



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM METEOROLOGIA

INFLUÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO NO RENDIMENTO AGRÍCOLA DO FEIJÃO
(*Phaseolus vulgaris L.*) E ALGODÃO HERBÁCEO (*Gossypium hirsutum L.*) EM
CAMPINA GRANDE - PB

ANA NERY CAMPOS DOS SANTOS

CAMPINA GRANDE - PB

AGOSTO 2011

ANA NERY CAMPOS DOS SANTOS

INFLUÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO NO RENDIMENTO AGRÍCOLA DO FEIJÃO
(*Phaseolus vulgaris L.*) E ALGODÃO HERBÁCEO (*Gossypium hirsutum L.*) EM
CAMPINA GRANDE - PB

Dissertação apresentada ao programa de Pós-
Graduação em Meteorologia da Universidade
Federal de Campina Grande, em cumprimento às
exigências para obtenção do Grau de Mestre.

Área de Concentração: Agrometeorologia

Subárea: Climatologia Agrícola

Orientador: Prof. Dr. Renilson Targino Dantas

CAMPINA GRANDE - PB

AGOSTO 2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

S237e Santos , Ana Nery Campos dos.
Influência da precipitação no rendimento agrícola do feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) e algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum L.*) em Campina Grande - PB / Ana Nery Campos dos Santos. – Campina Grande, 2011.
64f. : il. ; col.

Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.
Orientador: Prof. Dr. Renilson Targino Dantas.
Referências.

1. Produção Agrícola. 2. Período Chuvoso. 3. Rendimento de Área. I. Título.

CDU 551.502.4 (043)

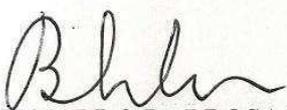
ANA NERY CAMPOS DOS SANTOS

“INFLUÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO NO RENDIMENTO AGRÍCOLA DO FEIJÃO
(phaseolus vulgaris. L.) E ALGODÃO HERBÁCEO (gossypium hirsutum L.) EM
CAMPINA GRANDE - PB

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 18/08/2011

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. RENILSON TARGINO DANTAS
Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas
Universidade Federal de Campina Grande


Prof. Dr. BERNARDO BARBOSA DA SILVA
Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas
Universidade Federal de Campina Grande


Prof. Dr. RICARDO FERREIRA CARLOS DE AMORIM
Instituto de Ciências Atmosféricas
Universidade Federal de Alagoas

DEDICATÓRIA

A Jesus Cristo, não só este trabalho, como minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, nosso criador, razão de existimos, nosso pai, nosso amigo, a quem devo tudo e de forma especial Lhe agradeço pela melhora em minha saúde para poder concluir este estudo.

Ao meu marido, Rodolfo Rodrigues de Pontes, pois seu apoio e amor foram de fundamental importância.

À minha família, de modo especial, à minha cunhada Tatiana de Lima Tavares Campos.

A todos os amigos, especialmente a Francineide Amorim Costa Santos.

À Divanete C. Rocha, por ser mais que uma funcionária da Universidade, uma amiga.

Ao professor e orientador desse trabalho, Dr. Renilson Targino Dantas, pelos ensinamentos, a paciência, compreensão e apoio.

Ao Programa de Pós-Graduação em Meteorologia da UFCG.

À CAPES, pela bolsa de Mestrado concedida.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram com a realização do presente trabalho, minha sincera gratidão.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE TABELAS	X
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	XI
RESUMO	12
ABSTRACT	14
1 - INTRODUÇÃO	15
2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
2.1 - Variação temporal da precipitação e a agricultura	18
2.2 - Frequência de dias com chuva e produção agrícola.....	20
2.3 - Rendimento agrícola do feijão	22
2.3.1 - Rendimento agrícola do feijão no Brasil e Nordeste.....	23
2.4 - Rendimento agrícola do algodão herbáceo	24
2.4.1 - Rendimento agrícola do algodão herbáceo no Brasil e Nordeste.....	25
3 - MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1 - Material	26
3.2 - Métodos.....	27
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1 - Variação pluviométrica no período de 1994 a 2009	30
4.2 - Frequência de dias com chuva	32
4.3 - Produção agrícola do feijão.....	33
4.3.1 - Índice de rendimento de área para o feijão.....	36
4.4 - Produção agrícola do algodão herbáceo.....	37
4.4.1 - Índice de rendimento de área para o algodão herbáceo.....	40
4.5 - Análise da frequência de dias com chuva no período de 1994 a 2009.....	41
4.6 - Análise da orrelação entre o rendimento agrícola e a precipitação.....	44
4.6.1 - Correlação entre o rendimento do feijão e a precipitação.....	44
4.6.2 - Correlação entre o rendimento do algodão herbáceo e a precipitação	45
4.7 - Análise dos preços das culturas agrícolas feijão e algodão herbáceo	46
4.7.1 - Análise do preço da saca de 60 kg do feijão	46
4.7.2 - Análise do preço do caroço (15 kg) do algodão herbáceo	47
5 - CONCLUSÕES.....	49
6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

7 - ANEXOS	57
------------------	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Evolução da participação percentual do Nordeste e estados da região na quantidade produzida de feijão do Brasil. IBGE, Censo Agropecuário 1995-1996 e 2006.....	24
Figura 02. Município de Campina Grande - PB. Fonte: Wikipédia.....	26
Figura 03. Precipitação total anual de Campina Grande - PB.....	30
Figura 04. Precipitação mensal no ano 2000.....	31
Figura 05. Precipitação mensal no ano 1998.....	31
Figura 06. Frequência de dias com chuva no período de 1994 a 2009.....	32
Figura 07. Frequência média mensal de dias com chuva no período de 1994 a 2009, no município de Campina Grande - PB.....	33
Figura 08. Rendimento agrícola do feijão e precipitação.....	34
Figura 09. Frequência de dias com chuva e o rendimento do feijão.....	35
Figura 10. Frequência de dias com chuva no ano mais produtivo (2000) para o feijão.....	35
Figura 11. Frequência de dias com chuva no ano mais seco e menos produtivo para o feijão (1998).....	36
Figura 12. Índice de rendimento de área e quantidade produzida em toneladas do feijão.....	37
Figura 13. Rendimento agrícola do algodão herbáceo e a precipitação.....	38
Figura 14. Frequência de dias com chuva e o rendimento agrícola do algodão herbáceo.....	39
Figura 15. Frequência de dias com chuva no ano mais produtivo (1995) para o algodão herbáceo.....	39
Figura 16. Frequência de dias com chuva no ano menos produtivo (1999) para o algodão herbáceo.....	40
Figura 17. Índice de rendimento de área e quantidade produzida em toneladas do algodão herbáceo.....	41
Figura 18. Variação do preço da saca de 60 kg do feijão produzido no município de Campina Grande - PB.....	46

Figura 19. Variação do preço considerando a embalagem de 15 kg de caroço de algodão herbáceo produzido em Campina Grande - PB.....	48
Figura 20. Equação de regressão e a dispersão entre a quantidade produzida do feijão e a precipitação anual, no período de 1994 a 2009.....	57
Figura 21. Equação de regressão e a dispersão entre o rendimento agrícola do feijão e a precipitação anual, no período de 1994 a 2009.....	57
Figura 22. Equação de regressão e a dispersão entre o rendimento agrícola do feijão e a precipitação ocorrida no período de plantio (fevereiro a abril).....	58
Figura 23. Equação de regressão e a dispersão entre o rendimento agrícola do feijão e a precipitação ocorrida no período dos tratos culturais.....	58
Figura 24. Equação de regressão e a dispersão entre o rendimento agrícola do feijão e a precipitação ocorrida no período de plantio à colheita, dessa cultura (fevereiro a junho).....	59
Figura 25. Equação de regressão e a dispersão entre o rendimento agrícola do feijão e a precipitação ocorrida no período da estação chuvosa (abril a agosto).....	59
Figura 26. Equação de regressão e a dispersão entre o rendimento agrícola do feijão e a precipitação ocorrida no período de março a setembro.....	60
Figura 27. Equação de regressão e a dispersão entre a quantidade produzida do algodão herbáceo e a precipitação anual, no período de 1994 a 2009.....	60
Figura 28. Equação de regressão e a dispersão entre o rendimento agrícola do algodão herbáceo e a precipitação anual.....	61
Figura 29. Equação de regressão e a dispersão entre o rendimento agrícola do algodão herbáceo e a precipitação ocorrida no período de plantio (fevereiro a abril).....	61
Figura 30. Equação de regressão e a dispersão entre o rendimento agrícola do algodão herbáceo e a precipitação ocorrida no período de tratos culturais (março a junho).....	62
Figura 31. Equação de regressão e a dispersão entre o rendimento agrícola do algodão herbáceo e a precipitação ocorrida no período de plantio a colheita dessa cultura (fevereiro a outubro).....	62
Figura 32. Equação de regressão e a dispersão entre o rendimento agrícola do algodão herbáceo e a precipitação ocorrida no período da estação chuvosa (abril a agosto).....	63
Figura 33. Equação de regressão e a dispersão entre o rendimento agrícola do algodão herbáceo e a precipitação ocorrida no período de março a setembro.....	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 01. Frequência observada do número de dias de chuvas por mês no período de 1994 a 2009 no município de Campina Grande - PB. Fonte: AESA.....	42
Tabela 02. Coeficientes de correlação relativos ao feijão e a precipitação no período de 1994 a 2009.....	44
Tabela 03. Calendário agrícola das culturas agrícolas feijão e algodão herbáceo. IBGE.....	45
Tabela 04. Precipitação e frequência de dias com chuva na estação chuvosa no ano de 1995.....	64
Tabela 05. Precipitação e frequência de dias com chuva na estação chuvosa no ano de 1998.....	64
Tabela 06. Precipitação e frequência de dias com chuva na estação chuvosa no ano de 1999.....	64
Tabela 07. Precipitação e frequência de dias com chuva na estação chuvosa no ano de 2000.....	64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento

DIEESE - Departamento Intersindical de Estudos Socioeconômicos e Estatísticos

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ENOS - El-Niño-Oscilação Sul

I.R.A. - Índice de Rendimento de Área

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

P₀₃₋₀₉ - Precipitação ocorrida nos meses correspondentes de março a abril

P_A - Precipitação anual

PAM - Produção Agrícola Municipal

P_{EC} - Precipitação ocorrida nos meses correspondentes à estação chuvosa

PIB - Produto Interno Bruto

P_P - Precipitação ocorrida nos meses correspondentes ao plantio

P_{P-C} - Precipitação ocorrida nos meses correspondentes ao plantio até colheita

P_{TC} - Precipitação ocorrida nos meses correspondentes aos tratos culturais

QP_A - Quantidade Produzida anual

RA_A - Rendimento Agrícola anual

RESUMO

Este estudo foi realizado para determinar as relações existentes entre o rendimento agrícola das culturas feijão e algodão herbáceo, com as precipitações ocorridas no período de 1994 a 2009, no município de Campina Grande - PB. Foram analisados os anos mais secos e os mais chuvosos, como também o ano mais produtivo e o menos produtivo para as culturas durante o período analisado. Verificou-se também a frequência de dias com chuva durante a série pluviométrica. Para analisar o aproveitamento da área plantada, calculou-se um índice de rendimento de área (I.R.A.), através da razão entre a área colhida e a área plantada. Os dados utilizados de produção agrícola e de precipitação permitiram desenvolver equações de regressão linear, tendo a precipitação como variável independente. Para tanto foi utilizado o teste estatístico *t de Student*, para verificação do nível de significância dos coeficientes de correlação entre o rendimento das culturas escolhidas e a precipitação. Foram analisadas as correlações entre a quantidade produzida e rendimento agrícola do feijão e algodão herbáceo com a precipitação anual, como também a correlação entre o rendimento agrícola do feijão e algodão com a precipitação ocorrida na estação chuvosa (abril a agosto) e a precipitação ocorrida nos meses de março a setembro. Assim como, as correlações entre o rendimento agrícola do feijão e do algodão herbáceo com a da precipitação ocorrida nos meses de início do plantio e de colheita das referidas culturas agrícolas. Neste período, o ano mais chuvoso foi o de 2000, sendo o mais seco o ano de 1998. O ano mais produtivo para o feijão foi o ano mais chuvoso da série (2000) e o menos produtivo para o feijão foi o ano mais seco (1998). Já para o algodão herbáceo o ano mais produtivo foi o ano de 1995 e o menos produtivo foi o ano de 1999. Salientando, que no ano de 2003, não se plantou algodão herbáceo em Campina Grande - PB. No ano mais chuvoso (2000) foi também o ano com maior frequência de dias com chuva, ficando o ano de 1999 como o ano de menor frequência de dias com chuva. O índice de rendimento de área para o feijão teve aproveitamento de 100% no período de 1994 a 1997, de 2002 a 2003 e de 2005 a 2009. Já para o algodão herbáceo, o índice de rendimento de área teve aproveitamento de 100%, em todos os anos exceto no ano de 1999, que teve um aproveitamento de 87,5%. O rendimento agrícola do feijão apresentou correlações significativas com as precipitações ocorridas nos períodos considerados nesse estudo no município Campina Grande - PB. Já o rendimento agrícola do algodão herbáceo não apresentou correlações significativas com as precipitações ocorridas nos períodos

considerados nesse estudo. Houve maior aumento nos preços do feijão a partir de 2003 e do algodão herbáceo em 2004.

ABSTRACT

This study was conducted to determine the relationship between the agricultural yield of crops, beans and upland cotton, and the rainfall during the period 1994 to 2009, in Campina Grande - PB. Was analyzed the driest and the wettest years, also the most productive years and less productive for crops during the period analyzed. Was also verified the frequency of days with rain during the rainfall series. The use of the planted area was analyzed calculating the index of area yield (I.A.Y), through the ratio of the area planted and harvested area. Was also verified the frequency of days with rains during the rainfall series. With data from agricultural production and rainfall was possible to develop linear regression equations, with rainfall as the independent variable. Was used for this the Student t test, to verify the level of significance of the correlation coefficients between the yield of crops chosen and the rainfall. Was analyzed the correlations between the amount produced and agricultural yield of upland cotton and beans with the annual rainfall, as well as the correlation between agricultural yield bean and cotton with the rainfall occurring during the rainy season, in this case from April to August, and rainfall occurred in the months from March to September. So as the correlations between the crop yield of beans and upland cotton with the rainfall that occurred during the early planting and harvest of these crops. During this period, the highest rainfall occurred in 2000, being the year of 1998 which had low rainfall. The most productive year for beans was the wettest of the series (2000) and the least productive was the driest year (1998). The upland cotton had the most productive year in 1995, and the least productive was the year of 1999. It is important to remember that in 2003, doesn't planted upland cotton in Campina Grande - PB. In the wettest year (2000) was also the year with higher frequency of days with rain, getting the year 1999 as the year of lower frequency of days with rain. The index of area yield for bean had a utilization of 100% in the period from 1994 to 1997, from 2002 to 2003 and from 2005 to 2009. For the upland cotton the index of area yield had a utilization of 100%, in all years except in 1999, which had a utilization of 87.5%. The bean crop yield showed significant correlations with rainfall occurring in the periods considered in this study in Campina Grande - PB. The yield of the upland cotton didn't show significant correlation with rainfall occurred in the periods considered in this study. There was a higher increase in prices of bean from 2003 and of upland cotton in 2004.

1. INTRODUÇÃO

É notável nos últimos tempos a ocorrência de alterações climáticas, o que vem motivando vários estudos que visam analisar alterações do clima no intuito de evitar possíveis prejuízos em áreas de interesse, como por exemplo, a agricultura. As condições climáticas influenciam praticamente todas as atividades humanas. A ocorrência/falta de chuva, por exemplo, é um fator de grande importância para a agricultura, pois através da mesma foi possível o fornecimento do elemento fundamental a vida, a água.

A água constitui aproximadamente 90% do peso de uma planta, atuando em praticamente todos os processos fisiológicos e bioquímicos. Desempenha a função de solvente, por meio dela gases, minerais e outros solutos entram nas células e movem-se na planta. Tem ainda, papel importante na regulação térmica da planta, agindo tanto no resfriamento como na manutenção e distribuição do calor.

Em consequência a precipitação é um dos elementos meteorológicos que mais afetam a produção agrícola, juntamente com a radiação solar e temperatura do ar. É um fenômeno meteorológico muito variável. Sua quantidade varia de um ano para outro, de uma estação para outra e também sua distribuição na superfície da Terra é extremamente variável. A variabilidade climática é uma das principais causas de quebra na produção agrícola com efeitos sociais devastadores em muitos casos.

A quantidade e a distribuição das chuvas definem o clima de uma região (seco ou úmido) e definem também o potencial agrícola. Pode-se avaliar a aptidão de um cultivo, a necessidade de irrigação e a melhor época de semeadura, conhecendo-se o clima da região. A ausência de chuva, ou precipitação muito abaixo do normal, é definida como seca climatológica.

Nas latitudes tropicais são consideradas regiões semiáridas as que tem as médias pluviométricas anuais entre 750 e 250 mm. Áridas entre 250 e 100 mm e as hiperáridas, abaixo de 100 mm (AYOADE, 1998).

O Brasil, por se tratar de um país de grande extensão territorial, possui uma diversidade de tipos climáticos e diferentes regimes pluviométricos. Devido à distribuição da

precipitação sobre seu território ser bastante variável - a maior parte das regiões sob clima úmido e semi-úmido - possibilita o emprego da irrigação suplementar.

A região semiárida do Nordeste do Brasil do ponto de vista climático se caracteriza com um índice pluviométrico anual baixo e com ocorrências de secas e enchentes. A atividade agrícola predominante é a do tipo agricultura de sequeiro, onde o agricultor depende exclusivamente do regime local de chuvas e não utiliza irrigação, contando apenas com as águas das chuvas para que a cultura complete seu ciclo. A necessidade de água de uma planta varia com a sua fase fenológica e muitas são as vezes que as plantações sofrem com a falta de água, por causa dos veranicos.

A Paraíba tem como características climáticas marcantes, a distribuição do clima está relacionada com a localização geográfica, ou seja, quanto mais próximo do litoral, mais úmido será o clima: quanto mais longe mais seco.

Em Campina Grande a agricultura constitui uma atividade de grande importância na economia campinense. Os principais produtos agrícolas são: algodão herbáceo, feijão, mandioca, milho, sisal, arroz, batata doce e inglesa, cebola, fava, fumo, mamona, melão, tomate e diversos produtos hortifrutigranjeiros.

A climatologia agrícola é de grande importância, destacando a precipitação que tem o papel fundamental na regulação da produção agrícola, levando em conta aspectos políticos sociais e econômicos, para as estimativas dos rendimentos agrícolas.

1.1. Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar a influência da precipitação, sobre a produção do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e do algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.).

1.1.2 Objetivos Específicos

- i. Verificar a variação temporal da precipitação.
- ii. Verificar a distribuição de frequência do número de dias de precipitação na estação chuvosa.
- iii. Determinar a relação existente entre o rendimento do feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) e do algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum L.*) e a precipitação pluviométrica.
- iv. Analisar os preços do feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) e do algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum L.*).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Variação temporal da precipitação e a agricultura

Vários estudos têm explorado o potencial de informações úteis no planejamento de atividades agrícolas a partir da análise de dados de precipitação. A grande parte dos riscos climáticos presentes em investimentos agrícolas tem sua origem na falta ou excesso de chuva (RAMOS, 2006).

A variabilidade interanual da precipitação determina as estações chuvosa e seca. A precipitação é de muita importância para a agricultura de sequeiro por sua grande influência em todos os estágios de desenvolvimento das plantas. O excesso ou a deficiência hídrica em determinados subperíodos de desenvolvimento dos cultivos agrícolas pode acarretar prejuízos, em termos do rendimento e de economia, sendo, portanto, de grande importância os estudos voltados para a avaliação da influência dos regimes pluviométricos na produção agrícola (MARION, 2004).

Os estudos da variabilidade temporal da precipitação permitem definir o grau de correlação temporal das amostras e tem mostrado ser poderosa ferramenta de aplicação prática, permitindo estimar precipitações com variância mínima (SILVA et al., 2003). Segundo Danfá et al. (2009, apud. CANO; BRANDÃO, 2002, p. 439) “O conhecimento da variabilidade da precipitação dá suporte a qualquer atividade econômica e limita os impactos dos distúrbios no ambiente físico e dimensões humanas correlatas”.

A quantidade e a distribuição de chuvas que ocorrem anualmente em uma região determinam o tipo de vegetação natural e também o modo de exploração agrícola predominante (BURIOL et al., 2007).

A pouca ocorrência de precipitação resulta também que o conteúdo de água no solo atinja o ponto de murcha, devido à baixa capacidade dos solos de reter água. Isso gera redução no rendimento potencial das culturas (ASSAD et al., 1993).

O Brasil, por ser um país de grande extensão territorial, possui diferenciados regimes de precipitação e temperatura. De norte a sul encontra-se uma grande variedade de climas com distintas características regionais. No norte do país verifica-se um clima equatorial

chuvoso, praticamente sem estação seca. No Nordeste a estação chuvosa, com baixos índices pluviométricos, restringe-se a poucos meses, caracterizando um clima semiárido. As Regiões Sudeste e Centro-Oeste sofrem influência tanto de sistemas tropicais como de latitudes médias, com estação seca bem definida no inverno e estação chuvosa de verão com chuvas convectivas. O sul do Brasil, devido à sua localização latitudinal, sofre mais influência dos sistemas de latitudes médias, onde os sistemas frontais são os principais causadores de chuvas durante o ano (NERY, 2005).

Com chuvas intensas e secas severas, o Nordeste brasileiro se destaca em suas características marcantes e peculiares, que têm sido relacionados aos padrões anômalos de grande escala da circulação atmosférica global, associados ao fenômeno El-Niño-Oscilação Sul-ENOS (ARAUJO; SILVA, 2011).

De acordo com Silva (2003) a precipitação média anual no semi-árido do estado da Paraíba é inferior a 800 mm e, na parte litorânea, os totais anuais podem superar os 1500 mm. A variação espacial da precipitação no estado é provocada por diferentes sistemas atmosféricos que atuam na costa Leste do Nordeste do Brasil. A Paraíba é o estado nordestino que apresenta a maior variabilidade espacial da precipitação. De modo que a variabilidade da precipitação no município de Campina Grande é alta.

Globalmente, 60 a 70 % da produção alimentar provem da agricultura de sequeiro. Assim, a precipitação é a fonte principal de água. Segundo Nogueira (2003), 97,5% representa a água do mar, que é inapropriada para a ingestão humana por ser muito salgada. Os 2,5% restantes representa a quantidade de água doce no mundo, sendo apenas 0,3% desse percentual renovável através do ciclo hidrológico. Cerca de 70% da água doce do mundo é consumida pela agricultura (BARONI, 2007).

Dados da Agência Nacional de Água (ANA, 2007), relatam que o Brasil utiliza, em média, 61% da água no setor agrícola, 18% no setor industrial e 21% no consumo humano.

Alfonsi (2000) considera que as irregularidades da precipitação, secas ou excessos, afetam o cultivo e o rendimento das culturas anuais, interferindo em todo o calendário agrícola e conseqüentemente no zoneamento agrícola.

A agricultura é um dos segmentos mais importantes da cadeia produtiva e é aquela que mais depende das condições naturais, basicamente do clima e do solo, pois vão controlar o crescimento e o desenvolvimento das plantas (SILVA et al., 2008)

O estudo das relações entre o clima e a produção agrícola é um dos principais campos da climatologia e tem por finalidade explicar as influências dos efeitos climáticos em nosso meio, fornecendo subsídios ao planejamento rural (CORAL et al., 2005).

A precipitação está diretamente relacionada com o rendimento final das culturas e sua variação durante o ano, associado a outros fatores, pode provocar perdas na produtividade final das culturas (MORAIS et al., 2001).

O conhecimento do regime de chuvas, associado ao monitoramento da umidade do solo permite o estabelecimento do início, duração e término da estação chuvosa de determinada região. Tal conhecimento permite, também, a determinação da estação de cultivo, época de plantio/semeadura com menor risco climático e a elaboração do calendário agrícola, tanto para a agricultura de sequeiro quanto para projetos de irrigação (AZEVEDO; SILVA, 2007).

Esses estudos procuram caracterizar eventos pluviais, quantidade, intensidade, duração e probabilidade de ocorrência, com a finalidade da melhoria das atividades agrícolas, determinando datas de plantio adequado associando o ciclo da cultura à distribuição das precipitações (SILVA, 1985).

2.2. Frequência de dias com chuva e produção agrícola

Com o número de dias com chuva é possível se ter uma ideia da intensidade da precipitação, pois ao se analisar o total de chuvas em intervalos de tempo distintos, é possível se obter a intensidade e a variabilidade quantitativa desta variável (BARNSTON; SMITH, 1996).

A ocorrência de dias secos reduz a quantidade de água disponível no solo para as plantas e também podendo afetar o desenvolvimento das culturas, prejudicando sua produtividade final (FIETZ et al., 1998). Isto resulta em impactos negativos à cultura se ocorrerem durante fases fenológicas nas quais as plantas necessitam de maiores quantidades de água, tais como: floração, frutificação e enchimento de grãos (CASTRO NETO et al., 1980).

A precipitação pode variar consideravelmente, até mesmo dentro de alguns quilômetros de distância e em escalas de tempo diferentes, tornando as colheitas das culturas imprevisíveis. A quantidade de precipitação que ocorre na estação chuvosa é suficiente para que as culturas atinjam seu total desenvolvimento. Porém, ocorrência de sequências de dias sem precipitação provoca danos às culturas. As perdas na produtividade nas culturas ocorrem, em muitos casos, devido à falta de água em suas fases de desenvolvimento, principalmente em fases que são mais sensíveis a seca e necessitam de maior quantidade de água (SIVAKUMAR, 1988).

De acordo com Zanetti et al. (2006) e ainda, Modarres e Silva, (2007) a variação da precipitação exerce forte influência sobre as condições ambientais, o que fez com que muitos pesquisadores se interessem por estudos com base no número de dias chuvosos

Para Silva et al. (2011), o sucesso da produção agrícola de determinadas culturas, sobretudo em áreas que não são irrigadas, dependem muito do regime pluviométrico local. Nas áreas em que a distribuição de chuva no tempo e no espaço não é regular, a cultura pode sofrer déficit hídrico. O melhor entendimento do comportamento da precipitação, com vistas ao seu aproveitamento máximo nas atividades agrícolas, pode ser obtido com o estudo do número de dias de chuva.

O baixo rendimento na produtividade de determinada cultura é influenciado por fenômenos adversos que ocorrem na região, principalmente, a falta de dias com chuva, que resulta em diversas consequências negativas para as regiões agrícolas do Brasil (SILVEIRA; ASSIS, 2000).

Para a agricultura, a distribuição, a frequência e a intensidade da precipitação são mais importantes do que o total acumulado mensal. Porém, a quantidade total mensal de precipitação é mais utilizada para estimar os efeitos da precipitação na agricultura e também em balanços hídricos (NIEUWOLT, 1989).

A precipitação é um dos elementos climáticos mais diretamente relacionados à produção agrícola, devido ao seu caráter aleatório, aumentando, em consequência, os riscos na programação das atividades do setor agrícola (MELO JUNIOR et al., 2006).

2.3. Rendimento agrícola do feijão

O feijoeiro é uma planta alimentícia pertencente à família Leguminosae, gênero *Phaseolus* e espécie *Phaseolus vulgaris* L., cujos habitats naturais se estendem desde o norte do México até o noroeste da Argentina (GONÇALVES et al., 1997).

Devido ao seu alto valor protéico e energético o feijão é de fundamental importância para a segurança alimentar da população de menor renda. Além de ser indispensável para a produção de inúmeros pratos regionais, principalmente nordestinos. O plantio do feijoeiro é uma atividade predominantemente familiar e em muitas vezes carente de investimentos e assistência técnica o que, em tais casos, compromete a rentabilidade da atividade (SENA, 2010)

Com relação às chuvas, a escassez prejudica o feijoeiro, principalmente nos períodos de florescimento e início de formação das vagens. Já o excesso, durante a colheita, é prejudicial à qualidade dos grãos. Dependendo da duração do período chuvoso, as perdas na produção podem ser totais. A cultura do feijoeiro tem a exigência hídrica satisfeita quando a precipitação do período da semeadura à maturação fisiológica situa-se entre 300 e 400 mm, com distribuição uniforme (MALUF; CAIAFFO, 1999).

As reduções do rendimento são proporcionais ao número de dias em que a planta fica submetida ao período de seca (STONE et al., 1988).

A disponibilidade hídrica é um dos fatores preponderantes para o desenvolvimento e produtividade dos vegetais, sendo que os efeitos do estresse hídrico na produção variam de acordo com o subperíodo analisado e duração do ciclo da planta, além de apresentar consequências diferenciadas de espécie para espécie e mesmo entre as suas variedades.

De acordo com BERGAMASCHI (1988), a baixa disponibilidade hídrica no solo afeta praticamente todos os processos relacionados ao desenvolvimento das plantas, reduzindo a área foliar e a taxa fotossintética, além de modificar o balanço de energia radiante do sistema.

A ocorrência de déficit hídrico no solo pode prejudicar o desenvolvimento do feijoeiro, principalmente durante a floração. Nas fases vegetativa e reprodutiva das plantas com crescimento normal são consumidos respectivamente em torno de 3 mm e 5 mm diários de água. A estimativa de consumo varia de 300 a 500 mm ao longo do ciclo (DOORENBOS

E KASSAM, 1979), sendo que a cultura é beneficiada com a diminuição das precipitações pluviais após a maturidade fisiológica, exigindo ausência de chuva na colheita.

No Brasil, a sua economia é fortemente dependente de recursos naturais e diretamente ligada ao clima, como a agricultura, a geração de energia hidroelétrica, entre outros setores (MUDANÇA DO CLIMA, 2005).

A maioria das culturas apresenta, durante o seu desenvolvimento, períodos críticos com relação à falta de água, que podem provocar redução substancial na produtividade final (FOLEGATTI et al., 1997).

2.3.1. Rendimento agrícola do feijão no Brasil e Nordeste

No Brasil, a cultura possui elevado significado social, constituindo uma das mais importantes fontes de proteína, com uma distribuição geográfica bastante ampla. Ocupa o primeiro lugar como produtor mundial de feijão-comum, com cerca de 80% da sua produção representada pela espécie *Phaseolus vulgaris* (BARBANO, 2003).

Segundo o Censo 1995/96, a produtividade média de feijão no Brasil era em torno de 505 kg/ha, e na Região Nordeste aproximadamente 330 kg/ha. No Censo 2006, a produtividade brasileira passou para cerca de 708 kg/ha, enquanto a nordestina ficou próxima dos 530 kg/ha. A nível regional, a Bahia teve o maior rendimento, sendo inclusive superior à média nacional, cerca 779 kg/ha.

Em 1995/96, o Nordeste participava em 55,4% da área colhida do grão no País, o que representava mais de 2,26 milhão de hectares, com uma produção de mais de 746 mil toneladas, 36,2% da produção nacional. No Censo de 2006, observou-se significativo crescimento da participação do Nordeste na produção de feijão no Brasil, passando para 49,7% (Figura 01), o que representou mais de 1,5 milhões de toneladas do grão. Os estados da Bahia e Ceará mantiveram suas posições de destaque na produção regional e foram os que mais contribuíram para esse resultado.

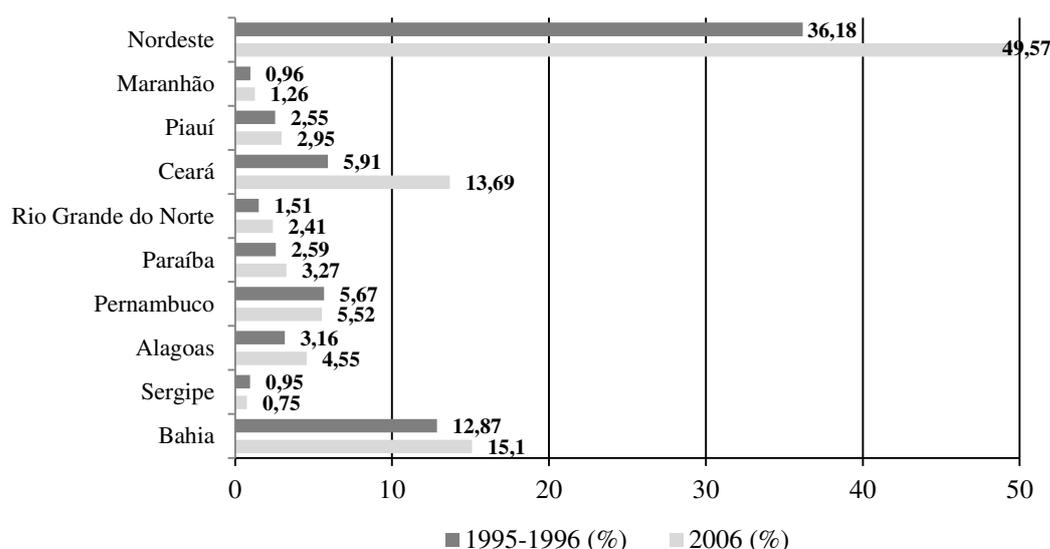


Figura 01. Evolução da participação percentual do Nordeste e estados da região na quantidade produzida de feijão do Brasil. IBGE, Censo Agropecuário 1995-1996 e 2006.

O Nordeste do Brasil é considerado uma região seca, em que a maioria da população sobrevive da agricultura de sequeiro. O sucesso das culturas implantadas depende da regularidade e quantidade das chuvas.

2.4. Rendimento agrícola do algodão herbáceo

O algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum L.*), pertence à família das malváceas e tem como principal produto a fibra, que é basicamente constituída de celulose. É uma planta de grande aproveitamento e tem como principal subproduto o óleo. O algodoeiro é exigente em termos de clima e de solo. Para produzir satisfatoriamente, requer clima com período de 140 a 160 dias predominantemente ensolarado, com média de temperatura superior a 20°C e solos medianamente profundos e de média a alta fertilidade (Beltrão et al., 1993).

Segundo Azevedo et al. (1993), o algodoeiro herbáceo apresenta taxa diária de consumo hídrico relativamente baixa, mesmo em climas quentes e com suprimento adequado de água no solo, não ultrapassando 450 mm durante o ciclo vegetativo, no caso de cultivares precoces. O regime de chuvas mais indicado é de 1000 a 1500 mm/ano, isto no caso do cultivo do algodão herbáceo.

2.4.1. Rendimento agrícola do algodão herbáceo no Brasil e Nordeste

O algodão é uma das principais lavouras no Brasil e no mundo sendo, no Brasil, um dos produtos agrícolas que mais contribuem no PIB do País. No final da década de 90 e início do novo século, a área cultivada cresceu, em várias regiões do país, onde se produz algodão de qualidade superior ao que era tradicionalmente cultivado no Brasil. As atividades agrícolas são atividades muito vulneráveis à qualquer mudança climática; seja no Brasil que é um país subdesenvolvido, ou em qualquer outro país desenvolvido como é o caso dos Estados Unidos, que detém altas tecnologias para o plantio de grãos, sendo a grande maioria prejudicada por estes impactos naturais. (SOUZA, et al., 2002)

A cultura do algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum L.*) realizada em condições de sequeiro destaca-se como uma das mais importantes para a região Nordeste, em especial para os pequenos e médios produtores, tendo assim importância social e econômica muito elevada para o agronegócio nordestino, sendo que esta região é na atualidade um dos maiores polos de consumo industrial de algodão da América Latina, junto com o estado de São Paulo e o México. O algodão é um produto que tem mercado garantido dentro da própria região Nordeste e não é perecível o que se constitui em grande vantagem para o produtor. Neste sistema de produção são evidenciados os passos tecnológicos para a cultura do algodão para o pequeno produtor desta cultura em condições de sequeiro (dependente de chuvas) na região Nordeste (EMBRAPA, 2008).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

Para estabelecer as relações entre o rendimento agrícola do feijão (*Phaseolus vulgaris L.*) e do algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum L.*) com a precipitação em Campina Grande - PB (Figura 02), localizada na latitude 07° 53'20'' Sul e longitude 36° 49'24'' Oeste, numa altitude de 551 metros acima do nível do mar, na região oriental do Planalto da Borborema, distante 130 km da capital do estado, João Pessoa e ocupa uma área de 644,1 km², foi utilizada uma série temporal de 1994 a 2009 de precipitação, informações da produção agrícola no período de 1994 a 2009, das culturas, na área de interesse de estudo.

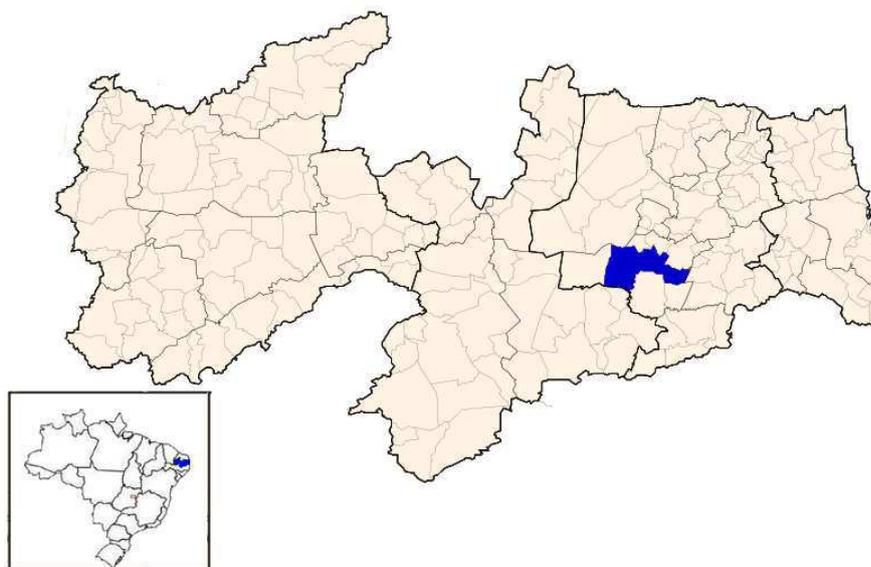


Figura 02. Município de Campina Grande - PB. Fonte: Wikipédia

A cidade de Campina Grande situa-se no Agreste paraibano, entre o Litoral e o Sertão da Paraíba, conforme a classificação de Köppen, o tipo de clima encontrado em Campina Grande - PB é *As'* (*quente e úmido com chuva de outono-inverno*).

Nesse estudo a estação chuvosa foi considerada de acordo com Dantas (1998), que ocorre entre os meses de abril a agosto.

Os dados que foram utilizados neste trabalho consistem de uma série diária de precipitação do posto pluviométrico da EMBRAPA em Campina Grande - PB com

localização geográfica na latitude 7° 22' 56'' e longitude 35° 90' 42'', pertencentes ao acervo da Agência Executiva de Gestão das Águas do estado da Paraíba (AESAs) e dados de produção agrícola fornecidos pelo IBGE.

3.2 Métodos

No decorrer deste estudo, foram calculadas correlações simples. Utilizou-se a técnica estatística de regressão linear simples de acordo com Rao e Hada (1990), RAO et al.(1993) e ainda Rao et al.(1997), analisaram a relação entre o rendimento agrícola das culturas do feijão e do algodão herbáceo com a precipitação.

As correlações foram obtidas pelas equações de regressão linear simples, ou seja, foi calculado o coeficiente de correlação linear (r) entre o rendimento agrícola e a precipitação no período de 1994 a 2009, em Campina Grande - PB.

O coeficiente de correlação (r) fornece o grau de relacionamento r entre duas variáveis, ou seja, mede a correlação entre duas variáveis. O valor de r pode variar entre -1 e $+1$, sendo que quando o coeficiente é maior que zero significa que a correlação linear é positiva e quando o coeficiente é menor que zero significa que a correlação linear é negativa.

O valor de r foi calculado de acordo com Spiegel (1977), Bussab e Morettin (1987) e Morettin (1991) pela expressão:

$$r = \pm \sqrt{\frac{\text{variação explicada}}{\text{variação total}}} \quad \therefore \quad r = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2] [N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad (1)$$

onde r é o coeficiente de correlação entre as variáveis; X e Y serão as variáveis consideradas; N é o tamanho da amostra. Sendo que, um valor qualquer de um coeficiente de correlação, para uma base de dados pequena, não foi garantia de que as variáveis envolvidas realmente estarão correlacionadas. Com base nisso, antes de tirar qualquer conclusão sobre os valores estimados dos coeficientes de correlação foi necessário a aplicação de um teste estatístico para conhecer o grau real de ligação entre as variáveis analisadas.

Neste trabalho também foi utilizado o teste estatístico *t de Student*, para verificação do nível de significância dos coeficientes de correlação entre o rendimento das culturas escolhidas e a precipitação, pois o mesmo é um teste de fácil aplicação e mundialmente aceito como um teste eficiente no cômputo da significância estatística de coeficiente de correlação. Sendo assim, a significância de (*r*) foi verificada através da seguinte expressão:

$$t = \frac{r \sqrt{N - 2}}{\sqrt{1 - r^2}} \quad (2)$$

Em que: *t* é o valor tabelado; *r* é o coeficiente de correlação entre as variáveis (X e Y); *N* é o tamanho da amostra; (*N* – 2) corresponde ao grau de liberdade da amostra.

A partir da Equação 2 foi extraído o coeficiente de correlação crítico (*r_c*), que é um valor para o qual aceita ou não a hipótese estatística, onde *r_c* é dado por:

$$r_c = \sqrt{\frac{t^2}{(N - 2) + t^2}} \quad (3)$$

Para analisar a correlação entre o rendimento agrícola das culturas e os períodos chuvosos, com 16 anos de dados, ou seja, *N*=16 e o grau de liberdade, *N* – 2 = 14. Os valores de *t* e *r_c* foram:

- Para 99,0% de significância, sendo assim, com erro de 1% ($\alpha = 0,01$), com *t* = 2,583 e *r_c* = 0,568;
- Para 95,0% de significância, sendo assim, com erro de 5% ($\alpha = 0,05$), com *t* = 1,746 e *r_c* = 0,423.

Foi verificado a frequência de dias com chuva durante a série pluviométrica, destacando a frequência de dias com chuva na estação chuvosa.

Para analisar o aproveitamento da área plantada, ou seja, analisar a quantidade de área plantada aproveitada, portanto calculou-se um índice de rendimento de área (I.R.A.), através da seguinte fórmula:

$$\text{I.R.A.} = \frac{\text{área colhida}}{\text{área plantada}} \quad (4)$$

Esse índice varia de 0 a 1, onde o valor 1, corresponde a um aproveitamento de 100% de área, ou seja, a mesma quantidade de área que foi plantada, foi a mesma quantidade de área colhida.

Com base nos dados fornecidos pelo IBGE, fez-se uma análise do aumento e diminuição dos preços das culturas agrícolas, com intuito de verificar os anos com maiores e menores valores dos produtos agrícolas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Variação pluviométrica no período de 1994 a 2009

A cultura de sequeiro é a cultura agrícola que cresce sem a necessidade de adição de água ao solo por meio de irrigação. Assim, a precipitação é a única fonte de água. A agricultura de sequeiro é uma atividade sujeita a altos riscos de perdas de safra devido à alta variabilidade, tanto temporal como espacial, das precipitações pluviométricas nas áreas semi-áridas.

A precipitação no período de 1994 a 2009 obteve um total de 13110,8 mm com média de 819,43 mm.ano⁻¹, com desvio $\pm 257,54$ mm.ano⁻¹. De acordo com a Figura 03, o ano mais chuvoso foi o de 2000, que teve um total de 1364,9 mm, com média de 113,71 mm mês⁻¹, $\pm 72,81$ mm.ano⁻¹, tendo como mês mais chuvoso o de junho com um total de 232 mm e o mês mais seco foi o de novembro, com um total de 9,8 mm, de acordo com a Figura 04. Já o ano mais seco foi o de 1998, que teve um total de 360,8 mm, com média de 30,07 mm mês⁻¹, tendo como mês mais chuvoso o de agosto, que teve um total de 95,4 mm e o mês mais seco foi o de novembro, que teve apenas um total de 0,3 mm, mostrado na Figura 05.

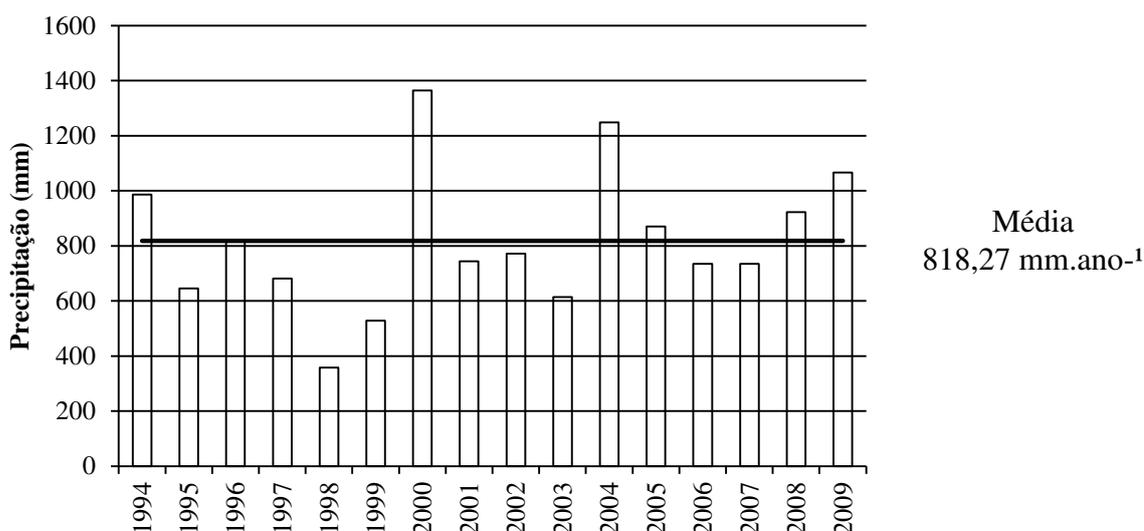


Figura 03. Precipitação total anual de Campina Grande - PB.

Na estação chuvosa do ano de 2000, teve um índice pluviométrico de 851,6 mm o qual representou 62,41% do total anual de 1364,9 mm, sendo distribuído da seguinte forma: abril (148,7 mm), maio (98,6 mm), junho (232 mm), julho (171,5 mm) e agosto (200,8 mm), conforme pode ser observado na Figura 04.

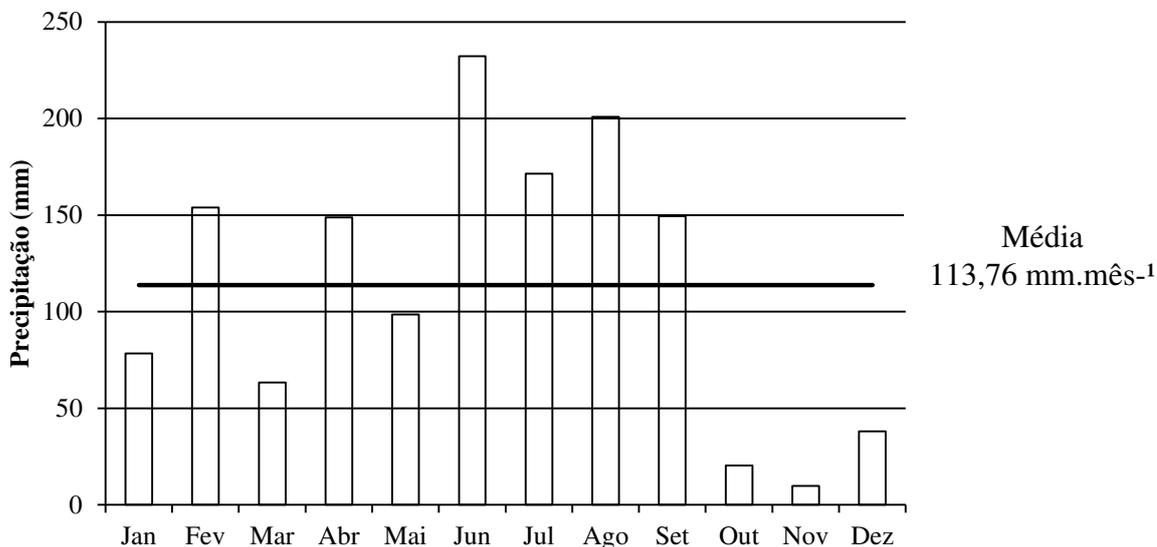


Figura 04. Precipitação mensal no ano 2000.

Na estação chuvosa do ano de 1998, registrou um índice pluviométrico de 257, 1 mm, o qual representou 71,74% do total anual de 358, 4 mm, sendo distribuído da seguinte forma: abril (18,8 mm), maio (37 mm), junho (38,8 mm), julho (67,1 mm), agosto (95,4 mm) e setembro (5,2 mm), como mostra a Figura 05.

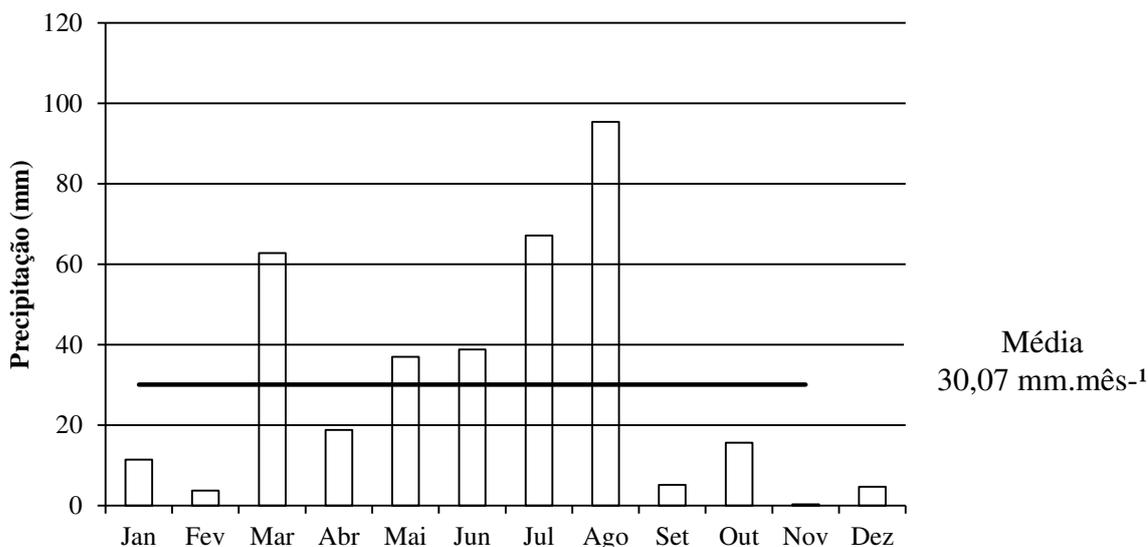


Figura 05. Precipitação mensal no ano 1998.

4.2. Frequência de dias com chuva

O número de dias com chuva é um parâmetro muito importante, pois não basta se conhecer os totais de chuva observados no período diário, mensal ou anual, mas como ocorreu a distribuição temporal, sua frequência e intensidade (SANT'ANNA NETO; BARRIOS, 1996).

A frequência de dias com chuva no período de 1994 a 2009 teve como maior ocorrência de dias com chuva o ano de 2000, já o ano com menor ocorrência, se deu no ano de 1999, sendo 1998 inferior por apenas 7 dias, logo após o ano com menor ocorrência de dias com chuva, ocorreu o ano (2000) com maior frequência de dias chuvosos, como mostra a Figura 06.

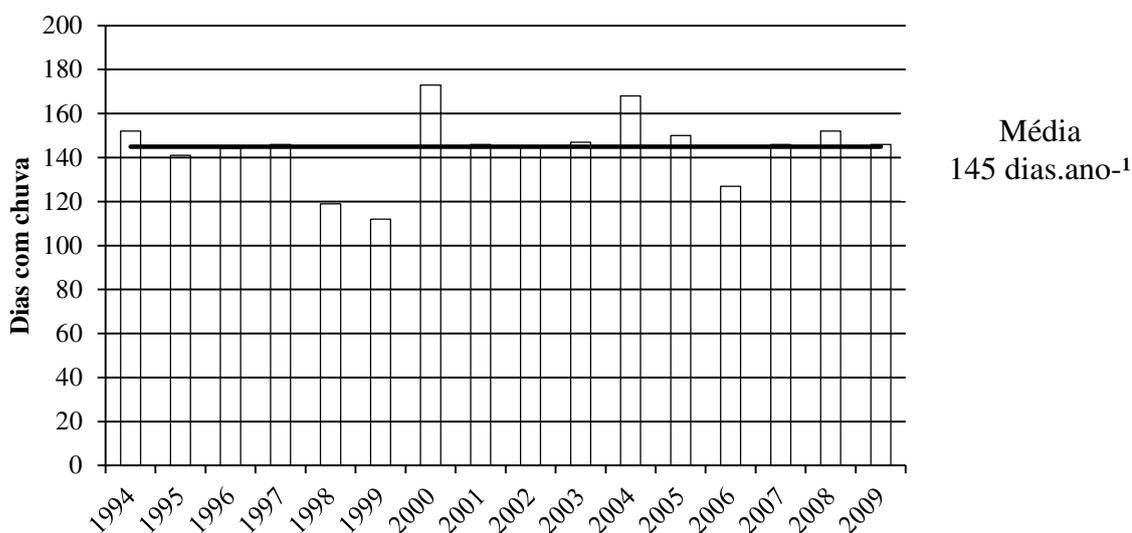


Figura 06. Frequência anual de dias com chuva no período de 1994 a 2009.

A distribuição mensal de dias secos e chuvosos (Figura 07) mostrou que o município de Campina Grande apresentou maiores ocorrências de dias chuvosos entre os meses de abril e agosto, estes resultados estão de acordo com Dantas (1998). As maiores ocorrências de dias secos ocorreram entre os meses de outubro e dezembro. Junho apresentou a maior ocorrência média de dias chuvosos (21 dias). Dezembro apresentou maior ocorrência média de dias secos (5 dias). Resultado semelhante foi encontrado por Carvalho (2010) para outra região.

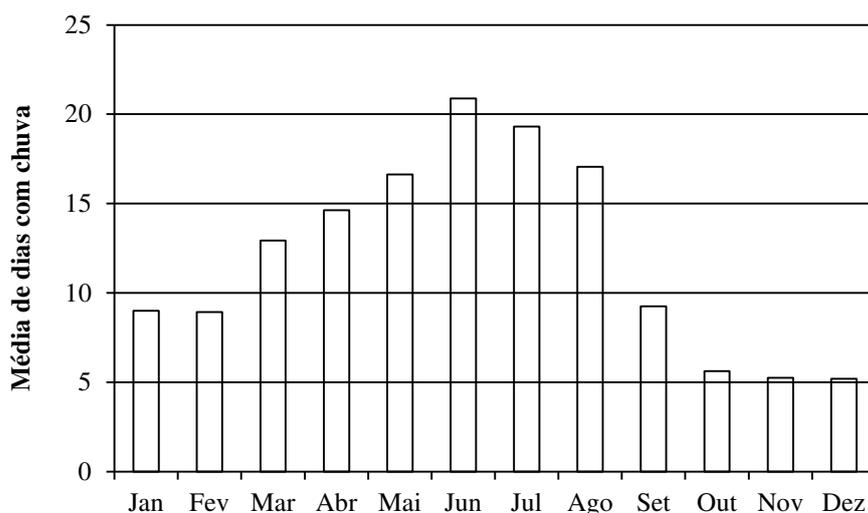


Figura 07. Frequência média mensal de dias com chuva no período de 1994 a 2009, no município de Campina Grande - PB.

4.3. Produção agrícola do feijão

Na produção agrícola do feijão, o ano de maior rendimento foi de 2000, com 533,33 kg.ha⁻¹, que coincidiu com o ano mais chuvoso, já o ano de menor rendimento foi o de 1998, com apenas 80 kg.ha⁻¹, que também coincidiu com o ano menos chuvoso, como mostra a Figura 08. Interessante observar que apesar dos anos 2006, 2007 e 2008 serem considerados chuvosos no município de Campina Grande, a referida cultura agrícola não respondeu de forma satisfatória como no ano 2000, que pode ser caracterizado pela frequência e distribuição da precipitação principalmente no ano de 2006. Pode se observar também que o rendimento do feijão teve uma queda nos anos 1995 a 1998. Após o ano de 1998 o rendimento teve aumento considerável, com uma pequena queda entre 2001 e 2002.

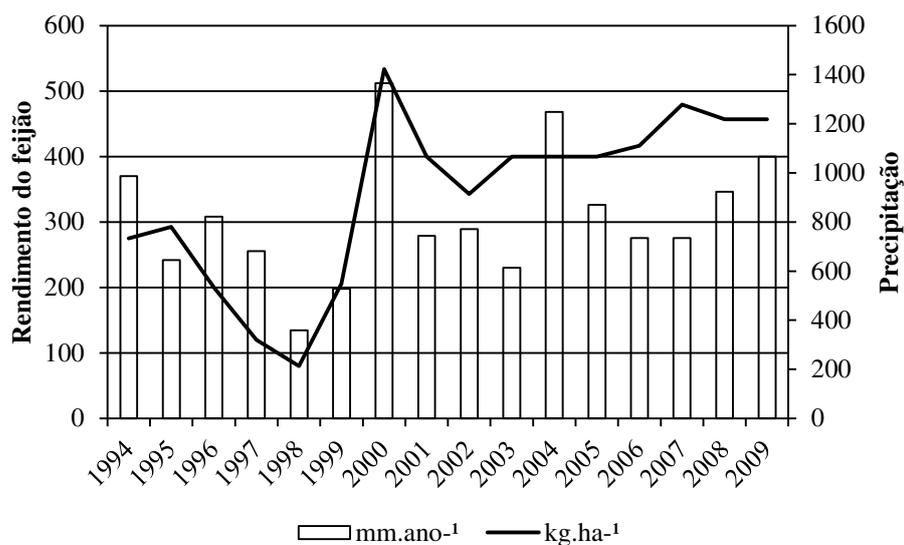


Figura 08. Rendimento do feijão e precipitação.

Segundo SANTOS e CARLESSO (2007), a frequência e a intensidade do déficit hídrico constituem os fatores mais importantes à limitação da produção agrícola mundial, respondendo por 60 a 70% da variabilidade final da produção.

Pode se minimizar efeitos na redução do rendimento, definindo um planejamento considerando a data de plantio e a frequência de chuvas mensais e históricos, nesse sentido são esclarecedoras as palavras de Koghishi (2008 apud RAES, 2004, p. 179).

Ao analisar a frequência de dias com chuva e rendimento do feijão simultaneamente (Figura 09), percebe-se que o comportamento do rendimento comparado com a ocorrência de dias de chuva, mostrou que a cultura respondeu mais em função da quantidade precipitada (Figura 08) do que a frequência de dias, pois no ano de 1998, ainda de acordo com esta figura, considerado mais seco, o número de dias com chuva foi um ano com considerável de dias de chuva, observou-se também no ano 2000 houve boa resposta entre o número de dias com precipitação e o rendimento do feijão, assim como nos anos 2007, 2008 e 2009.

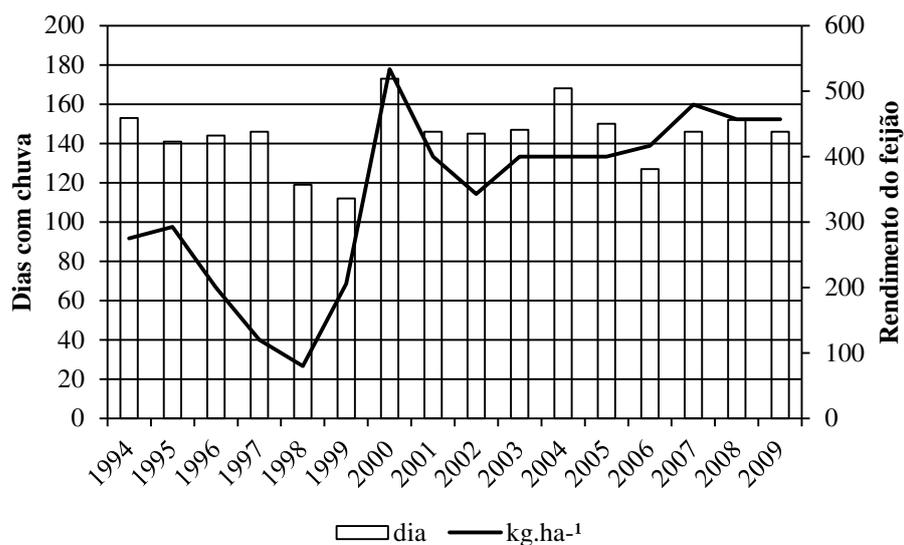


Figura 09. Frequência de dias com chuva e o rendimento do feijão.

O ano de 2000 teve um total de 173 dias com chuva, sendo 94 dias durante a estação chuvosa (abril a agosto), o que resulta em 54% do total. Esse resultado é semelhante ao encontrado por Lopo (2010), para Natal - RN, onde o período chuvoso foi de abril a agosto. O mês com maior ocorrência de chuva foi o de julho com um total de 23 e junho 22 dias. O mês de setembro teve uma frequência de dias com chuva considerável se comparado com o início da estação chuvosa em abril. O mês com menor ocorrência de dias com chuva foi o de dezembro com apenas 5 dias, como pode ser observado na Figura 10.

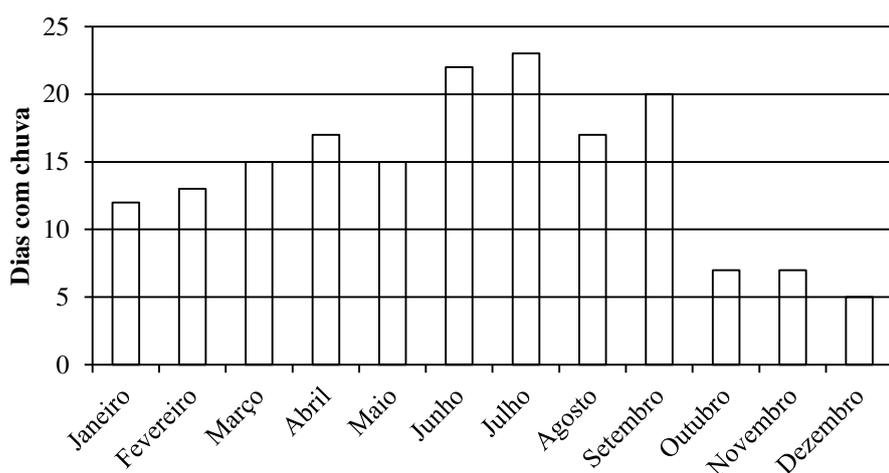


Figura 10. Frequência de dias com chuva no ano mais produtivo (2000) para o feijão.

O ano de 1998 teve um total de 119 dias com chuva, sendo 77 dias durante a estação chuvosa, o que resulta em 64,71% do total. O mês com maior ocorrência de chuva foi o de agosto com 20 e junho com 19 dias. O mês de abril apresentou uma frequência muito baixa de dias com chuva, com apenas 6 dias, que foi a mesma ocorrência de setembro. O mês com menor ocorrência foi o de novembro com apenas 2 dias. Nesse ano devido ao baixo índice, tanto de quantidade precipitada, como de frequência de dias com chuva, justifica o fato de 1998 ter sido o pior ano de rendimento para o feijão (Figura 11).

Nesse sentido, podem ocorrer irregularidades de ocorrência da precipitação, podendo advir sequências de dias secos durante o período que deveria ser chuvoso, o que interfere negativamente no rendimento final das culturas (SOUSA, 1998).

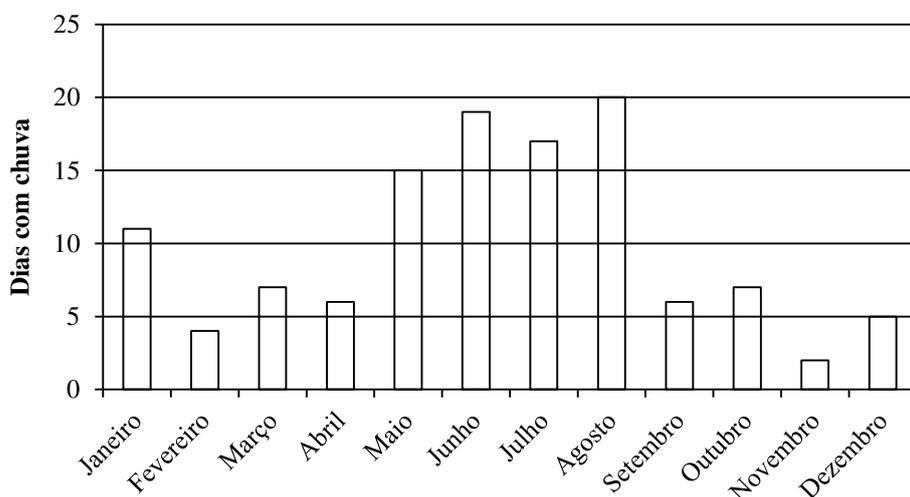


Figura 11. Frequência de dias com chuva no ano mais seco e menos produtivo para o feijão (1998).

4.3.1. Índice de rendimento de área para o feijão

De acordo com a Figura 12, pode ser observado que no período de 1994 a 1997 o índice de rendimento de área para o feijão, teve aproveitamento de 100%, assim como no período de 2002 a 2003 e 2005 a 2009. O ano de 1994 foi o ano com maior área plantada, sendo o ano que mais produziu, com 1650 toneladas, ficou acima da média que é 1080,06 toneladas, mas ainda assim, não foi o ano com melhor rendimento agrícola, como já visto anteriormente. No ano de 1998 (ano mais seco), houve apenas 27,17% de aproveitamento de

área, foi o ano que menos se plantou, provavelmente por ter sido um ano muito seco, produziu apenas 2 toneladas.

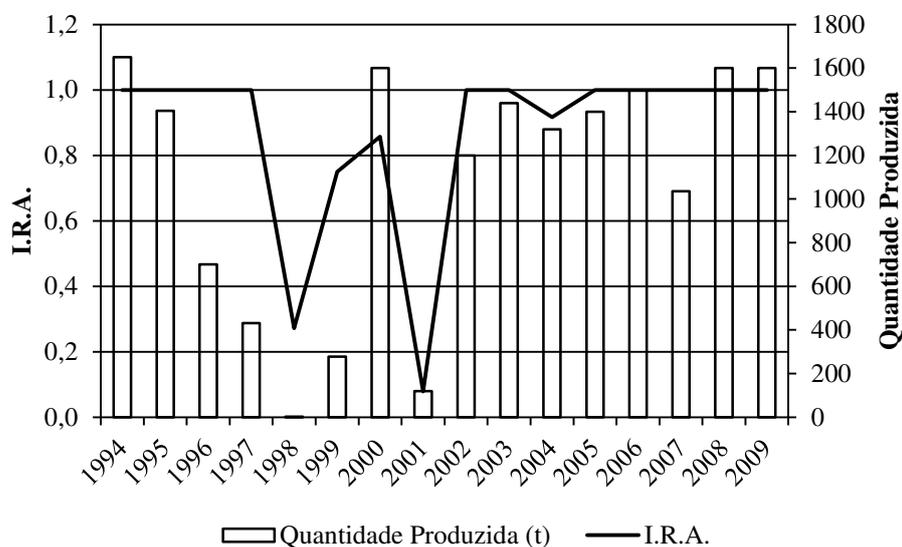


Figura 12. Índice de rendimento de área e quantidade produzida em toneladas do feijão.

No ano de 2000 (ano mais chuvoso) teve o índice de rendimento de área com aproveitamento de 85,71%, onde produziu 1600 toneladas, que ficou acima da média. O ano de 2001 foi o ano com menor índice rendimento de área, tendo apenas 7,89% de aproveitamento de área, produziu apenas 120 toneladas. Já o ano de 2004 teve um aproveitamento de 91,67%, sendo o segundo ano mais chuvoso da série e produziu 1320 toneladas, onde ficou acima da média. Ficaram abaixo da média de toneladas produzidas os anos de 1996 a 1999 e 2001, esses anos também ficaram abaixo da média de chuva precipitada (Figura 12).

4.4. Produção agrícola do algodão herbáceo

Na produção agrícola do algodão o ano de melhor rendimento foi de 1995, com 1200 kg ha⁻¹ e o ano de menor rendimento foi o de 1999, com 200 kg ha⁻¹. Independente de não ter sido plantado algodão herbáceo no ano de 2003. Essa cultura agrícola responde de forma diferente a disponibilidade de água em relação ao feijão, pois está bem evidenciado na Figura 13, que os rendimentos nos anos 1998 e 2000 foram praticamente os mesmos, embora, como

já foi apresentado anteriormente, estes anos corresponderam aos anos mais seco e mais chuvoso, respectivamente.

Segundo o IBGE, no ano de 2003 não se plantou algodão herbáceo em Campina Grande - PB, o que pode ser comprovado no relatório da PAM - IBGE (2003). Nesse relatório justifica que Campina Grande, entre outros municípios, deixou de informar os dados de produção agrícola no ano 2003, por não ter sido plantado algodão herbáceo.

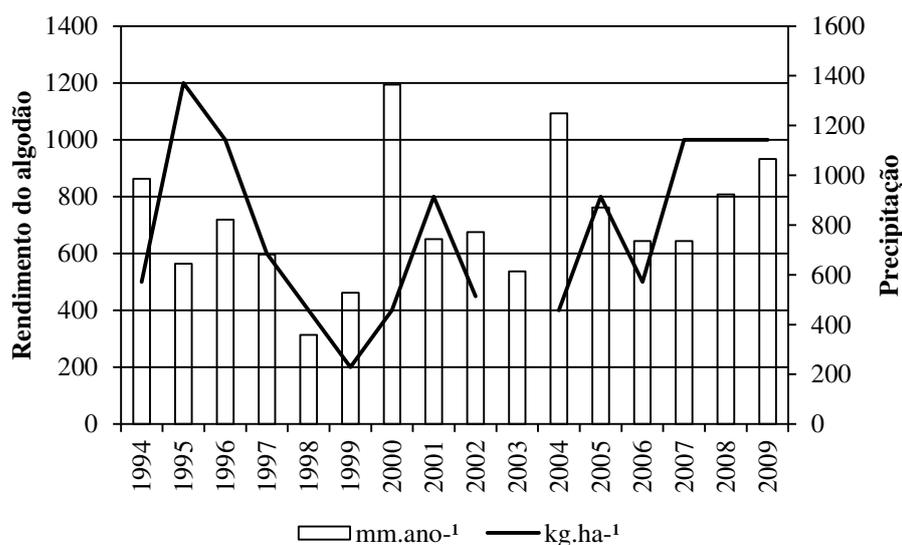


Figura 13. Rendimento do algodão e a precipitação

Observando a frequência de dias com chuva e o rendimento do algodão, pode-se perceber que o comportamento do rendimento dessa cultura comparado com a ocorrência de dias de chuva, se mostra com certa independência, pois nos anos 1994 a 1997 a frequência de dias com chuva foi considerável, mesmo assim, o rendimento foi baixo. Através da Figura 14, percebe-se que do ponto de vista agrícola o algodão correspondeu melhor a frequência de chuva no período de 2005 a 2009, provavelmente, por ter atendido as necessidades hídricas em cada fase de desenvolvimento da cultura.

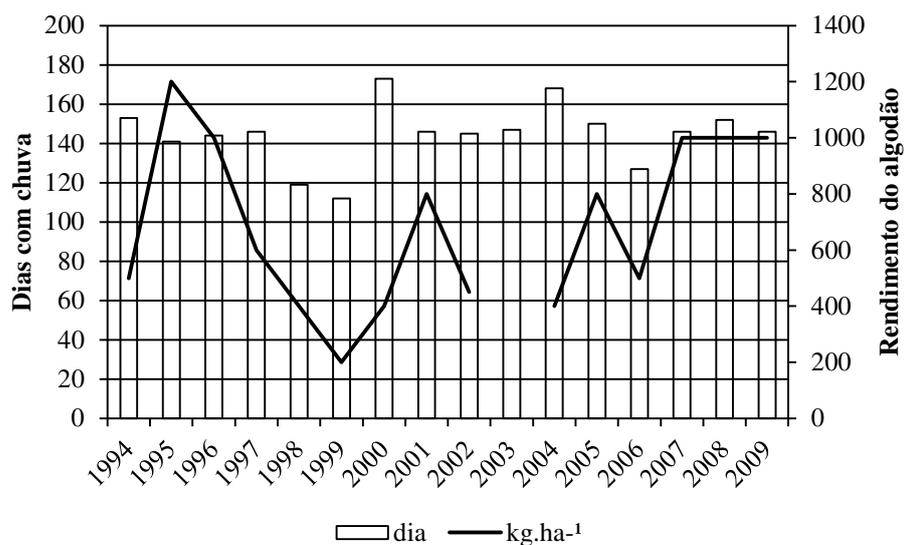


Figura 14. Frequência de dias com chuva e rendimento do algodão.

O ano de 1995 teve um total de 141 dias com chuva, sendo 96 dias durante a estação chuvosa, o que resulta em 68,09% do total. O mês com maior ocorrência de chuva foi o de junho, com 26 dias. Os meses de abril e maio tiveram a mesma frequência de 16 dias. O mês com menor ocorrência foi o de dezembro, onde no mesmo não houve ocorrência. Neste ano ocorreu uma baixa quantidade precipitada e frequência de dias com chuva ficando em terceiro nos meses com menores índices pluviométricos, o que indica que o algodão herbáceo não necessita tanto de água para ter um bom rendimento quanto o feijão. Figura 15.

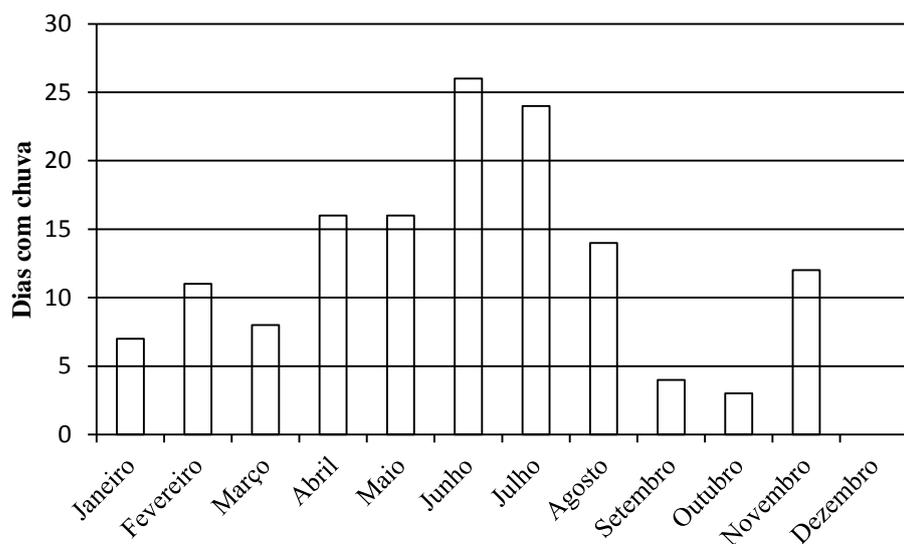


Figura 15. Frequência de dias com chuva no ano mais produtivo (1995) para o algodão herbáceo.

O ano de 1999 teve um total de 112 dias com chuva, sendo 58 dias durante a estação chuvosa, o que resulta em 51,79% do total. O mês com maior ocorrência de chuva foi o de agosto com 15 dias. Os meses maio e julho tiveram a mesma frequência de 14 dias. O mês com menor ocorrência foi o de novembro, com apenas 1 dia de ocorrência de chuva. O mês de dezembro comparado com início da estação chuvosa em abril obteve considerável frequência. Já o mês de junho teve uma ocorrência baixa comparado a todos os meses de junho do período estudado, de 1994 a 2009. Como mostra a Figura 16.

Segundo a EMBRAPA, o algodoeiro é considerado uma planta resistente à seca, sendo que sua exploração sob regime de sequeiro, não se tem mostrado compensadora, haja vista a ocorrência de veranicos durante o seu ciclo fenológico, quando a umidade no solo não é suficiente para atender às necessidades hídricas da planta, refletindo-se em baixa do rendimento.

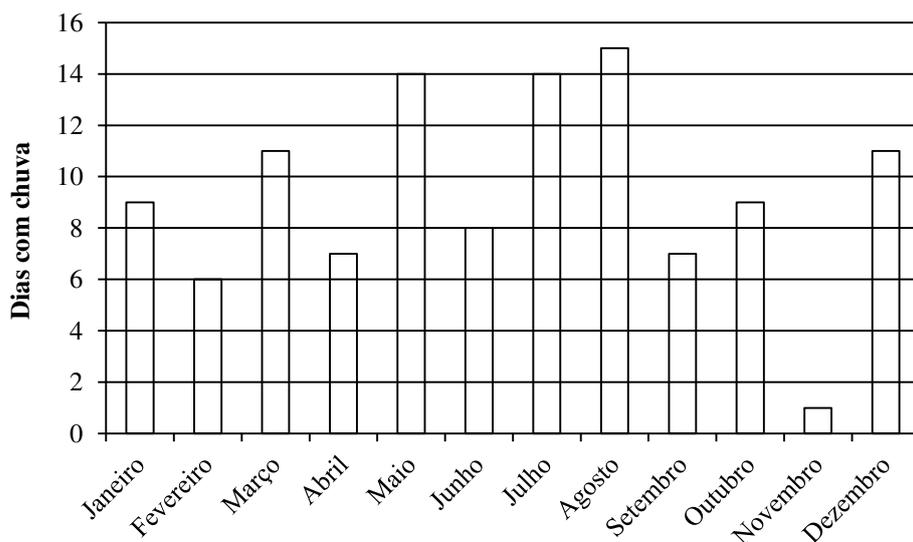


Figura 16. Frequência de dias com chuva no ano menos produtivo (1999) para o algodão herbáceo.

4.4.1. Índice de rendimento de área para o algodão herbáceo

De acordo com a Figura 17, pode ser observado que no período de 1994 a 2009 o índice de rendimento de área para o algodão herbáceo, teve aproveitamento de 100%, em todos os anos, exceto no ano de 1999, que teve um aproveitamento de 87,5%. Sendo assim, a quantidade de área plantada foi a mesma quantidade de área colhida. Lembrando que no ano

de 2003 não houve plantio de algodão herbáceo em Campina Grande. No ano de 1995 foi o ano com maior quantidade produzida 72 toneladas, onde o I.R.A. teve um aproveitamento de 100%. Sendo a média de algodão em caroço produzido de 26,43 toneladas. O ano que menos se plantou, assim como o feijão foi o de 1998, tendo produzido apenas 2 toneladas.

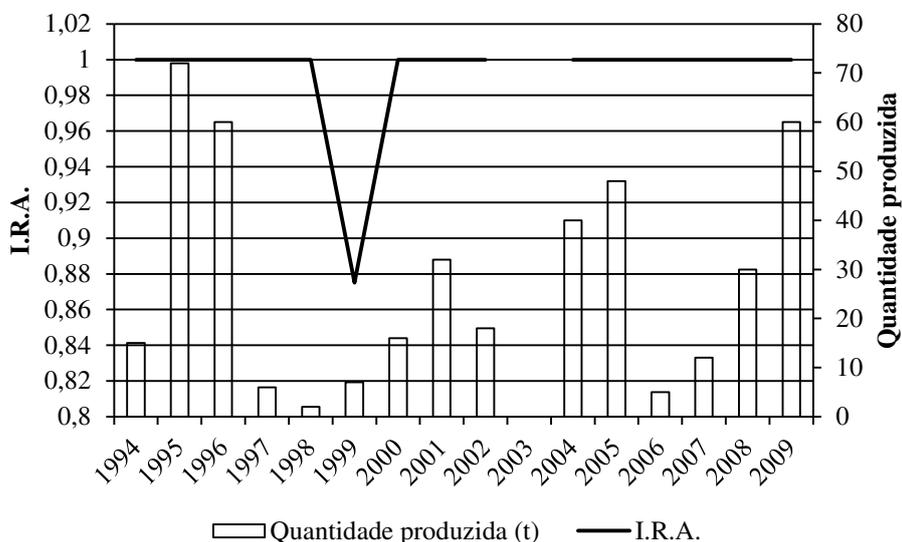


Figura 17. Índice de rendimento de área e quantidade produzida em toneladas do algodão herbáceo.

4.5. Análise da frequência de dias com chuva no período de 1994 a 2009

De acordo com a Tabela 01, a média anual de dias com chuva para Campina Grande no período de 1994 a 2009 foi de 145 dias. Entretanto os anos de 1994, 2000, 2004 e 2008 apresentaram mais de 150 dias. O ano de 1999 foi o que apresentou menor número de dias chuvosos (112 dias).

Tabela 01. Frequência observada do número de dias de chuvas por mês no período de 1994 a 2009 no município de Campina Grande - PB. Fonte: AESA.

Mês	Ano																\bar{X}	D
	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09		
01	10	7	6	7	11	9	12	5	18	10	21	4	2	10	9	3	9	5
02	8	11	5	15	4	6	13	2	10	10	18	8	6	11	3	13	9	4
03	15	8	16	20	7	11	15	13	15	22	10	10	8	12	16	9	13	4
04	14	16	20	20	6	7	17	16	11	13	20	12	16	13	15	18	15	4
05	21	16	10	24	15	14	15	6	16	13	20	21	20	11	22	22	17	5
06	23	26	19	16	19	8	22	23	24	16	26	29	23	23	21	16	21	5
07	21	24	20	19	17	14	23	25	10	19	21	16	18	17	23	22	19	4
08	13	14	16	14	20	15	17	23	17	16	12	23	10	23	21	19	17	4
09	14	4	12	2	6	7	20	8	4	11	10	10	10	13	8	9	9	4
10	8	3	4	1	7	9	7	9	8	5	5	8	4	4	6	2	6	2
11	1	12	13	2	2	1	7	3	9	5	3	1	8	6	3	8	5	4
12	4	0	4	6	5	11	5	13	3	7	2	8	2	3	5	5	5	3
Total	152	141	145	146	119	112	173	146	145	147	168	150	127	146	152	146	145	48
Max	23	26	20	24	20	15	23	25	24	22	26	29	23	23	23	22	21	5
Min	1	0	4	1	2	1	5	2	3	5	2	1	2	3	3	2	5	2

No período de abril a agosto, estação mais úmida, chove aproximadamente em média 18 dias.mês⁻¹. Sendo que no trimestre mais chuvoso (julho, junho e agosto) ultrapassou os 18 dias com chuva. A maior quantidade de dias com chuva foi registrada no mês de junho de 2005 com 29 dias. O trimestre menos chuvoso de outubro a novembro apresentou a menor quantidade de dias chuvosos, 5 dias em média. Para este trimestre constatou-se, especialmente que no mês de dezembro do ano de 1995, ausência total de dias com chuva. Por outro lado, neste mesmo mês, observou-se na série analisada que o ano de 1999 apresentou 11 dias com chuva.

A ocorrência de dias chuvosos obteve 145 dias (40%) e a ocorrência de dias secos obteve média anual de 220 dias (60%). As maiores ocorrências de dias chuvosos ocorreram entre abril e agosto (estação chuvosa), com 61,2%, os dias secos foram observados com maior frequência entre setembro e março (estação seca) com 38,8%.

Embora, sendo considerada outra região, resultados muitos semelhantes foram obtidos por Carvalho (2010) quando estudaram a distribuição mensal e anual da ocorrência de dias secos e chuvosos. Os resultados encontrados por eles foram a ocorrência de dias chuvosos com 150 dias (41%) e ocorrência de dias secos com média anual de 216 dias (59%). As

maiores ocorrências de dias chuvosos ocorreram entre abril e agosto (estação chuvosa), os dias secos foram observados com maior frequência entre setembro e março (estação seca).

No ano mais chuvoso (2000) foi também o ano com maior frequência de dias com chuva, ocorreram 173 dias, tendo em média 14 dias.mês⁻¹, totalizando 1364,5 mm.ano⁻¹, com média de 113,71 mm.mês. O início da estação chuvosa (abril) teve 17 dias com chuva e encerrou com 17 dias em agosto, a maior ocorrência de dias foi no mês de julho com 23 dias, já mês mais seco foi o de dezembro com 5 dias. O trimestre mais chuvoso (junho, julho e agosto) teve 22, 23 e 17 dias respectivamente. Foi um ano atípico com chuvas frequentes em todos os meses, exceto no trimestre mais seco (outubro, novembro e dezembro) que teve 7, 7 e 5 dias com chuva, respectivamente, como pode ser observado na Tabela 01. Como visto anteriormente esse foi o ano de melhor rendimento do feijão.

Já para o ano menos chuvoso (1998), ocorreram 119 dias com chuva, tendo em média 10 dias.mês⁻¹, totalizando 358,4 mm.ano⁻¹, com média de 29,87 mm.mês. O início da estação chuvosa (abril) do ano menos chuvoso teve apenas 6 dias com chuva e encerrou com 20 dias em agosto, que foi o mês com a maior ocorrência de dias com chuva, já mês mais seco foi o de novembro com apenas 2 dias. O trimestre mais chuvoso (junho, julho e agosto) teve 19, 17 e 20 dias respectivamente. Foi um ano também atípico com dias sem chuvas frequentes em todos os meses, exceto no trimestre mais chuvoso. No trimestre mais seco (outubro, novembro e dezembro) teve 7, 2 e 5 dias com chuva, respectivamente. Tabela 01. Foi visto anteriormente, que esse foi o ano de pior rendimento para o feijão.

O ano de 1999 merece destaque, pois foi um ano também considerado seco, Sendo o ano com menor frequência de dias com chuva, 112 dias, com aproximadamente uma média de 9 dias.mês, totalizando 528,1 mm.ano⁻¹, com média de 44,00 mm.mês⁻¹. Com o mês mais chuvoso o mês de agosto com apenas 15 dias de chuva e mês com menor ocorrência foi o de dezembro com um único dia com chuva. O rendimento do feijão foi de 205,93 kg.ha⁻¹, ficando muito abaixo da média de 341,23 kg.ha⁻¹. Esse ano foi o pior ano para o rendimento algodão herbáceo, com o menor rendimento agrícola para esta cultura. Tendo de 200 kg.ha⁻¹, muito inferior a média de 640,63 kg.ha⁻¹. Outro ano que merece destaque é de 2004, que teve uma ocorrência de dias com chuvas frequente, menos no trimestre mais seco. O mês mais chuvoso do mesmo foi o de junho com 26 dias com chuva. Sendo o mês com menor frequência o de dezembro com 2 dias.

4.6. Análise de correlação entre o rendimento agrícola e a precipitação

4.6.1. Correlação entre o rendimento do feijão e a precipitação

Na área da climatologia agrícola vários estudos tem mostrado a influência do regime pluviométrico na agricultura, revelando uma correlação entre o rendimento das culturas e a precipitação, de acordo com Silva et al. (2006), Pizzi e Trindade, 2006 e ainda, Silva et al. (2008).

A correlação da quantidade produzida do feijão com a precipitação anual no período de 1994 a 2009 foi 0,63 (com significância de 99%) o que demonstra que há uma boa correlação. O coeficiente de correlação entre o rendimento do feijão e a precipitação anual foi de 0,64 (com significância de 99%) que também mostra uma boa correlação entre as variáveis. Tabela 02.

Tabela 02. Coeficientes de correlação relativos ao rendimento do feijão e a precipitação no período de 1994 a 2009.

Feijão	r
Quantidade produzida e a precipitação anual	0,63
Rendimento agrícola e a precipitação anual	0,64
Rendimento agrícola e a precipitação ocorrida no período de plantio (fev a abr)	0,56
Rendimento agrícola e a precipitação ocorrida no período do plantio aos tratos culturais (fev a mai)	0,52
Rendimento agrícola e a precipitação no período do plantio a colheita (fev a jun)	0,68
Rendimento agrícola e a precipitação ocorrida na estação chuvosa (abr a ago)	0,66
Rendimento agrícola a precipitação ocorrida no mês anterior à estação chuvosa e a ocorrida no mês posterior (mar a set)	0,67

Com base no calendário agrícola fornecido pelo IBGE (Tabela 03), foi analisado o coeficiente de correlação linear do rendimento do feijão com a da precipitação ocorrida nos meses de início do plantio e colheita da cultura agrícola feijão no período de 1994 a 2009.

Tabela 03. Calendário agrícola das culturas agrícolas feijão e algodão herbáceo. Fonte: IBGE.

Produto	Plantio	Tratos Culturais	Colheita
Feijão	Fevereiro/Abril	Fevereiro/Maio	Maio/Junho
Algodão Herbáceo	Fevereiro/Abril	Março/Junho	Agosto/Outubro

De acordo com a Tabela 02, o coeficiente de correlação entre o rendimento do feijão e a precipitação ocorrida no período de plantio (fevereiro a abril) foi de 0,56 (com significância de 99%). O coeficiente de correlação entre o rendimento do feijão e a precipitação ocorrida no período do plantio aos tratos culturais (fevereiro a maio) foi de 0,52 (com significância de 95%). Já para o rendimento com a precipitação no período total de plantio a colheita o coeficiente foi de 0,68 (com significância de 99%). O que demonstra que a cultura do feijão tem uma correlação forte e positiva com a precipitação, desde o seu plantio até a colheita.

O coeficiente de correlação linear entre o rendimento do feijão e a precipitação ocorrida na estação chuvosa foi de 0,66 (com significância de 99%). Considerando a possível influência que a precipitação ocorrida no mês anterior a estação chuvosa e a ocorrida no mês posterior, exercem sobre o rendimento do feijão, foi calculado o coeficiente de correlação entre o rendimento do feijão e precipitação ocorrida nos meses de março a setembro, que obteve um coeficiente de 0,67 (com significância de 99%). Ainda na Tabela 02.

4.6.2. Correlação entre o rendimento do algodão herbáceo e a precipitação

Os coeficientes de correlação relativos ao rendimento do algodão herbáceo e a precipitação ocorrida nas mesmas considerações feitas para o feijão, se mostrou igual ou inferior a 0,35 (com significância de 95%).

Segundo a EMBRAPA, o algodão herbáceo é uma cultura que não necessita de grandes volumes de água durante seu ciclo, portanto, deve-se programar a época de plantio, de forma que a colheita ocorra no período seco, evitando-se o comprometimento da qualidade da fibra a ser colhida. A época de plantio varia de acordo com a região concentrando-se, no Nordeste, de novembro a maio. Mas segundo o IBGE, o período de plantio no município de

Campina Grande - PB vai de fevereiro a abril, Tabela 03. O que pode justificar o baixo coeficiente de correlação.

4.7. Análise dos preços das culturas agrícolas feijão e algodão herbáceo

4.7.1. Análise do preço da saca de 60 kg do feijão

De acordo com a Figura 18, o preço da saca do feijão com 60 kg, teve uma considerável instabilidade, com alta e baixa no preço, com média de preço de R\$ 53,50. O menor preço foi no ano de 1996, com R\$ 23,70, nesse ano o rendimento de foi de 200 kg.ha⁻¹, com precipitação 821,6 mm.ano⁻¹ e frequência anual de dias com chuva de 114 dias. Ressaltando o ano de 1995 que também teve um preço inferior a R\$ 30,00.

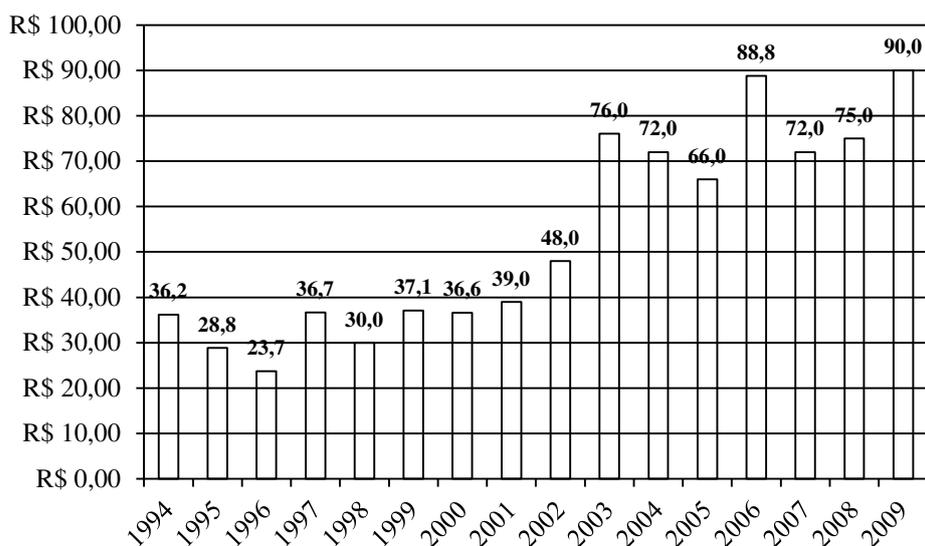


Figura 18. Variação do preço da saca de 60 kg do feijão produzido no município de Campina Grande - PB.

No período de 1994 a 2002 a saca custou em média R\$ 35,13, o preço da saca do feijão no ano de 2003, teve um aumento de 116, 34% em relação a essa média. A partir do ano de 2003 houve instabilidade do preço. No período de 2003 a 2009, o preço custou em média R\$ 77,10. O ano com maior preço foi o de 2009, com R\$ 90,00, nesse ano o rendimento foi de 457,14 kg.ha⁻¹, com precipitação 1066,1 mm.ano⁻¹ e frequência de dias com chuva anual de 146 dias. Sendo também constatado que no ano de 2006 teve uma alta no

preço, com a saca custando R\$ 88,80, onde nesse ano o rendimento foi de 416,67 kg.há⁻¹, com precipitação 735,2 mm.ano⁻¹ e frequência de dias com chuva de 127 dias.

No ano de 2010 a saca do feijão estava em torno de R\$ 100,00, chegando a custar R\$ 142, no Ceará, o que demonstra que o preço continuou a subir. Em março do ano de 2011 o preço do feijão, subiu 300% em menos de um mês. Passou de R\$ 100,00 o saco de 60 quilos para R\$ 300,00, no Ceará. De acordo com os dados do Departamento Intersindical de Estudos Socioeconômicos e Estatísticos (DIEESE), o feijão teve uma inflação de 22,73%. Com isso, o preço de R\$ 11,88 por 4,5 quilos, aumentou para R\$ 14,58. O relatório divulgado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) aponta queda na safra do produto. Referente à produção agrícola de outubro de 2007, comparado com o mesmo período do ano de 2010, o feijão (1ª safra) apresentou estimativa de 14,1%; a 2ª safra, com 19,9% e a 3ª safra com 0,9%.

4.7.2. Análise do preço do caroço (15 kg) do algodão herbáceo

O preço do caroço do algodão herbáceo, considerando a embalagem de 15 kg, teve uma média de preço de R\$ 9,60, no período analisado. O menor preço foi no ano de 1994, com R\$ 6,00, nesse ano onde o rendimento de foi de 500 kg.ha⁻¹, com precipitação anual de 986,5 mm.ano⁻¹ e frequência de dias com chuva anual de 153 dias, conforme a Figura 19.

O ano com maior preço foi o de 2004, com R\$ 15,00, o que revela uma alta de 150% em relação ao ano de 1994, Ou aproximadamente 95,30% em relação a média do período anterior que foi de R\$ 7,68, nesse ano o rendimento de foi de 400 kg.ha⁻¹, com precipitação anual 1248,7 mm.ano⁻¹ e frequência de dias com chuva anual de 168 dias. Observou-se uma pequena variação no preço no período de 1994 a 2002, variando de R\$ 6,00 a R\$ 9,38, sendo observado que do ano de 1999 para o ano de 2000 houve uma alta de 45,98%. É valido salientar que no ano de 2003, como visto anteriormente no trabalho, não foi plantado algodão herbáceo no município de Campina Grande - PB. Após a alta no ano de 2004 o preço teve uma queda até o ano de 2007, estabilizando em 2008 e 2009.

Segundo a CONAB, preço do caroço do algodão herbáceo (15 kg) a nível nacional ficou em torno de R\$ 15,60 em abril de 2010 permanecendo em abril 2011. Chegando a custa R\$ 14,50, na Bahia em abril de 2010, e 35,00 em abril de 2011.

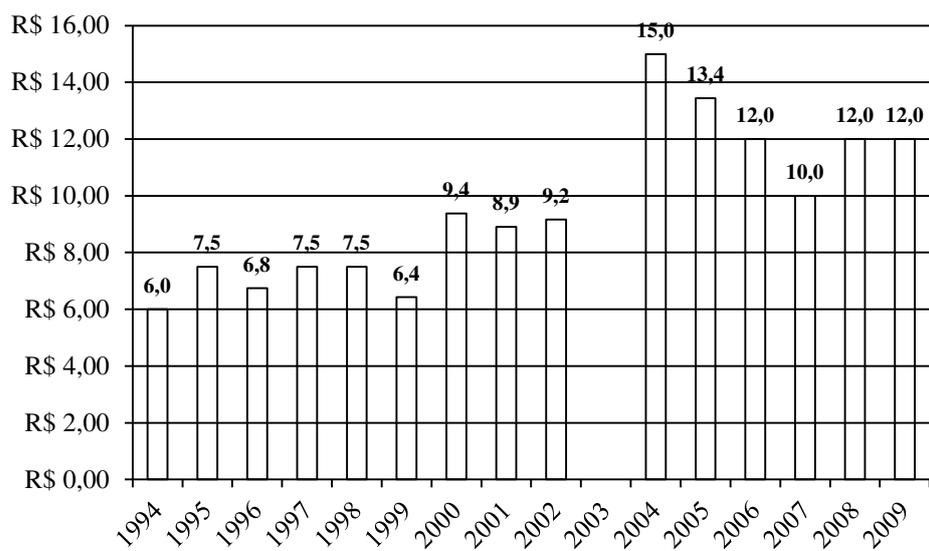


Figura 19. Variação do preço considerando a embalagem de 15 kg de caroço de algodão herbáceo produzido em Campina Grande - PB.

5. CONCLUSÕES

De acordo com o período estudado (1994-2009), a precipitação variou bruscamente desde os anos secos (1998-1999), até os anos mais chuvosos (1994, 2000, 2004 e 2009).

A variação do número de dias com chuva acompanha a variação da precipitação, portanto a frequência de dias com chuva com menor incidência nos anos seco (1998-1999) e maior nos anos chuvosos (1994, 2000, 2004 e 2009).

O índice de rendimento de área para o feijão teve aproveitamento de 100% no período de 1994 a 1997, de 2002 a 2003 e de 2005 a 2009. Já para o algodão herbáceo o índice de rendimento de área, teve aproveitamento de 100%, em todos os anos exceto no ano de 1999, que teve um aproveitamento de 87,5%.

O rendimento agrícola do feijão manteve boa correlação com a precipitação anual, tanto no que se refere aos anos chuvosos, como nos anos secos.

O rendimento agrícola do algodão herbáceo praticamente, não apresentou correlação com a precipitação anual sendo o mesmo mais influenciado, possivelmente pela distribuição de precipitação e outros fatores.

O maior aumento dos preços ocorreu a partir de 2003, bem evidenciado para o feijão e provavelmente para o algodão herbáceo, embora possa a segurar esta ocorrência em 2004, em função da falta de dados em 2003.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFONSI, R. R. Agrometeorologia e sua importância para uma agricultura racional e sustentável. In: SANT'ANNA NETO, J. L.; ZAVATINI, J. A. Variabilidade e mudanças climáticas. Maringá: EDUEM, p. 213-233, 2000.

ANA "Agência Nacional de Águas". 2007. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br>>. Acesso em 22 de julho 2010.

ARAUJO, L. E. A.; SILVA, D. Influência da variabilidade climática sobre a distribuição espaço-temporal da precipitação na região do baixo Paraíba (PB). **Revista Caminhos de Geografia**, v. 12, n. 37, p. 289, 2011.

ASSAD, E. D.; MASUTOMO, R.; SANO, E. E. ; CASTRO, L. H.; SILVA, F. M. Veranico na região dos cerrados: Frequência e probabilidade de ocorrência. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 9, p. 993-1003, 1993.

AZEVEDO, P. V.; RAMALHO, T. V. R.; NETO, A. M. S.; PEREIRA, J. R. C.; SOBRINHO, E. J.; MACIEL, G. F. Necessidades hídricas da cultura do algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 863-870. 1993.

AZEVEDO, P. V.; SILVA, F. D. S. Risco climático para o cultivo do algodoeiro na região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**. v.22, n.3, p.409, 2007.

AYOADE, J.O. O clima e a agricultura. In: Política de formação humana na área de pesca marinha e continental, aquíicultura familiar. Introdução á climatologia para os trópicos. 5ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

BARBANO, M. T. **Riscos climáticos e épocas de semeadura para o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Carioca) na safra Das águas no estado de São Paulo**. Dissertação de mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical. Campinas – SP. Instituto Agrônômico. 2003.

BARONI, L. CENCI, L. TETTAMANTI, M. BERATI, M. "Evaluating the environmental impact of various dietary patterns combined with different food production systems". **European Journal of Clinical Nutrition**, n. 61, p.279–286, 2007.

BARNSTON, A. G.; SMITH, T. M. Specification and prediction of global surface temperature and precipitation from global SST using CCA. *Journal of Climate*, v.9, p.2660-2697, 1996.

BELTRÃO, N. E.; BEZERRA, M. J. R. C.; BARRETO, A. N. Recomendações técnicas para cultivo do algodoeiro herbáceo de sequeiro e irrigado nas regiões Nordeste e Norte do Brasil.. (Circular técnica 17). Embrapa/CNPA, Campina Grande, PB 72 p, 1993

BERGAMASCHI, H. Deficiência hídrica em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 7, p. 745-757, 1988.

BURIOL, G. A.; ESTEFANEL, V.; CHAGAS, A. C.; EBERHARD, T. D. Clima e vegetação natural do estado do Rio Grande do Sul segundo o diagrama climático de Walter e Lieth. **Ciência Florestal**, v. 17, n. 2, p. 91-100, 2007.

BUSSAB, W. O.; MORETTIN, P. A. Estatística Básica. Atual Editora Ltda, São Paulo - SP. 4ª Ed., 322p., 1987.

CONAB, COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/>, acessado em maio de 2011.

CANO, W.; BRANDÃO, C. A. A Região Metropolitana de Campinas: urbanização, finanças e meio ambiente. Campinas: Unicamp, 439 p, 2002.

CARVALHO, A. L. de. **Estação de cultivo baseada na precipitação pluvial diária e na ocorrência de períodos secos para a região de Rio Largo, Alagoas**. Dissertação de Mestrado em Meteorologia, Maceió – AL: MET, UFAL, 2010.

CASTRO NETO, P.; SEDIYAMA, G. C.; VILELA, E. A. Probabilidade de ocorrência de períodos secos em Lavras, Minas Gerais. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 4, n. 1, p. 46-55, 1980.

CORAL, G; ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; IAFFE, A. Utilização de um modelo agrometeorológico na estimativa de produtividade da cultura da soja no estado do Paraná. **IN... Anais do XIV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**, Campinas, SP. 2005.

DANFÁ, S, SILVA, A. M.; MELLO, C. R.; COELHO, G.;VIOLA, M. R.; ÁVILA, L. F. Distribuição espacial de valores prováveis de precipitação pluvial para períodos quinzenais, em Guiné-Bissau. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.15, n.1, p.67–74, 2011.

DANTAS, R. T. Caracterização da estação chuvosa em três municípios do estado da Paraíba e aplicação da distribuição gama incompleta. **Atmosfera e água**, v.2, n.3, 1998.

DOORENBOS J.; KASSAM, A.H. Yield response to water. Roma: FAO, 193p, 1979.

EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Cultivo do algodão herbáceo na agricultura familiar. 2008. Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoAgriculturaFamiliar_2ed/index.html. Acessado em 15 de março de 2011.

FIETZ, C. R.; URCHEI, M. A.; FRIZZONE, J. A.; FOLEGATTI, M. V. Probabilidade de ocorrência de períodos secos e chuvosos na região de Dourados, MS. **IRRIGA**, Botucatu, v. 3, n. 1, p. 16-22, 1998.

FOLEGATTI, M. V.; PAZ, V. P. S.; PEREIRA, A. S.; LIBARDI, V. C. M. Efeito de diferentes níveis de irrigação e de déficit hídrico na produção do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L). In: Congresso Chileno de Engenharia Agrícola, 2., Chillan, 1997.

GONÇALVES, S. L.; WREGE, M. S.; CARAMORI, P. H.; MARIOT, E. J.; ABUCARUB NETO, M. Probabilidade de ocorrência de temperaturas superiores a 30°C no florescimento do feijoeiro (*Phaseolus Vulgaris* L.), cultivado na safra das águas no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 99-107, 1997.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário 1995-1996. Rio de Janeiro, 1998.

_____. Censo Agropecuário de 2006 no Brasil. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006/default.shtm>. Acessado em: fevereiro de 2011.

_____. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acessado em janeiro de 2011.

_____. Produção agrícola municipal - PAM. 2003. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2003/pam2003.pdf>. Acessado em maio de 2010.

KOGHISHI, M. S.; CARAMORI, P. H.; MORAIS, H.; ANDRADE, G. A.; YADA, I. F.; RIBEIRO, A. M. A.; RICCE, W. S. Precipitação mínima para a semeadura de soja e feijão das águas, em Londrina, Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.16, n. 2, p.168, 2008.

LOPO, A. B.; MATA, M.V. M.; ANDRADE, R. L.; SILVA, C. M. S. Ciclo diário de precipitação sobre a cidade de Natal-RN.2010. Disponível em: http://www.cbmet2010.com/anais/artigos/701_10455.pdf, acessado em 07 de julho de 2011.

MALUF, J. R. T.; CAIAFFO, M. R. R. Zoneamento agroclimático da cultura de feijão no estado do Rio Grande do Sul: recomendação de períodos favoráveis de semeadura por região agroecológica. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, Salvador, 1999. Resumos... Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, p.455-458, 1999.

MARION, E. **Parâmetros hídricos para estimativa do rendimento de grãos de soja.** Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção - Universidade Federal de Santa Catarina. 102f. 2004.

MELO JUNIOR, J. C. F.; SEDIYAMA, G. C.; FERREIRA, P. A.; LEAL, B. G.; MINUSI, R. B. Distribuição espacial da frequência de chuvas na região hidrográfica do Atlântico, Leste de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 02, 2006.

MODARRES, R.; SILVA, V. P. R. Rainfall trends in arid and semi-arid regions of Iran. **Journal of Arid Environments**, v.70, p.344-355, 2007.

MORAIS, A. R.; BOTELHO, V. A. V. A.; CARVALHO, L. G.; MUNIZ, J. A.; LAGE, G. Estimativa da precipitação provável em Lavras (MG) através da distribuição Gama. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.9, n.2, p. 305-310. 2001.

MORETTIN, L. G. Estatística Básica. Editora McGraw-Hill do Brasil Ltda, São Paulo - SP. 6ª Ed., 183p., 1991.

MUDANÇA DO CLIMA: Negociações internacionais sobre a mudança do clima: vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima. Brasília: Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. v.1, p. 250, 2005. (Cadernos NAE, 3).

NERY, J. T. Dinâmica climática da região Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.1, n. 1, p. 62, 2005.

NIEUWOLT, S. Estimating the agricultural risks of tropical rainfall. **Agricultural and Forest Meteorology**, 45: p. 251-263, 1989.

NOGUEIRA, P. F. Escassez de água. 2003. Disponível em: <<http://www.uniagua.org.br/website/default.asp?tp=3&pag=reuso.htm>>. Acesso em: 22 de julho de 2010.

PIZZI, K.; TRINDADE, S. P. A influência da precipitação na cultura da cenoura: estudo de caso o município de São Gotardo-MG. In: **Anais do VII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica**. 2006. Rondonópolis: UFMT (campus de Rondonópolis), 2006.

RAES, D.; SITHOLE, A.; MAKARAU, A.; MILFORD, J. Evaluation of first planting dates recommended by criteria currently used in Zimbabwe. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 125, p. 177-185, 2004.

RAMOS, F. A. P. **Comportamento da cana-de-açúcar SP 79-1011, submetida a diferentes épocas de plantio em duas condições edafoclimáticas**. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal da Paraíba. Areia – PB: UFPB/CCA, 51p., 2006.

RAO, V. B.; LIMA, M. C.; FRANCHITO, S. H. Seasonal and Interannual Variations of Rainfall over Eastern Northeast Brazil. **Journal of Climate**, v. 6, n. 9, p. 1754-1763, 1993.

RAO, V.B.; HADA, K. Characteristics of Rainfall over Brazil: Annual and Variations and Connections with the Southern Oscillation, **Theoretical and Applied Climatology**, v. 2, n. 2, p. 81-91, 1990.

RAO, V.B.; SÁ, L.D.A; FRANCHITO, S.H.; HADA, K. Interannual variations of rainfall and corn yields in northeast Brazil. *Agricultural and Forest Meteorology*. v. 85, p. 63-74,1997.

SANT'ANNA NETO, J.L.; BARRIOS, N. A. Z. **Boletim climatológico**. Presidente Prudente, FCT/UNESP, 56 p. 1996.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e processos morfológicos e fisiológicos das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 3, p. 287-294, 2007.

SENA, J. V. C. Informe rural: produção, área colhida e venda de feijão no Nordeste. 2010. Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste – ETENE. Disponível em:http://www.bnb.gov.br/content/aplicacao/etene/etene/docs/ire_ano4_n22.pdf. Acessado em 30 de julho de 2011.

SILVA, B. B. **Estudo da precipitação no estado da Paraíba: Regimes pluviais e caracterização de anos secos e chuvosos**. (Dissertação do Mestrado), Campina Grande - PB: UFPB, 100p, 1985.

SILVA, D. F.; PRELO-PANTANO, A.; SANT'ANNA NETO, J. L. Variabilidade da precipitação e produtividade agrícola na região do médio Parapanema, SP. In: **Revista Brasileira de Climatologia**. Ano 4, v. 3/4, p. 101- 116, 2008.

SILVA, J. W. F.; SANTOS, R. L.; SANTO, S. M. Pluviosidade x Produtividade agrícola no município de Feira de Santana-BA (1994 a 2004). In: **Anais do VII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica**. Rondonópolis: UFMT (campus de Rondonópolis). 2006.

SILVA, J. W.; GUIMARAES, E. C.; TAVARES, M. Variabilidade temporal da precipitação mensal e anual na estação climatológica de Uberaba-MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 03, p. 665-674, maio/jun. 2003.

SILVA, L. L. **Precipitações pluviais da pré-estação chuvosa no período chuvoso e suas influências na produtividade agrícola da Paraíba**. (Dissertação do Mestrado), Campina Grande - PB: UFCG, p.34, 2007.

SILVA, M. E. S.; GUETTER, A. K.; Mudanças climáticas regionais observadas no estado do Paraná. Terra Livre. São Paulo. V.1, n. 20, p.111-126, 2003.

SILVA, V. P. R.; CAVALCANTI, E. P; NASCIMENTO, M. G.; CAMPOS, J. H. B. C. Análise da precipitação pluvial no estado da Paraíba com base na teoria da entropia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, DEAg/UFCG, v.7, n.2, p.269-274, 2003.

SILVA, V. P. R.; PEREIRA, E. R. R.; AZEVEDO, P. V.; SOUSA, F. A. S.; SOUSA, I. F. Análise da pluviometria e dias chuvosos na região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola. Ambiental**, v.15, n.2, p.131-138, 2011.

SILVEIRA, V. P.; ASSIS, S. V. Ocorrência de períodos secos na cidade de Pelotas, Rs. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, XI, Rio de Janeiro, RJ, Anais...2000.

SIVAKUMAR, M. V. K. Predicting rainy season potential from the onset of rains in the Sahelian and Sudanian Climatic zones of West Africa. **Agricultural and Forest Meteorology**. 42, p. 295-305. 1988.

SOUSA, S. A. V. Programa computacional para simulação da ocorrência de veranicos e queda de rendimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 12, p. 1951, 1998.

SOUZA, G. P.; MARTINS, M. L. O. F; NERY, J. T. Variabilidade De Precipitação Na Bacia Hidrográfica Do Rio Pirapó XII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Foz de Iguaçu-PR, p.1285 – 1290. 2002.

SPIEGEL, M.R.. Estatística. McGraw-Hill, São Paulo, SP. 580 p. 1977.

STONE, L. F., PORTES, T. de A., MOREIRA, J. A.A. Efeito da tensão da água do solo sobre a produtividade e crescimento do feijoeiro II: crescimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 12, n. 5, p. 503-510, 1988.

ZANETTI, S. S.; OLIVEIRA, V. P. S.; PRUSKI, F. F. Validação do modelo Clima BR em relação ao número de dias chuvosos e à precipitação total diária. **Engenharia Agrícola**, v.26, p.96- 102, 2006.

ANEXOS

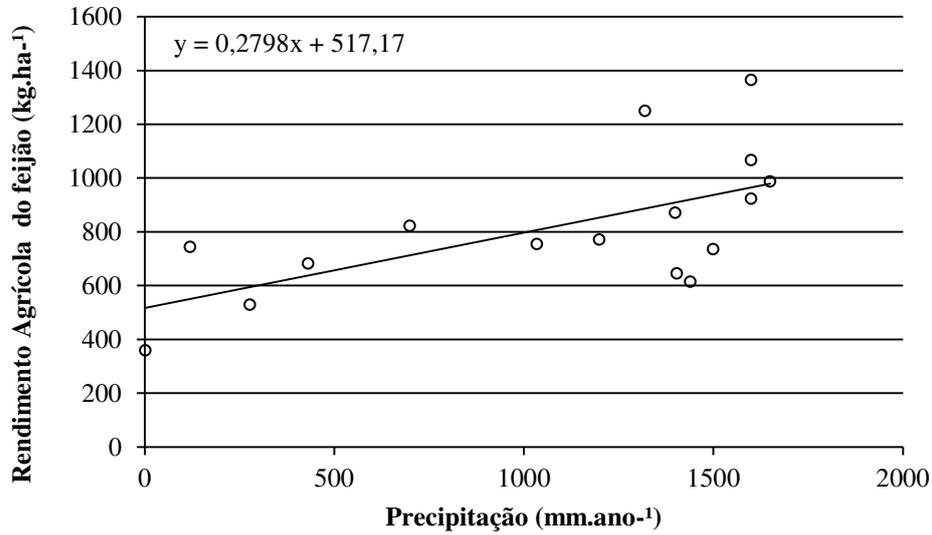


Figura 20. Equação de regressão e a dispersão entre a quantidade produzida do feijão e a precipitação anual, no período de 1994 a 2009.

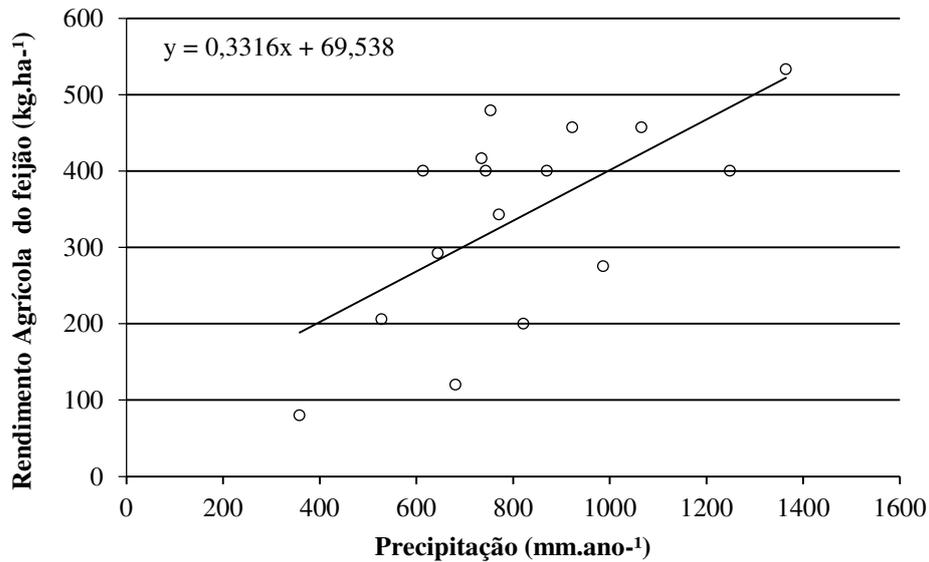


Figura 21. Equação de regressão e a dispersão entre o rendimento agrícola do feijão e a precipitação anual, no período de 1994 a 2009.

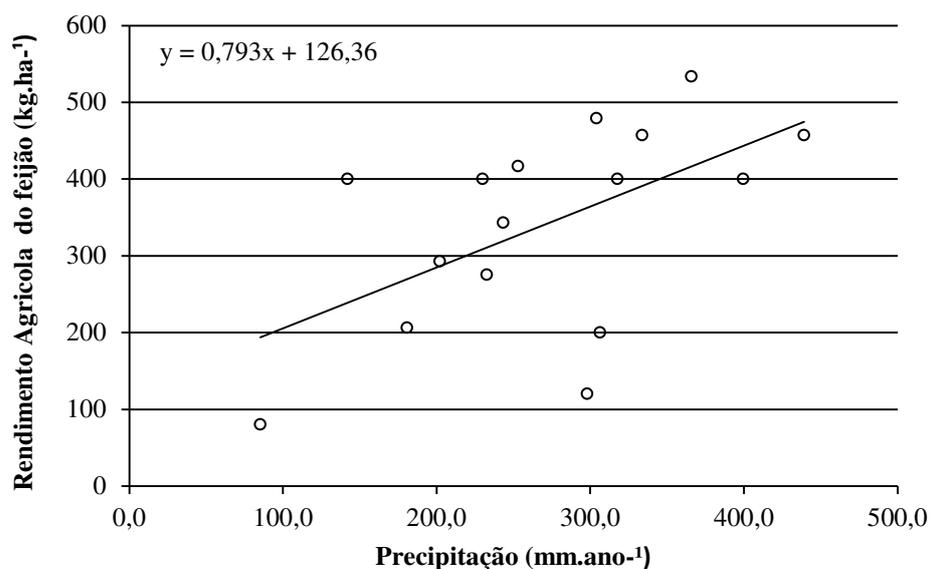


Figura 22. Equação de regressão e a dispersão entre o rendimento agrícola do feijão e a precipitação ocorrida no período de plantio (fevereiro a abril).

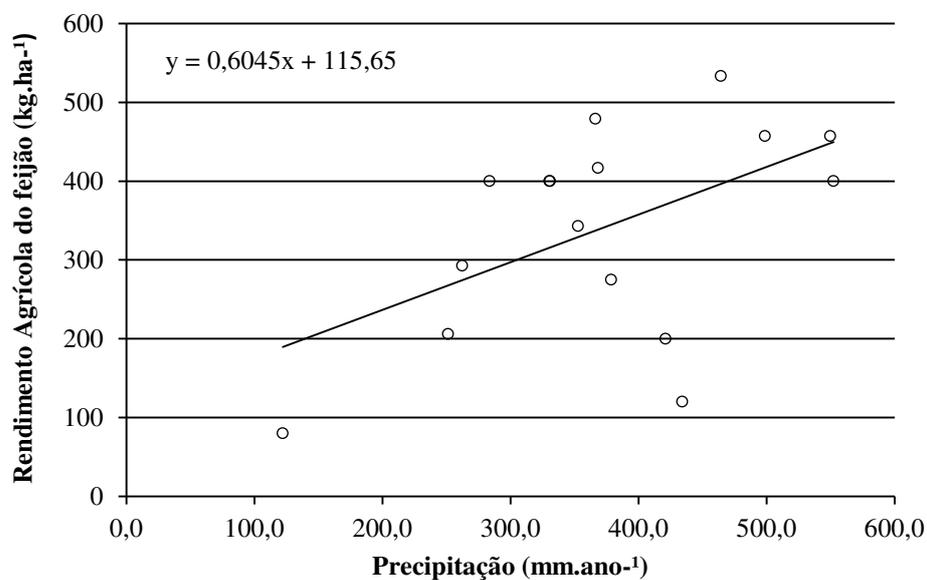


Figura 23. Equação de regressão e a dispersão entre o rendimento agrícola do feijão e a precipitação ocorrida no período dos tratamentos culturais.

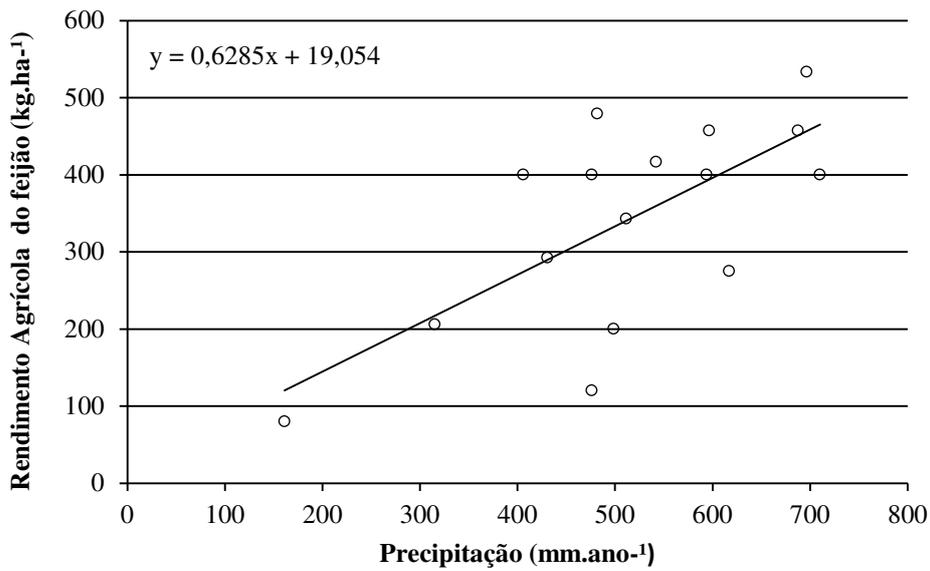


Figura 24. Equação de regressão e a dispersão entre o rendimento agrícola do feijão e a precipitação ocorrida no período de plantio à colheita, dessa cultura (fevereiro a junho).

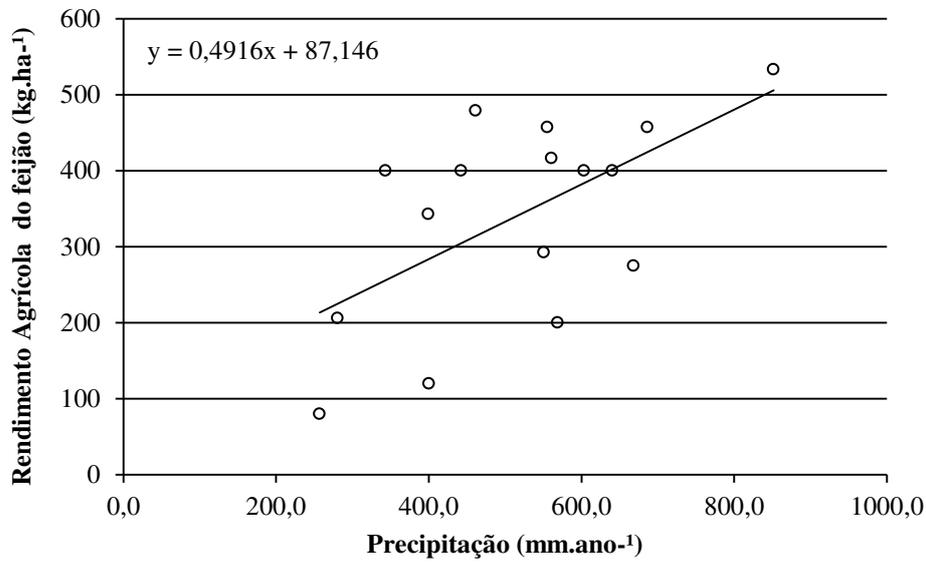


Figura 25. Equação de regressão e a dispersão entre o rendimento agrícola do feijão e a precipitação ocorrida no período da estação chuvosa (abril a agosto).

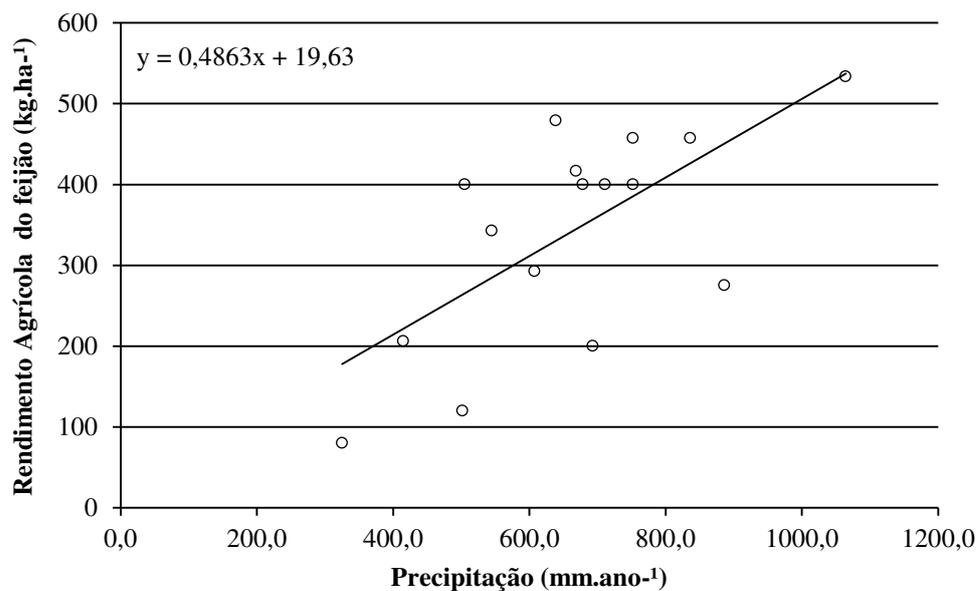


Figura 26. Equação de regressão e a dispersão entre o rendimento agrícola do feijão e a precipitação ocorrida no período de março a setembro.

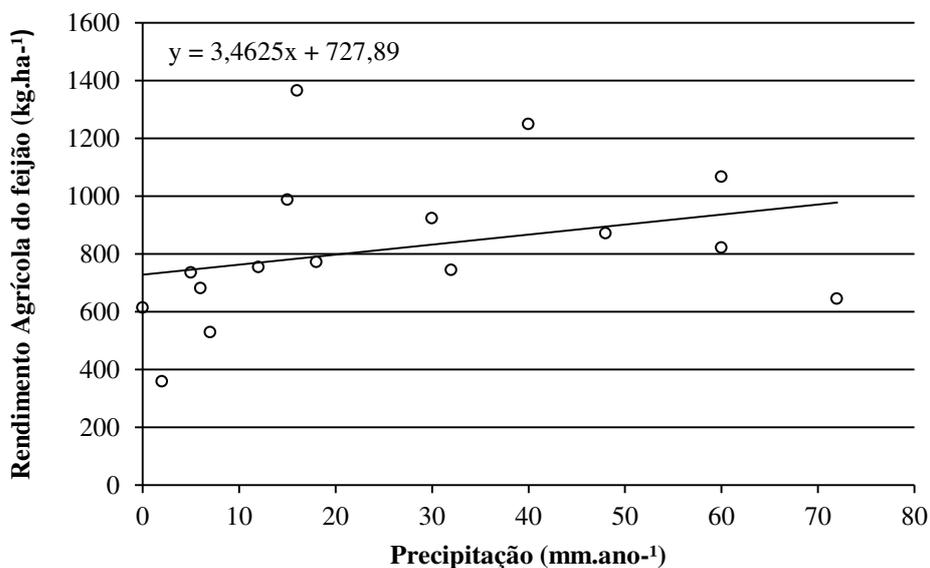


Figura 27. Equação de regressão e a dispersão entre a quantidade produzida do algodão herbáceo e a precipitação anual, no período de 1994 a 2009.

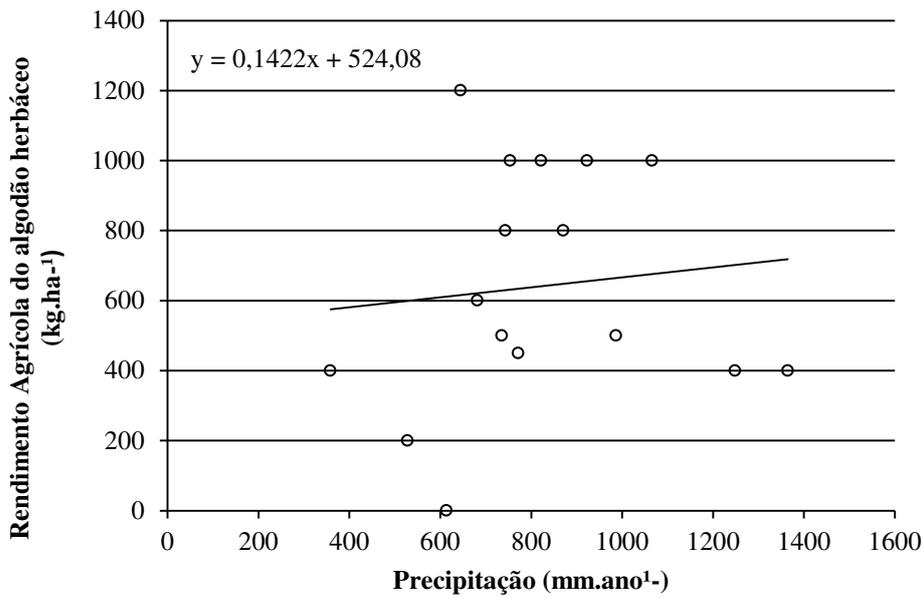


Figura 28. Equação de regressão e a dispersão entre o rendimento agrícola do algodão herbáceo e a precipitação anual.

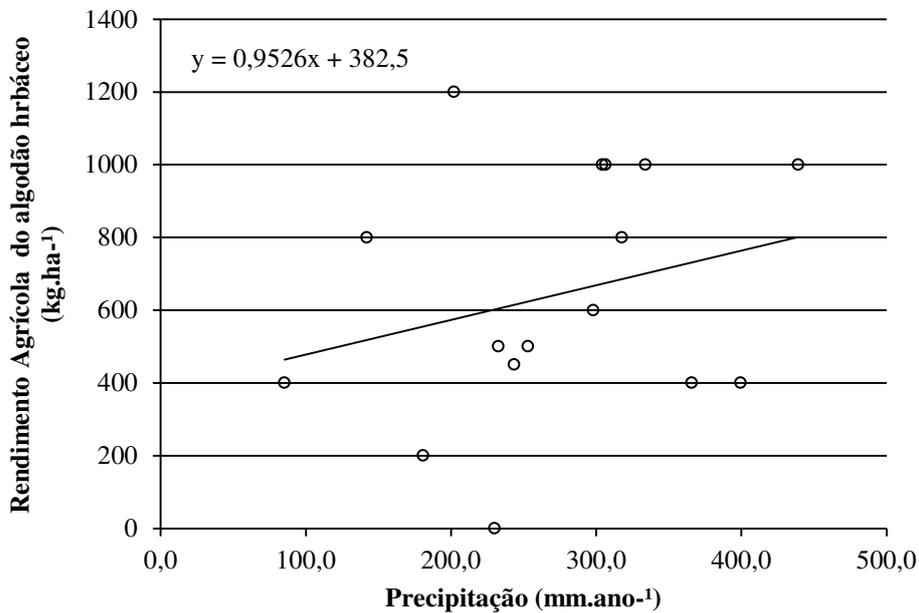


Figura 29. Equação de regressão e a dispersão entre o rendimento agrícola do algodão herbáceo e a precipitação ocorrida no período de plantio (fevereiro a abril).

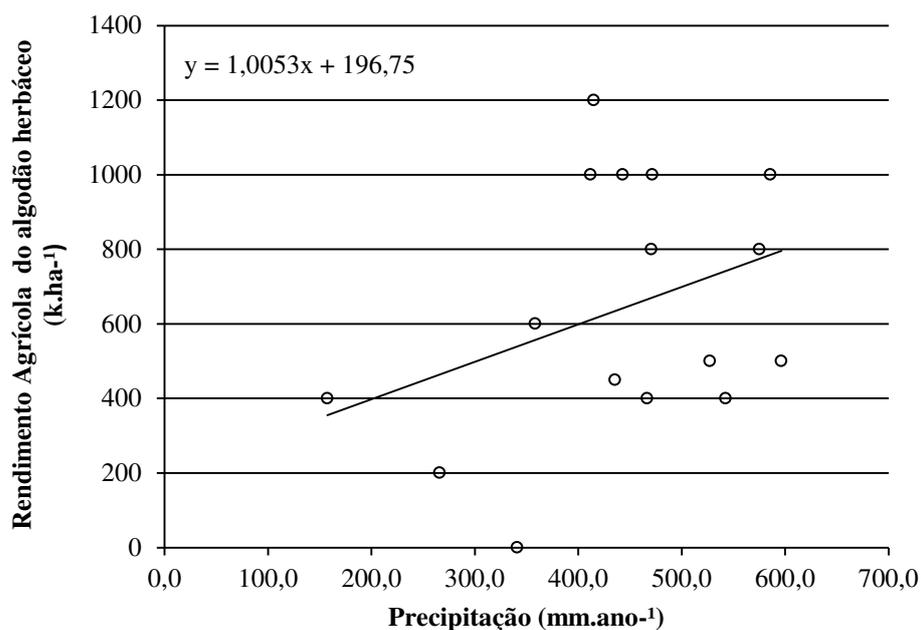


Figura 30. Equação de regressão e a dispersão entre o rendimento agrícola do algodão herbáceo e a precipitação ocorrida no período de tratamentos culturais (março a junho).

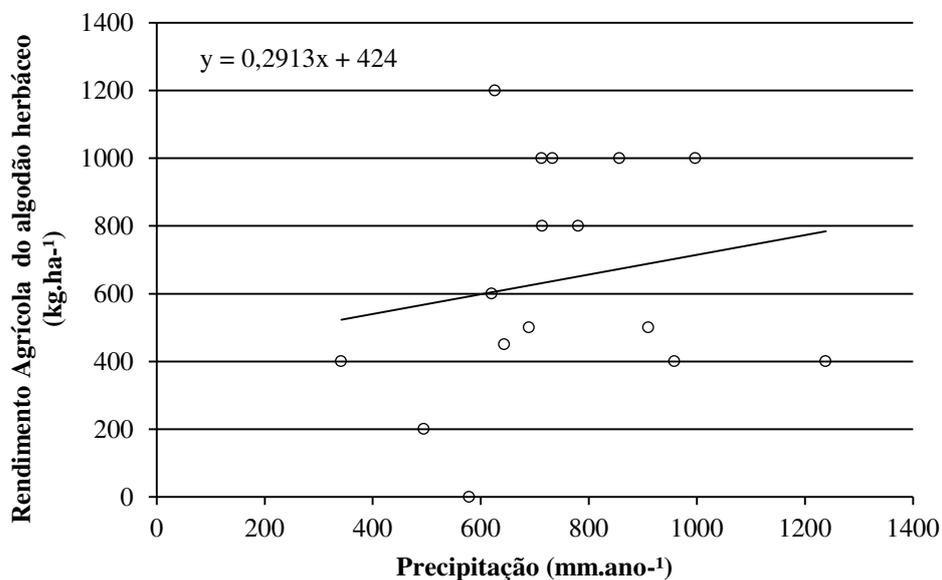


Figura 31. Equação de regressão e a dispersão entre o rendimento agrícola do algodão herbáceo e a precipitação ocorrida no período de plantio a colheita dessa cultura (fevereiro a outubro).

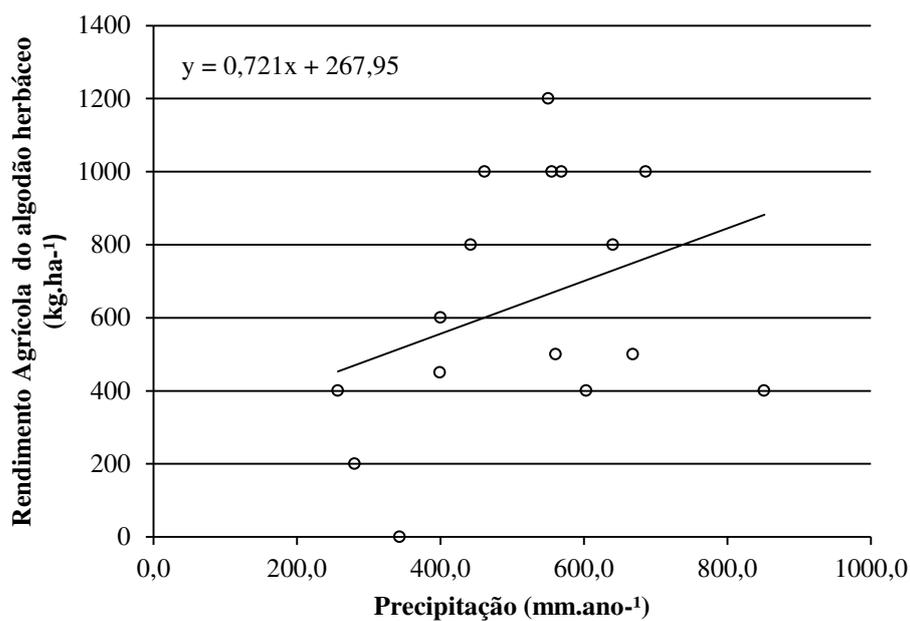


Figura 32. Equação de regressão e a dispersão entre o rendimento agrícola do algodão herbáceo e a precipitação ocorrida no período da estação chuvosa (abril a agosto).

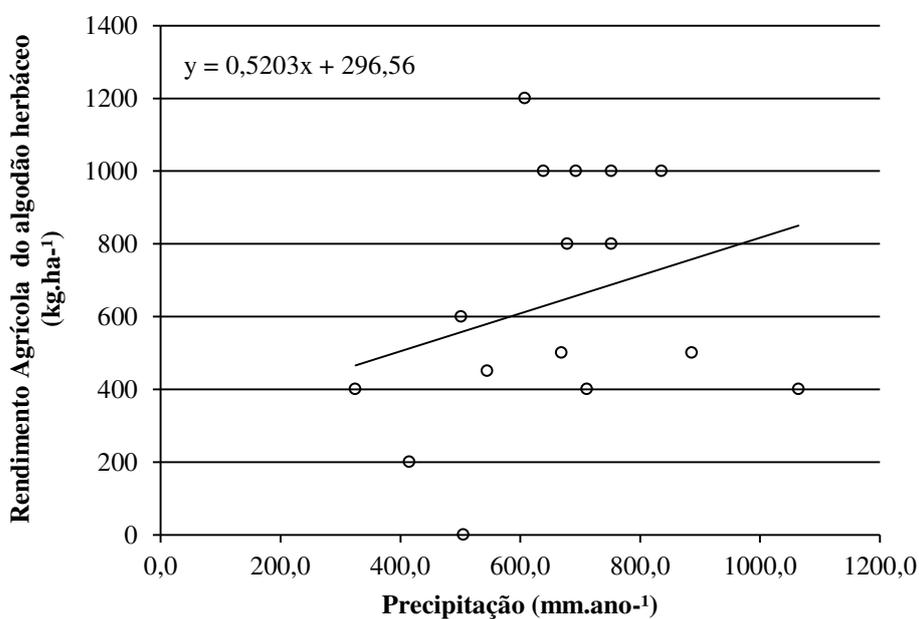


Figura 33. Equação de regressão e a dispersão entre o rendimento agrícola do algodão herbáceo e a precipitação ocorrida no período de março a setembro.

Tabela 04 . Precipitação e frequência de dias com chuva na estação chuvosa no ano de 1995.

Mês	Precipitação (mm)	Nº de dias com chuva
Abril	132,4	16
Maio	60,2	16
Junho	168,4	26
Julho	170,2	24
Agosto	19,3	14

Tabela 05. Precipitação e frequência de dias com chuva na estação chuvosa no ano de 1998.

Mês	Precipitação (mm)	Nº de dias com chuva
Abril	18,8	6
Maio	37,0	15
Junho	38,8	19
Julho	67,1	17
Agosto	95,4	20

Tabela 06. Precipitação e frequência de dias com chuva na estação chuvosa no ano de 1999.

Mês	Precipitação (mm)	Nº de dias com chuva
Abril	13,8	7
Maio	70,6	14
Junho	63,7	8
Julho	95,8	14
Agosto	36,5	15

Tabela 07. Precipitação e frequência de dias com chuva na estação chuvosa no ano de 2000.

Mês	Precipitação (mm)	Nº de dias com chuva
Abril	148,7	17
Maio	98,6	15
Junho	232,0	22
Julho	171,5	23
Agosto	200,8	17