho devido aos fatores climáticos (temperatura, umidade e pluviosidade), enquanto o norte do Ceará foi a menos indicada devido as altas temperaturas.

Conforme mostra as figuras 13 e 14, o coeficiente de correlação da precipitação com a produção apresenta valores um pouco maiores que a correlação com a produtividade nos estados de Alagoas, Ceará, Pernambuco e Rio Grande do Norte no caso da produção de feijão. Houve redução da área plantada do feijão de 1,8 milhões para 1 milhão de ha e de 2,2 milhões para 1,3 milhões do milho entre 2011 e 2013 e um pequeno aumento nos anos subsequentes, mas permaneceu abaixo da área plantada de 2011. Isto quer dizer que a área plantada diminuiu nos anos de seca comparado a 2011 que foi um ano com volume de precipitação significativo. Isto pode estar associado à adequação do plantio à percepção do agricultor dos sinais da natureza que indicam a possibilidade de seca. Caso a precipitação não tenha início em janeiro, pode influenciar a tomada de decisão de reduzir a área plantada. O coeficiente ficou acima de 0,6 na maioria dos estados, sendo que no caso de Alagoas e Rio Grande do Norte o coeficiente foi de 0,8. A tolerância à seca do feijão-capi, também conhecido por fradinho

explica o aumento da produção do feijão em 2015 apesar do baixo volume de chuvas. Este fator contribui para o menor coeficiente de correlação do feijão no Piauí.

**Figura 14 Coeficiente de correlação entre volume de chuva e variação de produção do feijão e milho entre 2000 e 2017**



Fonte: IBGE, FUNCEME, AESA, EMPARN, APAC, INMET

### 5.1 COMPARATIVO ENTRE O SEMIÁRIDO E O CERRADO NORDESTINO

Embora a produtividade das lavouras temporárias tenha grande variação em razão do regime irregular de chuvas na região semiárida, não se podem explicar as diferenças interregionais de produtividade somente pelas secas. Mesmo se considerarmos os anos com volume de chuvas acima da média histórica, a diferença de produtividade é grande entre a região semiárida, o Cerrado Nordestino e as outras regiões do país. Enquanto a produtividade média do milho no estado do Ceará alcança até 1,3 mil kg/ha em anos com volume de chuva favorável, ainda assim fica muito abaixo da média das regiões Sudeste, Sul e Centro-oeste que alcançaram 6,2 mil, 7 mil e 7,3 kg/ha, respectivamente. Essas disparidades regionais mostram que os fatores de produção como tecnologia de sementes, manejo, adubação, assistência técnica e acesso ao crédito são as maiores barreiras para o aumento da produtividade do milho no Nordeste Semiárido. Isto quer dizer que o nível tecnológico e as condições institucionais e sociais são menos favoráveis para o desenvolvimento da agricultura, com exceção das áreas próximas de rios perenes e grandes reservatórios onde foram implantados perímetros irrigados para o agronegócio das frutas (Pereira e Cuellar, 2015).

Em pesquisa sobre níveis de irrigação no cultivo do milho realizada em área experimental do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, a produtividade alcançou 2,5 kg/ha em condições de irrigação equivalente a 123% da evapotranspiração (Oliveira *et al*, 2012). Outra pesquisa experimental realizada pela Embrapa sobre adaptabilidade de 21 cultivares em diferentes condições ambientais na região Nordeste, teve como resultado uma produtividade média do milho de 4,3 mil kg/ha (Carvalho *et al*, 2000), muito acima da média da região.

Esposti (2002) e Vieira Filho (2009) destacam a importância das políticas públicas em promover o acesso dos produtores ao conhecimento tecnológico. Santos e Vieira Filho (2012, p. 7) sustentam que as diferenças de produção estão relacionadas aos elementos dinâmicos os

quais envolvem a escolha dos produtores na alocação dos fatores de produção (terra, trabalho, tecnologia e capital).

As disparidades na produtividade do milho também ocorrem dentro da região Nordeste entre as áreas de Cerrado e da Caatinga e entre microrregiões dentro de cada bioma. Existe heterogeneidade até mesmo na fronteira agrícola do chamado Cerrado Nordestino, onde o dinamismo das lavouras de cana de açúcar, soja e milho está concentrado em determinados municípios do oeste da Bahia, sudoeste do Piauí e sudeste do Maranhão (Garcia e Buainain, 2016).

De acordo com os dados do IBGE sobre produtividade do milho, em 2015 havia dezesseis municípios da Bahia com produtividade superior a 4 mil kg/ha, sendo que a maioria está localizada no oeste do estado. No Piauí havia quatorze municípios com mais de 4 mil kg/ha e no sudeste do Maranhão eram quinze municípios. No total, setenta municípios do Nordeste alcançaram produtividade acima da média nacional de 3,5 mil kg/ha. A ocupação do Cerrado Nordestino para o plantio de soja e milho tem elevado à produtividade média destes estados. Entre 2006 e 2018, houve aumento de produtividade do milho de 1,4 mil para 3,7 mil kg/ha no Piauí, de 3,3 mil para 4,2 mil kg/ha na Bahia, de 2,3 para 4 mil kg/ha. Na parte do Semiárido, se destaca a microrregião do Cariri no sul do Ceará e o vale do rio Jaguaribe com vinte um municípios que tiveram produtividade igual ou superior a 2 mil kg/ha em 2006, mas sofreram perdas de safra em 2015 em virtude da seca.

Mesmo considerando as diferenças relacionadas ao regime de chuvas entre os dois biomas, enquanto a média da região semiárida do Piauí foi de aproximadamente 500 mm e na parte de Cerrado foi de 1000 mm no período pesquisado, o aumento significativo da produtividade do milho no Cerrado Nordestino a partir da década de 1990 pode ser explicado mais pela implantação de sistemas produtivos que adotam tecnologias e mecanização em grandes áreas do que pelo fator climático.

A transformação na estrutura produtiva do Cerrado Nordestino está relacionada ao processo migração de produtores sulista que adquiram terras nos platôs para implantação de agricultura mecanizada. Ao longo do século XX, houve políticas de estímulo de migração do agricultor sulista para áreas de colonização na Amazônia e a partir da década de 1970 no Cerrado do Oeste baiano (ALVES, 2005, p.54). O agricultor sulista era identificado como o mais adequado para a implantação da agricultura moderna em novas áreas devido ao seu perfil de adotar novas técnicas agrícolas, ter mais instrução, maior utilização de insumos agrícola, ser associado a cooperativas, receber assistência técnica e maior acesso a créditos (ALVES, 2005, p.50). Nos últimos anos o Cerrado Nordestino tem sido palco de forte dinamismo econômico baseado na agricultura mecanizada de grãos, sobretudo a soja. A migração de produtores sulistas também ocorreu no sul do Maranhão e sudoeste do Piauí.

Neste sentido, o perfil do produtor com posse de capital, contratação de técnicos agrícolas e trabalhadores especializados que atendam as necessidades da agroindústria contrasta com o produtor da agricultura de sequeiro que não detém recursos para aquisição de maquinários, nem adubação e tem difícil acesso à assistência técnica e ao financiamento, como apresentamos anteriormente os dados do Censo Agropecuário.

## 6.0 Considerações Finais

Vimos que as secas exercem uma influência sobre o volume de produção de milho e feijão, sendo que as perdas de safras de milho são maiores. A maior variação foi identificada no Ceará com perda de uma tonelada por hectare. Neste sentido, existe uma correlação de moderada para forte entre precipitação e produção e produtividade na maioria dos estados pesquisados, com exceção de Sergipe que teve mais dias com precipitação que o restante dos estados, sendo menos afetado pela seca.

Além da influência do regime de chuvas, é preciso considerar outros fatores de produção que mantém a baixa produtividade da agricultura de sequeiro do Semiárido comparado a outras regiões e ao próprio Cerrado Nordeste. Isto quer dizer que o nível tecnológico e as condições institucionais e sociais são menos favoráveis para o desenvolvimento da agricultura. O baixo percentual de produtores que tiveram acesso à assistência técnica, a baixa utilização de adubação, limitados recursos para investir na melhoria do manejo tem mantido o agricultor do Semiárido nordestino num contínuo processo de reprodução da pobreza. A baixa capacidade técnica dos sistemas produtivos e poucos recursos para investimento é agravada com os períodos de seca prolongada. Isto revela que as políticas para o desenvolvimento do Semiárido são limitadas e atendem mais aos arranjos produtivos de fruticultura irrigada, mantendo a agricultura de sequeiro à mercê da variabilidade climática e restrição de acesso a políticas voltadas para aperfeiçoamento dos sistemas produtivos. Embora a Embrapa realize relevantes pesquisa de melhoramento de espécies para adaptação à seca, os resultados de pesquisa não têm ampla difusão entre os pequenos agricultores.

### Referências Bibliográficas

AB'SÁBER, A. Os Domínios de Natureza do Brasil: Potencialidades Paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003, 151p.

ALBANO, G. P. e SÁ, Alcindo J. Políticas Públicas e Globalização da Agricultura no Vale do Açu-RN. Revista de Geografia. Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. 25, n. 2, mai/ago, 2008.

Agência Nacional de Águas (ANA). Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada. Brasília: ANA, 2017.

ALVES, E. L. A. A Mobilidade Sulista e a Expansão da Fronteira Agrícola Brasileira. AGRÁRIA, São Paulo, Nº 2, pp. 40-68, 2005.

ARAÚJO, L. A. , LIMA, J. P. R. Transferências de Renda e Empregos Públicos na Economia sem Produção do Semiárido Nordeste. Revista planejamento e políticas públicas | ppp | n. 33 | jul./dez. 2009

ARAÚJO, T.B., SANTOS, V. M. Desigualdades Regionais e Nordeste em Formação Econômica do Brasil, IPEA, 2009.

BUAINAIN, A.M. e GARCIA, J.R.. Evolução recente do agronegócio no cerrado nordestino. Estud. Soc. e Agric., Rio de Janeiro, vol. 23, n. 1, 2015: 166-195

CARVALHO, H.W.L. et al. Adaptabilidade e Estabilidade de Cultivares de Milho no Nordeste Brasileiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.35, n.6, p.1115-1123, jun. 2000.

CANO, Wilson (2000). Celso Furtado e a Questão Regional no Brasil, in Celso Furtado e o Brasil, Editora Fundação Perseu Abramo, São Paulo, pp. 93-120.

CAMPOS, K. C. Produção Localizada e Inovação: o Arranjo Produtivo Local de Fruticultura Irrigada na Microrregião do Baixo Jaguaribe no Estado do Ceará. Tese de doutorado, UFV, Viçosa, MG, 2008.

DIAZ, C. C. F.; PEREIRA, I. M.; SOARES, D. B. S. Relações entre a Variabilidade Pluviométrica e a Produtividade Agrícola do Algodão Herbáceo no Semiárido Brasileiro. XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Instituto de Geociências, UNICAMP, 2017.

EMBRAPA. Agrociência: Informativo da Embrapa Meio-Oeste. Ano I, nº 2 - junho / 2015.

MAIA, D.C. Variabilidade Climática e Produtividade do Milho em Espaços Paulistas. Dissertação de Mestrado, UNESP, Rio Claro, SP, 2003.

MENEZES, H. E. A., BRITO, J. I. B., LIMA, R. A. F. 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 Campina Grande, PB.

PEREIRA, G. R.; CUELLAR, M. D. Z. Conflitos pela água em tempos de seca no Baixo Jaguaribe, Estado do Ceará. Estudos Avançados (Online). , v.29, p.115 - 137, 2015.

SALES, W. S.; LOBO, J. T.; SILVA, D. F. Potencial Climático do Estado do Ceará para o Cultivo do Milho. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC' 2015, 15 a 18 de setembro de 2015 - Fortaleza-CE.

Santos e Vieira Filho (2012)

SOUZA, M. J. N. e OLIVEIRA, V.P.V. Os Enclaves Úmidos e Subúmidos do Semiárido do Nordeste Brasileiro, Revista de Geografia da UFC, ano 05, número 09, 2006. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/view/91/63>

OLIVEIRA, J. R. R. *et al.* Produtividade do Milho Sob Níveis de Irrigação, IV WINOTEC – Workshop Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação, Fortaleza, Ceará, 2012.

CARVALHO, H. W. L. *et al.* Adaptabilidade e Estabilidade de Cultivares de Milho no Nordeste Brasileiro. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.35, n.6, p.1115-1123, jun. 2000.

TRIBUNA DO CEARÁ. Relembre as chuvas de 2004, quando o Ceará recebeu o maior aporte de água da história. Disponível em: <http://tribunadoceara.uol.com.br/noticias/ceara/relembre-as-chuvas-de-2004-quando-o-ceara-recebeu-o-maior-aporte-de-agua-da-historia/> Acesso em 01/11/2018.