

## UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE ANÁLISE EM GEOPROCESSAMENTO NO MUNICÍPIO DE PARIQUERA-AÇU/SP

Sérgio Vicente Liotte\*  
Arlei Benedito Macedo \*  
Marcelo Ferreira Pedro \*

Neste trabalho são utilizadas técnicas de geoprocessamento para o apoio ao Planejamento Físico-Territorial do Município de Pariquera-Açu/SP. Situada no Vale do Ribeira (sudoeste do Estado de São Paulo) com uma população aproximada de 16.000 habitantes. Na área rural predominam as culturas de chá, banana, tangerina, maracujá, plantas ornamentais e pinus. Já na zona urbana predominam atividades ligadas à administração pública, ao eco-turismo (presença de um parque estadual), ao comércio e relacionada ao pequeno parque industrial.

Dados de uso do solo e cobertura vegetal foram obtidos através de imagens de Satélites TM/Landsat (1986) e Spot (multiespectral 1998) e o processamento dessas imagens foram realizados no programa EASI/PCI 6.2. Optou-se pela utilização de um Sistema de Informações Geográficas pela facilidade de cruzamento e interpretação dos diversos dados obtidos (geologia, geomorfologia, pedologia, capacidade de uso da terra, potencial agrícola, uso atual do solo, declividade, drenagens, entre outros). Será apresentada apenas uma parte do trabalho referente a utilização de técnicas de apoio à decisão (MCE Análise Multi-Criterial), sendo estas análises realizadas no programa Idrisi 2.0. A avaliação multi-criterial é uma importante ferramenta de subsídio ao Planejamento, pois permite relacionar diversos dados de natureza distintas visando um determinado objetivo que pode ser modificado de acordo com o grau de importância de cada critério. São apresentados aqui duas formas de análise multi-criterial: a Booleana e a Fuzzy.

### Avaliação por Critérios Múltiplos

Este tipo de avaliação (*MCE - Multi Criteria Evaluation*) é muito difundido para avaliar e agregar vários critérios. Antes de agregar os vários critérios (fatores), os valores desses devem ser reescalados para um intervalo numérico comum, ou seja, os valores dos critérios serão padronizados, e este reescalamento é denominado de padronização.

Os fatores podem ser reescalados diferentemente, ou seja, pode-se reescalar os valores apenas em zero e um, onde zero são regiões inaptas e um são as regiões aptas (técnica booleana), ou ainda serem reescalados de acordo com alguma função para um intervalo particular comum (técnica *Fuzzy*).

### Análise Booleana

O método booleano considera que cada mapa temático (fator, critério) pode ser um nível de evidência. Os diferentes níveis são combinados para elaborar uma hipótese ou proposição, sendo que cada componente de um nível é classificado como satisfazendo (1) ou não satisfazendo (0) uma hipótese (ou proposição).

As principais operações booleanas são as operações And e Or. Na operação booleana And, os diferentes níveis são combinados produzindo uma imagem binária (ou **booleana**) final, onde o valor 1

\* GSA - IGc - USP - Financiado pela FAPESP - 97/07550-1

indica que a área satisfaz todas as condições, e o valor 0, que a área não satisfaz uma ou mais condições.

Na operação booleana Or, os diferentes níveis são combinados e a imagem binária final, onde o valor 1 indica que a área satisfaz pelo menos uma das condições, e o valor 0, que a área não satisfaz nenhuma das condições exigidas. A simplicidade do método booleano é um aspecto positivo, entretanto este método não dá o peso devido à cada critério.

### **Análise Fuzzy**

Segundo Bonham-Carter (1994), enquanto que no método booleano cada componente de um nível de informação é classificado como satisfazendo (1) ou não satisfazendo (0) uma condição, no método *fuzzy* cada membro de um nível de informações pode ser classificado numa escala contínua que varia de 0 à 1. O valor 1 indica que o componente satisfaz totalmente as condições exigidas, enquanto que o valor 0 indica que o componente não satisfaz as condições. Valores intermediários indicam que o componente satisfaz parte das condições exigidas.

Na utilização dos fatores *fuzzy* no SIG *Idrisi* estes são padronizados para um intervalo em nível de byte entre 0 e 255

Com dois ou mais mapas classificados de acordo com o método *fuzzy*, pode-se aplicar os operadores *fuzzy* AND e OR, que funcionam de maneira semelhante às operações booleanas AND e OR.

### **Aptidão ao Desenvolvimento Urbano**

A partir de técnicas de análise em geoprocessamento foram realizadas, de maneira preliminar, análises *booleanas* e *fuzzy* para a determinação de novas áreas residenciais. Utilizou-se o Sistema de Informações Georreferenciadas *Idrisi 2.0* para estas análises.

#### **Análise Booleana**

Na análise *booleana* foram considerados os seguintes fatores: uso do solo (1986), declividade, risco de inundação e áreas de restrições ambientais.

##### Fator Uso do Solo

As classes de uso de solo foram divididas em: solo exposto, áreas de cultivo, vegetação rasteira e/ou de capoeira, vegetação arbórea, rios/represas/lagos, regiões alagadiças, área urbana. Deste modo as categorias que apresentam restrições ao desenvolvimento urbano são derivadas do mapa de uso do solo.

Áreas aptas	Valor	Áreas inaptas	valor
Solo exposto	1	Rios/represas/lagos	0
Áreas de cultivo	1	Regiões alagadiças	0
Vegetação rasteira	1	Área urbana	0
Vegetação arbórea	1		

##### Fator Declividade

O mapa de declividades foi reclassificado de modo que as áreas que apresentam declividades inferiores a 20% foram consideradas aptas (1) e as áreas que apresentam declividades acima de 20% foram consideradas inaptas (0).

### Fator Risco de Inundação

Foi gerado um mapa temático que apresenta as áreas com principais risco de inundações da região. As áreas que apresentam qualquer possibilidade de risco de inundação foram consideradas inaptas (0) e as áreas que não apresentam riscos de inundação foram consideradas aptas (1).

### Fator Restrição Ambiental

Foi gerado um mapa temático que apresenta as restrições ambientais no município de Pariquêra-Açu. A única restrição ambiental na área foi na área do Parque Estadual “Campina do Encantado”. A área do Parque Estadual foi considerada inapta (0) e as demais áreas aptas (1).

### Resultado do emprego da técnica de análise *Booleana*

Com todos os fatores padronizados, ou seja, transformados em imagens *booleanas*, executa-se a operação *and*, onde todos os fatores foram combinados entre si gerando o mapa temático de aptidão (1) e inaptidão (0) ao desenvolvimento urbano (figura 01).

### **Análise *Fuzzy***

Na análise *Fuzzy* foram considerados os seguintes fatores: uso do solo (1986), distância da área urbana, risco de inundação, declividade, distância das principais rodovias e restrições ambientais. Os fatores serão considerados à luz de regras de decisão *fuzzy* onde áreas aptas e inaptas constituem medidas contínuas.

### Fator Uso do Solo

As restrições ao desenvolvimento urbano consideradas na análise *booleana* foram mantidas, ou seja, as regiões alagadiças, rios/represas/lagos e áreas urbanas são inaptas e deste modo representam restrições absolutas (0).

As regiões que apresentam condições favoráveis para o desenvolvimento urbano foram consideradas (figura 20), em ordem decrescente de aptidão: solo exposto (255), vegetação rasteira (200), vegetação arbórea (125) e áreas de cultivo (75).

### Fator Distância do centro da cidade

A partir da mancha urbana (centro da cidade), com o auxílio do módulo *distance* foram calculadas as distâncias que envolve o centro de Pariquêra-Açu e as demais regiões do município (figura 20). Essas distâncias foram reescaladas para um índice de aptidão no qual a maior distância (18.127,324m) possui o menor índice de aptidão (0) e a menor distância o maior índice de aptidão (255). A função de decréscimo linear simples é apropriada para este critério, ou seja, à medida que aproxima-se do centro da cidade a aptidão aumenta.

### Fator Risco de Inundação

A partir do mapa temático de Risco de Inundação as classes foram reescaladas do seguinte modo: sem risco de inundação (255); baixíssimo risco (40); baixo risco (30); moderado risco (20); médio risco (10); alto risco (8); altíssimo risco (5); inapta (1).

### Fator Distância das Principais Vias

A partir das principais vias da cidade, com o auxílio do módulo *distance* foram calculadas as distâncias que envolve as principais vias de Pariquêra-Açu e as demais regiões do município. Essas

distâncias foram reescaladas para um índice de aptidão na qual a maior distância (7.803,51 m) possua o menor índice de aptidão (0) e a menor distância o maior índice de aptidão (255). A função mais apropriada para este caso, é a função decrescente em forma de J.

#### Fator Declividade

As restrições consideradas na análise *booleana* foram mantidas, ou seja, são inaptas as regiões que apresentam declividades superiores a 20%. As declividades inferiores a 20% foram reescaladas utilizando a função sigmoïdal para o intervalo 0 a 255.

#### Fator Restrições Ambientais

Simplemente este fator foi mantido como na análise *booleana*, e atuará como uma máscara, mantendo seu critério de restrição.

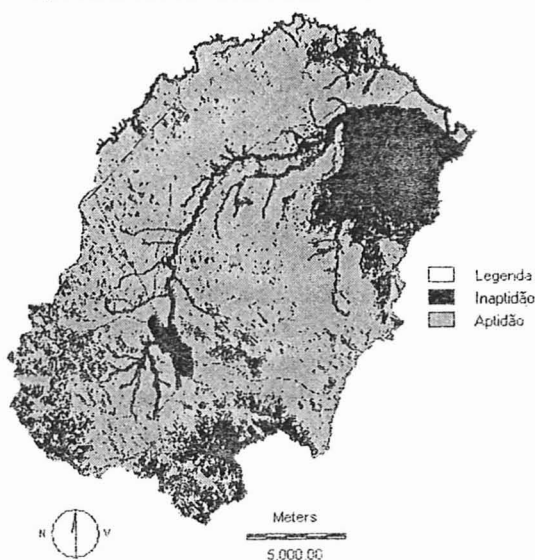
#### Ponderação de Fatores

A grande vantagem da utilização da Combinação Linear Ponderada é a possibilidade de dar diferentes pesos relativos para cada um dos fatores no processo de agregação.

Os pesos dos fatores são atribuídos individualmente a cada fator, indicando a importância relativa de cada fator em relação aos demais, e também controlam como os fatores irão compensar-se, ou seja, fatores com alta aptidão em um determinado local irão compensar outros fatores com baixa aptidão no mesmo local. É justamente o peso de compensação (peso do fator) que determinará o grau que um fator irá compensar o outro.

No SIG *Idrisi 2.0* o módulo *weight* utiliza a técnica de comparação pareada para o desenvolvimento de um conjunto de pesos de fatores. A partir da análise pareada dos fatores, ou seja, é comparada entre os fatores a sua importância relativa com os demais.

Aptidão ao Desenvolvimento Urbano-Análise Booleana



Aptidão ao Desenvolvimento Urbano-Análise Fuzzy

