



II Workshop Internacional de Inovações  
Tecnológicas na Irrigação  
&  
I Simpósio Brasileiro sobre o uso  
Múltiplo da Água  
10 a 13 de junho de 2008  
Fortaleza - CE

**UTILIZAÇÃO DE SIG PARA IDENTIFICAÇÃO  
DAS REGIÕES DE PRECIPITAÇÕES  
HOMOGÊNEAS PARA O ESTADO DO CEARÁ**

**Eulimar Cunha Tiburcio<sup>1</sup>; Eveline Menezes Rodrigues<sup>2</sup>; Marco Aurélio Holanda Castro<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Prof. Dr., Curso de Irrigação/Recursos Hídricos, FATEC, Juazeiro do Norte, CE, Rua João Maciel, 126, CEP 63040-790, e-mail: [eulimar@lycos.com](mailto:eulimar@lycos.com)  
<sup>2</sup> Pesquisadora do Curso de Saneamento/Recursos Hídricos, FATEC, Juazeiro do Norte, CE.  
<sup>3</sup> Prof. PhD, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará.

**RESUMO:** O planejamento dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica está intimamente ligado à precipitação, sendo considerado um fator importante no gerenciamento de uma bacia o conhecimento da distribuição no tempo e no espaço da precipitação. Neste trabalho, 77 postos pluviométricos foram empregados com o objetivo de estimar a precipitação média no Estado pelo método de Thiessen e gerar mapa de distribuição da precipitação, empregando-se o software ArcView GIS. Os resultados expressaram uma alta variabilidade temporal e espacial, identificando cinco regiões distintas, com valores variando de 31 mm para a região do sertão a 972 mm para as regiões litorâneas e serranas do Estado. Ocorreram algumas limitações na definição das regiões de precipitações homogêneas, pelo emprego do método de Thiessen, como decorrência da baixa densidade de postos pluviométricos e o efeito orográfico das serras próximas ao litoral.

**Palavras-chave:** Chuva, Estado do Ceará.

## **USE OF GIS FOR IDENTIFICATION OF HOMOGENEOUS RAINFALL FOR THE STATE OF CEARÁ**

**ABSTRACT:** Hydrologists are almost always interested in precipitation over a region than at a point. In this work, 77 rain gages, distributed in the State of Ceará, were used with the main goal of generating geo-registered rainfall maps of the special and temporary distribution in the state. The average of rainfall depth of the Ceará State was estimated by the Thiessen-polygon approach, using the ArcView GIS software. The results showed a high temporal and spatial variability, identifying five different zones, with values going from 31 mm to areas in land to 972 mm to the coastal and mountainous regions. Some limitations to define homogeneous rainfall zones was detected, as consequence of the low density of the rainfall-gage network and assumptions of Thiessen method as it does not allow for orographic influences.

**Key-words:** Rain, State of Ceara.

## INTRODUÇÃO

A região semi-árida do Brasil, na qual está inserido o Estado do Ceará, é conhecida pela sua problemática do ponto de vista climático e social pela comunidade científica tanto nacional quanto internacional.

O clima do Nordeste é identificado principalmente pela ampla variedade espacial e temporal da precipitação, constatando-se, periodicamente, grandes estiagens e cheias (Ponce, 1995). Embora na literatura científica conste que uma altura de chuva anual de 250 mm é o limite que define as secas no semi-árido brasileiro (Otonni & Netto, 1995), mesmo nas bacias mais áridas, a média da precipitação total anual é sempre superior a 250 mm. Somente em anos extremamente secos a altura pluviométrica no Estado do Ceará pode atingir valores inferiores a 250 mm. As limitações do Estado do Ceará em relação ao total precipitado dependem mais de sua variabilidade espacial e temporal do que da altura pluviométrica.

Este trabalho teve como finalidade mostrar que por meio de Sistema de Informação Geográfica (SIG) é possível analisar com mais segurança a distribuição espaço-temporal da chuva no Estado.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste trabalho foi necessário o levantamento de dados pluviométricos de todo o Estado do Ceará. A altura pluviométrica média do Estado foi estimada pelo método dos polígonos de Thiessen (Figura 1) com a utilização de um SIG (ESRI, 2007).

A metodologia apresentada por Tucci (1997) é composta pelas seguintes etapas:

- Os postos são interligados por trechos retilíneos;
- Traçam-se linhas perpendiculares aos pontos médios de cada linha que interliga os dois postos;

- Prolongam-se estas linhas até que as mesmas se interceptem formando os polígonos; os que estiverem nas extremidades são delimitados pelo contorno do território do Estado do Ceará.

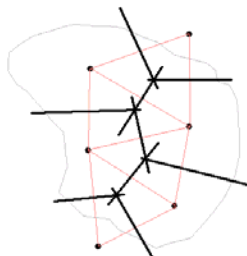


Figura 1 – Método de Thiessen

A precipitação média ( $\bar{P}$ ), em milímetros, é calculada pela média ponderada entre a precipitação de cada posto e o peso a ele atribuído ( $Ap_i$ ). Assim:

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i Ap_i}{\sum_{i=1}^n Ap_i} \quad (1)$$

$P_i$ : Precipitação registrada no i-ésimo posto pluviométrico, [L]

$Ap_i$ : área de influência de cada posto, [L<sup>2</sup>]

$\sum_{i=1}^n Ap_i$ : área total de estudo, [L<sup>2</sup>]

Embora o método dos polígonos de Thiessen considere a não uniformidade da distribuição espacial dos postos, este não leva em consideração a topografia, ou seja, não dá pesos às precipitações de acordo com a altitude da estação pluviométrica (Linsley et al., 1975).

Os dados dos postos meteorológicos do Estado do Ceará foram implantados em software de geoprocessamento para geração de um tema de rede pluviométrica.

Foi usada a extensão CRWR-VECTOR (Oliveira & Maidment, 1997) para criar os polígonos de Thiessen a partir do tema de rede pluviométrica e do tema que representa a fronteira do mapa do Estado do Ceará. Os polígonos de Thiessen criados representam as áreas de influência de cada pluviômetro, sendo possível a geração de mapa de precipitações.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Uma estimativa dos valores médios mensais da precipitação pelo método de Thiessen é mostrada na Figura 2, na qual uma marcante irregularidade das chuvas ao longo do ano pode ser observada. O período chuvoso começa no verão, por chuvas pouco representativas, intensificando-se no verão-outono e finalizando no outono-inverno, por chuvas fracas e difusas.

A Figura 3 mostra o mapa contendo as regiões delimitadas como de precipitações homogêneas. Observa-se nesta figura que dos 77 postos considerados, 16 (20,78 %) possuem uma precipitação de 31 a 166 mm/ano; 6 (7,79 %) apresentam uma precipitação de 167 a 347 mm/ano; 10 (12,99 %) corresponde a um intervalo de 348 a 639 mm/ano; 23 (29,87 %) com uma precipitação de 640 a 815 mm/ano e, finalmente, 22 postos ou 28,57 % com precipitação entre 816 e 972 mm/ano. Percebe-se a alta variabilidade espacial tão comum nas regiões semi-áridas. As maiores chuvas ocorrem no litoral e nas serras, enquanto a maior escassez evidencia-se nos sertões, expressando fortemente o efeito do oceano sobre o total precipitado no continente. À medida que se penetra no interior do Estado, as precipitações declinam, excetuando-se algumas manchas elevadas, decorrentes de fatores locais: influências orográficas, como é o caso da região do Cariri e Serra do Pereiro. A precipitação total anual segundo o método de Thiessen resultou em 646 mm, ficando claro que a grande limitação do Estado em relação à disponibilidade hídrica é a variabilidade espacial e temporal dos eventos e não o total precipitado.

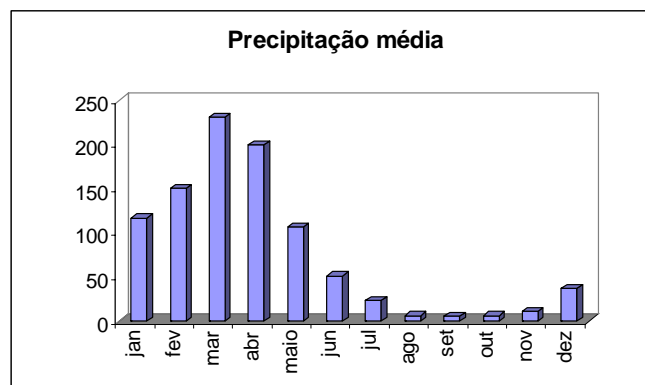


Figura 2 – Precipitação média mensal do Estado do Ceará (mm)

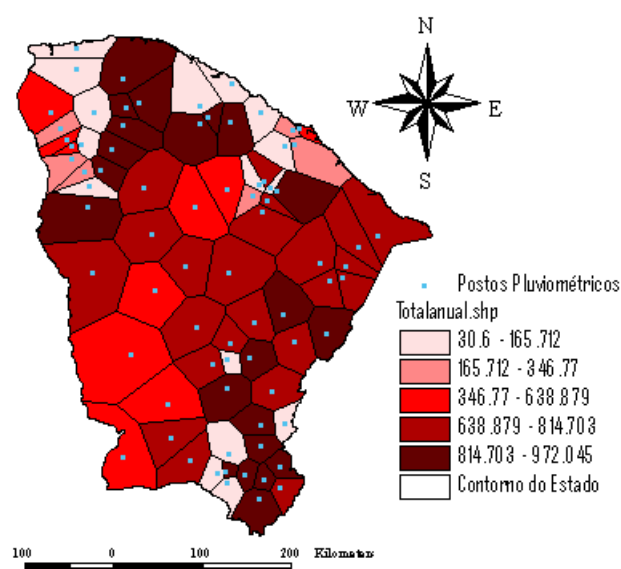


Figura 3 – Precipitação média anual do Estado do Ceará (mm)

## CONCLUSÕES

Em face do que foi exposto nos resultados e discussões, observa-se que o Estado do Ceará possui marcante irregularidade das chuvas no tempo (concentração de chuvas num curto tempo, determinando a ocorrência de dois períodos distintos: um chuvoso e outro seco ou de estiagem) e no espaço (chuvas mal distribuídas na área territorial do Estado, concentrando-se mais no litoral e nas serras, ficando a grande parte com baixas

precipitações). Este trabalho também mostrou que o método de Thiessen não reflete de forma realística a precipitação média para o Estado do Ceará em decorrência da baixa densidade de postos pluviométricos e do mesmo não considerar o efeito orográfico dos acidentes geográficos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Disponível em: <<http://www.funceme.br/>>. Acesso em: 20 ago. 2007.

ESRI Support Center: Your online technical resource  
Disponível em: < <http://arcscrips.esri.com> >  
Acesso em: setembro de 2006.

LINSLEY, R. K, KOHLER, M. A. and PAULHUS, J. L. H. **Hydrology for Engineers**. Second Edition – McGraw-Hill. New York, 1975. 482 p.

OLIVEIRA, F. & MAIDMENT, D. P. **GIS Tools for HMS Modeling Support**, 19 th Annual ESRI International User Conference, San Diego, Califórnia, July 26-30, 1999. Disponível em:  
<<http://www.ce.utexas.edu/prof/oliveira/esri99/p801.htm>>.  
Acesso em: novembro de 2006.

OTTONI, A. B., NETTO, T. B. O. **A Problemática do Controle da Desertificação nas Bacias Carentes do Nordeste Brasileiro**. Trabalho apresentado no Evento Técnico promovido pelo Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Ceará (CREA/CE). Fortaleza, 2001. 10 p.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia Ciências e aplicação** – 1ª edição – Porto Alegre. Ed. Da Universidade ABRH 1993. p. 391-411, 433-440.