



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA
CURSO DE AGRONOMIA**

MARINA ROCHA DE SOUSA

**IMPACTO DA SECA NAS PERDAS PRODUTIVAS DAS PRINCIPAIS LAVOURAS
DE SEQUEIRO DO ESTADO CEARÁ**

FORTALEZA

2016

MARINA ROCHA DE SOUSA

**IMPACTO DA SECA NAS PERDAS PRODUTIVAS DAS PRINCIPAIS LAVOURAS
DE SEQUEIRO DO ESTADO CEARÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Graduação do curso de Agronomia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Profa. Dra. Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima

FORTALEZA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S697i Sousa, Marina Rocha de.
Impacto da seca nas perdas produtivas das principais lavouras de sequeiro do Estado do Ceará /
Marina Rocha de Sousa. – 2016.
35 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências
Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2016.
Orientação: Profa. Dra. Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima.
1. Seca. 2. Lavouras de sequeiro. 3. Indicadores agrícolas. I. Título.

CDD 630

MARINA ROCHA DE SOUSA

**IMPACTO DA SECA NAS PERDAS PRODUTIVAS DAS PRINCIPAIS LAVOURAS
DE SEQUEIRO DO ESTADO CEARÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Graduação do curso de Agronomia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Aprovada em: 12/07/2016.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Francisco Casimiro Filho
Universidade Federal do Ceará (UFC)

MSc. Daiane Felix Santiago Mesquita
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, Marlene Rocha de Oliveira e
José Ernando de Sousa.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pois permitiu que tudo isso acontecesse ao longo da minha vida, e não somente nestes anos como universitária, mas que em todos os momentos é o maior mestre que alguém pode conhecer.

Aos meus pais, que, com muito carinho e compreensão, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida.

Aos meus queridos avós, Laura e José Carolino, pelo incentivo e amor incondicional.

À minha família, que tanto torceu e colaborou para que este dia chegasse.

Em especial, à minha tia Maria José, pois o seu apoio foi muito importante para a conclusão desta etapa.

Às minhas grandes amigas, Maria Barros e Sara. Vocês são parte desta história!

A esta Universidade e seu corpo docente, pela grande oportunidade de um rico e valioso aprendizado.

Em especial, à professora Patrícia Verônica Pinheiro, minha orientadora, pelo suporte, incentivo, respeito, atenção, paciência e amizade. Você é um presente de Deus!

Aos meus queridos amigos da turma de Graduação, Alfredo, Erich, Ítalo, Moisés, Pedro e Rhayane.

Especialmente à minha grande amiga Maria Albertina, pois pude encontrar em você uma verdadeira irmã.

Obrigada a todos que, mesmo não estando citados aqui, direta ou indiretamente contribuíram para a minha formação e para a Marina que sou hoje.

“Não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino.” (Paulo Freire)

RESUMO

O estado do Ceará tem cerca de 92% do seu território submetido à influência da semiaridez. Além da vulnerabilidade causada pela irregularidade das chuvas no semiárido, os solos dessa região ainda apresentam um estágio avançado de degradação. Essas características edafológicas e climáticas, somadas à ineficiência da gestão dos recursos hídricos, têm acarretado sérios impactos econômicos, sociais e ambientais em muitas atividades do meio rural, sendo uma delas a produção agrícola. Com isso, a atual pesquisa se propõe a analisar o comportamento das perdas produtivas das principais lavouras de sequeiro do estado do Ceará, frente a uma situação de seca quando comparada a um histórico de anos não secos. Dessa forma, foram selecionados indicadores que mostram o desempenho das culturas de feijão, mandioca e milho nos anos de seca e de chuva normal conforme os dados pluviométricos do estado. O estudo foi feito para os municípios do Ceará que estão inseridos no semiárido e o período considerado para a avaliação foi de 1994 a 2014. Os principais resultados mostraram que das três lavouras estudadas, o milho foi o que sofreu as maiores perdas produtivas, seguido do feijão e da mandioca, pois cada cultura difere entre si com relação ao comportamento fisiológico que faz com que as mesmas desenvolvam diferentes capacidades de tolerar à seca. Acredita-se que essa pesquisa poderá servir de subsídio para que os tomadores de decisão possam elaborar políticas públicas que busquem maneiras de se conviver com a seca, a fim de que as perdas na agricultura sejam as mínimas possíveis.

Palavras-chave: Seca. Lavouras de Sequeiro. Indicadores agrícolas.

ABSTRACT

The state of Ceará has about 92 % of its territory under the influence of semi-arid characteristics. In addition to the vulnerability caused by irregular rainfall in the semiarid region , the soils in this region still have an advanced stage of degradation. These edaphics and climatic characteristics , coupled with the inefficiency of the management of water resources , have brought about serious economic , social and environmental impacts in many rural activities , one of which agricultural production. Thus, the current research is to analyze the behavior of productive losses of the main rainfed crops in the state of Ceará, facing a drought as compared to a non- dry years history. Thus, indicators were selected that show the performance of bean , cassava and corn in the years of drought and normal rainfall as the rainfall state data. The study was conducted for the municipalities of Ceará that are inserted in the semiarid region and the period considered for the evaluation was 1994-2014 . The main results show that the three crops studied, corn suffered the increased production losses, followed bean and manioc , as each culture differs from each other with respect to the physiological behavior which causes the same to develop different abilities to tolerate drought. It is believed that this research can serve as a basis for decision-makers to develop public policies that seek ways to live with dry, so that the losses in agriculture are the least possible.

Keywords:Drought. Dryland crops .Agricultural indicators.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –Distribuição espacial das perdas de lavouras de milho no Ceará.....	27
Figura 2 – Distribuição espacial das perdas de lavouras de feijão no Ceará.....	29
Figura 3 – Distribuição espacial das perdas de lavouras de mandioca no Ceará.....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores percentuais das perdas médias nos indicadores agrícolas das lavouras de milho.....	25
Tabela 2 – Valores médios do índice geral por Cluster para as lavouras de milho.....	26
Tabela 3 – Valores percentuais das perdas médias nos indicadores agrícolas das lavouras de feijão.....	28
Tabela 4 – Valores médios do índice geral por Cluster para as lavouras de feijão.....	28
Tabela 5 – Valores percentuais das perdas médias nos indicadores agrícolas das lavouras de mandioca.....	30
Tabela 6 – Valores médios do índice geral por Cluster para as lavouras de mandioca.....	30
Tabela 7 – Valores percentuais médios das perdas nas lavouras de milho, feijão e mandioca.....	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABA	Ácidoabcsíco
ANOVA	Análise de Variância
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGP-DI	Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 Características edafológicas e climáticas do estado do Ceará.....	16
2.2 Tipos de seca (hidrológica, edáfica...)	17
2.3 O sistema de produção de lavouras de sequeiro no Ceará e sua vulnerabilidade frente às secas	18
2.3.1 Milho	18
2.3.2 Mandioca	19
2.3.3 Feijão	20
3 METODOLOGIA.....	Erro! Indicador não definido.
3.1 Área de Estudo e Fonte dos Dados.....	Erro! Indicador não definido.
3.2 Métodos de Análise	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1 Perdas Médias por Lavoura de Milho:.....	Erro! Indicador não definido.
4.2 Perdas Médias por Lavoura de Feijão:	27
4.3 Perdas Médias por Lavoura de Mandioca:	29
4.4 Análise comparativa das perdas médias por lavouras e indicadores agrícolas	31
5 CONCLUSÃO.....	33

1 INTRODUÇÃO

O Nordeste do Brasil tem sido alvo de muitas discussões por conta da forte presença da seca nesta região. Esse fator é uma característica marcante dessa área do país e vem desencadeando sérios problemas econômicos, sociais e ambientais, que têm se tornado cada vez mais expressivos nas áreas de semiaridez. As regiões semiáridas são caracterizadas, principalmente, pela deficiência hídrica e pelo clima árido, onde processos como a queda na produção agropecuária são comuns em locais afetados por um *déficit* hídrico acentuado.

Além de sofrer com as consequências da seca, o Nordeste brasileiro ainda conta com sérios desequilíbrios ambientais, frutos de um uso irracional e irresponsável dos recursos naturais, que também podem exercer influência sobre o desempenho da agricultura e sua produtividade, o que está intimamente ligado ao potencial produtivo das culturas presentes na referida região. Isso retrata também o desconhecimento da complexidade do semiárido e a consequente falta de políticas públicas que se mostrem eficientes na criação e execução de medidas que visem a reduzir as perdas produtivas, dando o devido suporte aos produtores agrícolas para que os efeitos da seca sejam minimizados e para que o impacto socioeconômico negativo desses efeitos seja aplacado.

O zoneamento produzido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) em 1993, mostrou que no semiárido há cerca de 16 milhões de hectares (16% do total) com bom potencial agrícola; 43 milhões de hectares (44%) com potencial agrícola limitado, mas passíveis de exploração sob determinadas condições; e cerca de 35 milhões de hectares (36% do total) com fortes restrições ao uso agrícola. Com isso, pode-se afirmar que se faz necessária uma maior atenção às questões da seca, a fim de que se possa aperfeiçoar a utilização de técnicas agrícolas nas regiões semiáridas de forma racional e eficiente para o setor agrícola.

Para Khan e Campos (1995), de todas as regiões do Nordeste rural, a zona semiárida constitui a zona-problema pela periódica ocorrência de fortes secas, que reduzem significativamente os volumes de produção e incidem drasticamente sobre ampla população sem terra e de escassos recursos financeiros. As atividades mais atingidas são a agricultura de subsistência e a pecuária.

Entre as nove unidades federativas da região Nordeste, está o estado do Ceará que, por sua vez, encontra-se inserido na realidade apresentada há pouco. A sua superfície é de aproximadamente 147 mil km², dos quais 92,0% estão situados no semiárido. A precipitação pluvial anual do estado é de 775 mm, sendo a média do sertão semiárido de 400 mm por ano,

o que torna o estado cada vez mais exposto às calamidades oriundas do clima.

Embora sejam notórios os avanços ocorridos no Ceará em diversas áreas, como no setor industrial, por exemplo, ainda percebe-se que a agricultura de sequeiro, responsável pela maior parte da produção de feijão, milho e mandioca, ainda apresenta baixa capacidade de enfrentamento das secas recorrentes. O calendário das secas no Ceará mostra que, de um modo geral, ocorreram nove secas por século, ou seja, uma a cada 11 anos (GUERRA, 1981). Essas secas, quando ocorrem costumam ser prolongadas, que é o caso da atual seca perdurar desde 2011 até os dias de hoje, 2016.

Tendo em vista que a água é fundamental para o acontecimento dos processos fisiológicos indispensáveis das plantas, a atual pesquisa se propõe a analisar a relação das secas no estado do Ceará e o impacto refletido nos indicadores agrícolas das lavouras de milho, mandioca e feijão, levando em consideração os municípios cearenses que estão inseridos no semiárido nordestino.

Especificamente, pretende-se mostrar o comportamento produtivo das principais lavouras de sequeiro do Ceará em anos marcados pela escassez de água, verificar como os indicadores agrícolas se apresentam em cada cultura estudada e comparar as perdas por lavouras e indicadores analisados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Características edafológicas e climáticas do estado do Ceará

Há muitos anos, o estado do Ceará é caracterizado pelo estigma da seca e isso é decorrente da grande relação entre as suas características físicas e a sua histórica conjuntura política e socioeconômica. As chuvas dessa região são classificadas como irregulares e concentradas, pois aproximadamente 90% de sua totalidade ocorrem apenas em seis meses de cada ano.

Dentre os fatores climáticos que determinam a situação das chuvas no Ceará, está o El Niño (uma grande massa de ar quente vinda da Austrália avança pelo Pacífico equatorial e vai em direção ao leste, impedindo a formação de nuvens de chuvas sobre o Nordeste brasileiro). Outro importante fator é a Zona de Convergência Intertropical (mais conhecida como ZCIT, esse fenômeno trata-se da confluência dos ventos alísios do hemisfério norte com os ventos alísios do hemisfério sul), e dependendo da sua localização, a ZCIT pode colaborar ou não pra o agravamento das secas causadas pelo El Niño.

Em anos conhecidos como de *El Niño*, a região sofre muito com o *déficit* hídrico. Isso ocorreu, por exemplo, na seca de 1877, de 1878 e de 1879, quando houve três anos consecutivos de déficit hídrico na região Nordeste e um considerável êxodo de pessoas para a região Norte. Esses fenômenos, quando ocorrem no Ceará, são capazes de ocasionar danos irreparáveis as lavouras de sequeiros.

De acordo com Xavier (2001), o estado do Ceará, como a maior parte da região semiárida do Nordeste brasileiro (“polígono das secas”), caracteriza-se pelos seguintes aspectos físicos e ambientais, bastante limitantes do seu potencial produtivo: a) evaporação elevada; b) variabilidade espacial e temporal da pluviometria muito acentuada; c) ocorrência de secas quase-periódicas; bem como, predomínio de solos cristalinos de baixa profundidade e reduzida capacidade de retenção de água. Em algumas subáreas já se observa processo de pré desertificação, problema agravado não só pela reunião de todos esses aspectos, porém ainda em função de uma continuada e intensiva agressão de origem antrópica (humana) aos seus ecossistemas.

Desta maneira, é possível afirmar que a questão da seca no estado do Ceará não pode ser vista como um problema pontual, no que se diz respeito às condições pluviométricas apenas. Não se trata de corrigir os problemas decorrentes da escassez de água em si, mas de adotar medidas que atuem de forma sistemática, abrangendo todos os aspectos que

contribuem para que a irregularidade das chuvas se torne um agravante cada vez maior. Assim, é indispensável admitir um planejamento integrado que atue de forma a considerar não só o regime pluvial, mas também técnicas de cultivo, tipos de manejo dos solos, melhoramento genético vegetal, tecnologia e produção de sementes, assistência técnica, programas de financiamentos melhor elaborados, investimento em pesquisa e todos os outros fatores que podem otimizar os ganhos na produtividade e reduzir as perdas ao máximo.

O aperfeiçoamento de todos esses segmentos, junto a um investimento responsável, deverá minimizar consideravelmente os impactos característicos de um cenário de seca e chuvas irregulares. É importante ressaltar também que tais medidas não podem e nem devem ser adotadas somente no período de escassez hídrica, mas um planejamento estratégico em longo prazo, é crucial para consolidar as práticas que poderão ser usadas para gerar repercussões positivas no âmbito social, econômico e ambiental do estado.

De forma semelhante, Lisboa (1984) salienta que:

“Seca, no rigor léxico, significa estiagem, falta de umidade, da chuva provém a água necessária à vida na terra. O problema das secas, assim encarado, seria simplesmente o problema da água, isto é, do seu suprimento. Mas a palavra seca, referida a uma porção de território habitado pelo homem, tem significação muito mais compreensiva. Com efeito, o fenômeno físico da escassez de chuva influi no homem pela alteração profunda que dela decorre para as condições econômicas da região, que por sua vez se refletem na ordem social. Assim encarada a seca é um fenômeno muito vasto tanto de natureza física quanto econômica e social. O problema das secas é, portanto, um problema múltiplo. Verdadeiramente não há um problema, há problemas.” (Lisboa, 1984, p.12)

2.2 Tipos de seca

Com relação à caracterização dos tipos de seca, Carvalho (2012) afirma que existem três tipos de seca e elas podem ser classificadas da seguinte maneira:

“A seca meteorológica ocorre em um período de meses a anos, com precipitação abaixo da normal climatológica. Muitas vezes, é acompanhada de temperaturas acima do normal, que precedem e podem causar outros tipos de secas. Condições locais específicas, como evaporação reduzida e umidade associada a solos secos e temperaturas altas, muitas vezes aumentam as anomalias atmosféricas. A seca agrícola corresponde a um período em que os solos ficam secos, como resultado de precipitação pluviométrica abaixo da média e de eventos de chuva intensa, mas menos frequentes, com evaporação acima do normal. Esses fatores determinam produção reduzida das lavouras e diminuição do crescimento das plantas. A seca hidrológica ocorre quando a vazão dos rios e o armazenamento de água em aquíferos, lagos ou reservatórios caem abaixo dos níveis médios a longo prazo. A seca hidrológica se desenvolve mais lentamente, pois envolve água armazenada que se esgota, mas não é repostas.”
(CARVALHO, p. 57, 2012)

Os tipos de seca que este estudo se refere são a seca meteorológica e a agrícola. Sendo esta última decorrente da primeira citada, pois os baixos níveis de precipitações pluviométricas acarretam em solos secos e com baixo potencial hídrico para fornecer o que as lavouras de sequeiro realmente necessitam para um bom desenvolvimento e produção.

A seca hidrológica não foi considerada neste trabalho, pois ela está relacionada com os reflexos das baixas precipitações pluviométricas para reservatórios de água. Como a atual pesquisa se propõe a trabalhar com as perdas na agricultura de sequeiro, não se faz necessário incluir o fator armazenamento.

2.3 O sistema de produção de lavouras de sequeiro no Ceará e sua vulnerabilidade frente às secas

As lavouras de sequeiro podem ser definidas como aquelas que são implantadas somente durante o período chuvoso, ou seja, o desenvolvimento das plantas depende muito da distribuição das precipitações pluviométricas da região.

As lavouras estudadas foram milho, mandioca e feijão. Estas são consideradas importantes fontes de renda para o pequeno agricultor, pois estão muito presentes na alimentação humana, na nutrição animal e são matéria-prima para a fabricação de outros importantes produtos que são normalmente muito comercializados, como é o caso da farinha de mandioca.

2.3.1 Milho

O milho (*Zeamays*) é um cereal de grande importância econômica para o Brasil, especialmente para a região Nordeste. Sua relevância está no fato de que ele possui alto valor nutricional e pode ser utilizado de forma bastante satisfatória tanto na alimentação humana quanto na nutrição animal, sendo este último, o setor de maior consumo deste produto.

Para Duarte (2010), a utilização do milho é muito importante em regiões caracterizadas por baixa renda, pois constitui boa parte da alimentação de famílias menos favorecidas. À exemplo do Nordeste, pode-se dizer que este cereal é a principal fonte de energia para muitas pessoas.

Tendo em vista esta grande contribuição, e sabendo que o milho possui uma alta demanda hídrica por ciclo de cultivo, faz-se necessário quantificar as perdas que esta cultura sofre em anos de escassez de água, para que se possam estabelecer medidas que reduzam

essas perdas produtivas que tanto geram sérios impactos econômicos e sociais negativos para o estado do Ceará.

A cultura do milho é fortemente afetada por fatores climáticos como temperatura e radiação solar. Além disso, sua transpiração é bastante elevada, por conta de ter folhas muito expandidas. Tal fator está ligado às taxas fotossintéticas e por este motivo, à interferência na produtividade, valor da produção e outros fatores.

Segundo Bergamaschi et al. (2006), os maiores efeitos sobre o rendimento da cultura do milho são evidenciados nas fases de polinização, enchimento de grãos e formação do zigoto. Nestes períodos, o estresse hídrico é ainda mais prejudicial à cultura, pois as plantas apresentam altas taxas de transpiração.

2.3.2 Mandioca

A mandioca (*Manihotesculenta*) é uma cultura tradicional do Ceará e o seu cultivo, geralmente destinado ao processamento para obtenção da farinha, é um importante integrante da renda de muitas famílias no referido estado.

Diferentemente de muitas outras culturas, a mandioca é considerada uma espécie tolerante à seca. Porém, segundo Bray (1994), o comportamento da mesma depende do genótipo, do tipo de célula e do tipo de órgão em questão, da severidade do estresse hídrico e do estágio de desenvolvimento das plantas.

Segundo relato publicado por Alves e Setter (2010), ao avaliar o comportamento do ácido abscísico (ABA) em mandioca, durante uma situação de déficit hídrico, todos os genótipos utilizados no estudo acumularam grandes quantidades de ABA. Três e seis dias após a interrupção da irrigação, todos os genótipos acumularam grandes quantidades de ABA, tanto nas folhas maduras como nas jovens, mas os altos níveis de ABA foram quase completamente revertidos aos níveis do controle, após um dia de rehidratação. As folhas jovens pararam sua expansão e a taxa de transpiração decresceu durante o *déficit* hídrico. O rápido retorno aos níveis de controle de ABA correspondeu a uma rápida recuperação das taxas de crescimento foliar. A rápida redução do crescimento da área foliar e o fechamento dos estômatos podem ser devido à habilidade da mandioca de sintetizar rapidamente e acumular ABA, no estágio inicial de um período de *déficit* hídrico.

Assim, pode-se afirmar que se faz necessário um melhor estudo e acompanhamento dos fatores que colaboram para as perdas na produção da cultura da mandioca. Desta forma, será possível determinar o potencial produtivo de cada região do

Ceará, no intuito de que a máxima produtividade seja alcançada e para que os benefícios decorrentes destes resultados possam refletir de forma eficaz tanto no âmbito social quanto econômico do Estado.

Existem diversos fatores que influenciam direta e indiretamente nos avanços da qualidade e produtividade da mandioca. Dentre eles estão o cultivo em solos de baixa fertilidade, baixo uso de insumos por parte dos pequenos produtores e deficiência de ações políticas que visem oferecer um maior suporte aos produtores dessa cultura tão importante.

2.3.3 Feijão

O feijão (*Phaseolus vulgaris*) representa uma importante fonte de sustento para os pequenos produtores, principalmente. Além disso, é um grão que está presente na grande maioria das mesas dos brasileiros e, em especial, dos cearenses. Por estes e outros tantos motivos, é que a produção desta cultura deve ser cada vez mais aperfeiçoada, a fim de que maiores níveis produtivos sejam alcançados e, conseqüentemente, maior geração de renda para os agricultores do estado do Ceará.

De acordo com a Embrapa (2003), o feijão é mais suscetível à deficiência hídrica durante o período floração e o estágio inicial da formação de vagens. O período crítico se dá em 15 dias antes da floração. Ocorrendo *déficit* hídrico, haverá queda no rendimento devido à redução do número de vagens por planta e, em menor escala, à diminuição do número de sementes por vagem.

Sabendo disso, é indispensável considerar que outros fatores, além da água, sejam analisados e repensados. A exemplo disso, questões como preparo adequado de solo, adubação, simulações do balanço hídrico e técnicas de geoprocessamento permitem identificar as melhores datas e locais de semeadura para o feijão.

Outro fator que merece destaque e que foi registrado pela Embrapa Arroz e Feijão (2003), é o investimento em inoculação de bactérias do grupo dos rizóbios. Estas são capazes de fixar o nitrogênio atmosférico e fornecê-lo à planta, é uma alternativa que pode substituir, ainda que parcialmente, a adubação nitrogenada, resultando em benefícios ao pequeno produtor.

3 METODOLOGIA

3.1 Área de Estudo e Fonte dos Dados

A pesquisa adotou como área de estudo os municípios do Ceará que estão inseridos em regiões com condições de semiaridez. O Semiárido Brasileiro é composto por 1.133 municípios distribuídos em nove estados, sendo oito deles inseridos na região Nordeste. O Ceará conta com 184 municípios no total e destes foram analisados então 150 municípios cearenses.

Os dados utilizados no estudo foram extraídos da Pesquisa Agrícola Municipal, publicada anualmente pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os indicadores analisados foram área colhida, produção, valor da produção e produtividade das lavouras de sequeiro: feijão, mandioca e milho. A partir do estudo desses indicadores, foi possível estimar as perdas totais de cada uma das culturas analisadas. Essas lavouras foram escolhidas porque são as mais frequentes entre os pequenos agricultores que praticam a agricultura de sequeiro e por estarem presentes em todos os municípios do semiárido brasileiro. Além disso, são culturas que influenciam bastante o cenário socioeconômico da região em estudo. O fato de serem praticadas no sistema de sequeiro as torna altamente vulneráveis às secas (MARENGO, 2008).

O período de análise abrangeu os anos de 1994 a 2014. Na correção dos valores monetários associados ao indicador valor da produção foi adotado o IGP-DI da Fundação Getúlio Vargas, referente a dezembro de 2013.

3.2 Métodos de Análise

As perdas nas lavouras de sequeiro em decorrência da seca foram estimadas conforme Lima et al (2016), os quais consideraram a média aritmética das perdas das lavouras de feijão, mandioca e milho, nos indicadores: área colhida, produção, valor da produção e produtividade. Considerando-se o período de análise, os anos 1998, 2001, 2002, 2005, 2010, 2012, 2013 e 2014 foram classificados como secos e os demais como anos “não secos” conforme estudo baseado em informações divulgadas pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCEME. Assim:

$$PPS_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n PM_{ij} \quad (1)$$

Sendo:

PPS_j = Índice de Perdas Médias das Lavouras de Sequeiro no *j*-ésimo município do Semiárido Cearense.

PM_{ij} = Perda percentual média da *i*-ésima lavoura no *j*-ésimo município do Semiárido Cearense.

n = número de lavouras de sequeiro ($n = 3$).

O valor do PPS_j pode variar entre 0 (ausência de perda) e 100 (perda total)

A perda percentual média de cada lavoura e em cada município foi obtida por meio da expressão:

$$PM_{ij} = \frac{1}{m} \sum_{w=1}^m \frac{VMN_{wj} - VMS_{wj}}{VMN_{wj}} \times 100 \quad (2)$$

Sendo:

VMN_{wj} = Valor médio do w -ésimo indicador nos anos considerados normais, no *j*-ésimo município do Semiárido Cearense.

VMS_{wj} = Valor médio do w -ésimo indicador nos anos considerados secos, no *j*-ésimo município do Semiárido Cearense.

m = número de indicadores agrícolas ($m = 4$).

No caso de numerador negativo, o que significa maior valor para o indicador em ano de seca relativamente a ano normal, considera-se a não ocorrência de perda, sendo atribuído o valor zero a PM_{ij} .

Com o objetivo de classificar os municípios segundo as perdas nas lavouras de sequeiro e verificar a heterogeneidade entre os municípios quanto a essa variável, optou-se pela técnica de análise multivariada - Análise de Agrupamento.

Entende-se que:

“a análise de agrupamentos (Clusteranalysis) é uma técnica estatística que permite ao pesquisador separar ou classificar objetos observados em um grupo ou em número específico de subgrupos ou conglomerados (Cluster s) mutuamente exclusivos, de modo que os subgrupos formados tenham características de grande similaridade interna e grande dissimilaridade externa” (MOORI et al, 2002. p.71)

Assim, a análise de agrupamento pode ser empregada para identificar subgrupos de municípios estatisticamente diferentes entre si, porém compostos por municípios semelhantes quanto às perdas nas lavouras de sequeiro. Outra possibilidade alcançada foi distribuir espacialmente o comportamento das três culturas por nível de perdas agrícolas ou produtivas no semiárido cearense.

Na análise de agrupamento a classificação dos indivíduos (municípios) em um subgrupo é feita a partir de uma medida da distância entre os mesmos. Os indivíduos mais semelhantes em relação a uma ou mais características, apresentam menor distância entre si e são agrupados em um mesmo subgrupo. Já os mais distantes (diferentes) são alocados em outros subgrupos.

Dentre as diferentes formas de medir a distância entre indivíduos, a distância euclidiana quadrada é a mais recomendada (HÄRDLE e SIMAR, 2003) e foi adotada neste estudo:

$$D_{k,l}^2 = \sum_{i=1}^n (X_{i,k} - X_{i,l})^2 \quad (3)$$

Sendo:

$D_{k,l}^2$ = Distância euclideana quadrada entre os indivíduos k e l.

$X_{i,k}$ = Valor correspondente à i-ésima característica do indivíduo k.

$X_{i,l}$ = Valor correspondente à i-ésima característica do indivíduo l.

No cálculo da distância euclideana foi considerada apenas uma característica: oPPS_j(Índice de Perdas Médias das Lavouras de Sequeiro).

A aglomeração dos indivíduos com base nas distâncias entre eles pode ser feita por diferentes métodos (ver detalhes em Hairet al, 2009). Optou-se pelo procedimento hierárquico, método k-médias. O procedimento hierárquico parte de n subgrupos com um indivíduo. Cada indivíduo vai sendo agrupado a outro subgrupo semelhante. O processo é repetido até que todos os indivíduos semelhantes sejam agrupados (FÁVERO et al, 2009).

Os procedimentos hierárquicos oferecem diferentes métodos de agrupamento. Segundo Mooriet al.(2002) o método hierárquico k- médias é utilizado quando se conhece previamente o número de clusters que se pretende estudar.Essa particularidade justifica a sua escolha nesse estudo, haja vista que intencionalmente buscou-se definir três classes de municípios: i) municípios com menores perdas, ii) municípios com níveis intermediários de perdas e iii) municípios com maiores perdas. O *software* utilizado nessa análise foi o SPSS v.13.

Para melhor visualização da distribuição espacial das perdas foi elaborado um mapa temático por meio do *software ArcGis v10*. Por meio dos mapas, é possível identificar o nível de perdas produtivas nas três lavouras de sequeiro analisadas, observando onde e como ocorrem estes impactos por região do estado do Ceará.

No que se diz respeito à comparação das três lavouras entre si, foram analisados os valores percentuais médios das perdas produtivas de cada uma das lavouras, considerando a área colhida, a produção, o valor da produção e a produtividade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Perdas Médias por Lavoura de Milho:

A partir das análises estatísticas descritas anteriormente na metodologia, é possível perceber as perdas em valores percentuais das lavouras de milho em anos de seca, se comparado ao comportamento desta cultura em anos com regime pluviométrico considerado normal ou satisfatório para um bom desenvolvimento das culturas (Tabela 1).

A diferença percentual média na produção de milho em anos de seca, se comparado aos anos de chuva normal, foi de 45,09%, quase metade da produção foi perdida. O indicador “valor da produção” foi o que apresentou a maior média de perdas, superando até mesmo a média das perdas totais. Com isso, pode-se afirmar que o impacto econômico é bastante pertinente neste caso de *déficit* hídrico.

Tabela 1 – Valores percentuais das perdas médias nos indicadores agrícolas das lavouras de milho.

Indicadores	Área Colhida	Produção	Valor da Produção	Produtividade	Perdas Totais
Média	20,67	45,09	47,22	35,70	35,85
Mediana	16,88	45,70	48,16	37,85	35,53
Mínimo	0,41	4,52	2,81	0,00	3,49
Máximo	61,51	80,42	80,01	66,33	69,31
Desvio Padrão	14,40	15,75	15,06	15,24	12,79
Coefficiente de Variação	69,67	34,93	31,89	42,69	35,68

Fonte: Elaboração própria

A partir do método de agrupamento, foram obtidas as classes, apresentadas na tabela 2, que foram caracterizadas como representativas de perdas baixas, médias e altas. O Cluster 1 representa as menores perdas produtivas, o Cluster 2 identifica os municípios com perdas médias e, por fim, o Cluster 3 é caracterizado pelas maiores perdas na produção, produtividade, área colhida e valor da produção.

O modelo agrícola utilizado na região Nordeste para as lavouras de sequeiro ainda é, na sua maioria, marcado por um manejo de solo baseado no corte e queima. Sendo esta última prática, uma das principais responsáveis pelo empobrecimento dos solos quanto ao seu estado nutricional. Um solo que não consegue disponibilizar os devidos nutrientes para uma

cultura que já sofre com os efeitos da seca, acaba por acarretar perdas ainda maiores na produção dessas lavouras.

Tabela 2 – Valores médios do índice geral por Cluster para as lavouras de milho.

	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
Média	15,56	34,34	50,34
Mediana	18,48	33,82	49,11
Mínimo	0,00	25,49	42,58
Máximo	24,75	42,29	69,31
DP	7,73	4,54	6,07
CV	49,69	13,23	12,06

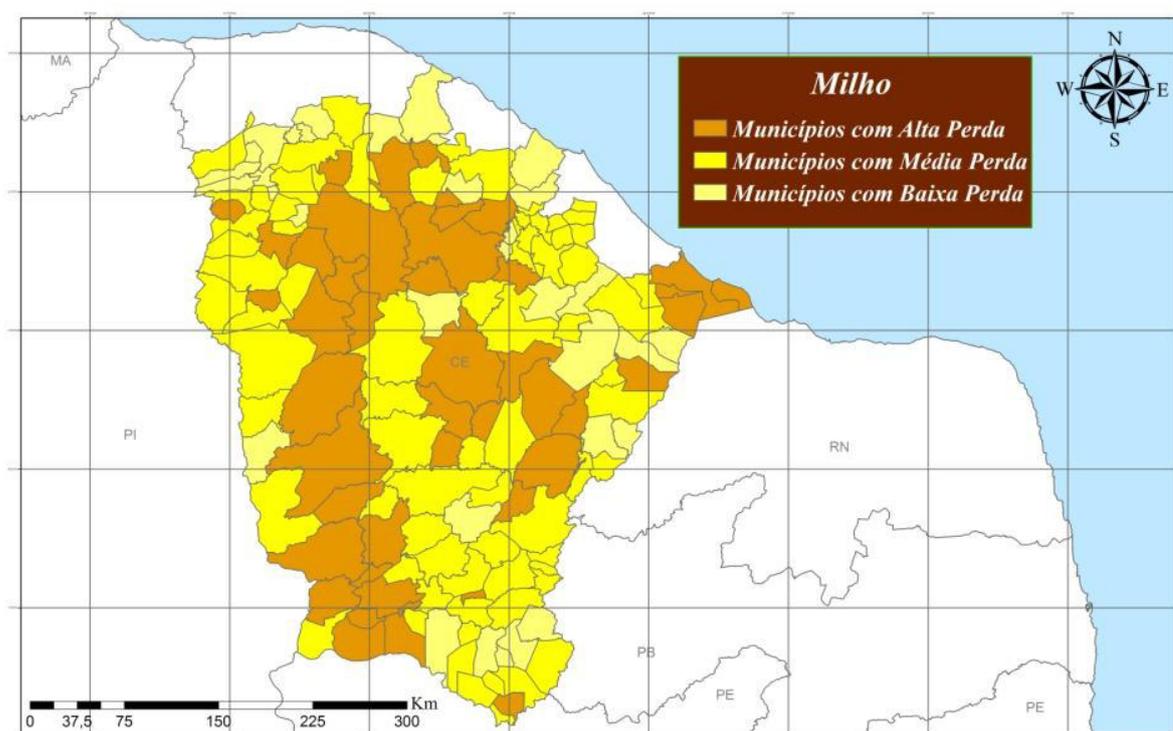
Fonte: Elaboração própria

Segundo dados da Secretaria Nacional de Defesa Civil, quase todos os municípios em todos os estados da região Nordeste são afetados de alguma forma pela estiagem. Com relação à distribuição espacial das perdas produtivas de lavouras de milho no Ceará, é possível identificar que os maiores impactos negativos decorrentes da seca concentram-se na região do Sertão-Central e Sertão dos Inhamuns (Figura 1).

Os municípios do semiárido cearense que apresentaram as maiores perdas produtivas na cultura do milho, e que por isso estão inseridos no Cluster 3, totalizaram 45. A exemplo, foram classificados desta forma os seguintes municípios: Granjeiro, Piquet Carneiro, Monsenhor Tabosa, Potengi, Altaneira, Ipu, Ararendá, Itapajé, Tamboril, Santana do Cariri, Jaguaribara, Senador Pompeu, Carnaubal, Orós, General Sampaio, Campos Sales, Jaguaribe, Forquilha, Jati e outros. Os municípios caracterizados por apresentarem perdas baixas foram 32, já os que estão inseridos no Cluster 2, apresentando perdas intermediárias, totalizaram 73.

De acordo com Bergamaschi *et al.* (2004), as lavouras de milho são bastante sensíveis a estiagens, dessa forma a deficiência hídrica registrada em períodos críticos do desenvolvimento da cultura, podem provocar redução direta no rendimento final da produção.

Figura 1 – Distribuição espacial das perdas de lavouras de milho no Ceará.



Fonte: Elaboração própria

4.2 Perdas Médias por Lavoura de Feijão

A precipitação pluviométrica somada a outros fatores agronômicos e climáticos limita o crescimento e desenvolvimento do feijoeiro. Estima-se que o consumo hídrico da cultura do feijão seja de 300 a 600 mm ao longo de seus estádios de desenvolvimento, consumindo, em média, 3 a 4 mm por dia e necessitando de uma disponibilidade mínima de 100 mm mensais (DOURADO-NETO & FANCELLI, 2000 apud MARCO et al., 2012).

A partir da análise realizada para a cultura do feijão, foi possível verificar que as variáveis “valor da produção” e “produção” foram aquelas que registraram o maior número de perda, de acordo com a tabela 3. A diferença das perdas médias totais apresentadas na cultura do feijão em anos secos foi de 28%.

Tabela 3 – Valores percentuais das perdas médias nos indicadores agrícolas das lavouras de feijão.

Indicadores	Área Colhida	Produção	Valor da Produção	Produtividade	Perdas Totais
Média	13,48	35,24	35,96	27,43	28,03
Mediana	11,16	37,04	36,51	29,06	28,39
Mínimo	0	0	0	0	0
Máximo	47,82	74,60	72,44	65,99	59,32
Desvio Padrão	12,84	16,93	17,64	15,43	12,49
Coefficiente de Variação	95,26	48,05	49,05	56,24	44,58

Fonte: Elaboração própria

Com relação ao Cluster realizado para as perdas do feijão, conforme mostra a tabela 4, a maioria dos municípios do semiárido cearense ficou inserida no Cluster 2, que representa as perdas intermediárias, com 68 municípios classificados desta forma. Isso diz que a maior parte das cidades do estado do Ceará assume perdas percentuais médias de 29,38% em anos considerados secos. Os municípios que apresentaram as menores perdas nas lavouras de feijão foram 49, e os que foram classificados no Cluster 3 (perdas altas) totalizaram 33.

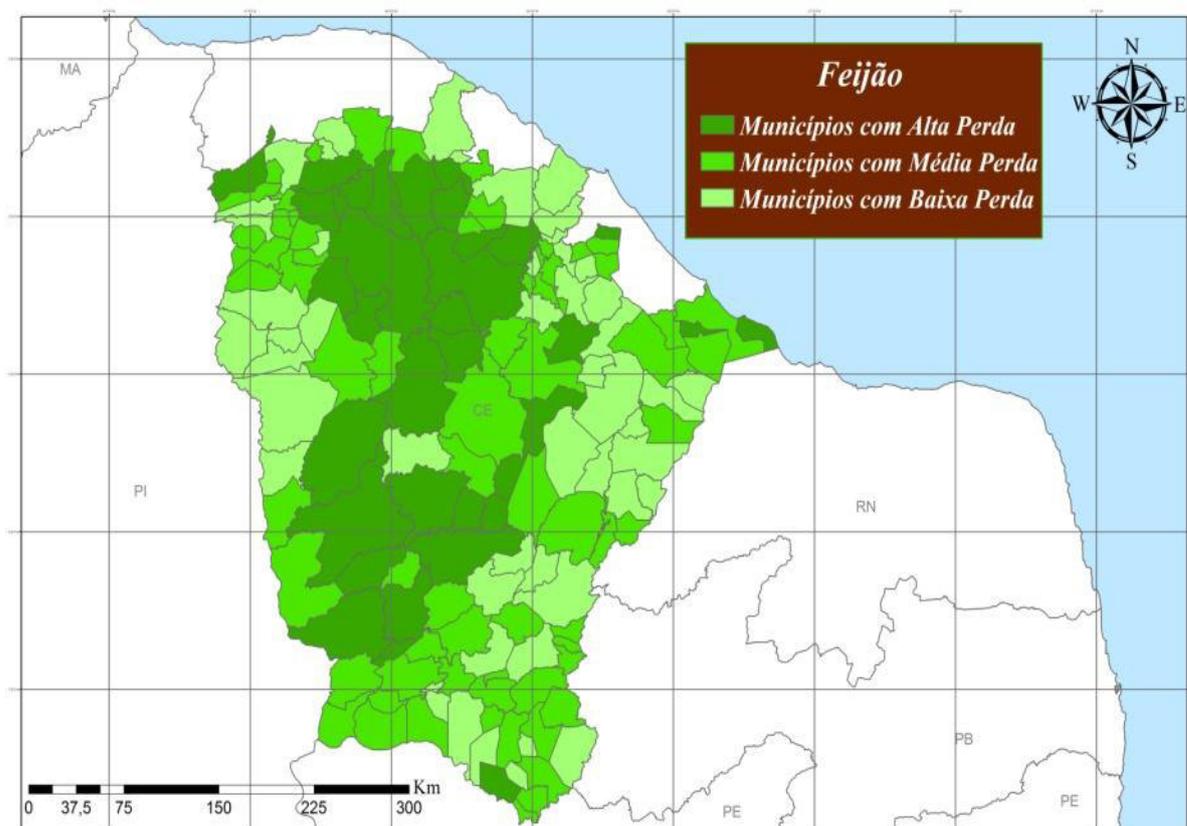
Tabela 4 – Valores médios do índice geral por Cluster para as lavouras de feijão.

	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
Média	14,42	29,38	45,48
Mediana	15,89	29,77	43,65
Mínimo	0,00	21,94	37,74
Máximo	21,73	37,20	59,32
DP	5,70	4,12	6,45
CV	39,56	14,02	14,18

Fonte: Elaboração própria

A Figura 2 permite a visualização das áreas onde ocorrem as maiores e menores perdas nas lavouras de feijão no período de seca. Dentre os municípios que mais se destacaram por registrar os maiores impactos negativos estão Santa Quitéria, Paramoti, Itaitira, Caridade, Antonina do Norte, Canindé, Catunda, Itapajé e Irauçuba. Nestes, as perdas totais comprometeram aproximadamente 50% do geral produzido. As regiões do estado do Ceará que abrigam o maior número de municípios mais afetados quanto às perdas produtivas são Sertão dos Inhamus e Sertão Central, de acordo com a classificação das regiões de planejamento.

Figura 2 – Distribuição espacial das perdas de lavouras de feijão no Ceará.



Fonte: Elaboração própria

4.3 Perdas Médias por Lavoura de Mandioca:

Dentre as três lavouras estudadas, a mandioca foi a que registrou as menores perdas em todos os indicadores analisados. Tal fato pode ser explicado por conta de que a mandioca possui mecanismos bastante eficientes para tolerar o déficit hídrico. Exemplo disso, são suas folhas adaptadas para aumentar as taxas fotossintéticas, garantindo que a escassez de água não realize grandes interferências na produção da cultura.

De acordo com Porto (1983), o controle estomático da perda de água é bastante eficiente na cultura da mandioca, bem como a alta sensibilidade dos seus estômatos com relação à umidade do ar. Isso faz com que a planta detecte melhor o momento de fechar os seus estômatos para reduzir as perdas de água.

Na tabela 5, observam-se as maiores perdas nos indicadores “valor da produção” e “produção”. Já o indicador agrícola que registrou as menores perdas foi o de área colhida.

Tabela 5 – Valores percentuais das perdas médias nos indicadores agrícolas das lavouras de mandioca.

Indicadores	Área Colhida	Produção	Valor da Produção	Produtividade	Perdas Totais
Média	9,70	13,21	18,27	12,66	13,46
Mediana	0,00	0,00	9,65	11,67	9,20
Mínimo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Máximo	57,85	67,84	70,81	58,81	53,67
Desvio Padrão	13,87	17,23	20,92	11,19	12,82
Coefficiente de Variação	143,05	130,41	114,51	88,34	95,22

Fonte: Elaboração própria

Analisando o agrupamento feito para determinar as classes de acordo com o nível de perdas, é possível verificar na tabela 6 que as maiores perdas produtivas estão em torno de 37,5%, em média. Já os valores observados no Cluster 1, referentes às menores perdas observadas, registram uma média de 4,1% e é exatamente nesta classe que estão presentes a maioria dos municípios do semi-árido cearense, conforme apresenta distribuição espacial das perdas de lavouras de mandioca (figura 3).

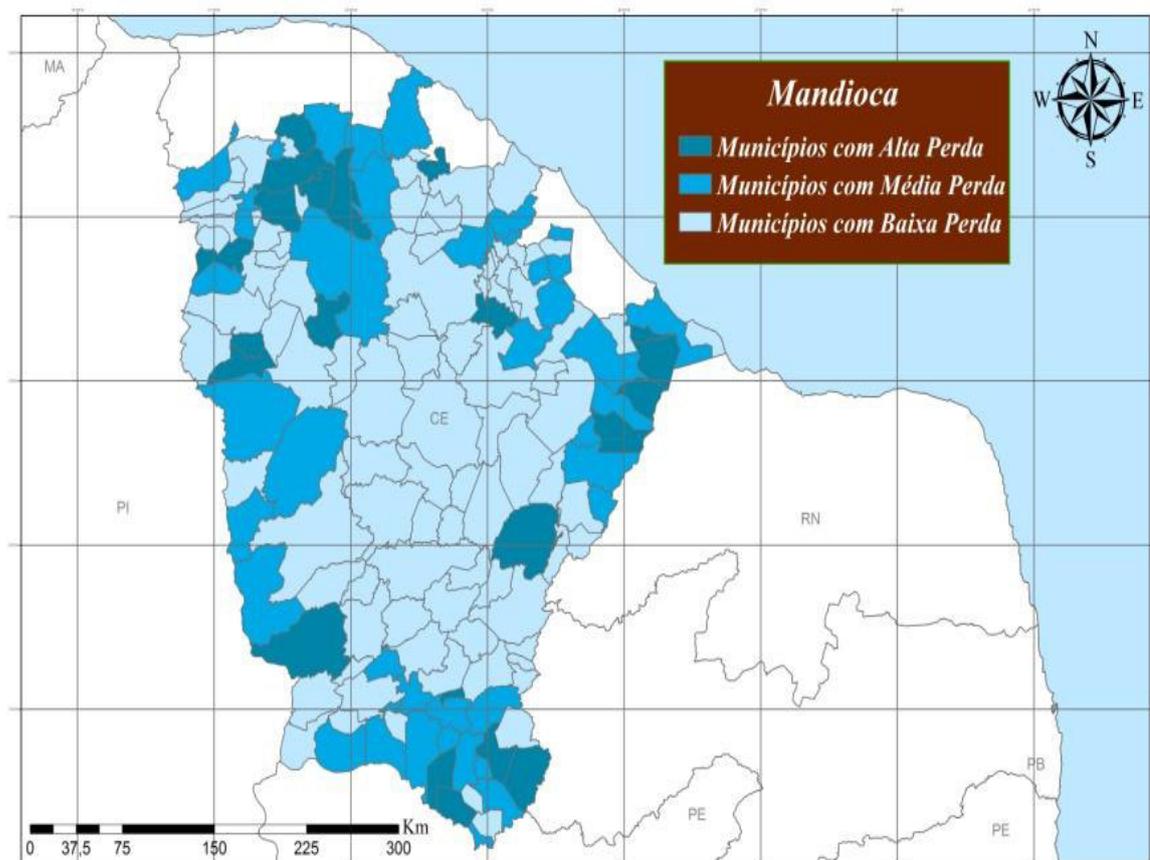
Tabela 6 – Valores médios do índice geral por Cluster para as lavouras de mandioca.

	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
Média	4,10	20,56	37,56
Mediana	3,64	19,70	37,69
Mínimo	0,00	12,75	29,78
Máximo	11,50	29,03	53,67
DP	3,44	4,48	5,90
CV	84,11	21,80	15,70

Fonte: Elaboração própria

Os Clusters apresentados na tabela 6, mostram as médias representativas para cada classe de perdas produtivas. De acordo com os dados analisados para a construção desta mesma tabela, foi possível observar que 88 municípios do semiárido cearense apresentaram as menores perdas percentuais (de 0 a 11,5% das perdas médias totais), 41 municípios foram caracterizados por apresentarem perdas intermediárias e, por fim, 21 foi o total de municípios que apresentou as maiores perdas produtivas na lavoura de mandioca.

Figura 3 – Distribuição espacial das perdas de lavouras de mandioca no Ceará.



Fonte: Elaboração própria

4.4 Análise comparativa das perdas médias por lavouras e indicadores agrícolas

Cada uma das lavouras em estudo tem um comportamento distinto em relação à seca. Na tabela 7, observam-se as diferenças entre as culturas de milho, feijão e mandioca, mostrando o perfil de cada uma com relação aos principais indicadores agrícolas e as suas respectivas perdas percentuais.

Conforme analisado, as lavouras de milho são as que sofrem maiores perdas em todos os indicativos agrícolas, especialmente na produção e valor da produção. Os níveis de perdas são continuados pelo feijão e pela mandioca, onde as perdas de maior impacto também são referentes à produção e seu valor.

Isso mostra o quanto as perdas agrícolas estão intimamente ligadas à economia, pois o fator monetário é ainda o mais atingido nas três lavouras. Desta forma é possível inferir que os problemas de déficit hídrico no Ceará têm forte impacto sobre a renda dos produtores de lavouras de sequeiro, quando estas são a base do sustento para as famílias produtoras.

Tabela 7 – Valores percentuais médios das perdas nas lavouras de milho, feijão e mandioca*.

	Milho	Feijão	Mandioca	Estatística F da ANOVA
<i>Área Colhida</i>	20,67	13,48	9,70	10,81*
<i>Produção</i>	45,09	35,25	13,21	122,92*
<i>Valor da Produção</i>	47,22	35,96	18,27	90,31*
<i>Produtividade</i>	35,70	27,43	12,66	85,06*
<i>Média Geral</i>	37,17	28,03	13,46	107,65*

Nota: * Diferença significativa a 0,01. O teste de Tukey apontou diferença significativa a 1% entre as perdas médias das lavouras em todos os indicadores avaliados, com exceção da área de feijão e milho, diferentes a nível d 10% (ver Apêndice A).

Fonte: Elaboração própria

A Análise de Variância foi realizada a fim de comparar as três lavouras e de acordo com o teste F, foram encontradas evidências de diferenças significativas entre as mesmas. Ou seja, cada cultura difere entre si para os indicadores analisados e se comportam de formas distintas, pois cada uma tem suas particularidades com relação à demanda hídrica e diferentes capacidades de tolerância à seca.

5 CONCLUSÃO

Diante do exposto, conclui-se que as lavouras de milho do estado do Ceará, nos municípios inseridos no semiárido, foram as que apresentaram as maiores perdas percentuais médias nos indicadores agrícolas, seguida das lavouras de feijão e mandioca, respectivamente.

Das três culturas estudadas, observa-se que aquela que possui maior demanda hídrica, o milho, foi a que mostrou um comportamento marcado pelos maiores impactos negativos na produção, valor da produção, área colhida e produtividade. Bem como a cultura que possui um melhor mecanismo de tolerância ao déficit hídrico, foi a que apresentou perdas mais reduzidas, que foi o caso da lavoura de mandioca.

Esses impactos, porém não podem ser atribuídos somente aos números de precipitações pluviométricas. A análise de variância mostrou que as três culturas diferem entre si quanto às perdas, ou seja, cada uma reage de forma diferente ao déficit de água. E desta forma, pode-se inferir que, do mesmo modo, cada uma precisa de um manejo específico, seja do solo onde vai ser implantada, seja no âmbito de nutrição e adubação, ou ainda no controle de pragas e doenças. Portanto, um conjunto de medidas deve ser considerado para que em situações de seca, outros fatores possam ser melhor trabalhados para que as culturas que fazem as lavouras de sequeiro possam expressar um potencial produtivo satisfatório, visando a gradual redução das perdas agrícolas.

Uma boa gestão de políticas públicas pode ser uma medida eficaz para fazer com que os produtores tomem conhecimento das demandas das culturas com as quais pretendem trabalhar e verificar se a área de implantação, já com problemas de escassez de água, oferece qualidade de outros fatores que possam contribuir para uma melhoria e maximização dos resultados obtidos ao final de cada ciclo produtivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, A. A. C.; SETTER, T. L. **Response of cassava to water deficit: leaf area growth and abscisic acid.** Crop Science, Madison, v. 40, p. 131-137, 2000.
- ANDRADE, Manuel Correia. *A problemática da seca.* Recife: Líber Gráfica, 1999.
- BARROS, G. S. A. C.; MARTINES FILHO, J. G. Transmissão de preços e margens de comercialização de produtos agrícolas. In: DELGADO, G. C.; GASQUES, J. G.; VERDE, C. M. V. (Org.). **Agricultura e políticas públicas.** Brasília: IPEA, 1990. p.515-565.
- BERGAMASCHI, H. et al. **Déficit Hídrico e Produtividade na Cultura do Milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira,** v. 41, n. 2, p. 243-249, 2006.
- BERGAMASCHI, H. et al. **Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 39, n.9, p. 831-839, 2004.
- BRAY, E. A. Alterations in gene expression in response to water deficit. In: BASRA, A.S. (Ed.). *Stress-induced gene expression in plants.*Chur, Switzerland: HardwoodAcademicPublishers, 1994. p. 1-23.
- CARVALHO, J. O. de. As secas e seus impactos. In: A Questão da Água no Nordeste/ Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Agência Nacional de Águas. – Brasília, DF: CGEE, 2012. P. 45 –100.
- DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A. L. Produção de feijão. Guaíba: Agropecuária, 2000, 385 p.
- DUARTE, J. de O. et al. **Economia da Produção.** In: CRUZ, J. C.(Ed.). Cultivo do milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção, 1) Disponível em:<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/economia.hm>.
- EMBRAPA –Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Arroz e Feijão. Cultivo do Feijoeiro Comum. Sistemas de Produção. Versão Eletrônica. 2003. Disponível em:<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/clima.htm>>.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Bases para leitura de mapas de solos.** Rio de Janeiro, 1981. 91p. (EMBRAPA-SNLCS. Miscelânea, 4).
- FÁVERO, L.P. *et al. Análise da dados: modelagem multivariada para tomada de decisões.* Primeira Edição. Rio de Janeiro. Elsevier. 2009.
- FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS(FUNCEME).

Estação Chuvosa no Ceará.

GUERRA, P. B. **A civilização da seca**: o Nordeste é uma história mal contada. Fortaleza: DNOCS, 1981. 324 p.

HAIR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R.L. Análise multivariada de dados. Trad. Adonai Schlup Sant'Anna. Rev. Maria Aparecida Gouvêa. 6. ed. Porto Alegre, Bookman, 2009, 688p.

HÄRDLE, W.; SIMAR, L. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Berlin and Louvain-la-Neuve, 2003. E-book disponível em: <<http://www.xplore-stat.de>>.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. SIDRA. (Pesquisa realizada em agosto de 2015).

KHAN, A. S.; CAMPOS, R. T. Efeitos das secas no setor agrícola do Nordeste. In: GOMES, G.M, et al. (Org.). **Desenvolvimento sustentável no Nordeste**. Brasília, DF: IPEA, 1995, p. 175-193.

LIMA, P. V. P. S. *et al.* Metodologia para determinação das perdas na produção das lavouras de sequeiro do Ceará. Fortaleza, CE. 2016.

LISBOA, M. A. O problema das secas. In: Dnocs. *Dnocs: pensamentos e diretrizes*. Fortaleza: DNOCS, 1984. p.11-28.

MAGALHÃES, P. C. Fisiologia da produção de milho. Embrapa Milho e Sorgo/Circular Técnica 76 ISSN 1679-1150. Sete Lagoas, MG. Dezembro de 2006.

MARENGO, J. A. *et al.* Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil. *Parcerias estratégicas*, v. 1, n. 27, p. 149-176, 2008.

MOORI, R. G.; MARCONDES, R.C.; ÁVILA, R. T. Análise de Agrupamentos como Instrumento de Apoio à Melhoria da Qualidade dos Serviços aos Clientes. *Revista de Administração Contemporânea*. vol.6, nº .1, p. 63-44. 2002.

PORTO, M. C. M. Physiological mechanisms of drought tolerance in cassava (*M. esculenta* Crantz). Arizona, 1983. Dissertation for the degree of doctor of Philosophy. University of Arizona.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. Tradução E. R. Santarém et al. 4. ed. Porto Alegre, Artmed, 2009. 848p.

XAVIER, Teresinha de Ma. Bezerra S. Tempo de Chuva – **Estudos Climáticos e de Previsão para o Ceará e Nordeste Setentrional**. Fortaleza: ABC Editora, 2001.

APÊNDICE A

Resultado da Análise de variância para comparação das perdas médias entre as lavouras de sequeiro

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
área	Between Groups	4246.292	2	2123.146	10.815	.000
	Within Groups	87754.097	447	196.318		
	Total	92000.389	449			
produção	Between Groups	73656.486	2	36828.243	122.916	.000
	Within Groups	133930.682	447	299.621		
	Total	207587.167	449			
produtividade	Between Groups	37903.563	2	18951.782	90.309	.000
	Within Groups	93805.407	447	209.855		
	Total	131708.971	449			
valor	Between Groups	58929.294	2	29464.647	85.065	.000
	Within Groups	154831.140	447	346.378		
	Total	213760.434	449			
perda total	Between Groups	36333.921	2	18166.960	107.654	.000
	Within Groups	75095.525	445	168.754		
	Total	111429.446	447			

Teste de Tukey

Multiple Comparisons

Tukey HSD

Dependent Variable	(I) lavoura	(J) lavoura	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
área	Milho	Mandioca	7.52233 [*]	1.61789	.000	3.7178	11.3269
		Feijão	3.60672	1.61789	.067	-.1978	7.4113
	Mandioca	Milho	-7.52233 [*]	1.61789	.000	-11.3269	-3.7178
		Feijão	-3.91560 [*]	1.61789	.042	-7.7201	-.1111
	Feijão	Milho	-3.60672	1.61789	.067	-7.4113	.1978
		Mandioca	3.91560 [*]	1.61789	.042	.1111	7.7201
produção	Milho	Mandioca	30.25179 [*]	1.99874	.000	25.5517	34.9519
		Feijão	8.04163 [*]	1.99874	.000	3.3415	12.7417
	Mandioca	Milho	-30.25179 [*]	1.99874	.000	-34.9519	-25.5517
		Feijão	-22.21016 [*]	1.99874	.000	-26.9103	-17.5100
	Feijão	Milho	-8.04163 [*]	1.99874	.000	-12.7417	-3.3415
		Mandioca	22.21016 [*]	1.99874	.000	17.5100	26.9103
produtividade	Milho	Mandioca	22.01748 [*]	1.67274	.000	18.0839	25.9510
		Feijão	7.07700 [*]	1.67274	.000	3.1435	11.0105
	Mandioca	Milho	-22.01748 [*]	1.67274	.000	-25.9510	-18.0839
		Feijão	-14.94048 [*]	1.67274	.000	-18.8740	-11.0069
	Feijão	Milho	-7.07700 [*]	1.67274	.000	-11.0105	-3.1435
		Mandioca	14.94048 [*]	1.67274	.000	11.0069	18.8740
valor	Milho	Mandioca	27.62311 [*]	2.14904	.000	22.5695	32.6767
		Feijão	9.68651 [*]	2.14904	.000	4.6329	14.7401
	Mandioca	Milho	-27.62311 [*]	2.14904	.000	-32.6767	-22.5695
		Feijão	-17.93659 [*]	2.14904	.000	-22.9902	-12.8830
	Feijão	Milho	-9.68651 [*]	2.14904	.000	-14.7401	-4.6329
		Mandioca	17.93659 [*]	2.14904	.000	12.8830	22.9902
perda total	Milho	Mandioca	21.67419 [*]	1.50508	.000	18.1349	25.2135
		Feijão	7.10297 [*]	1.50002	.000	3.5756	10.6304
	Mandioca	Milho	-21.67419 [*]	1.50508	.000	-25.2135	-18.1349
		Feijão	-14.57122 [*]	1.50508	.000	-18.1105	-11.0319
	Feijão	Milho	-7.10297 [*]	1.50002	.000	-10.6304	-3.5756
		Mandioca	14.57122 [*]	1.50508	.000	11.0319	18.1105

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.