

**ASSOCIAÇÃO DO PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS  
AO USO DE PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS NA  
DEFINIÇÃO DE UNIDADES DE PAISAGEM DA BACIA DO RIO  
CORRENTE - BA**

**Evandro Klen Panquestor<sup>1</sup>, Osmar Abílio de Carvalho Júnior<sup>2</sup>,  
Laiza Rodrigues Leal<sup>1</sup>, Adriana Carvalho de Andrade<sup>1</sup>,  
Éder de Souza Martins<sup>3</sup> & Renato Fontes Guimarães<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>UnB - Universidade de Brasília - Departamento de Geografia  
Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte, 70910-900, Brasília, DF, Brasil.  
{evklen, laizaleal, adrianacarvalho, renatofg}@unb.br

<sup>2</sup>INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
12201-970 - São José dos Campos - SP, Brasil.  
osmar@ltid.inpe.br

<sup>3</sup>Embrapa/CPAC - Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados  
Caixa Postal 08223, 73301-970, Planaltina, DF, Brasil.  
eder@cpac.embrapa.br

Recebido 15 de agosto de 2001; revisado 19 de janeiro 2002; aceito 23 de março

**RESUMO** - A análise dos parâmetros morfométricos pelo emprego de técnicas de Processamento Digital de Imagens (PDI) e Sistema de Informação Geográfica (SIG) constitui um instrumento adequado para análise ambiental, pois fornece uma visão integrada da paisagem dentro de um ambiente computacional. A compartimentação geomorfológica neste ambiente auxilia o diagnóstico ambiental e estudos para a realocação das atividades humanas. Neste contexto, o presente estudo tem por objetivo fazer uma compartimentação geomorfológica na bacia do rio Corrente/BA, definindo critérios de utilização da área conforme a dinâmica natural. Inicialmente confeccionou-se o Modelo Digital de Terreno (MDT) da bacia do rio Corrente a partir de 23 cartas topográficas (1:100 000) em formato digital. As cartas foram interpoladas pelo método TOPOGRID do

programa *ArcInfo*. A partir do MDT foram gerados os mapas morfométricos de declividade, direção de fluxo e área de contribuição da bacia. Os mapas foram contrapostos a partir da análise de gráficos de dispersão e emprego de técnicas de processamento digital de imagens (composições coloridas e manipulação de contraste). Isto possibilitou a definição de padrões geomorfológicos distintos, que podem auxiliar a formulação de prognósticos para a definição de diretrizes para o uso do solo.

**Palavras -Chave:** Morfometria; Modelo Digital de Terreno; Unidades de Paisagem

**ABSTRACT** - The analysis of the morphometric parameters based on the application use of techniques of Digital Processing of Images (DPI) and Geographic Information System (GIS) constitutes an adequate instrument for environment analysis, since it gives an integrated vision of the landscape in the laboratory. The geomorphologic units from GIS assists the environmental diagnosis and studies for the relocation of the human activities in a way to find a more adequate land use management. In this context, the present study it has the objective to make geomorphologic units in the basin of the Corrente river (BA), defining criteria of land use from natural dynamics of landscape. Initially the Digital Elevation Model (DEM) of the basin of the Corrente river from 23 topographical maps (1:100.000) in digital format was made. These maps had been interpolated by TOPOGRID method of the ArcInfo software. Morphometric maps of slope, flow direction and contributing area had been generated from DEM of the basin. These maps were correlated to dispersion graphs. Associated to these proceedings were used, digital processing techniques for images with color compositions and manipulation of contrast. This methodology made possible, then, the definition of distinct geomorphologic standards, which may help in the definition of different land use guidelines.

**Keywords:** Morphometry; Digital Elevation Model; Units of Landscape.

## INTRODUÇÃO

Na análise ambiental deve-se levar em consideração os atributos físicos e sociais buscando-se relacionar a terra com seus usos e potencialidades ( Guerra & Cunha, 1994). O meio ambiente vêm sofrendo alterações bruscas com as explorações dos recursos naturais para atender às demandas sócio-econômicas de maior rentabilidade. Desta forma, a compreensão do meio ambiente deve ser feita de maneira sistêmica, onde são considerados os componentes e as relações interdependentes que dele fazem parte, além das interações que ocorrem regularmente na formação de um todo unificado (Odum, 1995).

A expressão espacial e visual do meio ambiente é a paisagem que consiste em uma unidade geográfica que difere do seu entorno em virtude de suas características específicas (Novaes, 1993). A compreensão da paisagem, além de estabelecer relações mais harmoniosas entre os agentes que nela atuam, viabiliza a manutenção dos sistemas naturais. Desta forma, verifica-se uma constante tentativa na formulação de modelos para compartimentar a paisagem de forma a refletir a sua dinâmica interna e suas interações. Uma dessas abordagens é o modelo de *land systems*, que toma como referencial os padrões de fisionomias do terreno (padrões de paisagens ou unidades de paisagens). Dentre as variáveis fisionômicas utilizadas, os dados morfométricos se destacam devido à facilidade de aquisição e confiabilidade das informações. Estes dados permitem uma análise quantitativa e podem ser correlacionados com as demais características que constituem a paisagem.

Como auxílio ao tratamento dos dados podem ser utilizadas técnicas de geoprocessamento que permitem automatizar as operações de classificação,

extração e cruzamento das informações. Estes procedimentos tornam mais eficiente e precisa a compilação, armazenamento e utilização dos dados, além de diminuir a subjetividade da análise (Aronoff, 1989; Medeiros, 1999).

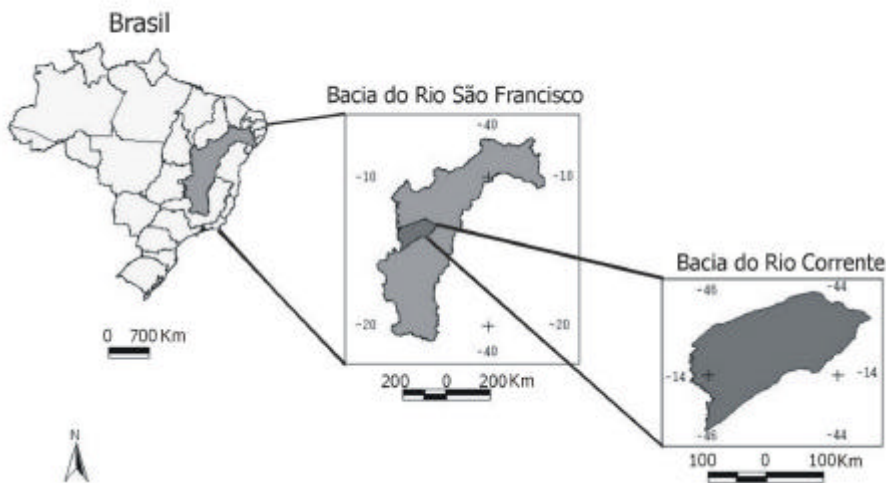
O presente trabalho possui como objetivo identificar e classificar as unidades geomorfológicas mais representativas da bacia do rio Corrente-BA, visando subsidiar programas e projetos de gestão do ambiente. Esta área, por ser de intensa atividade agrícola, apresenta uma grande complexidade devido ao uso mais intensivo do solo e, portanto, da paisagem.

### **CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

A bacia do rio São Francisco possui 634.000 km<sup>2</sup>, localizando-se nos estados de Minas Gerais e Bahia. Sua posição atual, desviada para leste, a partir do cotovelo de Juazeiro-Petrolina, deve-se às deformações do macrodomo cristalino da Borborema (IBGE, 1994).

A área de estudo compreende a bacia do rio Corrente, localizada no médio São Francisco, entre as coordenadas 12°45' e 14°50' S e 43°20' e 46°15' W, com cerca de 35.230 km<sup>2</sup> (**Figura 1**).

Toda a bacia do rio Corrente se encontra em área de clima tropical semi-úmido, com características médias praticamente uniformes ao longo do ano, em termos de temperatura, umidade relativa, evaporação e ventos predominantes que são do quadrante Norte. O índice pluviométrico médio anual é baixo e a distribuição das chuvas não é uniforme ao longo do ano, ocorrendo predominância de precipitações nos meses de novembro a março (PLANVASF, 1989).



**Figura 1** – Mapa de Localização da Bacia do Rio Corrente - BA

Em relação à precipitação, apenas as nascentes apresentam isoietas médias anuais entre 1.000 e 1.400 mm (1931-1988). Para todo o restante da bacia esses valores ficam entre 100 e 600 mm. A média da precipitação fica em torno de 916 mm/ano (PLANVASF, 1989).

Da nascente à foz, o rio Corrente possui orientação geral de E/NE, sendo mais sinuoso, estreito e com correnteza de maior intensidade entre Santa Maria da Vitória (BA) e a localidade de Porto Novo (BA); desse ponto em diante rio é menos sinuoso. Sua largura média é de 90m e sua extensão navegável é de 108km, contados da foz até Santa Maria da Vitória (BA).

A área denominada de Oeste Baiano inclui os chapadões e a depressão drenada pelo rio São Francisco. Os chapadões constituem-se no prolongamento

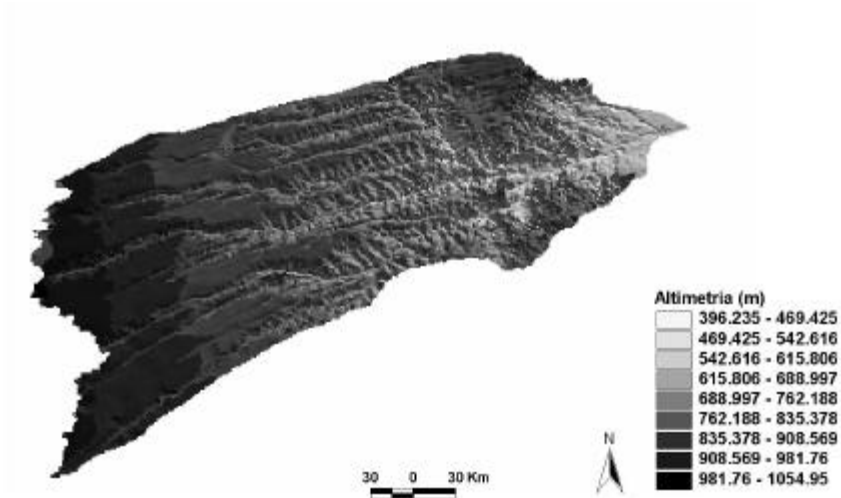
para o sul dos Chapadões do Rio Grande e de Baianópolis. Com uma área de 23.920km<sup>2</sup> englobam os interflúvios dos altos cursos dos rios Corrente e Formoso. Os topos dos chapadões guardam feições planas herdadas da superfície de erosão que se instalou sobre os sedimentos sub-horizontalizados da Formação Urucuia. Os solos relacionam-se às alterações dos arenitos, apresentando textura predominantemente arenosa, localmente argilosa, onde ocorrem fácies pelíticas com espessuras consideráveis denunciando a fragilidade daquelas rochas. Nos chapadões predomina o ecossistema da Savana (IBGE, 1994).

A Depressão do rio Corrente, com uma área de 5.435km<sup>2</sup>, compreende planos rampeados para os vales, com depressões fechadas tipo dolinas, com sumidouros, que evidenciam a presença de um carste em exumação; muitas dessas depressões contêm água e vegetação aquática. A sul, os planos são recobertos por Areais e Latossolos de origem alúvio-coluviol, oriundos das alterações e desmonte dos arenitos da Formação Urucuia, componentes das Chapadas do rio Carinhanha. A norte, dominam Cambissolos, derivados das rochas carbonáticas e Vertissolos nas depressões fechadas (IBGE, 1994).

### **CONFECÇÃO DO MODELO DIGITAL DE TERRENO (MDT)**

O MDT da área de estudo foi confeccionado a partir de 23 cartas topográficas digitais na escala de 1:100.000, obtidas pela Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF). As cartas foram corrigidas e concatenadas utilizando funções do programa *ArcView*. O MDT foi gerado com resolução espacial de 60m pelo módulo de interpolação TOPOGRID (*ArcInfo*), utilizando as curvas de nível, os pontos cotados e a hidrografia (**Figura**

2). A partir do MDT, foram confeccionados os mapas derivados de hipsometria, declividade, aspecto e fluxo acumulado.



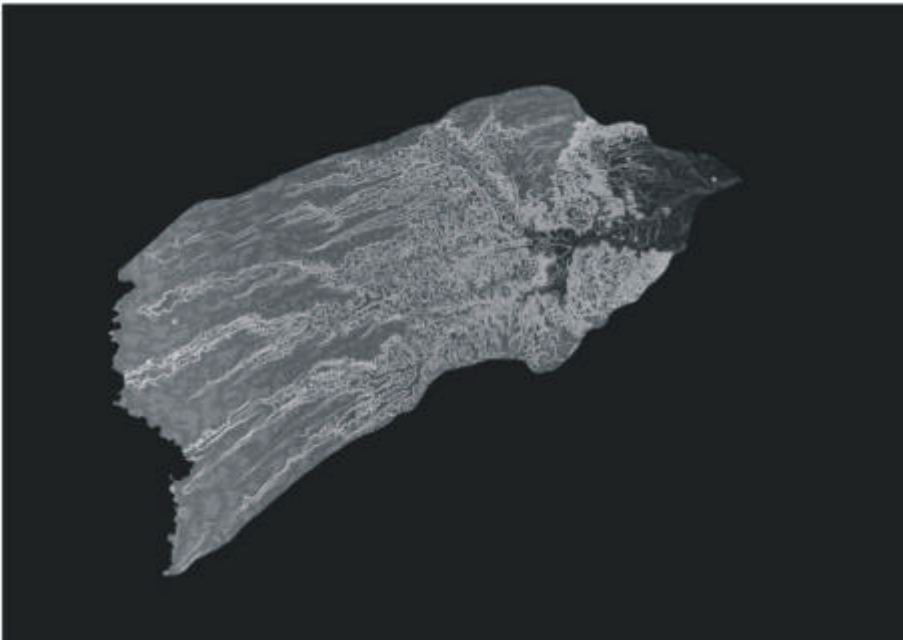
**Figura 2** – Mapa Hipsométrico da Bacia do Rio Corrente - BA

### **REALCE DIGITAL DA MORFOLOGIA A PARTIR DO USO DA TÉCNICA DE COMPOSIÇÃO COLORIDA**

Com o propósito de realçar as feições de relevo foram empregadas técnicas de processamento digital de imagens como composição colorida e manipulação de contraste. Estes procedimentos permitiram um forte contraste visual das unidades mais representativas de relevo que adquiriram padrões tonais e texturais distintos, favorecendo a interpretação visual das imagens.

Foram realizadas composições coloridas com os seguintes atributos morfométricos: hipsometria, declividade, aspecto e área de contribuição. A que melhor destacou o relevo foi a composta pelos seguintes atributos: hipsometria, declividade e área de contribuição. A integração desses possibilitou identificar as unidades de relevo mais representativas: chapada, depressão e patamares, assim como seus contatos. Na **Figura 3** apresenta essa composição colorida em níveis de cinza.

A **Figura 4** apresenta a distribuição das principais unidades geomorfológicas presentes na área obtidas pela interpretação visual.



**Figura 3** - Integração dos atributos hipsometria, declividade e área de contribuição em níveis de cinza.





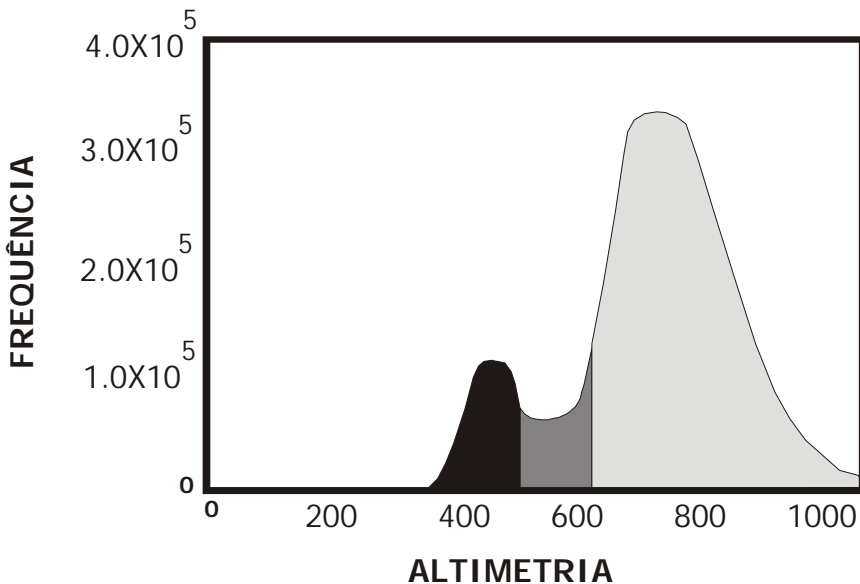
**Figura 4** – Unidades geomorfológicas mais representativas da bacia do rio Corrente.

### **ANÁLISE A PARTIR DO HISTOGRAMA DE FREQUÊNCIA**

Com a finalidade de individualizar e caracterizar quantitativamente cada unidade geomorfológica, segundo os atributos morfométricos, realizou-se uma análise estatística por meio de histograma.

O histograma constitui-se numa representação gráfica da frequência de distribuição dos atributos Z de uma imagem. No histograma, o eixo X representa os valores de Z, enquanto o eixo Y, representa a frequência relativa aos interva-

los de Z. Por meio do histograma de frequência dos dados altimétricos foi possível delimitar as unidades definidas anteriormente pela composição colorida. Este possui um comportamento bimodal onde as unidades geomorfológicas ficam diferenciadas em determinados setores (**Figura 5**).



**Figura 5** – Histograma de frequência da altimetria – (1) chapada - cinza claro; (2) patamares – cinza e (3) depressão - preto.

Observa-se que os patamares ficam posicionados em uma zona de queda de frequência entre as outras duas unidades. Isto demarca uma ruptura do declive onde existe uma aumento de declividade e, conseqüentemente, uma dimi-

nuição na frequência altimétrica. As maiores frequências estão posicionadas nas maiores altitudes, referentes à unidade de chapada. Devido à sua abrangência esta unidade poderá ser analisada individualmente com a finalidade de identificar subunidades. Finalmente, as áreas relativas a unidade de depressão estão posicionadas nas mais baixas altitudes caracterizada por uma pequena elevação da frequência.

As principais características das unidades geomorfológica podem ser descritas como:

1) Chapada: situa-se na porção oeste sendo caracterizada pelo relevo plano, e com altitude média de 775m, constituindo a parte mais alta dentro da bacia. As áreas de chapada ocupam a maior parte da bacia, implicando em pouca movimentação do relevo. Apresenta um padrão textural homogêneo com forte influência da altimetria. Constata-se pela composição colorida a presença de áreas com dissecação fluvial;

2) Patamares: esta unidade está em uma posição intermediária entre as chapadas e as depressões com altitude média de 569m. Caracteriza-se por uma declividade alta que demarca a presença de uma quebra do relevo; e

3) Depressão: caracterizam-se por ter menores valores de hipsometria com altitude média de 454m e maiores valores de área de contribuição. Posiciona-se nas localidades mais baixas do relevo e, conseqüentemente, apresenta maior propensão à acumulação do fluxo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processamento digital de imagens morfométricas demonstrou ser uma importante ferramenta para descrever e compartimentar a paisagem. Essa metodologia permite fazer um inventário detalhado e quantificado das formas de relevo, de forma rápida e precisa. Estas análises auxiliam a compreensão da gênese e da dinâmica das paisagens atuais, importantes para a gestão do ambiente. No presente trabalho observou-se que a extração de informações de dados altimétricos na escala de 1:100.000 permitiu uma coerente compartimentação da paisagem segundo as condicionantes geomorfológicas. Isso demonstra que essa metodologia torna-se apropriada à elaboração de diagnósticos, podendo ser utilizada como subsídios aos estudos e políticas relacionadas ao uso do ambiente.

Para a obtenção de um mapa geomorfológico mais detalhado pode-se aplicar a mesma metodologia sobre cada unidade geomorfológica identificada neste trabalho.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- Aronoff, S. (1989). *Geographical Information Systems: a management perspective*, Ottawa, WDI Publications, 295p.
- Crosta, A. P. (1992). *Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto*. IG/UNICAMP, São Paulo 170p.
- Guerra, A. J. T. & Cunha, S. B. (1994). *Geomorfologia uma Atualização de Bases e Conceitos*, Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 388p.
- IBGE. (1994). *Diagnóstico da qualidade ambiental da bacia do rio São Francisco: sub-bacias do Oeste Baiano e Sobradinho/Primeira Divisão de Gociências do Nordeste*. IBGE, Rio de Janeiro, 111p.

Medeiros, J. S. (1999). Bancos de Dados Geográficos e Redes Neurais Artificiais: tecnologias de apoio à gestão do território. USP, São Paulo, 207p.

Odum, E. P. (1995). Ecologia. Guanabara, Rio de Janeiro 434p.

PLANVASF - Plano Diretor para o Desenvolvimento do Vale do São Francisco. (1989). Programa para o Desenvolvimento da Irrigação, 1989-2000 / Plano Diretor para o Desenvolvimento do Vale do São Francisco. Brasília. 203p.