

ANÁLISE DAS PRECIPITAÇÕES MÉDIAS ACUMULADAS MENSAIS NA REGIÃO DO AGRESTE PERNAMBUCANO

Anderson Luiz Ribeiro de Paiva^{1} & Sylvana Melo dos Santos² & Manoel Rodrigues de Figueiredo Neto³*

Resumo – A avaliação de mudanças de séries históricas de dados de precipitação é de significativa importância para a gestão dos recursos hídricos disponíveis. Através da análise das séries de dados pluviométricos, referentes a um período de 40 anos (de 1969 a 2008), da região Agreste de Pernambuco pode-se verificar alguns comportamentos em determinados municípios. Após tratamento dos dados com preenchimento de falhas pelo método do Vetor Regional e análise de consistência pelo método de Dupla Massa, analisou-se estatisticamente diversas medidas descritivas de postos localizados em três mesorregiões do Agreste (Setentrional, Central e Meridional) do Estado de Pernambuco. Na maioria dos postos analisados observou-se que o período chuvoso acontece entre os meses de março a julho ou agosto. Estatisticamente, os dados mensais apresentaram assimetria positiva, com valores abaixo da média, coeficiente de curtose leptocúrtica, e coeficiente de variação na maioria, superiores a 60%.

Palavras-Chave – Análise estatística de precipitações; Agreste Pernambuco.

ANALYSIS OF ACCUMULATED MEAN PRECIPITATION IN AGRESTE REGION OF PERNAMBUCANO

Abstract - The assessment of changes in time series of rainfall data is of significant importance for management of available water resources. Through analysis of the series of rainfall data for the period of 40 years (from 1969 to 2008) of Agreste region of Pernambuco State it is possible identify behaviors in some municipalities. After data treatment using both Vector Regional Method and Dual Mass Method, some descriptive characteristics of three subareas of Agreste region of Pernambuco (Setentrional, Central and Meridional). Most of stations showed that the rainy season is between the months March and July or August, and a few stations already begin this period in January or February. Statistically, monthly data presented asymmetric positive, with values below average coefficient of kurtosis leptokurtic, and variation coefficient in most cases higher than 60%.

Keywords - Statistical analysis of precipitation; Agreste Pernambuco.

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento do regime das precipitações é de extremo interesse para o planejamento de ações de gestão dos recursos hídricos e uma ferramenta muito útil e amplamente utilizada para este fim é o estudo da probabilidade específica de ocorrência, baseada em séries de dados de precipitação (séries históricas). Além da gestão, este assunto é de grande interesse quando se aborda a problemática da drenagem urbana. Neste contexto, a maioria dos problemas está relacionado às modificações antrópicas observadas nos centros urbanos e os cenários recorrentes destas modificações incluem: alterações na cobertura vegetal, impermeabilização do solo, implantação de ilhas de calor, urbanização desordenada às margens de córregos naturais, dentre outros. Neste

^{1*} Professor de Engenharia Civil, Área de Recursos Hídricos. Centro Acadêmico do Agreste – CAA, Universidade Federal de Pernambuco - UFPE. Rodovia BR-104, Km 59, s/n, Sítio Juriti, Zona Rural, 55002-970, Caruaru-PE. Fone/Fax: 55 81 2126 7774. E-mail: anderson.paiva@ufpe.br

² Professora de Engenharia Civil, Área de Recursos Hídricos. CAA /UFPE. E-mail: sylvana.ufpe@gmail.com

³ Mestre do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental – PPGECAM, CAA/UFPE. E-mail: manoel_engenheiro@hotmail.com.

contexto, as inundações destacam-se mundialmente como o tipo mais recorrente de desastre natural conforme dados apresentados por Marcelino (2007), considerando o período de 1900 a 2006. Segundo o autor as inundações representaram, para o período considerado, 35% do total de desastres, seguidas das tempestades (soma dos eventos associados a furacões, tornados e vendavais), com 31%. De acordo com Marcelino (2007), uma tempestade severa, que é um evento natural, produz fortes chuvas e ventos, que quando se deslocam sobre áreas urbanas, densamente ocupadas, podem gerar destelhamentos, inundações nas áreas próximas aos rios e escorregamentos nas encostas mais íngremes, consideradas áreas de risco. Assim sendo, a análise dos registros de precipitação é útil, também, para a avaliação de tendências, sendo necessário, para isso uma exaustiva busca para identificação e localização das informações existentes, bem como seu tratamento (para identificação de inconsistências e preenchimento de falhas), para, em seguida, realizar-se a aplicação de testes estatísticos.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização da Área de Estudo

De acordo com Lacerda, Ferreira e Souza (2006), o Estado de Pernambuco compreende uma área de 97.141,67 km² que corresponde a 1,2% do território brasileiro e tem 4,7% da população do país. Com uma densidade demográfica, em 2000, de 80,5 hab/km², segundo os autores, Pernambuco, à semelhança de outros Estados costeiros brasileiros, apresenta uma grande concentração no litoral, tanto do ponto de vista econômico quanto populacional.

A Lei Estadual Nº 11.725/1999 instituiu a divisão do Estado de Pernambuco em 10 Regiões de Desenvolvimento (PERNAMBUCO, 1998), que foi substituída pela Lei Estadual nº 12.427/2003, que distribuiu os 185 municípios pernambucanos em 12 Regiões de Desenvolvimento: Sertão de Itaparica, Sertão do São Francisco, Sertão do Araripe, Sertão Central, Pajeú, Moxotó, Mata Sul, Mata Norte, Metropolitana, Agreste Meridional, Agreste Central e Agreste Setentrional. Com um total de 2.221.273 habitantes (IBGE, 2010) distribuídos em 71 municípios, a região do Agreste, que compreende as parcelas Meridional, Central e Setentrional, tem significativo peso na proporcionalidade da concentração populacional do Estado. De acordo com Amorin *et al.* (2006), o Agreste possui 24.394 km² e corresponde à bacia leiteira do Estado, tendo inclusive sua ocupação iniciada graças à pecuária como uma atividade acessória ao cultivo da cana-de-açúcar na Zona da Mata. Com base nestas considerações, a região do Agreste é o objeto desta pesquisa (Figura 1) e os municípios inseridos nesta região estão apresentados na Tabela 1.

2.2 Tratamento dos dados de precipitação

O banco de dados disponibilizado pelo INMET serviu de base para o presente estudo e foram utilizados na construção das séries históricas totais anuais, totais semestrais e totais mensais, sendo estas últimas analisadas individualmente para os períodos chuvosos e secos. O tratamento dos dados pluviométricos compreendeu as seguintes etapas: Etapa 1 - Análise dos dados de precipitação dos postos pluviométricos e seleção dos postos pluviométricos mais adequados, conforme os critérios pré-definidos (Critério 1, Critério 2 e Critério 3); Etapa 2 - Quantificação dos meses com registros diários de precipitações; Etapa 3 - Preenchimento de falhas com a utilização de Vetores Regionais; e Etapa 4: Análise de consistência pelo método do Dupla Massa com os dados de precipitação dos postos definidos como de referência.

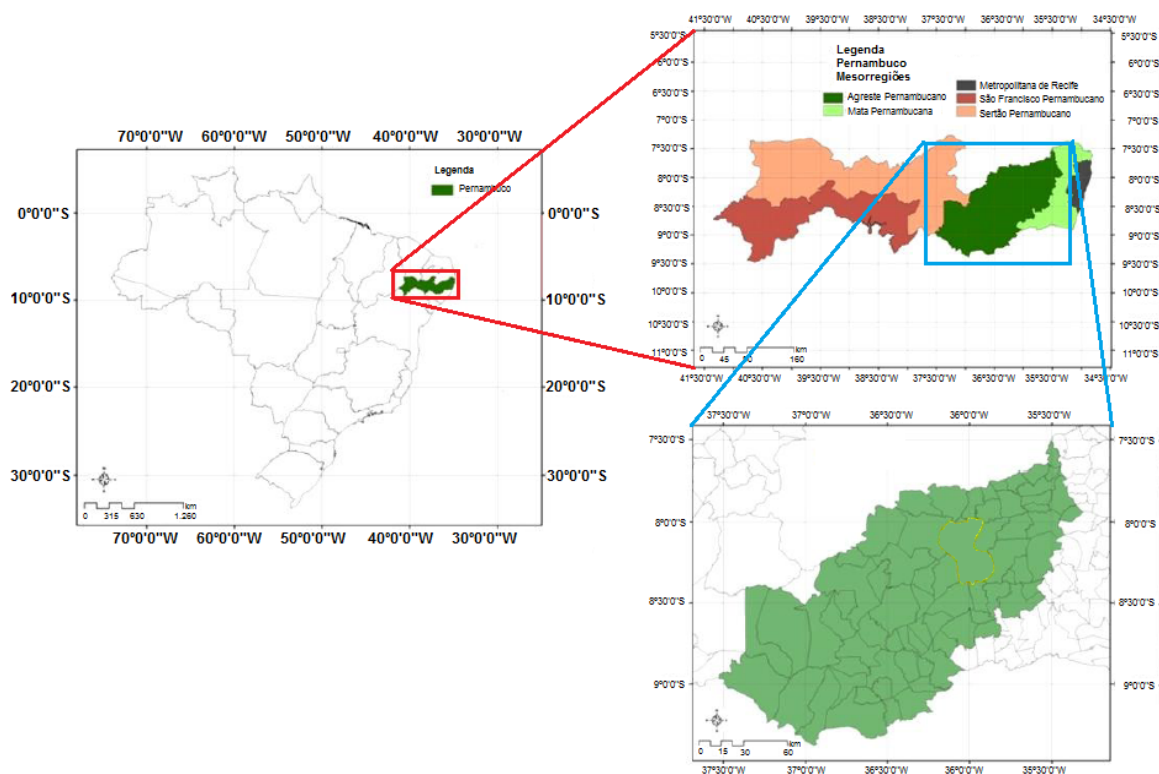


Figura 1 - Localização do Estado de Pernambuco com destaque para os municípios da Região do Agreste.
Fonte: Adaptado de Farias (2012).

Tabela 1 – Municípios que compõem a mesorregião do Agreste.

Região de Desenvolvimento		
Agreste Meridional	Agreste Central	Agreste Setentrional
Águas Belas, Angelim, Bom Conselho, Brejão, Buíque, Caetés, Calçado, Canhotinho, Capoeiras, Correntes, Garanhuns, Iati, Itaíba, Jucati, Jupi, Jurema, Lagoa do Ouro, Lajedo, Palmeira, Paranatama, Pedra, Saloá, São João, Terezinha, Tupanatinga e Venturosa.	Agrestina, Alagoinha, Altinho, Barra de Guabiraba, Belo Jardim, Bezerras, Bonito, Brejo da Madre de Deus, Cachoeirinha, Camocim de São Félix, Caruaru, Cupira, Gravatá, Ibirajuba, Jataúba, Lagoa dos Gatos, Panelas, Pesqueira, Poção, Riacho das Almas, Sairé, Sanharó, São Bento do Una, São Caitano, São Joaquim do Monte e Tacaimbó.	Bom Jardim, Casinhas, Cumaru, Feira Nova, Frei Miguelinho, João Alfredo, Limoeiro, Machados, Orobó, Passira, Salgadinho, São Vicente Férrer, Sta. Cruz do Capibaribe, Santa Maria do Cambucá, Surubim, Taquaritinga do Norte, Toritama, Vertente do Lério e Vertentes.

Fonte das informações: Lei 12.427/2003.

Na ETAPA 1 foi feito um estudo dos dados obtidos para seleção dos postos pluviométricos da região de estudo tomando-se como base os seguintes critérios: 1 - a instituição de fornecimento de dados ser pública; 2 - disponibilidade dos dados de precipitações das séries hidrológicas sem interrupções no funcionamento da estação; e 3 - estações com informações de 1969 a 2008. Para quantificação dos meses com registros diários de precipitações, previsto na ETAPA 2, foi construída uma nova planilha no software *Microsoft Excel* com as informações das 33 estações de referência. Na ETAPA 3 foi realizado o preenchimento dos dados faltosos empregando-se o Método do Vetor Regional descrito por Tucci (2001), em forma de algoritmo, que foi implantado na planilha de armazenamento dos dados. Neste momento, verificou-se a quantidade de meses a ser

preenchidos, em cada uma das estações de referência, visando identificar as que apresentavam maior percentual de dados reais, ou seja, acima de 85%. Sendo assim, das 33 estações adotadas como de referência, partindo-se dos critérios aplicados, restaram 27 estações. Na ETAPA 4 empregou-se o Método da Dupla Massa, para as 27 estações, visando a análise da consistência dos dados. As estações consideradas de base para cada uma das mesorregiões Agreste Meridional, Agreste Central e Agreste Setentrional estão apresentadas, conforme espacialização da Figura 2.

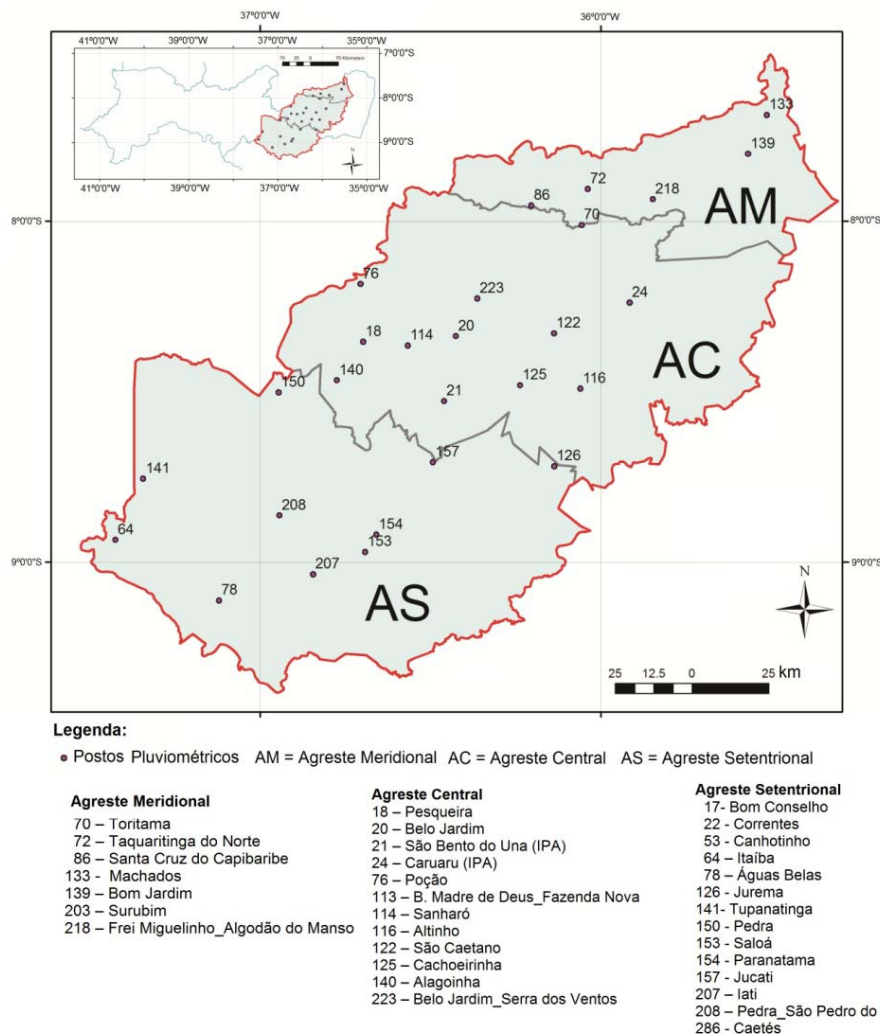


Figura 2 – Espacialização no ArcGIS das mesorregiões do Agreste de Pernambuco.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para cada uma das mesorregiões foram analisados os dados de precipitação acumulada mensal, considerando as médias totais do período observado, entre 1º de janeiro de 1969 e 31 de dezembro de 2008 (40 anos), para identificação dos seis meses com maiores quantitativos de cada estação de referência, ou seja, o período chuvoso. Sendo assim, apresenta-se a seguir uma descrição sucinta da análise realizada.

3.1 Região Agreste Meridional

Verificou-se que, para a maioria das estações, Figura 3, as chuvas se intensificam entre os meses de março e agosto, sendo que o mês de maior precipitação foi o mês de julho, com destaque para as estações 133 (Machados) e 53 (Taquaritinga do Norte), que apresentaram os maiores valores (193,8 mm no mês de julho para a estação Machados e 190,0 mm no mês de julho para a estação Taquaritinga do Norte). A exceção foi observada para as estações 70 (Toritama) e 86 (Santa Cruz do Capibaribe), onde ocorreram chuvas maiores no mês de fevereiro, antecipando nestas estações o período chuvoso com início em fevereiro e término em julho, sendo o mês mais chuvoso junho. Este comportamento, diferenciado em relação às demais estações observadas, pode estar relacionado com suas localizações, na zona de transição entre as duas mesorregiões Meridional e Central.

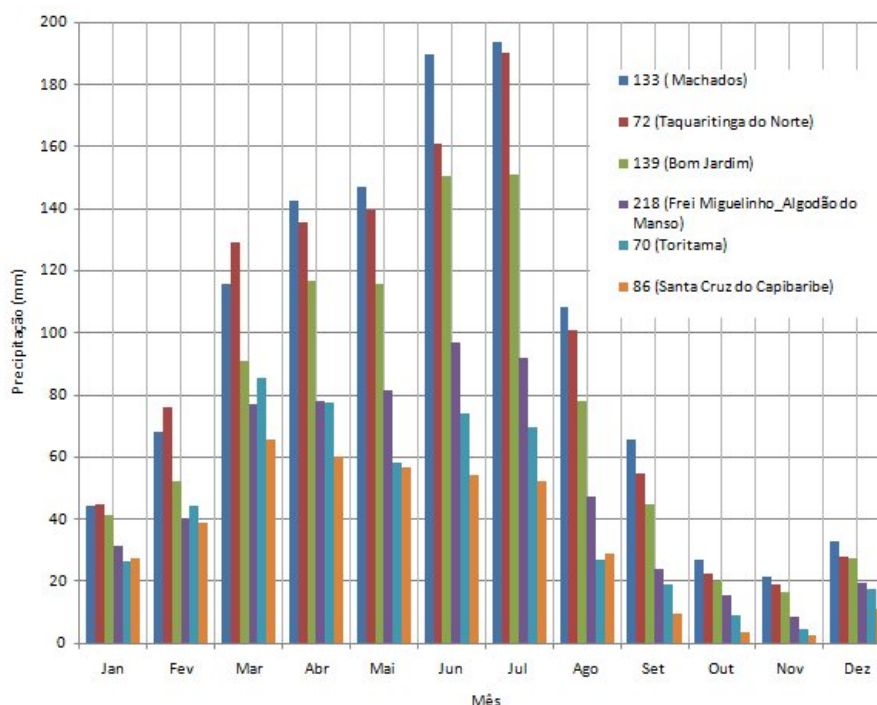


Figura 3 – Precipitação Média Total Mensal – 1969/2008 – Agreste Meridional

3.2 Região Agreste Central

Na maioria das estações, as chuvas se intensificam entre os meses de fevereiro e agosto, Figura 4, sendo que o mês de maior precipitação foi o mês de março. A exceção foi observada para as estações 116 (Altinho) e 76 (Poção). A estação 116 (Altinho), que apresentou o maior total mensal de precipitação de todas as estações deste Agreste, tem seu período chuvoso iniciado em março com término em agosto e a estação 76 (Poção) tem início em janeiro com término em julho de cada ano.

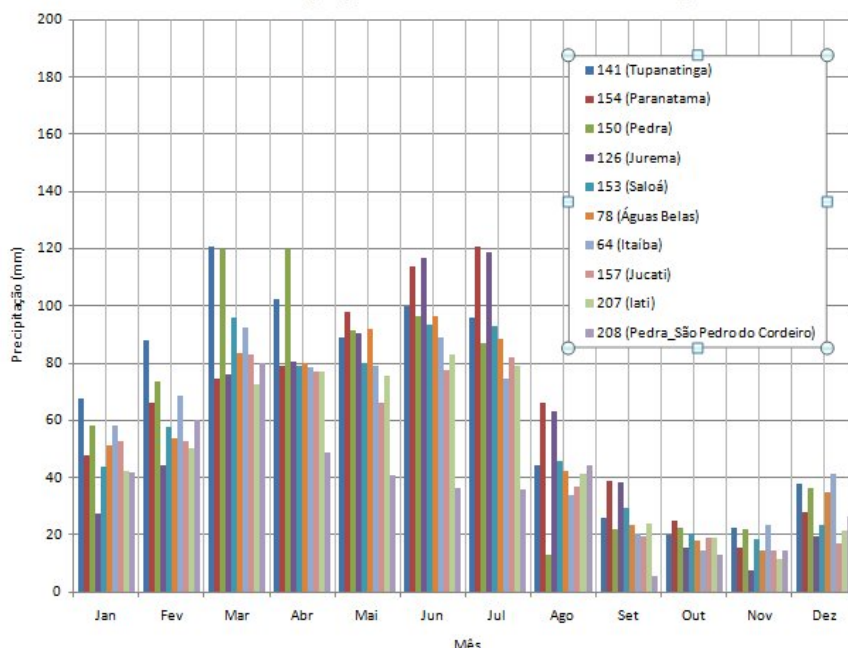


Figura 4 – Precipitação Média Total Mensal – 1969/2008 – Agreste Central

3.3 Região Agreste Setentrional

Constatou-se, nesta região, que o período chuvoso inicia em fevereiro com término em julho, conforme Figura 5.

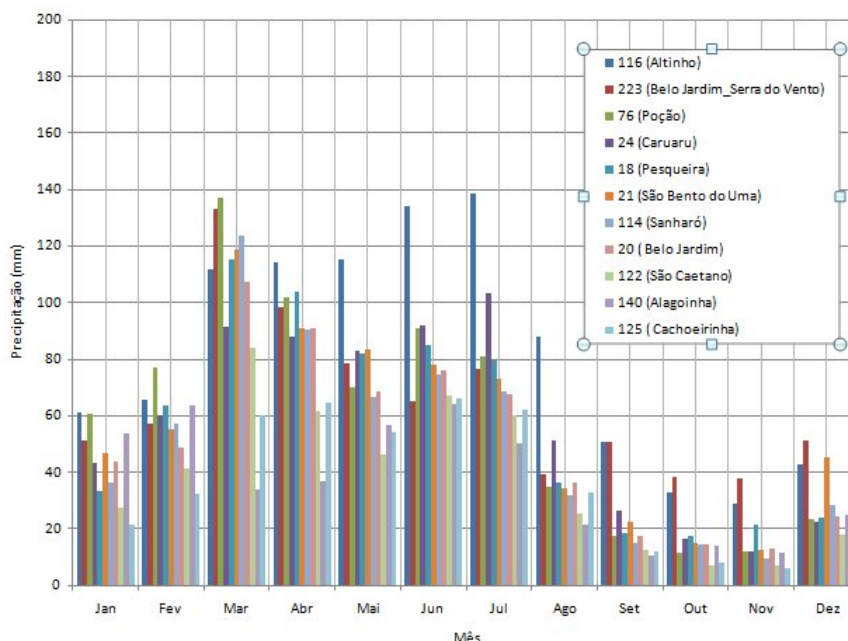


Figura 5 – Precipitação Média Total Mensal – 1969/2008 – Agreste Setentrional

Neste caso, a exceção foi observada para as estações 154 (Paranatama) e 126 (Jurema), com período chuvoso entre março e agosto, e com maior precipitação ocorrendo no mês de julho. Este comportamento, diferenciado da estação 126 (Jurema) em relação às demais estações observadas,

pode estar relacionado com sua localização, na zona de transição entre as duas mesorregiões (Central e Setentrional). Por outro lado, as estações 141 (Tupanatinga) e 150 (Pedra) têm nos meses de março e abril os maiores índices de precipitação observados em toda a mesorregião, estando localizados na zona de transição de mesorregião do Agreste Setentrional e o Sertão do Moxotó.

3.4 Análise descritiva dos dados – outliers, variação, simetria e curtose

Além da análise descritiva dos dados de precipitação mensal, baseada na obtenção da média, mediana, desvio-padrão, valores mínimos e máximos, coeficientes de variação, assimetria e curtose, foram determinadas as ocorrências de dados discrepantes (*outliers*), com o emprego do *software Statistica*. Nesta análise foram considerados os valores obtidos para cada mês isoladamente, ao longo do período estudado, de cada uma das estações de referência.

A maior parte das estações apresentaram *outliers* em todos os meses, tendo sido observadas algumas exceções. Na detecção de discrepâncias, de acordo com Lima *et al.* (2008), a utilização dos valores médios de precipitação deve ser feita de modo extremamente criterioso, pois a alta variação da lâmina precipitada pode levar a erros grosseiros de planejamento. Segundo os autores, tais erros grosseiros podem trazer prejuízos sérios devido aos altos *deficits* hídricos que podem ocorrer e não estarem previstos nos estudos. Com relação aos valores extremos máximos constatou-se que para as três mesorregiões o período chuvoso ocorre a partir dos meses de março a julho, tendo sido observado que o valor máximo para a mesorregião Agreste Meridional foi acima de 450 mm na estação 53 (Canhotinho), para a mesorregião Agreste Central foi da ordem de 360 mm na estação 76 (Poção), ambos no mês de julho, e para a mesorregião Agreste Setentrional, da ordem de 320 mm na estação 141 (Tupanatinga) no mês de abril.

Sob o aspecto da variabilidade dos dados do Agreste, o coeficiente de variação é empregado na comparação de distribuições diferentes e corresponde ao desvio-padrão dividido pela média. Com relação aos dados analisados, observou-se que os valores dos coeficientes de variação foram na grande maioria superiores a 60% atestando a ocorrência de alta variabilidade amostral, considerando a classificação proposta por Warrick & Nielsen (1980). A variabilidade moderada amostral evidencia-se principalmente nos meses de junho, julho e agosto. Apesar desta grande variabilidade dos valores médios mensais, existe uma baixa variabilidade dos valores médios dos totais anuais.

Com relação à forma de distribuição, um importante instrumento de análise é interpretação da curtose, que corresponde ao grau de achatamento de uma distribuição. Para as três mesorregiões analisadas, os resultados obtidos indicaram que a grande parte das estações teve, na maioria dos meses, valores do coeficiente de curtose positivo, com tendência leptocúrtica. Numa distribuição classificada como leptocúrtica. De uma forma geral, a distribuição apresenta pico mais agudo com caudas mais longas e mais pesadas, maior probabilidade que a normal de ter valores próximos à média e valores extremos. Pode-se afirmar que a maioria dos dados da série destas estações afasta-se da média do período estudado (40 anos).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise complementar da espacialização dos dados de precipitação total mensal correspondeu às observações numéricas dos resumos estatísticos com grande variabilidade, sendo os valores superiores na região leste/nordeste reduzindo na direção oeste/sudoeste.

Com este trabalho, conclui-se que a variabilidade da precipitação para a região do Agreste Pernambucano tem uma tendência de ser dentro da normal climatológica. Os valores para o período chuvoso possuem maior variabilidade em detrimento do período seco. Pelo conjunto de informações coletadas e parâmetros estatísticos calculados não é possível dizer que existe tendência de mudança no regime pluviométrico destes postos trabalhados.

Apesar do exaustivo trabalho de processamento dos dados, ainda há amplo espaço para trabalhar as informações apresentadas e o desenvolvimento de novos estudos, melhorando e ampliando estas análises e resultados.

5 REFERÊNCIAS

AMORIN, G.R.S., SANTOS JÚNIOR, E.A.G., FERREIRA, V.S., CARVALHO, S.R.P., GALVÍNCIO, J.D. Estimativa do Balanço Hídrico no Agreste de Pernambuco, Congresso Brasileiro de Meteorologia, Edição XIV, Florianópolis – SC, 2006, 7 p. (em meio digital).

FARIAS, M.M.M.W.E.C. (2012). Aproveitamento de Água de Chuva por Telhados: Aspectos Quantitativos e Qualitativos, Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Pernambuco.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico de 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/censo/default.php>>. Acesso em 09/09/2012.

LIMA, J.S.S.; SILVA, S.A.; OLIVEIRA, R.B.; CECÍLIO, R. A. (2008). Variabilidade Temporal da Precipitação Mensal em Alegre – ES. Rev. Ciên. Agron. Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, v.39, n.02, p.327-332.

LACERDA, F.; FERREIRA, M. A. F.; SOUZA, W. M. (2006). Climas do Estado de Pernambuco. In: Atlas de Bacias Hidrográficas de Pernambuco. Secretaria de Ciência Tecnologia e Meio Ambiente. Recife, 104p.

MARCELINO, E.V. (2007). Desastres Naturais e Geotecnologias: Conceitos Básicos. Santa Maria: CRS/INPE, 20p. (publicação interna).

PERNAMBUCO (1998). Plano Estadual de Recursos Hídricos: Documento Síntese. Secretaria de Recursos Hídricos, PROÁGUA Semi-Árido, Ministério do Meio Ambiente – Secretaria de Recursos Hídricos, Recife-PE, 215p.

TUCCI, C.E.M. (2001). Hidrologia Ciência e Aplicação, 2a ed. Porto Alegre: Editora Universidade/UFRGS: ABRH, 943 p.

WARRICK, A.W.; NIELSEN, D.R. Spatial variability of some physical properties of the soil. In: Hill, D. ed. Applications of soil physics, New York: Academic Press, Cap. 13, p. 319-344, 1980.