

RELAÇÕES DAS PRECIPITAÇÕES DA PRÉ-ESTAÇÃO COM O PERÍODO CHUVOSO NO ESTADO DA PARAÍBA

Lindenberg Lucena da Silva¹, Hudson Ellen Alencar Menezes², Renilson Targino Dantas³, Rafael Ferreira da Costa⁴, Hamstrong Ellen Alencar Menezes⁵

Resumo: Este estudo foi realizado para se determinar as possíveis relações existentes entre as precipitações pluviiais da pré-estação chuvosa (3 meses) com as precipitações do período chuvoso (7 meses) para os anos de 1975 a 2005, em seis microrregiões pluviometricamente homogêneas da Paraíba (Litoral, Brejo, Agreste, Cariri/Curimataú, Sertão e Alto Sertão). As três microrregiões, Litoral, Brejo e Agreste, tiveram pré-estações chuvosas (fevereiro, março e abril) representando cerca de 40% das precipitações dos períodos chuvosos (fevereiro a agosto). Enquanto que as microrregiões do Cariri/Curimataú, Sertão e Alto Sertão, registraram pré-estações chuvosas (novembro, dezembro e janeiro) representando cerca de 20% das precipitações dos períodos chuvosos (novembro a maio). Com a estimativa da precipitação no período chuvoso poderá se decidir plantar, ou não, em uma determinada microrregião. Todas as microrregiões apresentaram leve tendência de redução da precipitação anual, exceto o Litoral que mostrou suave tendência de aumento.

Palavras-chave: Microrregiões. Pluviometria. Prognóstico.

1 Introdução

As adversidades no clima podem ser causadas por mudanças antropogênicas ou naturais. As alterações climáticas antropogênicas no meio físico, geralmente são quase irreversíveis e se apresentam em escala local e regional. Quanto às causas naturais, estas podem alcançar extensões globais e influenciar na circulação geral da atmosfera e nos eventos climáticos extremos.

O novo mapeamento do Semiárido brasileiro abrange uma extensão territorial de aproximadamente $1,6 \times 10^6$ km², dos quais 969.589,4 km² abrangem oito dos nove Estados (exceto o Maranhão) que integram a região Nordeste do Brasil (NEB), localizada entre 1° e 18° Sul e 35° e 48° Oeste, e mais alguns municípios do Norte de Minas e do Espírito Santo (MI-SPDR, 2005).

Na maior parte da região Nordeste a precipitação é escassa e tem flutuações interanuais bastante acentuadas. O problema da irregularidade pluviométrica na

NEB resulta, não somente da variação dos totais de chuva, mas, principalmente da duração e intensidade dessas precipitações. Assim a compreensão da variabilidade espacial e temporal da pluviometria na NEB é importante para os estudos meteorológicos regionais. O déficit hídrico é o grande problema enfrentado na região, causando problemas econômicos com reflexos sociais. As adversidades climáticas, aliadas ao pouco acesso às modernas tecnologias disponíveis ao homem do campo, resultaram em consequências danosas às populações locais, principalmente na agricultura e na pecuária que são a base da economia local (SILVA; BRITO; PONTES, 2004). A NEB se caracteriza do ponto de vista climático por apresentar substancial variação temporal e espacial da precipitação pluvial, sendo que em termos de pluviosidade, anos com altos índices podem causar prejuízos às atividades agrícolas, iguais ou superiores àqueles de anos secos. Por isso, estudos da precipitação têm sido desenvolvidos para as previsões de índices pluviométricos com

¹ E-mail: lindenberg@itep.br

² E-mail: hudsonellen@bol.com.br
Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Avenida Antônio Carlos Magalhães, 510, Santo Antônio, Juazeiro – BA, CEP: 48.902-300. Telefone: (74)21027604.

³ E-mail: renilson@dca.ufcg.edu.br

⁴ E-mail: rfcosta@ymail.com

⁵ Email: hamstrong@bol.com.br

bons níveis de confiança para uso prático (NOBRE, 1996; NOBRE; MOURA; SUN, 2001). Para a NEB as grandes variações pluviométricas interanuais estão associadas às interações oceano-atmosfera, como as oscilações da temperatura da superfície do mar (TSM) sobre os oceanos tropicais, as quais influenciam a posição e a intensidade da zona de convergência intertropical (ZCIT) sobre o oceano Atlântico, alterando a pluviosidade sobre o norte do nordeste e o planalto da Borborema (REPELLI; NOBRE, 1996; NOBRE; MELO, 2001; NOBRE; MOURA; SUN, 2001). Molion e Bernardo (2002) sugeriram que a variabilidade interanual da distribuição de chuvas na NEB, nas escalas espacial e temporal, se relaciona às mudanças nas configurações de circulação atmosférica de grande escala e com a interação oceano-atmosfera no Pacífico e no Atlântico tropicais.

A precipitação pluvial é a variável meteorológica de maior importância para a agricultura de sequeiro. A quantidade e a distribuição de chuvas são importantes para as culturas, pois a demanda hídrica deve ser considerada para que as plantas apresentem um bom desenvolvimento, que refletirá na produtividade. O estabelecimento de um prognóstico do período chuvoso, com as informações de alguns meses anteriores (pré-estação chuvosa) em relação aos meses de maior pluviometria (estação chuvosa), viria ao encontro dos interesses dos habitantes locais de prevenção e de planejamento das medidas mitigadoras dos efeitos adversos das estiagens sobre as populações e economia regional. Em virtude da irregularidade pluviométrica, periodicamente grandes extensões da NEB são submetidas aos efeitos das estiagens que ocasionam o êxodo rural e enfraquecem a economia local. A importância da relação entre as precipitações da pré-estação chuvosa e as precipitações do período chuvoso é determinar a contribuição das chuvas ocorridas na época da pré-estação no total da precipitação do período chuvoso, época em que será realizado o cultivo agrícola, devido às melhores condições hídricas do solo. Pois, antes da pré-estação chuvosa sempre há um período de estiagem que reduz bastante o conteúdo de água no solo disponível para as plantas. Este trabalho teve o objetivo de determinar as relações entre as precipitações pluviais da pré-estação chuvosa com as do período chuvoso nas microrregiões da Paraíba no período de

1975 a 2005, para subsidiar o planejamento agrícola.

2 Material e métodos

Para estudar as relações entre a precipitação pluvial da pré-estação chuvosa com a precipitação pluvial do período chuvoso em algumas microrregiões do Estado da Paraíba, foram utilizadas séries temporais de 1975 a 2005 de precipitação pluvial disponibilizados pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs). O conjunto de dados consiste de séries mensais de precipitação de 66 postos pluviométricos localizados no Estado da Paraíba, sendo que o ano de 1992 foi excluído por conter falhas incontornáveis nas informações. Foram utilizadas seis microrregiões pluviometricamente homogêneas para a Paraíba (06°02' — 08°30' Sul; 34°79' — 38°77' Oeste), denominadas: Litoral, Brejo, Agreste, Cariri/Curimataú, Sertão e Alto Sertão.

Nestas microrregiões as informações foram organizadas em épocas em função de as precipitações terem sido em quantidades semelhantes, e foram classificadas como: pré-estação chuvosa (PE), estação chuvosa ou quadra chuvosa (EC), período chuvoso (PC), e precipitação anual total (PA). O PC foi determinado como sendo os sete meses consecutivos com as maiores precipitações para cada microrregião da Paraíba. Posteriormente, esse PC foi subdividido em duas épocas, a PE estabelecida como sendo os três primeiros meses do PC, e a EC formada pelos quatro meses restantes do PC, e os doze meses do ano foram considerados como a PA.

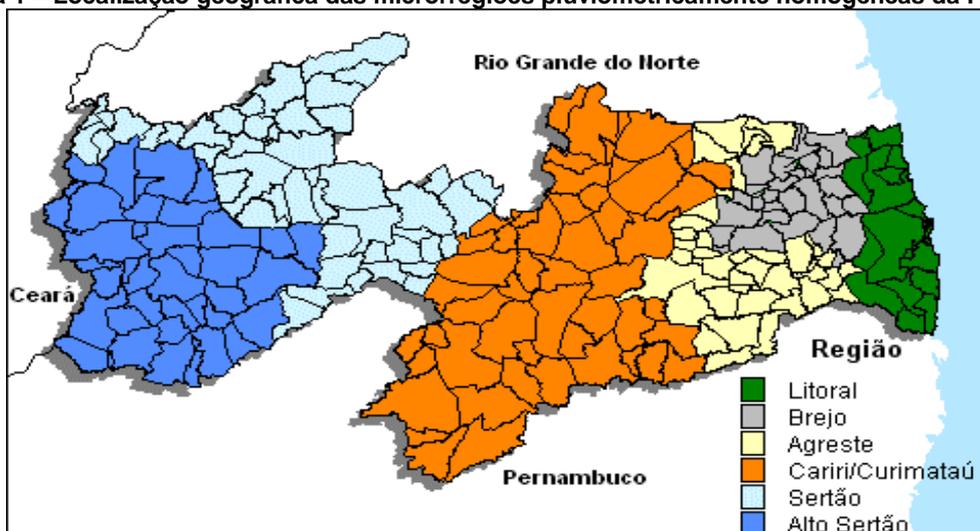
As correlações foram obtidas pelas equações de regressões lineares simples, ou seja, calculou-se o coeficiente de correlação linear (r) entre as precipitações da PE e o PC de cada microrregião da Paraíba. Para a correlação tem-se $N = 30$, ou seja, 30 anos de dados e, $N - 2 = 28$, que é o grau de liberdade. Então os valores do teste estatístico T de Student (t) e o coeficiente de correlação crítico (r_c) são: para 99% de confiança, ou seja, com significância de 1% ($\alpha = 0,01$), $t = 2,76$; $r_c = 0,462$; para 95% de confiança, ou seja, com significância de 5% ($\alpha = 0,05$), $t = 2,05$; $r_c = 0,361$. Isso significa que para os coeficientes de correlação estimados com grau de liberdade 28, a confiança estatística de que realmente há correlação entre as variáveis é de 99%, e

assim também para o nível de confiança de 95%.

A divisão da Paraíba em seis microrregiões homogêneas, Litoral, Brejo, Agreste, Cariri/Curimataú, Sertão e Alto Sertão, e sua distribuição geográfica é mostrada na Figura 1 (SILVA; BRITO; PONTES, 2004). Os 3 postos pluviométricos que representaram a microrregião do Litoral paraibano foram Alhandra, Cruz do Espírito Santo e Mamanguape. Os postos do Brejo foram 8, Alagoa Grande, Alagoa Nova, Araçagi, Areia, Bananeiras, Caiçara, Sapé e Serraria. No Agreste também foram 8 postos, Acaú, Araruna, Aroeiras, Cacimba de Dentro, Fagundes, Pilar, Salgado e Umbuzeiro. O Cariri/Curimataú foi onde se localizou o maior número de postos, 19 no total, Barra de Santana, Cabaceiras, Camalaú,

Caraúbas, Coxixola, Gurjão, Olivedos, Pedra Lavrada, Pocinhos, Prata, Riacho de Santo Antônio, Salgadinho, Santa Maria da Paraíba, Seridó, Soledade, Sossego, São João do Tigre, São José dos Cordeiros e São Sebastião do Umbuzeiro. Os 13 postos do Sertão foram Água Branca, Brejo do Cruz, Imaculada, Jenipapeiro dos Carreiros, Jericó, Mãe D'água, Malta, Passagem, São Francisco, São Mamede, Santa Luzia, Santa Terezinha e Uiraúna. E finalmente para o Alto Sertão foram utilizados 15 postos, Aguiar, Bonito de Santa Fé, Cajazeiras, Conceição, Ibiara, Juru, Manaíra, Nazarezinho, Olho D'água, Princesa Isabel, São João do Rio do Peixe, São José da Lagoa Tapada, São José de Piranhas, Santana dos Garrotes e Serra Grande.

Figura 1 – Localização geográfica das microrregiões pluviometricamente homogêneas da Paraíba.



Fonte: Silva, Brito e Pontes (2004).

3 Resultados e discussão

3.1 Análises dos períodos de precipitação pluvial nas microrregiões da Paraíba

As microrregiões do Litoral, Brejo e Agreste tiveram a PE compreendida nos meses de fevereiro, março e abril, e a EC nos meses de maio, junho, julho e agosto. Para as microrregiões do Cariri/Curimataú, Sertão e Alto Sertão, a PE foi estabelecida nos meses de novembro, dezembro e janeiro, enquanto que a EC foi representada pelos meses de fevereiro, março, abril e maio. Ficou caracterizada a divisão do Estado em duas grandes áreas com PC diferentes, uma a Leste da Serra da

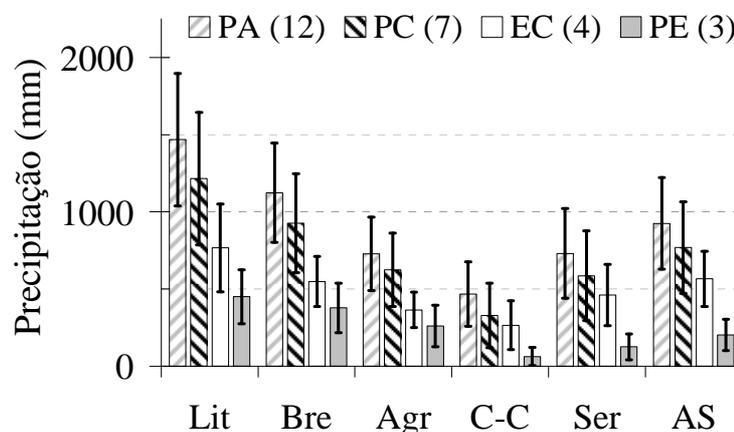
Borborema representada pelas microrregiões do Litoral, Brejo e Agreste, e outra a Oeste da Serra com as microrregiões do Cariri/Curimataú, Sertão e Alto Sertão. Esses resultados diferem dos propostos por Braga e Silva (1990) e por Silva (2004) que determinaram PC diferentes para as mesmas microrregiões utilizando séries temporais de precipitação com durações distintas. Alcântara et al. (2005) enfatizaram a ocorrência de períodos mais chuvosos de até quatro meses (quadras chuvosas) e estações secas de até nove meses, caracterizando que em média a precipitação na Paraíba é bastante variável espacialmente com valores entre 250 e 2000 mm a⁻¹.

REA – Revista de *estudos ambientais* (Online)
v.14, n. 4, p. 44-55, jul./dez. 2012

Para as seis microrregiões da Paraíba estudadas, as precipitações pluviiais variaram em quantidade e distribuição geográfica. Para o período analisado entre 1975 e 2005 o Litoral foi a microrregião da Paraíba que apresentou o maior total médio de precipitação anual (PA) com $1468 \pm 429,2$ mm a⁻¹, registrando $450,0 \pm 175,3$ mm para a PE e um total de $765,8 \pm 285,3$ mm para a EC (Tabela 1). Nesta microrregião o PC foi de 1215,8 mm (Figura 2), que representaram 82,8% da PA, sendo que a PE contribuiu com 37% da precipitação do PC. No Litoral se concentra a maioria dos 53 municípios paraibanos (dos 223 que formam o Estado) que não estão incluídos na nova classificação do Semiárido brasileiro. A microrregião do Brejo no período de 1975 a 2005, registrou o segundo maior volume de PA, em média $1123,5 \pm 321,4$ mm a⁻¹, ou 76,5% da PA do Litoral, apesar da sua EC coincidir com a do Litoral. Para o Brejo, a PE média foi de $377,7 \pm 160,1$ mm, e para a EC foi de $548,3 \pm 161,6$ mm. Para esta microrregião o PC (fevereiro a agosto) totalizou 926 mm, representando 82,4% da PA, e a PE representou 40,8% da precipitação registrada no PC. Entretanto, enquanto no Litoral o total médio da EC foi de 52,2% da PA, no Brejo as chuvas da EC corresponderam a 33,6% da PA. No Agreste, a outra microrregião com o mesmo período de PE do Litoral e do Brejo, o total da precipitação para a PE foi em média de $260,3 \pm 134,2$ mm e para a EC foi $364,1 \pm 115,3$ mm. O PC no Agreste totalizou 624,4 mm, representando 85,8% da PA de $728,1 \pm$

$238,5$ mm a⁻¹, e a PE compôs 41,7% da precipitação do PC de fevereiro a agosto. As microrregiões do Agreste e do Sertão registraram valores médios de PA muito próximos entre si, $728,1 \pm 238,5$ e $730,4 \pm 290,4$ mm a⁻¹, respectivamente, sendo que no Agreste houve uma menor variabilidade anual. Para Araújo et al. (2003) a precipitação pluviométrica na NEB em média, é de 750 mm a⁻¹, concentrada em intervalos de aproximadamente 90 a 150 dias. Nos anos de seca, não atinge os 200 mm a⁻¹. O Cariri/Curimataú registrou entre 1975 e 2005, a menor PA com uma média de $467,6 \pm 209,0$ mm a⁻¹. A sua PE foi em média de $62,3 \pm 59,4$ mm e foi registrada uma a EC de $265,4 \pm 158,7$ mm. O PC (novembro a maio) nesta microrregião foi de 327,7 mm, que representaram 70,1% da PA de $467,6 \pm 209,0$ mm a⁻¹, sendo que a PE significou 19% da precipitação do PC. Para a microrregião do Sertão, a precipitação pluvial, no período de 1975 a 2005, foi em média, de $124,6 \pm 84,8$ mm e $461,1 \pm 199,0$ mm, para a PE e a EC, respectivamente. O PC para esta microrregião totalizou 585,7 mm, representando 80,2% da PA de $730,4 \pm 290,4$ mm a⁻¹, e a PE contribuiu com 21,3% da precipitação do PC. No Alto Sertão a terceira microrregião com o mesmo período de PE, o total da PE foi em média de $202,2 \pm 101,7$ mm representando 26,3% da precipitação do PC (novembro a maio), e com uma EC de $566,1 \pm 179,5$ mm. O PC no Alto Sertão somou 768,3 mm, representando 85,8% da PA de $924,9 \pm 296,5$ mm a⁻¹.

Figura 2 – Precipitação (mm) total anual - PA, da pré-estação - PE, da estação chuvosa - EC, e do período chuvoso - PC, em seis microrregiões da Paraíba, médias de 1975 a 2005. Entre parênteses o número de meses de cada período. As barras verticais são os desvios-padrão.



REA – Revista de *estudos ambientais* (Online)
v.14, n. 4, p. 44-55, jul./dez. 2012

Tabela 1 – Precipitações médias e desvios-padrão (mm) da pré-estação chuvosa (PE), estação chuvosa (EC), e precipitação total anual (PA) para as microrregiões pluviometricamente homogêneas da Paraíba, no período de 1975 a 2005.

	Litoral	Brejo	Agreste	Cariri/Curimataú	Sertão	Alto Sertão
P E	Fevereiro a Abril			Novembro a Janeiro		
	450,0 ± 175,3	377,7 ± 160,1	260,3 ± 134,2	62,3 ± 59,4	124,6 ± 84,8	202,2 ± 101,7
E C	Maio a Agosto			Fevereiro a Maio		
	765,8 ± 285,3	548,3 ± 161,6	364,1 ± 115,3	265,4 ± 158,7	461,1 ± 199,0	566,1 ± 179,5
P A	1468,0 ± 429,2	1123,5 ± 321,4	728,1 ± 238,5	467,6 ± 209,0	730,4 ± 290,4	924,9 ± 296,5

3.2 Precipitações mensais nas microrregiões da Paraíba

Os totais médios mensais da precipitação para a microrregião do Litoral indicaram o mês de junho, com uma média de $242,4 \pm 134,2$ mm mês⁻¹ como o de maior volume, estando este mês no meio do trimestre mais chuvoso, tendo sido registrado em maio um total de $205,5 \pm 107,3$ mm mês⁻¹ e em julho $209,6 \pm 100,5$ mm mês⁻¹ (Figura 3A), valores que concordam com os encontrados por Menezes et al. (2003). A EC (maio, junho, julho e agosto) termina com uma precipitação média de $108,3 \pm 55,1$ mm mês⁻¹ em agosto. O Litoral paraibano, como destacaram Menezes et al. (2003), apresentou o trimestre mais chuvoso entre maio e julho, característica comum da região que se estende desde o Rio Grande do Norte até o Sul da Bahia. O trimestre da PE iniciou em fevereiro com total médio de $105,9 \pm 61,8$ mm mês⁻¹, seguido por março e abril com precipitações médias de $165,3 \pm 91,2$ mm mês⁻¹, e $178,8 \pm 102,1$ mm mês⁻¹, respectivamente. Entre 1975 e 2005, o total médio dos sete meses que integraram o PC (fevereiro a agosto) foi de 1215 mm. A média mensal da precipitação no Litoral no período foi de $122,0 \pm 35,8$ mm mês⁻¹. Houve um período com pequenos totais mensais de precipitação, com duração de quatro meses, iniciando em setembro com $60,6 \pm 54,9$ mm mês⁻¹, se estendendo por outubro com $34,3 \pm 23,6$ mm mês⁻¹, novembro com $34,3 \pm 33,0$ mm mês⁻¹ e dezembro que registrou uma média de $41,4 \pm 36,8$ mm mês⁻¹. É interessante observar que os meses de outubro e novembro registraram valores médios iguais, porém, os desvios-padrão indicaram uma menor variabilidade da precipitação pluvial no mês de outubro. Para o ano de 1993, as precipitações pluviais mensais foram todas abaixo da média do

período de 1975 a 2005, exceto o mês de outubro, sendo que os meses de janeiro, fevereiro, setembro, novembro e dezembro registraram valores muito abaixo do normal.

A microrregião do Brejo, assim como o Litoral, apresentou o trimestre mais chuvoso entre maio e julho, como descrito por Menezes et al. (2003). As precipitações pluviais médias mensais para a microrregião do Brejo indicaram totais como o maior volume para o mês de junho, com uma média de $163,9 \pm 74,4$ mm mês⁻¹, tendo sido registrado em maio um total médio de $142,8 \pm 56,5$ mm mês⁻¹ e em julho $155,0 \pm 77,6$ mm mês⁻¹. No Brejo, a EC foi em maio, junho, julho e agosto, sendo que no mês de agosto houve uma precipitação média de $86,6 \pm 41,0$ mm mês⁻¹. Em fevereiro teve início a PE com total médio de $88,0 \pm 61,6$ mm mês⁻¹, tendo março e abril registrado precipitações médias de $139,2 \pm 72,5$ mm mês⁻¹, e $150,5 \pm 88,2$ mm mês⁻¹, respectivamente. Os sete meses que foram considerados como PC (fevereiro a agosto) registraram um total médio de 926 mm, para o intervalo entre 1975 e 2005. No Brejo, a média mensal da precipitação para o período foi de $93,6 \pm 26,8$ mm mês⁻¹. Pequenos totais médios mensais de precipitação pluvial foram registrados num período com duração de quatro meses, começando no mês de setembro quando foram registrados $49,8 \pm 49,0$ mm mês⁻¹, passando pelo menor valor em outubro com $21,6 \pm 17,4$ mm mês⁻¹, novembro que registrou uma média de $25,8 \pm 25,5$ mm mês⁻¹ e o mês de dezembro com $33,2 \pm 29,8$ mm mês⁻¹. Este período mais seco do ano no Brejo tem como característica a grande variabilidade da precipitação pluvial em todos os quatro meses indicada pelos grandes desvios-padrão obtidos (Figura 3B).

Como descrito por Menezes et al. (2003) tanto a microrregião do Agreste como

o Litoral e o Brejo apresentaram o trimestre mais chuvoso entre maio e julho. Para o Agreste as precipitações médias mensais indicaram o mês de julho como o de maior volume com uma média de $109,4 \pm 51,2$ mm mês^{-1} , os meses de maio e junho registraram totais médios de $96,6 \pm 42,0$ mm mês^{-1} e $106,3 \pm 52,1$ mm mês^{-1} , respectivamente. Assim com no Litoral e no Brejo, no Agreste a EC se estendeu de maio a agosto, sendo que em agosto foi registrada uma precipitação média de $51,7 \pm 31,3$ mm mês^{-1} . No Agreste, na média de 1975 a 2005, a PE começou em fevereiro com $54,4 \pm 48,3$ mm mês^{-1} , atingindo em março $104,6 \pm 71,3$ mm mês^{-1} , e em abril $101,2 \pm 62,3$ mm mês^{-1} . Os sete meses do PC (fevereiro a agosto) registraram um total médio de 624,4 mm. A média mensal da precipitação foi de $60,9 \pm 19,8$ mm mês^{-1} . Totais médios mensais de precipitação pluvial com valores reduzidos foram registrados num período com duração de quatro meses, começando no mês de setembro com $27,2 \pm 29,0$ mm mês^{-1} , registrando $10,0 \pm 9,9$ mm mês^{-1} em outubro, $10,8 \pm 13,1$ mm mês^{-1} em novembro e $19,7 \pm 19,9$ mm mês^{-1} em dezembro. Os meses referentes ao período de setembro a janeiro, os cinco meses mais secos do ano no Agreste, apresentaram grande variabilidade da precipitação pluvial, e desvios-padrão maiores que a média (Figura 3C).

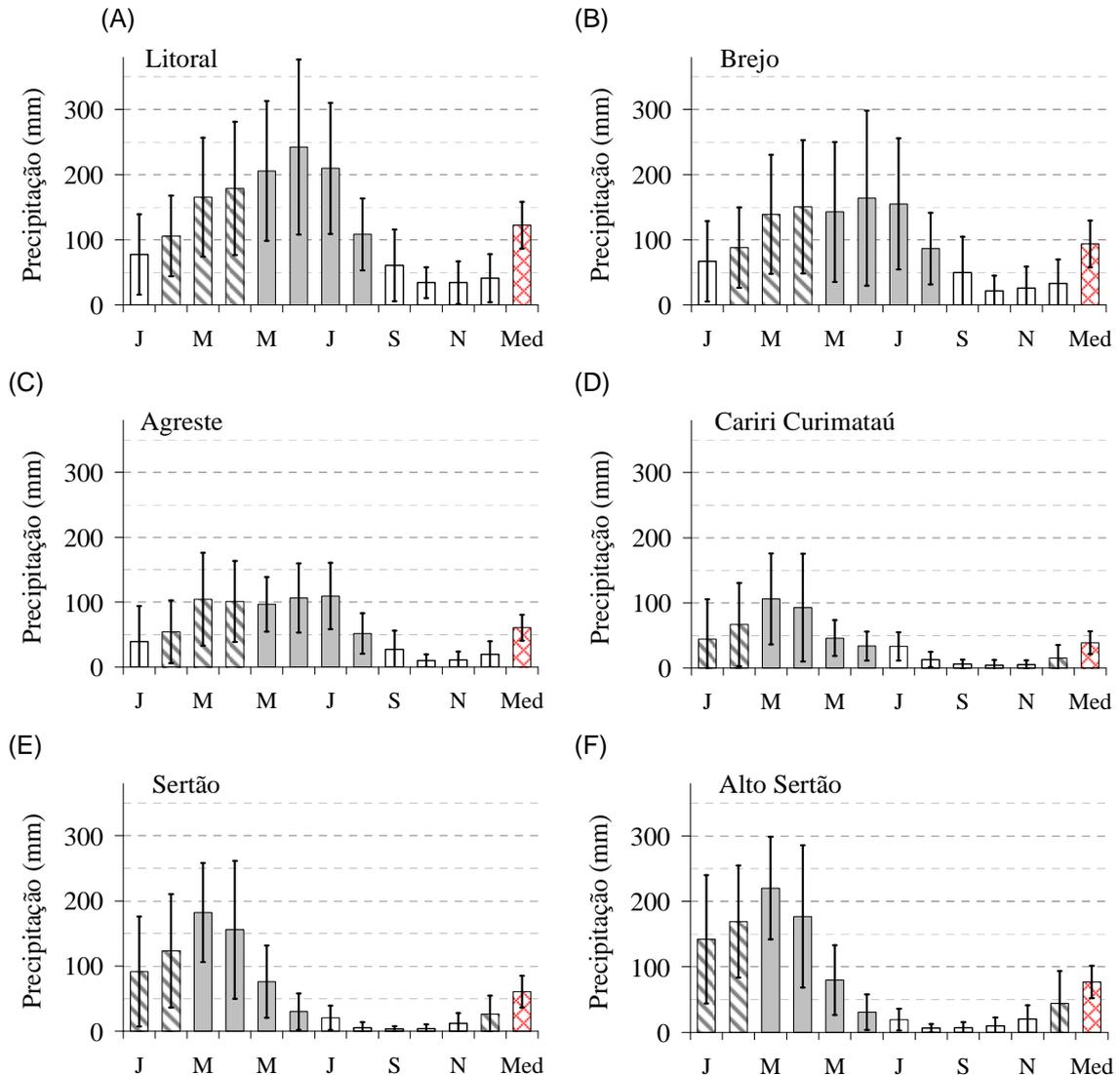
A microrregião do Cariri/Curimataú registrou o trimestre mais chuvoso em fevereiro, março e abril, porém essa área é caracterizada pela pequena quantidade de precipitação pluvial durante todo o ano. Os totais médios mensais da precipitação pluvial indicaram março como o mês mais chuvoso, com média de apenas $106,1 \pm 69,9$ mm mês^{-1} , tendo sido registrado em fevereiro $66,7 \pm 63,7$ mm mês^{-1} e em abril $92,6 \pm 82,6$ mm mês^{-1} . A EC (fevereiro, março, abril e maio) foi completada com maio, resultando em uma precipitação média de $46,0 \pm 27,4$ mm mês^{-1} . O trimestre da PE foi constituído pelos meses de novembro com média de $5,3 \pm 6,7$ mm mês^{-1} , dezembro e janeiro com precipitações de $15,3 \pm 20,6$ mm mês^{-1} , e $44,4 \pm 61,1$ mm mês^{-1} , respectivamente. Entre 1975 e 2005, o total médio do PC (novembro a maio) foi de 327,7 mm. A média mensal da precipitação no Cariri/Curimataú foi de $38,1 \pm 16,8$ mm mês^{-1} . O segundo semestre foi caracterizado pelos baixos volumes mensais de precipitação, os meses de setembro e outubro registraram apenas

$6,4 \pm 6,5$ mm mês^{-1} e $4,5 \pm 8,1$ mm mês^{-1} (Figura 3D).

Assim com na microrregião do Cariri/Curimataú, o Sertão também registrou o trimestre mais chuvoso em fevereiro, março e abril, e é caracterizada pela pouca quantidade de precipitação pluvial durante todo o ano. Os totais médios mensais da precipitação pluvial registraram o mês março como o mais chuvoso, média $182,0 \pm 75,8$ mm mês^{-1} , enquanto que em fevereiro foi de $123,3 \pm 86,7$ mm mês^{-1} e em abril $155,7 \pm 105,7$ mm mês^{-1} . A EC foi completada pelo mês de maio com uma precipitação média de $76,1 \pm 55,6$ mm mês^{-1} . O trimestre da PE foi constituído pelos meses de novembro com média de $11,9 \pm 15,8$ mm mês^{-1} , dezembro e janeiro com precipitações de $26,3 \pm 28,1$ mm mês^{-1} , e $91,6 \pm 84,2$ mm mês^{-1} , respectivamente. O total médio dos sete meses do PC (novembro a maio) entre 1975 e 2005, foi de 585,7 mm. A média mensal da precipitação pluvial no Sertão foi de $58,5 \pm 21,9$ mm mês^{-1} . Assim como no Cariri/Curimataú, o segundo semestre no Sertão registrou baixa precipitação, em agosto, setembro e outubro de apenas $5,6 \pm 8,5$ mm mês^{-1} , $3,3 \pm 4,3$ mm mês^{-1} e $4,0 \pm 6,5$ mm mês^{-1} , respectivamente (Figura 3E).

Assim com nas microrregiões do Cariri/Curimataú e Sertão, o Alto Sertão também registrou o trimestre mais chuvoso em fevereiro, março e abril, porém, apresenta uma quantidade maior de precipitação pluvial durante todo o ano. Os totais médios mensais da precipitação registraram março como o mais chuvoso, com $220,1 \pm 78,3$ mm mês^{-1} , enquanto em fevereiro foi de $169,0 \pm 85,7$ mm mês^{-1} e em abril $177,0 \pm 108,6$ mm mês^{-1} . A EC foi completada pelo mês de maio com uma precipitação de $79,7 \pm 53,3$ mm mês^{-1} . O trimestre da PE foi constituído pelos meses de novembro com $20,1 \pm 21,3$ mm mês^{-1} , dezembro e janeiro com precipitações de $44,2 \pm 49,4$ mm mês^{-1} , e $141,8 \pm 98,0$ mm mês^{-1} , respectivamente. O total médio do PC (novembro a maio) foi de 768,3 mm. A média mensal da precipitação no Sertão (entre 1975 e 2005) foi de $75,0 \pm 23,6$ mm mês^{-1} . Assim como no Cariri/Curimataú e no Sertão, o Alto Sertão também apresentou o segundo semestre com baixa precipitação, principalmente nos meses de agosto, setembro e outubro, quando foi registrado apenas $6,3 \pm 6,6$ mm mês^{-1} , $7,0 \pm 8,4$ mm mês^{-1} e $9,9 \pm 12,7$ mm mês^{-1} , respectivamente (Figura 3F).

Figura 3 – Precipitação média mensal (mm) no período de 1975 a 2005, para as microrregiões da Paraíba, as colunas hachuradas são os 3 meses da pré-estação (PE), as cheias são os 4 meses da estação chuvosa (EC), e as vazadas representam o período de 5 meses de estiagem, e as barras verticais são desvios-padrão. (A) Litoral, (B) Brejo, (C) Agreste, (D) Cariri/Curimataú, (E) Sertão e (F) Alto Sertão.



3.3 Variabilidade anual da precipitação nas microrregiões da Paraíba

Durante o período entre 1975 e 2005, analisado nesse estudo, a precipitação apresentou uma acentuada variabilidade interanual em todas as microrregiões pluviometricamente homogêneas da Paraíba. Para o Litoral, variou do menor valor total anual registrado em 1993 de $805,4 \text{ mm a}^{-1}$, até o máximo registrado de $2493,0 \text{ mm a}^{-1}$ para 1994. Segundo a classificação de eventos de El Niño e La Niña do INPE/CPTEC (2005) o ano de 1993 foi de El Niño forte, enquanto o ano de 1994 foi de El Niño moderado. Também ocorreram grandes

volumes de precipitação nos anos de 1985, 1989 e 2000, com totais de $2070,2$; $2092,7$; e $2227,1 \text{ mm a}^{-1}$, respectivamente. Valores muito abaixo da média foram registrados nos anos de 1979 ($873,9$), 1983 ($898,6$), 1999 ($898,5$) e para o ano de 2001 ($815,5 \text{ mm a}^{-1}$). No triênio 1984, 1985 e 1986, foram registrados períodos de grandes pluviosidades, com totais anuais de $1823,7$; $2070,2$; e $1904,8 \text{ mm a}^{-1}$, respectivamente. Também para o Litoral, foi observada uma sutil tendência de crescimento dos totais anuais, porém não muito bem definida. Isto se justifica, entre outros motivos, pela ocorrência de anos consecutivos com precipitações muito alternadas, como o

triênio 1999, 2000 e 2001, quando foram registrados totais anuais de 898,5; 2227,1; e 815,5 mm a⁻¹, respectivamente. Neste intervalo de trinta anos, o Litoral registrou valores acima da média em onze anos, enquanto em outros quinze anos foram registrados valores abaixo da média. Os demais totais anuais ficaram muito próximos da média do período (Figura 4A).

A variabilidade interanual no Brejo apresentou menos intensidade que no Litoral. Assim como no Litoral, o menor valor total anual foi registrado no ano 1993 com 492,1 mm a⁻¹. Em 1994 a precipitação foi de 1711,5 mm a⁻¹. Esta oscilação entre esse dois anos seguiu o mesmo padrão do Litoral, que relacionou os fatos aos eventos de El Niño e La Niña, sendo que nos anos de 1993 e 1994 foram considerados de El Niño forte e moderados, respectivamente. As precipitações mensais foram todas abaixo da média no ano de 1993, sendo que os meses de novembro e dezembro não registraram precipitação. O Brejo registrou grandes volumes de precipitação nos anos de 1985, 1986 e 2000, com totais de 1750,0; 1763,1; e 1680,7 mm a⁻¹, respectivamente. Precipitações muito abaixo da média foram registradas nos anos de 1983 (832,0), 1993 (492,1), 1998 (662,0) e 1999 (775,9 mm a⁻¹). Assim como ocorreu no Litoral, houve anos consecutivos com precipitações em quantidades muito alternadas, como o triênio 1999, 2000 e 2001, quando os totais anuais registrados foram de 775,9; 1680,7; e 831,5 mm a⁻¹, respectivamente. No período de 1975 a 2005 a microrregião do Brejo apresentou uma pequena tendência de redução dos totais anuais. Isto deve ter sido influenciado pela ocorrência de valores abaixo da média em dois períodos com cinco anos consecutivos, o primeiro de 1979 a 1983, o outro entre 1995 e 1999, além de um período de quatro anos entre 1990 a 1993, ressaltando que os dados de 1992 não estão sendo considerados nesta análise (Figura 4B).

O Agreste apresentou uma variabilidade interanual da precipitação com pouca oscilação. Similarmente ao ocorrido nas outras duas microrregiões da parte ao Leste da Serra da Borborema, o valor anual mais baixo foi registrado no ano 1993 com 321,9 mm a⁻¹, novamente ocorreu uma forte variação no ano de 1994, quando a precipitação pluvial alcançou 1061,7 mm a⁻¹, seguindo o mesmo padrão das microrregiões do Litoral e Brejo. Assim como foi registrado para o Brejo, as precipitações pluviais

mensais no Agreste foram todas abaixo da média no ano de 1993, sendo que nos meses de novembro e dezembro não houve precipitação, e em outubro apenas 0,5 mm. No Agreste a precipitação registrou volumes elevados nos anos de 1985 e 1986 com 1264,1 e 1150,1 mm a⁻¹, respectivamente. A microrregião do Agreste também apresentou uma pequena tendência de redução dos totais anuais. Como já foi observado para o Litoral e o Brejo, ocorreram anos consecutivos com precipitações muito alternadas, com o triênio 1999, 2000 e 2001, com totais anuais de 480,0; 1117,9 e 557,3 mm a⁻¹, respectivamente. O Agreste registrou valores abaixo da média em dois triênios consecutivos, de 1997 a 1999, e de 2201 a 2003, além de um período de quatro anos entre 1990 a 1993, lembrando que o ano de 1992 não foi considerado (Figura 4C).

Também houve acentuada variabilidade interanual da precipitação no período entre 1975 e 2005 no Cariri/Curimataú. O menor total anual registrado foi de 101,1 mm a⁻¹ em 1993 e o maior foi em 1985 com 1014,9 mm a⁻¹. Para 1993, todas as precipitações pluviais mensais foram abaixo da média do período, os meses de novembro e dezembro não registraram precipitação. Além de 1993, valores muito abaixo da média foram registrados nos anos de 1990 e 1998 (155,0; 124,1 mm a⁻¹, respectivamente). A microrregião do Cariri/Curimataú, apresentou uma tendência de redução dos totais anuais. Ocorreram anos consecutivos com precipitações abaixo da média, como o triênio 2001, 2002 e 2003, com totais anuais de 364,1; 451,5; e 292,6 mm a⁻¹, respectivamente. Além de dois quadriênios, 1990 a 1993, e 1996 a 1999 (Figura 4D).

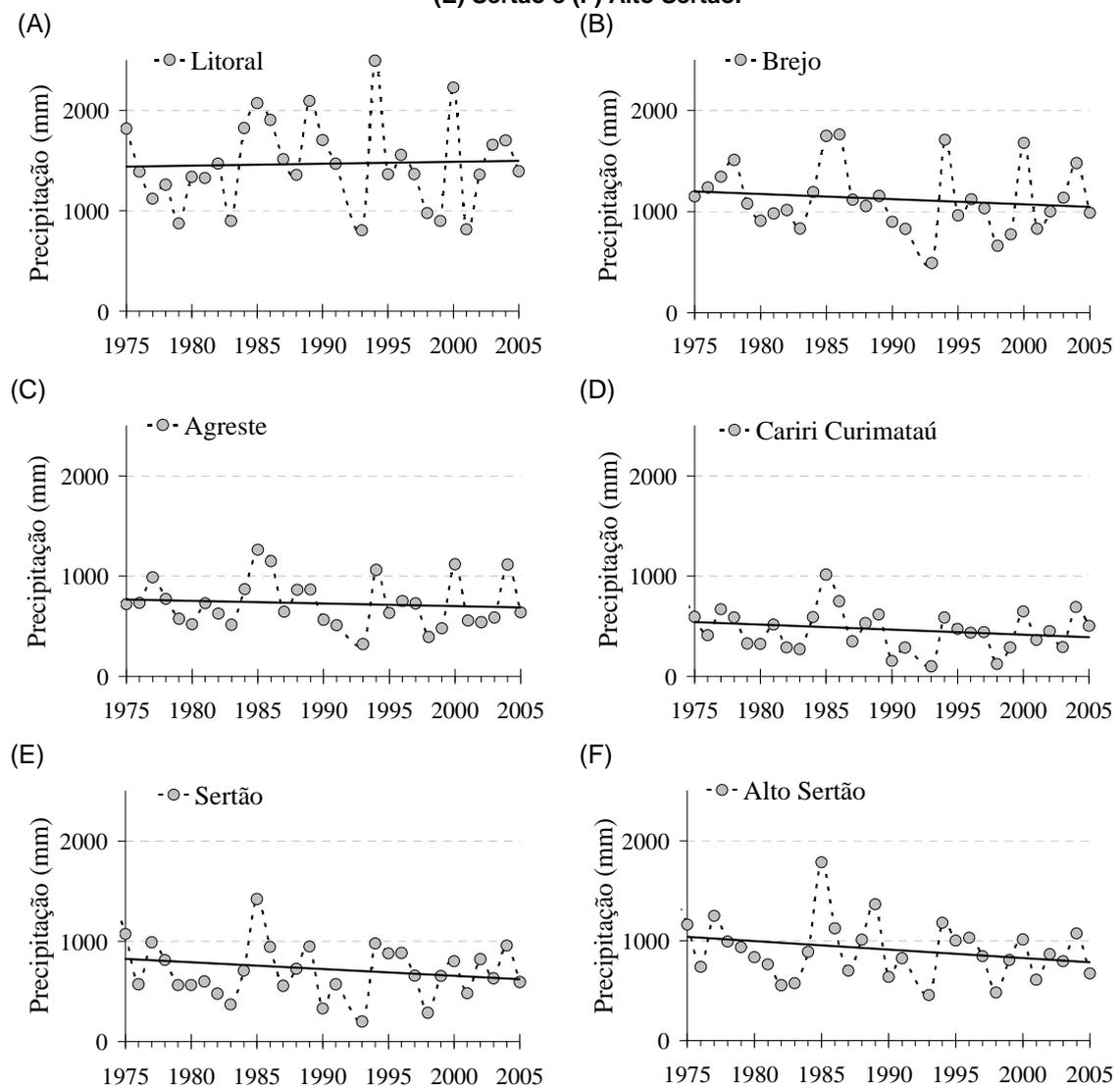
Para a microrregião do Sertão nesta análise, a precipitação também apresentou uma acentuada variabilidade interanual. O menor total anual registrado foi em 1993 sendo de 201,0 mm a⁻¹, e o maior foi registrado em 1985 com 1421,1 mm a⁻¹. Para 1993, todas as precipitações pluviais mensais foram abaixo da média do período de 1975 a 2005, exceto os meses de setembro e outubro. Em novembro não houve precipitação. O Sertão apresentou uma tendência de redução dos totais anuais. E também foi registrado o mais longo período de anos consecutivos com precipitações abaixo da média, dentre todas as seis microrregiões estudadas. Foram seis anos, 1979 (562,9), 1980 (564,8), 1981 (600,4), 1982 (478,0), 1983 (369,3) e 1984

(707,4 mm a⁻¹). Também houve um triênio 1997, 1998 e 1999, com totais anuais de 656,7; 288,4; e 655,0 mm a⁻¹, respectivamente. Além do quadriênio, 1990 a 1993 (Figura 4E).

Para a microrregião do Alto Sertão o menor total anual registrado foi em 1993 (455,6 mm a⁻¹), e o maior foi registrado em 1985 com 1786,1 mm a⁻¹. Para 1993, os meses de junho, agosto, setembro e novembro registraram precipitações muito

baixas, próximas de zero. O Alto Sertão apresentou uma tendência de redução dos totais anuais, e também foi registrado um longo período com cinco anos consecutivos com precipitações abaixo da média, 1980 (834,6), 1981 (764,0), 1982 (554,3), 1983 (574,2) e 1984 (888,3 mm a⁻¹). Também houve um triênio 2001, 2002 e 2003, com totais de 668,0; 865,6; e 793,6 mm a⁻¹, respectivamente. Além do quadriênio, 1990 a 1993 (Figura 4F).

Figura 4 – Variação anual da Precipitação total (mm) no período de 1975 a 2005, para as microrregiões da Paraíba, a linha contínua indica a tendência. (A) Litoral, (B) Brejo, (C) Agreste, (D) Cariri/Curimataú, (E) Sertão e (F) Alto Sertão.



3.4 Relações entre as precipitações da pré-estação chuvosa e do período chuvoso

As precipitações que ocorrem na pré-estação chuvosa recuperam a umidade

do solo que foi reduzida durante o período de estiagem anterior a elas, período este que causa uma grande deficiência hídrica no solo. Climatologicamente a parte da Paraíba localizada a Leste da Serra da Borborema é afetada pela estiagem entre os meses de

REA – Revista de *estudos ambientais* (Online)
v.14, n. 4, p. 44-55, jul./dez. 2012

setembro a janeiro, enquanto a porção localizada no lado Oeste da Serra sofre mais essa influência entre junho e outubro. Correlacionadas aos aspectos ambientais e econômicos que refletem na parte social, as precipitações da pré-estação chuvosa favorecem o início da recuperação da vegetação nativa, pois contribuem com a quantidade de água contida no solo, que será somada à precipitação que ocorrerá durante a estação chuvosa beneficiando as culturas agrícolas que serão conduzidas nessa época do ano. Sabendo com antecedência das necessidades hídricas das culturas a serem implantadas em determinada microrregião, poderá se tomar a decisão de plantar, ou não, naquela área.

O Litoral paraibano que apresentou o trimestre mais chuvoso entre maio e julho, tem a característica comum da região que se estende desde o Rio Grande do Norte até o Sul da Bahia. A relação existente entre as precipitações da PE com as do PC para o Litoral paraibano mostrou um coeficiente de correlação linear $r = 0,66$ indicando uma correlação moderada revelando que se pode estimar com uma confiabilidade regular, se a precipitação no PC alcançará o volume ideal para o cultivo agrícola previsto. A microrregião do Brejo da Paraíba teve o trimestre mais chuvoso igual ao Litoral. As precipitações pluviais da PE relacionadas com as do PC para o Brejo apresentaram um coeficiente de correlação linear $r = 0,80$ indicando uma forte correlação entre elas, de modo que se pode estimar, com uma grande confiabilidade se a precipitação no PC

alcançará o volume necessário para um determinado cultivo agrícola. O Agreste paraibano teve o trimestre mais chuvoso igual ao Litoral e o Brejo (maio a julho). Para o Agreste as precipitações da PE relacionadas com as do PC apresentaram um coeficiente de correlação linear $r = 0,80$ indicando uma forte correlação entre elas, de modo que se pode estimar se a precipitação no PC alcançará o volume necessário para o cultivo agrícola previsto, com uma grande confiabilidade. A microrregião do Cariri / Curimataú apresentou o trimestre mais chuvoso entre fevereiro e abril. A relação existente entre as precipitações da PE com as do PC para o Cariri / Curimataú paraibano mostrou um coeficiente de correlação linear $r = 0,52$ indicando uma correlação moderada para se estimar se a precipitação no PC alcançará o volume ideal para o cultivo de determinado produto. O Sertão da Paraíba teve o trimestre mais chuvoso entre maio e julho. As precipitações da PE relacionadas com as do PC para o Sertão apresentaram um coeficiente de correlação linear $r = 0,47$ indicando que a precipitação no PC alcançará o volume necessário para um determinado cultivo agrícola, com uma confiabilidade moderada. O Alto Sertão, assim como o Cariri / Curimataú, e o Sertão tiveram o trimestre mais chuvoso entre maio e julho. As precipitações da PE relacionadas com as do PC apresentaram um coeficiente de correlação linear $r = 0,58$ indicando que a precipitação no PC alcançaria o volume suficiente para a agricultura, com uma confiabilidade regular (Tabela 2).

Tabela 2 – Modelos matemáticos obtidos pelas regressões lineares entre as precipitações na pré-estação chuvosa (EC) e no período chuvoso (PC) das seis microrregiões da Paraíba.

Microrregiões	Modelos	R ²	r
Litoral	PC = 1,3907EC + 590,05	0,4366	0,66
Brejo	PC = 1,2886EC + 439,30	0,6397	0,80
Agreste	PC = 1,1342EC + 329,13	0,6413	0,80
Cariri/Curimataú	PC = 1,0246EC + 279,92	0,2655	0,51
Sertão	PC = 1,2304EC + 486,49	0,2215	0,47
Alto Sertão	PC = 1,3088EC + 563,74	0,3407	0,58

A aplicação de modelos matemáticos para a estimativa dos totais precipitados nos períodos chuvosos das seis microrregiões da Paraíba é uma alternativa para auxiliar nas decisões dos agricultores locais, de plantar determinada cultura, simplesmente utilizando os valores das precipitações das pré-

estações chuvosas da microrregião de interesse. Os modelos de regressão linear entre as chuvas das pré-estações e períodos chuvosos obtidos para as microrregiões paraibanas poderão ser utilizados com facilidade e com um grau de confiabilidade de moderado a forte. Deste modo, poderá

ser evitada ou minimizada a perda da safra de determinado produto agrícola, por não se ter a indicação de que a precipitação para todo o período chuvoso será suficiente para suprir as necessidades hídricas das culturas desejadas.

4 Conclusões

1. Nas três microrregiões da Paraíba, Litoral, Brejo e Agreste, a pré-estação chuvosa caracterizou-se em fevereiro, março e abril, representando cerca de 40% da precipitação do período chuvoso compreendido de fevereiro a agosto.

2. Nas microrregiões da Paraíba, Cariri/Curimataú, Sertão e Alto Sertão, a pré-

estação chuvosa definiu-se em novembro, dezembro e janeiro, representando cerca de 20% da precipitação do período chuvoso que se estendeu de novembro a maio.

3. As microrregiões do Brejo, Agreste, Cariri/Curimataú, Sertão e Alto Sertão apresentaram uma suave tendência de redução dos totais anuais da precipitação. Enquanto o Litoral indicou tendência muito leve de aumento na precipitação anual.

4. Pode-se estimar com grau regular de confiabilidade, se a precipitação no período chuvoso alcançará o volume ideal para produção de determinada cultura agrícola. E, se conhecendo com antecedência as necessidades hídricas das culturas pode-se recomendar, ou não, o cultivo das mesmas naquele período.

Relationship of the pre-season precipitation with the rainy season in the Paraíba state

Abstract: *This study was carried out to determinate the possible relationship between the rainfall of the pre-season (three months) and of the rainy season (seven months) during the period 1975-2005, in six rainfall homogeneous micro regions of Paraíba State, Littoral, Meadows, Agreste, Cariri/Curimataú, Sertão and Alto Sertão. The three micro regions, Littoral, Meadows and Agreste had pre-season (February, March and April) representing around 40% of rainy season precipitations (February to August). While the micro regions of Cariri/Curimataú, Sertão and Alto Sertão registered the pre-season (November, December and January) representing around 20% of the precipitation of rainy season (November to May). With an estimated precipitation during the rainy season it will be possible decide whether plant, or not, in a determinate micro region. All the micro regions showed slight decreasing trend in annual precipitation, except the Littoral which showed mild increasing trend.*

Keywords: Micro region. Rainfall patterns. Forecast.

5 Referências

ALCÂNTARA, C. R.; DA SILVA, D. F.; GOMES, W. R. F.; ARAÚJO, L. E. Análise da variabilidade espaço-temporal e tendência da precipitação na região semi-árida do Estado da Paraíba. In: Simpósio Internacional de Climatologia, Fortaleza, CE. **Anais:** CD-ROM, SBMET, 2005.

ARAÚJO, L. E.; CAMPOS, J. H. B. C.; BANDEIRA, M. M.; BECHER, C. T. Disposição mensal e anual das chuvas em Campina Grande – PB. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Santa Maria, RS. **Anais:** CD-ROM, SBA, 2003, p. 949-950, 2003.

BRAGA, C. C.; SILVA, B. B. Determinação de regiões pluviometricamente homogêneas no Estado da Paraíba. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, VI, Salvador, BA. **Anais** 1, p. 200-205, 1990.

INPE/CPTEC. **El Niño Especial**. 2005. Disponível em:

<www.cptec.inpe.br/products/el_ninho/el_ninho1p.htm>. Acesso em: jun. 2007.

MENEZES, H. E. A.; SILVA, R. M.; ALVES, L. M.; CAMARGO JÚNIOR, H. Análise subjetiva da simulação de precipitação do modelo Eta climático para o nordeste do Brasil no período entre janeiro e março de 2003. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, XIII, 2003, Santa Maria, RS. **Anais:** Santa Maria, RS: SBA, p. 811-12, 2003.

MI-SPDR. **Nova Delimitação do Semi-Árido Brasileiro**, Ministério da Integração Nacional, Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional, Brasília, DF, 2005, 35p.

MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S. O. Uma Revisão das Chuvas no Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 17, n. 01, p. 1-10, 2002.

NOBRE, P. A Variabilidade Interanual do Atlântico Tropical e sua Influência no Clima da América do

REA – Revista de *estudos ambientais* (Online)
v.14, n. 4, p. 44-55, jul./dez. 2012

Sul. **Climanálise** – Edição comemorativa de 10 anos, 1996.

NOBRE, P.; MELO, A. B. C. Variabilidade Climática Intra-sazonal Sobre o Nordeste do Brasil em 1998-2000. **Climanálise**, v.16, n.12, p.42-54, 2001.

NOBRE, P.; MOURA, A. D.; SUN, L. Dynamical Downscaling of Seasonal Climate Prediction over Nordeste Brazil with ECHAM3 and NCEP's Regional Spectral Models at IRI. **Bulletin of the American Meteorological Society**, p. 2787-796, 2001.

REPELLI, C. A.; NOBRE, P. Modelagem Estatística das Anomalias de Temperatura da

Superfície do Mar do Oceano Atlântico Tropical. **Climanálise** – Edição comemorativa de 10 anos, 1996.

SILVA, F. D. S.; BRITO, J. I. B.; PONTES, A. L. Análise das Máximas Chuvas Ocorridas na Bacia do Rio Gramame-Litoral Sul da Paraíba. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, XIII, 2004, Fortaleza, CE. **Anais**: CD-ROM, SBMET.

SILVA, M. C. L. **Uso da Técnica dos Quantis para Monitoramento do Clima do Estado da Paraíba**. Campina Grande, PB, 2004, 33p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Meteorologia) - Universidade Federal de Campina Grande – UFCG.