

# DADOS CARTOGRÁFICOS TEMÁTICOS E DE IMÁGENS ORBITAIS NA PREVISÃO DE RISCOS DE INUNDAÇÕES EM BACIAS HIDROGRÁFICAS: UMA METODOLOGIA PARA SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA.

Marcos Cesar Ferreira Depto de Cartografia, UNESP – Brasil

## **ABSTRACT**

This paper presents a methodology for flood risk analysis based on cartography data and satellite images / GIS, in drainage basin where the hydrologic data do not exist

## **RESUMO**

Este trabalho apresenta uma metodologia para previsão de riscos de inundações em bacias hidrográficas sem dados hidrométricos disponíveis. A metodologia envolve o uso de índices cartográficos temáticos, imagens orbitais e sistemas de informação geográfica, para definição de um modelo de previsão de cheias.

## **1. INTRODUÇÃO**

A intensidade com que os ecossistemas naturais vem sendo convertidos em áreas de produção agrícola nos países latino-americanos, preocupa a sociedade quanto os possíveis riscos resultantes desta atividade não planejada.

Um dos principais riscos já comprovados é a alteração no nível em bacias hidrográficas onde a expansão agrícola é mais intensa, comprometendo as populações que de modo desorganizado ocupam as Planícies fluviais.

Em contrapartida, é comprovada a carência de estações pluviométricas e pluviométricas em países como o Brasil e alguns países latino-americanos. Desta maneira, é urgente pesquisa de técnicas e métodos de previsão de inundações e gerenciamento hídrico destas áreas, baseadas em fontes de dados alternativas, compatíveis com a disponibilidade de registros destes países.

O objetivo principal deste trabalho é apresentar uma alternativa para a previsão do escoamento superficial de bacias hidrográficas, baseado na integração de dados de imagens orbitais e dados cartográficos temáticos em um sistema de informação geográfica (SIG).

## **2. A PROPOSIÇÃO METODOLÓGICA**

### **2.1 - Definição dos índices cartográficos**

Diversos estudos tem mostrado a possibilidade de se obter informações hidrológicas de bacias hidrográficas a partir de dados físico-geográficos, como

mostram os autores Jarboe & Haan (1964), Magette et al. (1976), Laut eta al. (1985) e Acreman & Sinclair (1986).

No entanto, estes estudos propõem a utilização de um grande número de dados temáticos, provenientes em sua maioria de levantamento detalhados (1:10.000 e 1:25.000). Alguns países latinoamericanos, notadamente o Brasil, possuem mapeamentos nestas escalas apenas em determinadas áreas do sul o sudeste do país.

Uma solução seria a utilização de Índices cartográficos que sintetizem o maior número de dados temáticos, independente da escala adotada para a sua obtenção, associados a dados provenientes de imagens orbitais. A obtenção de dados de imagens TM-LANDSAT e NOAA-AVHRR apresentam um menor custo por quilômetro quadrado, em relação às técnicas convencionais de mapeamento. Por outro lado, a repetitividade temporal do imageamento proporciona uma melhor adequação às ações de pesquisa envolvendo o monitoramento hidrológico das bacias.

Com base nestes premissas, foram estudados vários índices obtidos de mapas temáticos e imagens orbitais e avaliados o seu potencial de síntese, facilidade de obtenção e aplicabilidade (Ferreira, 1991).

Foram escolhidos os seguintes índices para a caracterização hidrológica das bacias hidrográficas:

#### **A) Fator Topográfico (FT)**

Definido por Morisaw (1962), pela seguinte relação:

$$FT = F_i \cdot R_h \cdot C$$

onde,  $F_i$  - frequência de canais de primeira ordem, da bacia)

$R_h$ - relação de relevo (declividade da bacia)

$C$ - índice de circularidade da

O fator topográfico pode ser obtido de cartas topográficas na escala 1:100.000 e 1:50000 através de medidas cartográficas baseadas em conceitos de morfometria fluvial. Atualmente estão sendo feitos estudos baseados em resultados obtidos por outros autores, no sentido de se implementar as rotinas de cálculos morfométricos no SIG, utilizando-se mapas digitalizados no formato vetorial, ou através de "scanner".

#### **B) Coeficiente de Cobertura vegetal (CCV)**

Este índice foi definido por Zavojanu (1985) e adaptado posteriormente para uso de dados orbitais dos satélites TM e NOAA, utilizando-se o índice de vegetação (Ferreira) 1991). O índice de vegetação (IV) é uma avaliação quantitativa da cobertura vegetal, proposta por Rouse et al. (1973), levando-se em consideração a relação entre o percentual de biomassa verde e o percentual de solo exposto. As técnicas utilizadas para a obtenção deste índice seguem os pressupostos teóricos do processamento digital de imagens.

Para a obtenção dos valores de CCV de uma bacia, utiliza-se a relação sugerida por Ferreira (1991):

$$CCV = IV \cdot S$$

onde IV. índice de vegetação da classe n, com n (0,255)

S – percentual em área ocupada pela classe n na bacia

O cálculo do CCV está sendo implementado no SIC, através da Luto,- face Tratamento Digital de Imagens/SIG, disponíveis com sistemas como o ERDAS, SGI/INPE entre outros.

### **C) Coeficiente Médio de Impermeabilidade. (CMI)**

Este índice, leva em consideração as variáveis mais importantes que interferem no escoamento pluvial em vertentes, sugeridas por Huld & Talpaz (1977), Cooby et al. (1984) e Jorge et al. (1988). A relação que define o CMI é a seguinte (Ferreira, 1991):

$$CMI = FI \cdot S$$

onde FI – fator de impermeabilidade da unidade de solo i

S – o percentual em área ocupada pela unidade de solo i na bacia.

O fator FI depende do percentual de argila no horizonte A, profundidade do solo, relação entre os horizontes A e B percentual de argila no horizonte mais impermeável. O índice cartográfico CMI também pode ser calculado internamente no SIG, através da interação entre a base de dados cartográficos e os arquivos na forma tabular, os quais contêm os atributos de impermeabilidade das unidades pedológicas.

## **2.2. O fluxo de Trabalho no Sistema de Informação Geográfica**

Definidos os índices cartográficos, os valores dos mesmos podem ser introduzidos no SIG no formato espacial, através da mesa digitalizadora ou do 'scanner', ou através de imagens orbitais, efetuando-se assim o cálculo a 'posteriori'. Ou então,

através da entrada de dados na forma tabular, quando os valores dos índices são introduzidos no sistema previamente calculados (Fig. 1).

Em seguida, é definido o modelo matemático que relaciona as variáveis cartográficas e as variáveis hidrológicas de algumas bacias utilizadas como teste. E através deste modelo que serão feitas as previsões de inundações em bacias não instrumentalizadas. Neste aspecto pode ser associado ao SIG uma rotina estatística para o estudo da análise de correlação canônica entre as variáveis, no sentido de se obter maior confiabilidade das previsões.

Associadas a análise de correlação canônica, atuam as operações de processamento espacial disponíveis no SIG, que classificam as bacias, a partir de valores de vazão estimados pelo modelo. Posteriormente, há a possibilidade de se efetuar testes utilizando valores pluviométricos de diferentes durações estimando-se assim as hidrógrafas das bacias.

Como saída de dados, é possível se obter mapas temáticos para definição de regiões hidrológicas homogêneas, gráficos das curvas hidrógrafas de bacias ou de um conjunto de bacias selecionadas e dados na forma de tabelas, mostrando os atributos cartográficos e hidrológicos das bacias.

### **3. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Atualmente está sendo efetuada a fase de testes das variáveis cartográficas e das hidrológicas a fim de se definir o modelo a ser implementado em um SIG. Esta etapa se desenvolve utilizando dados de 30 bacias do Estado de São Paulo, Brasil, associados a dados orbitais do TM-LANDSTA e do NOAA-AVHRR. Em seguida, serão realizados testes com dados controlados de diferentes bacias situadas em compartimentos ambientais representativos do estado.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ACREMAN, MC.; SINCLAIR, C.D. Classification of drainage basins according to their physical characteristics: su application for flood frequency analysis iii Scotland. Journal of Hydrology, 84:365-380, 1986.

COSBY, EJ. et al. - A statistical exploration of the relationships of soil moisture characteristics to physical properties of soils. Water Resources Research, 20(8): 682-690, 1984.

FERREIRA, M. - Dados de sensoriamento remoto e parâmetros do meio físico aplicados a regionalização de bacias hidrográficas. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, São José dos Campos, SP - Brasil, novembro de 1991, 158 p.

JARBOE, J.E. & HAAN, C.T. - Calibrating a water yield model for small engaged watersheds. Water Resource Research, 10:256-262, 1974.

JORGE, J.A.; IGUE, T. e ALMEIDA, - OLP. - Propriedades hídricas e resistência penetração de quatro unidades de solo do Estado de São Paulo. Revista de Agricultura, 63 (1):1988.

LAUT, P. et al. - A hydrologic classification of sub-basins in the Macleau Valley, New South Wales. Div. Water and Land Resource Tech. Paper, 45, OSTRO, 1985.

MAGETTE, W.L.; SHANHOLTZ, V.O. e CARR, C.R. - Estimating selected parameters for the Kentucky Watershed Model from watershed characteristics. Water Resources Research, 12(3): 472-476, 1976.

MORISAWA, M.E. - Quantitative geomorphology of some watersheds in the Appalachian Plateau. Geolog. Soc. Am. Bull., 73(9):1025-1046, 1962.

ROUSE, J.R.; HASS, R.U.; SHELL, J.A. DEERING, J.W. . Monitoring vegetation systems in the Great Plain With ERTS. In: ERTS SYMPOSIUM, 3, V.1, 1973.

