



ANÁLISE ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO E ESTUDO DA VIABILIDADE DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA E ARMAZENAMENTO EM CISTERNAS, NO ESTADO DO PIAUÍ

Josiclêda Domiciano Galvêncio¹; Tiago Henrique de Oliveira²; Hewerton Alves da Silva³ e Maria do Socorro Bezerra de Araújo⁴

Artigo recebido em 18/08/2008 e aceito para publicação em 13/10/2008.

RESUMO

O objetivo deste estudo é avaliar a viabilidade da captação de água de chuva de acordo com o total precipitada, no estado do Piauí. Foi utilizada a técnica dos quartil, ou seja, a amostra foi dividida em quatro partes iguais. Os resultados mostraram que a frequência de anos secos varia entre 21% e 28%. A distribuição das frequências de anos normais e úmidos foram respectivamente 38 e 61% e 12,5 e 25,5%. A construção de cisternas de 16 m³ no estado do Piauí é bastante coerente, quando avaliados os índices pluviométricos da região. A quantidade de água precipitada é suficiente para encher uma cisterna nesse padrão, na existência de uma área de captação do telhado de 40m². Enfim, a construção de cisterna no estado do Piauí suprirá as famílias com 16m³ de água por ano, com uma frequência em torno de 80% dos anos.

Palavra-chave: climatologia, quantis, semi-árido, recursos hídricos

RAINFALL SPATIAL ANALYSIS AND FEASIBILITY STUDY OF THE RAIN CATCHMENT INTO CISTERN, IN PIAUÍ STATE

ABSTRACT

This paper shows the feasibility of using total precipitation to calculate the water rain storage capacity into cistern, in the Piauí State. The approaches to calculate these values are based on simple statistics, as quartile technique. The results showed that the dry years frequency varied of 21 to 28%. The normal and wet years frequency distribution varied of 38 to 61% and 12.5 to 25.5%, respectively. Cisterns with 16 m³ volume (Brazilian standard water tank) showed be suitable to rainfall index from the region. The amount of rain water was enough to fill a standard water tank, using a roof catchment area of 40 m². This standard tank is able to supply one family in Piauí State during one year, in the around 80% of studied years.

Keywords: climatology, quantiles, semi-arid and water resources

¹ Professora do Departamento de Ciências Geográficas-DCG da Universidade Federal de Pernambuco-UFPE. Avenida Professor Moraes Rego, s/n. Cidade Universitária, Recife-PE. E-mail: josicleda.galvencio@ufpe.br

² Graduando em Geografia pela UFPE e bolsista PIBIC. E-mail: thdoliveira5@gmail.com

³ Graduando em Geografia e PIBIC voluntário. E-mail: he.wasufpe@gmail.com

⁴ Professora do Departamento de Ciências Geográficas-DCG da Universidade Federal de Pernambuco-UFPE. Avenida Professor Moraes Rego, s/n. Cidade Universitária, Recife-PE. E-mail: socorro@ufpe.br

INTRODUÇÃO

A escassez ou a redução de disponibilidade de água doce é constatação preocupante, seja pelo incremento das demandas pressionadas pelo aumento da densidade demográfica e pelo crescimento das atividades agrícolas e industriais, seja pela degradação da qualidade da água devido à poluição e contaminação de fontes e mananciais, com mais intensidade em zonas semi-áridas e áridas, onde a disponibilidade hídrica é fator limitante do desenvolvimento sócio-econômico, (Ribeiro, 2005).

Na região semi-árida do Brasil a falta de sintonia existente entre a distribuição do potencial hídrico e a localização das demandas influencia consideravelmente a escassez de água doce. No Brasil, o estigma da escassez está caracterizado pelo fato de 80% das descargas dos rios ocorrerem nos setores ocupados por 5% da população, enquanto os 20% restantes devem abastecer 95% do contingente, cuja parcela urbanizada já atinge os 75%, conforme dados do censo do IBGE 1990 (Rebouças, 1997).

As secas de 1825, 1827 e 1830 marcaram o início da açudagem no Nordeste semi-árido como fonte de água para abastecimento humano e animal durante tais períodos. Em 1831 a Regência

Trina autorizou a abertura de fontes artesianas profundas. Em 1856 foi criada a *Comissão Científica de Exploração*, chefiada pelo barão de Capanema. Dentre as suas recomendações destacam-se: “a abertura de um canal ligando o rio São Francisco ao rio Jaguaribe, a construção de 30 açudes, a abertura de fontes artesianas profundas e melhoria dos meios de transporte” (Rebouças, 1997).

Até o início 1980 de existiam poucas experiências de captação e manejo de água de chuva no Brasil. Essa situação começou a mudar no final dos anos 70, quando a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA – Semi-Árido iniciou experiências com cisternas para captação de água pluvial e barragens subterrâneas. A partir do início dos anos 90, o Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada – IRPAA, entidade não governamental sem fins lucrativos, com sede em Juazeiro da Bahia, além de outras organizações não-governamentais, organizações de base e comunidades, começaram a construir cisternas na região semi-árida. As organizações perceberam que havia necessidade de implementar programas educacionais estruturados para incentivar a convivência com o clima semi-árido e gerenciar adequadamente os recursos hídricos. Nos anos seguintes, a Embrapa e o IRPAA organizaram vários Simpósios

Brasileiros de Captação de Água de Chuva, os quais deram um grande impulso à captação, estocagem e utilização dessa água, (Ribeiro, 2005).

Moura et al. (2007) analisaram as influências das precipitações pluviométricas nas áreas de captação de água de chuva na Bahia. Concluíram que no dimensionamento da captação de água de chuva devem-se considerar os valores de precipitação média dos anos mais secos, para maior garantia do enchimento das cisternas.

A captação de água de chuva no semi-árido tem se apresentado como uma ótima alternativa para suprir as necessidades hídricas básicas de famílias em diversos estados do nordeste. A quantidade de água precipitada tem se mostrado suficiente para encher uma cisterna de 16m³. Existem vários estudos avaliando o quantitativo precipitado e a captação de água de chuva em alguns estados do Nordeste, (Galvêncio et al. 2005) para Paraíba; (Galvêncio et al., 2006) Pernambuco e (Moura et al. 2007) para a Bahia.

Para o estado do Piauí não existe até o momento nenhum estudo que avalie a viabilidade da captação de água de chuva em cisternas e os totais precipitados. É importante ressaltar que o estado já está sendo beneficiado pelo o programa P1+2 (Programa uma Terra e Duas Águas) e já

foi implantado o programa P1MC (Programa Um Milhão de Cisternas) da ASA (Articulação do Semi-Árido).

O objetivo deste estudo é avaliar a viabilidade da captação de água de chuva de acordo com o total precipitada, no estado do Piauí.

MATERIAL E MÉTODO

Região em estudo

Foram utilizados dados de 201 postos pluviométricos no âmbito do estado do Piauí, (Figura 1). As análises foram efetuadas dividindo-se o estado do Piauí em microrregiões (Figura 2), devido a uma certa homogeneização da distribuição do regime de precipitação no estado.

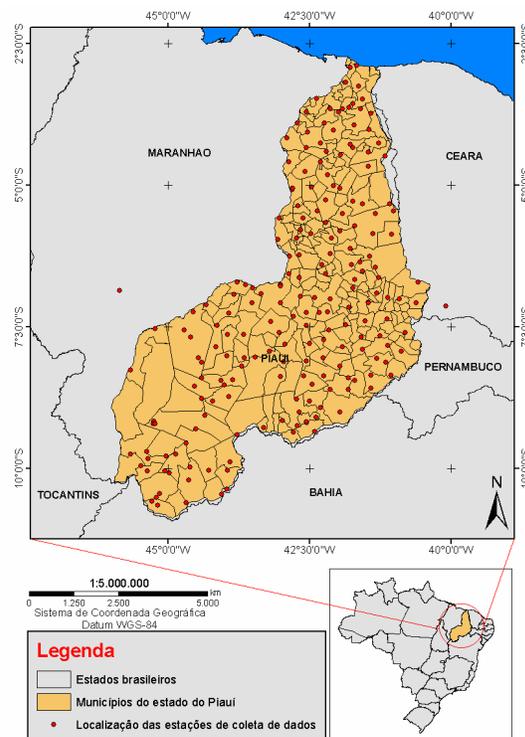


Figura 1 – Localização espacial dos postos pluviométricos utilizados neste estudo.

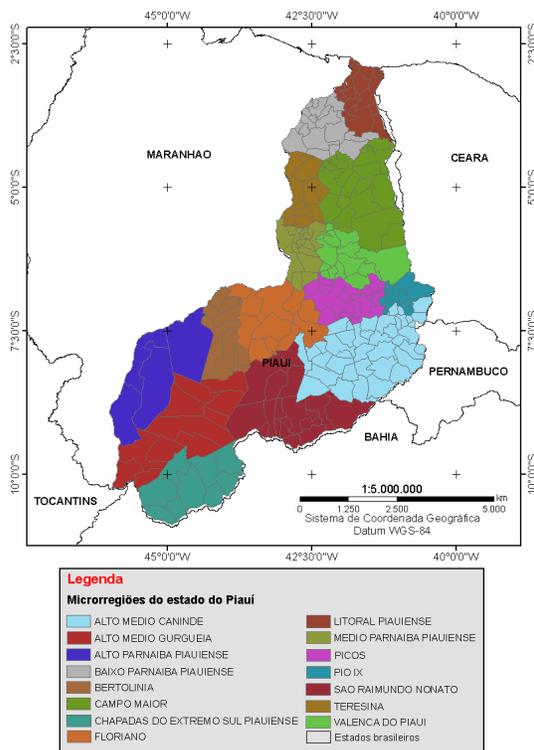


Figura 2 – Quinze microrregiões de estado do Piauí.

Dados e composição de tabelas

As tabelas foram organizadas em matrizes $n \times 2$, sendo n o número de anos com dados pluviométricos existentes e 2 número de colunas (ano-coluna 1, precipitação média anual-coluna 2).

Aplicando a estatística descritiva e os quantis estimar os valores de: precipitação média anual, mediana, desvio padrão, variância, quantis de 25% (ano seco), de 50% (ano normal) e de 75% (ano úmido), frequências de anos secos, normais e úmidos e a área de captação necessária de água da chuva nos anos seco, normal e úmido.

Através do método da krigagem se interpolou as isolinhas e efetuou o mapeamento das variáveis: precipitação, desvio padrão da precipitação, variância, mediana e a frequência de anos secos, normais e úmidos.

Método

Foi utilizada a técnica dos quantis neste estudo o quartil, ou seja, a amostra foi dividida em quatro partes iguais, como mostra a Tabela 1 (anexo). Esse método permite separar uma amostra em duas massas de observações numéricas, com $100x(p)\%$ dos elementos localizados à esquerda do quantil “amostral” e os demais $100x(1-p)\%$, à direita, XAVIER, et al., (2007). Essa técnica dos quantis já foi usada em outros estudos de influência climática e a captação de água de chuva no semi-árido do nordeste (Galvêncio et al. 2005; 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da interpolação dos dados se gerou isolinhas que unidas ao limite estadual do Piauí permitiu observar os diferentes padrões de precipitação da média histórica do estado. A Figura 3, apresenta a distribuição espacial da precipitação média anual observada no estado do Piauí. Nota-se que a precipitação varia entre 250mm a 1750 mm e cresce de leste para oeste e de sul para norte. A proximidade com a zona de transição

Amazônia – Caatinga faz com que o clima na parte oeste do estado apresente-se bem mais úmida que no resto da zona semi-árida nordestina. O aumento no norte do estado está relacionado à proximidade do oceano. Segundo Moura et al. (2007) o Semi-Árido brasileiro se caracteriza por apresentar balanço hídrico negativo, cujas precipitações pluviométricas médias anuais são iguais ou inferiores a 800 mm, evaporação de 2.500 mm/ano e temperaturas médias anuais de 23° a 27° C, com ocorrências de secas periódicas, que determinam o sucesso da atividade agropecuária e, principalmente, a sobrevivência das famílias.

A Figura 4 apresenta a mediana da precipitação anual no estado do Piauí. Nota-se semelhança em termo quantitativo da precipitação média anual com a mediana. Porém, existe uma diferença entre os mínimos dessas precipitações (media = 250mm e mediana = 300mm). Ou seja, com a mediana há uma diminuição do erro nas previsões dos anos secos. Isso ocorre devido o semi-árido apresentar uma série longa de dias sem chuva (zero mm) e a mediana representar o valor que se encontra no meio da série e com isso se minimiza a discrepância entre os valores mínimos e máximos de precipitação. Para os modelos minimizarem as discrepâncias, é necessário estimar melhor os picos de

precipitação que são os maiores erros dos modelos.

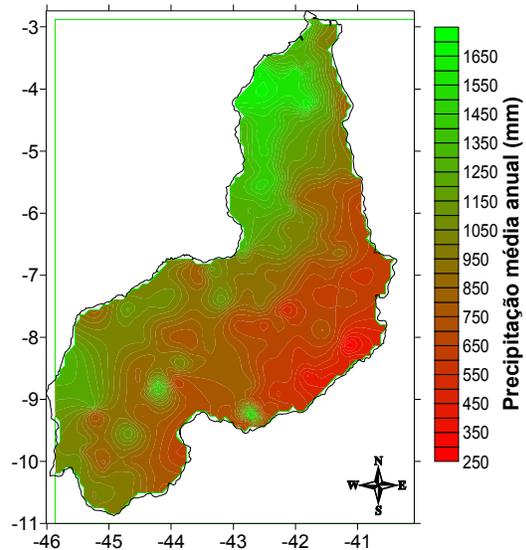


Figura 3 - Distribuição da precipitação média anual no estado do Piauí.

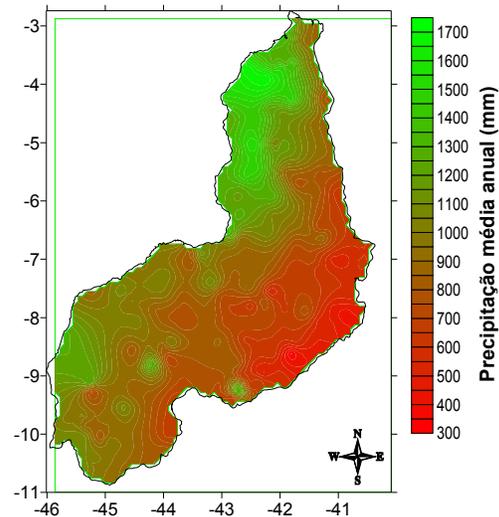


Figura 4 – Distribuição da precipitação mediana anual no estado do Piauí

Nas Figuras 5, 6 e 7 estão espacializadas as precipitações medias anuais - PMA dos anos secos, normais e úmidos para a média histórica utilizada. Verifica-se que os municípios que se encontram nas

microrregiões de Pio IX, Alto Médio Canindé e Picos (parte oeste-central do estado) possuem índices de precipitação variando de 200 a 500 mm nos anos secos e entre 500 e 900 mm nos anos úmidos.

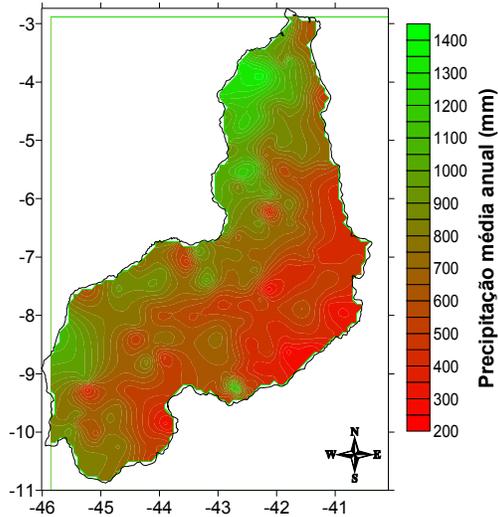


Figura 5 – Precipitação média dos anos secos.

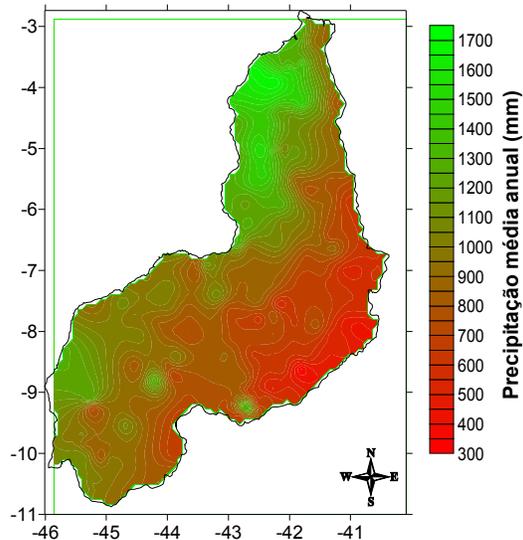


Figura 6 – Precipitação média dos anos normais

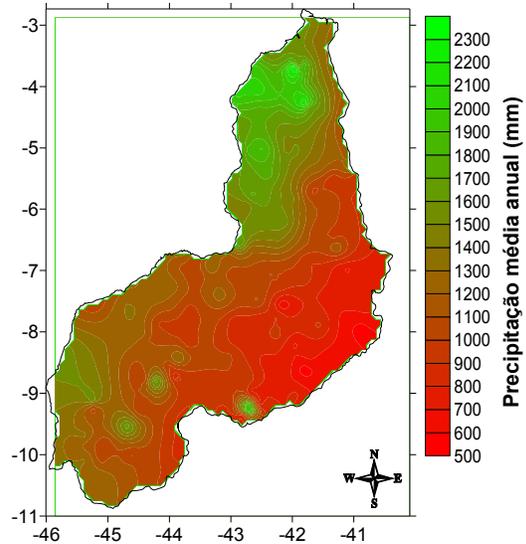


Figura 7 – Precipitação média dos anos úmidos

Porém, se observa nos mapas de distribuição das freqüências de anos secos (Figura 8) que a freqüência de anos secos varia entre 21% e 28%. A distribuição das freqüências de anos normais e úmidos foram respectivamente 38 e 61% e 12,5 e 25,5%. Isto se deve ao fato da precipitação média ser baixa e mesmo ocorrendo baixos índices pluviométricos alcança a média climatológica. Um exemplo são os municípios localizados na microrregião do Alto Médio Canindé com precipitação média anual variando entre 200 e 300 mm.

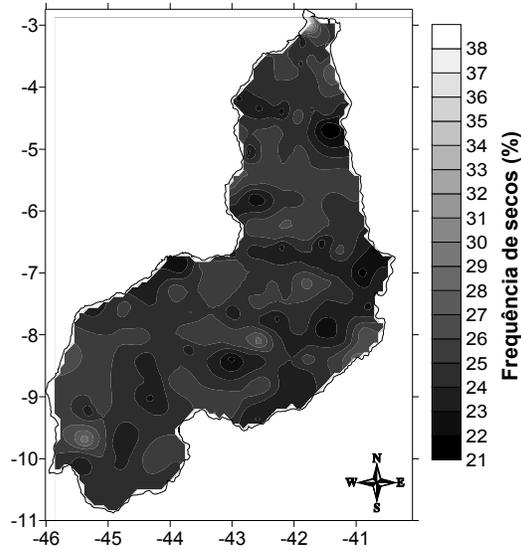


Figura 8 – Distribuição da frequência de anos seco no estado do Piauí.

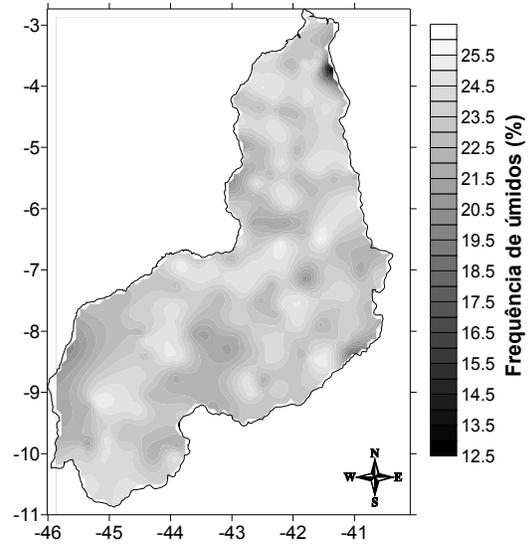


Figura 10 – Distribuição da frequência de anos úmidos no estado do Piauí.

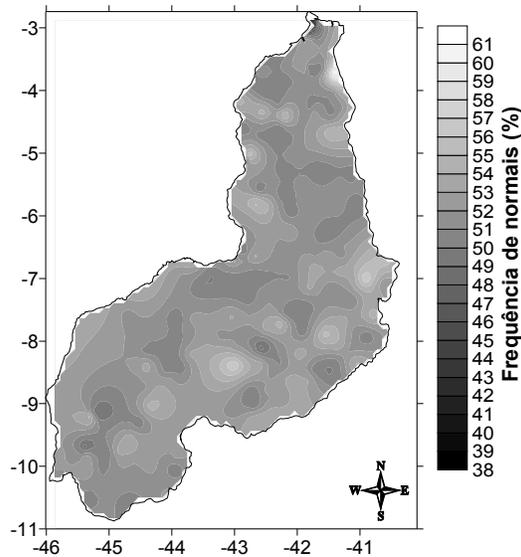


Figura 9 – Distribuição da frequência de anos normal no estado do Piauí.

Mesmo para as microrregiões que apresentam os índices de precipitação média anual mais baixa, torna-se viável a implantação do sistema de cisternas para captação de água da chuva. Analisando-se as Fig. 11, 12 e 13, infere-se que nos anos secos seria necessário de 60 a 100 m² de área de captação para o armazenamento de água de chuva, para as microrregiões de Pio IX, Alto Médio Canindé e Picos, decaindo nos anos considerados normais e úmidos com valores variando respectivamente entre 40 e 68 m² e 30 a 44 m².

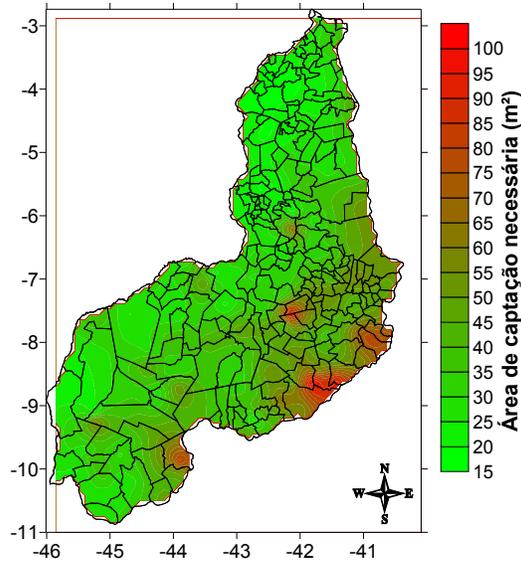


Figura 11 – Área de captação de água de chuva necessária para ano seco, no estado do Piauí.

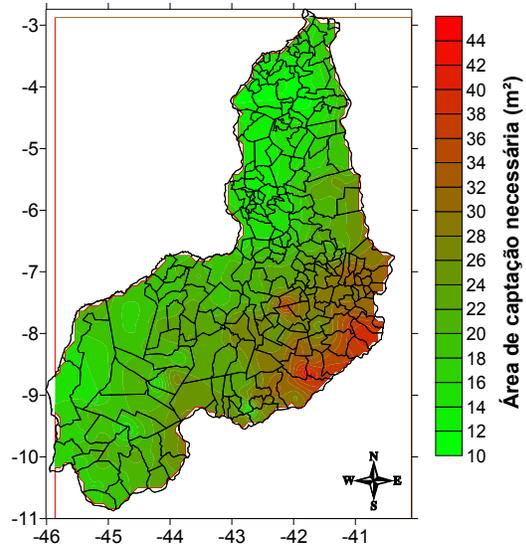


Figura 13 – Área de captação de água de chuva necessária para anos úmidos, no estado do Piauí.

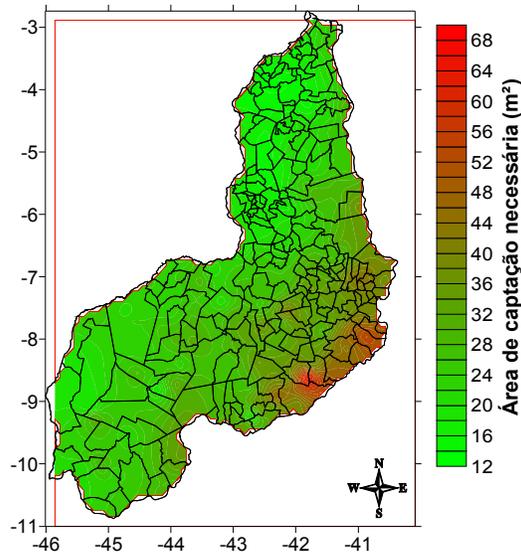


Figura 12 – Área de captação de água de chuva necessária para ano normal, no estado do Piauí.

A Figura 14 apresenta o desvio padrão da PMA da série utilizada. Nota-se na Figura 14 que os postos pluviométricos de 1, 2, 3 e 4 localizadas nas micro-regiões de São Raimundo Nonato, Alto Médio Gargueiro, Valença do Piauí e Baixo Parnaíba piauiense, cujos valores do desvio padrão apresentam bastante superiores aos demais, merece investigação a cerca de sua consistência ou das razões para tal. Ribeiro (2003) analisando o desvio padrão da série pluviométrica na Bahia, também encontrou alguns valores de desvio padrão altos, como os aqui encontrados e também mencionou o merecimento de investigação acerca da consistência dos dados.

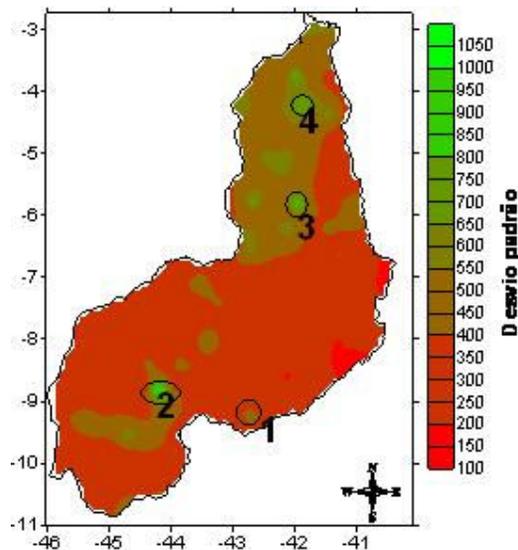


Figura 14 – Distribuição do desvio padrão das séries de precipitação anual, no estado do Piauí.

CONCLUSÃO

A construção de cisternas de 16 m³ no estado do Piauí é bastante coerente, quando avaliados os índices pluviométricos da região. A quantidade de água precipitada é suficiente para encher uma cisterna de nesse padrão, na existência de uma área de captação do telhado de 40m².

Enfim, a construção de cisterna no estado do Piauí suprirá as famílias com 16m³ de água por ano, com uma frequência em torno de 80% dos anos.

REFERÊNCIAS

GALVÍNCIO, J. D.; SOUZA, F. A. S.; MOURA, M. S. B. Aspectos climáticos da captação de água de chuva no estado de Pernambuco. **Revista de Geografia**.

DCG/UFPE, Recife, v. 22, n. 2, p. 15-35, 2006.

GALVÍNCIO, J. D.; RIBEIRO, J. G. Precipitação Média Anual e a Captação de Água de Chuva no Estado da Paraíba. Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, 5. **Anais...** Teresina: ABCMAC. 2005. CD-rom.

GUEDES, T. A.; ACORSI, C. R. L.; MARTINS, A. B. T.; Janeiro, V. Estatística Descritiva. Projeto de Ensino. **Aprender Fazendo estatística**, pp. 49, 2005. http://www.des.uem.br/downloads/arquivos/Estatistica_Descritiva.pdf

Moura, M. S. B.; Galvinctio, J. D.; Brito, L. T. de L. **Clima e a água de chuva no Semi-Árido**. In: Água de Chuva no Semi-Árido brasileiro/org. Luiza Teixeira de Lima Brito/Magna Soelma B. de Moura – Petrolina,PE: Embrapa Semi-Árido. 2007.

Moura, M. S.; Galvinctio, J.D.; Brito, L.T.de L.; Silva, A. de S.; Sá, I. I. de.; Leite, W. de M. Influência da Precipitação Pluviométrica nas das Áreas de Captação de Água de Chuva na Bahia. Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, 6. **Anais...** Belo Horizonte: ABCMAC. 2007. CD-rom

REBOUÇAS, Aldo da Cunha. *Água na região Nordeste: desperdício e escassez. Revista de Estudos Avançados – SP - USP 11 (29): 127-54, 1997.*

RIBEIRO, J. A. R. **Caracterização Hidroquímica da água de chuva e estudo da viabilidade da captação e armazenamento em cisternas, para o atendimento de demandas de água doce para consumo humano na bacia dos rios Verde e Jacaré, semi-árido do estado da Bahia.** Dissertação apresentada ao curso

de pós-graduação em Geoquímica e Meio Ambiente da Universidade Federal da Bahia, pp 113, Salvador –Bahia, maio 2005.

XAVIER, T. Ma. B. S. ; SILVA, J. F. ; REBELLO, E. R. G. . **A Técnica dos Quantis e suas Aplicações em Meteorologia, Climatologia e Hidrologia em Regiões Brasileiras.** Brasília-DF: THESAURUS EDITORA DE BRASÍLIA LTDA., 2002. v. 1. 144 p.

Tabela 1- Descrição dos quartis (dados amostrais)

Estatística	Notação	Interpretação	Posição
1º quartil	Q1	25% dos dados são valores menores ou iguais ao valor do primeiro quartil.	$p=0,25(n+1)$
2º quartil	Q2 =Md Mediana	50% dos dados são valores menores ou iguais ao valor do segundo quartil.	$p=0,50(n+1)$
3º quartil	Q3	75% dos dados são valores menores ou iguais ao valor do terceiro quartil.	$p=0,75(n+1)$

Fonte: Guedes, et al. http://www.des.uem.br/downloads/arquivos/Estatistica_Descritiva.pdf