

## Microbacias na Região do Parque Estadual de Morro do Chapéu (PEMC): Um Modelo em SIG para Análise Ambiental

Jocimara Souza Britto Lobão<sup>1</sup>  
Raquel de Matos Cardoso Vale<sup>2</sup>

<sup>1</sup>juci.lobao@superig.com.br  
<sup>2</sup>valeraquel@gmail.com

GP-SIG – Grupo de Pesquisa em Sistemas de Informações Geográficas  
Departamento de Ciências Humanas – Curso de Geografia  
Campus Universitário. BR-116, Km 03 - Feira de Santana-BA  
CEP: 44.031-460 - (75)3224.8211  
Universidade Estadual de Feira de Santana-BA.

**Abstract:** Microbasins are favorable space units for environmental studies, and the morphometry of the drainage net makes possible inferences concerning the erosion fragility levels and loss of remarkable habitats. PEMC is located in area with differentiated morphologies derived from unequal relief dissection expressed by microbasins, susceptible to be measurable, appraised and zoned. This is the proposed objective, that have GIS's like a tool for partial products elaboration (maps of steepness, hipsometric, hillshade) and for final products that supported the net drainage quantification and microbasin map elaboration. The results demonstrated consistence, identifying the most vulnerable areas, related with largest rough indexes and relief fragmentation, as well as the most stable areas.

**Palavras-chave:** morfometria, morphometry, Sistemas de Informações Geográficas -SIG, Geographic Information Systems – GIS, parque, park.

### 1- Introdução

As análises ambientais interessam a diversas ciências e têm na transdisciplinaridade o princípio fundamental de investigação, que deve ser considerada desde a sua concepção até a sua aplicação. Os estudos geomorfológicos se destacam, por revelar em suas diferentes abordagens, sínteses do espaço natural e de suas respectivas dinâmicas de ocupação e transformação antrópica. Os processos geomórficos ao esculpirem o relevo, tornam-se fator determinante das condições ambientais, podendo gerar habitats com forte particularidade ecológica. A bacia hidrográfica, enquanto sistema aberto possibilita que sejam conhecidas as potencialidades e fragilidades ambientais, bem como contribui com informações e dados que promovem o estabelecimento do ordenamento territorial.

Dentre as Unidades de Conservação Integral a categoria Parque se constitui uma das mais importantes, tendo nos recursos hídricos uma de suas variáveis mais expressivas, pois para além de interagir com os sistemas naturais, é fonte de lazer, beleza cênica, manutenção e sobrevivência das atividades desenvolvidas pelas comunidades que ocupam o seu entorno. Sobretudo para as regiões semi-áridas, os níveis de disponibilidade de água e a sua distribuição espacial e temporal, são de extrema relevância. Durante a curta estação chuvosa todos os processos físicos e biológicos que dependem da água têm enorme capacidade de transformação. A erosão reveste-se, nesse sentido, de importância redobrada, visto que os solos desnudos potencializam a competência erosiva do escoamento superficial.

Para este trabalho foi definida uma metodologia para a caracterização do Parque Estadual de Morro do Chapéu – PEMC, tendo por base as micro-bacias, com o objetivo de se estabelecer os riscos de deterioração ambiental derivados da competência erosiva dos canais hidrográficos, instrumentalizado num ambiente de Sistemas de Informações Geográficas -

SIG. A análise morfométrica das micro-bacias poderá subsidiar o Zoneamento Ambiental do parque, a partir da espacialização das áreas mais susceptíveis à erosão, onde a energia do relevo impõe remoção de grande volume de sedimentos. A agregação destes dados deverá orientar o planejamento e gestão do parque, definindo ações prioritárias de recomposição ambiental.

O referido parque está localizado na Chapada Diamantina Setentrional, município de Morro do Chapéu, tendo sido criado com base nos Decretos nº23.862 de 12/10/1973, que reservou a área, e o nº7.413 de 17/08/1998 que o recriou com uma área de 46.000ha, onde se destacam as Serras do Badeco, do Estreito, das Carnaíbas, Isabel Dias, Candial e Martin Afonso, relevos que individualizam as nascentes de 4 bacias hidrográficas: Jacaré, Salitre, Jacuípe e Utinga (Figura 1).

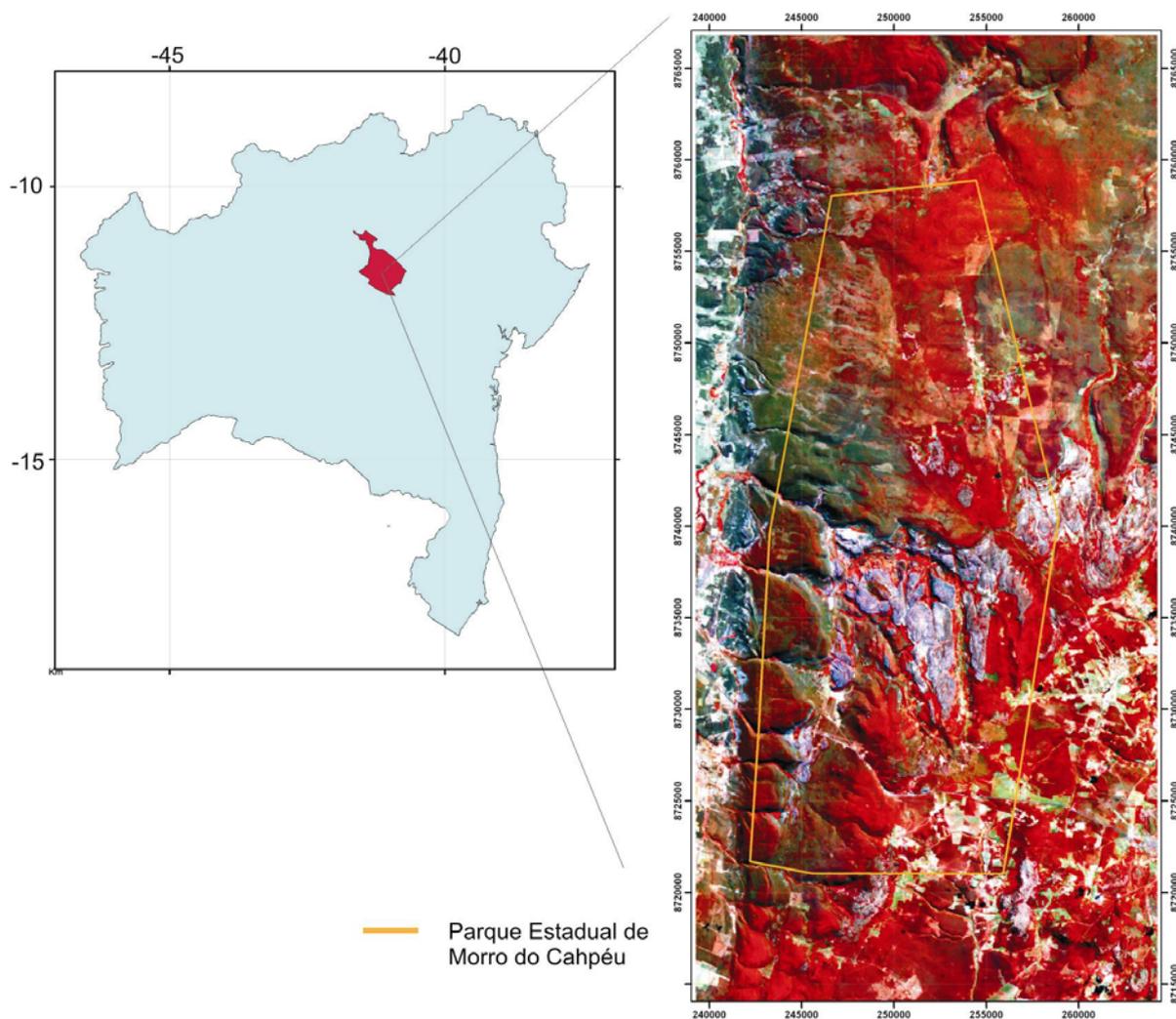


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo

## 2- Materiais e Métodos

O MDT/SRTM/NASA, foi o principal dado utilizado para a delimitação e caracterização das micro-bacias. A imagem Landsat ETM+, (recorte da cena 217-68 de 21/05/2001 – bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7) foi empregada para complementar as análises realizadas. Como dados

secundários foram importantes os mapas de geologia, geomorfologia, clima e vegetação (ROCHA, *et al*, 1995), cobertura e uso do solo (LOBÃO, 2006).

Inicialmente construiu-se um Banco de Dados em forma de Sistemas de Informações Geográficas, a partir da edição e conversão dos dados pré-existentes para formato de SIG. Em seguida, após tratamento da imagem e processamento do MDT, foram gerados os produtos intermediários e finais do trabalho.

Com o MDT gerou-se os mapas de direção de fluxo (hidrografia), classificação altimétrica, declividade e sombreamento de relevo. A imagem foi pré-processada e utilizada para subsidiar os trabalhos de campo. A metodologia aplicada esta sintetizada no fluxograma da figura 2.

A imagem foi processada no software RSI/ENVI 4.0 e o MDT/SRTM/NASA usando o ArcView 3.3, por meio das extensões *Spatial Analyst*, *3D Analyst* e *Hidro Tools*.

As equações abaixo foram utilizadas para os cálculos 1- densidade de drenagem, 2- declividade média da bacia, 3-coeficiente de rugosidade:

Equação 1 - Densidade de drenagem:  $Dd=Lt/A$ ,

Onde:  $Lt$  é a soma dos comprimentos dos canais (em metros)

$A$  é a área da sub-bacia em  $km^2$

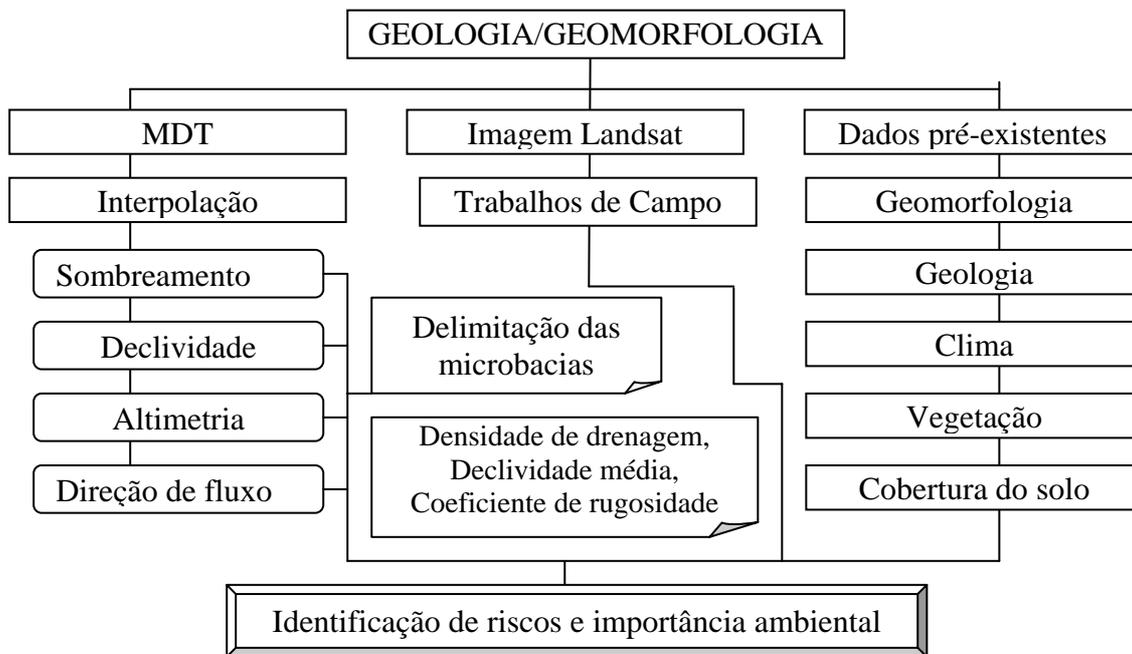
Equação 2 - Declividade média da microbacia:  $H= (Cn*h/A)*100$

Onde:  $Cn$  é a soma, em Km, dos comprimentos de todas as curvas de nível;

$h$  é a equidistância, em Km, entre as curvas de nível, e  $A$  é a área da microbacia em  $Km^2$ .

Equação 3 – Coeficiente de rugosidade:  $RN=Dd*.H$

As nascentes foram extraídas da drenagem gerada pelo MDT, onde se considerou os canais de drenagem com extensão acima de 1 km, temporários ou perenes.



**FIGURA 2 - Fluxograma Metodológico**

### 3- Resultados e Discussão

Análises espaciais apoiadas em Sistemas de Informações Geográficas têm sido utilizadas por diversos especialistas, por facilitar a compreensão do mundo real. Entretanto, esta facilidade tem gerado grande quantidade de informações sofisticadas, mas ambíguas, e sem proximidade com a realidade. Visando gerar um banco de dados consistente e acurado, para esse trabalho, a acurácia dos dados foram consideradas como ponto de fundamental importância.

A imagem Landsat ETM+ foi georreferenciada pela FUNCATE - Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologias Espaciais, obtendo um RMS de 0,45 pixel. O MDT/SRTM/NASA, constitui-se num produto amplamente utilizado, tendo sua acurácia testada por diversos trabalhos (PEREIRA, *et al*, 2006 ). Os dados secundários (mapas de geologia, geomorfologia, vegetação e clima (ROCHA, *et al*, 1995); uso e cobertura do solo (LOBÃO, 2006)), embora não tenham sido utilizados para as modelagens realizadas, foram corrigidos com base nos trabalhos de campo, obtendo-se sempre erros inferiores à 15m.

A metodologia aplicada por Crepani, (2004), para reamostrar o MDT/SRTM/NASA, que originalmente, se encontra disponível com resolução espacial de 90m, para até 15m, foi realizada por meio de interpolações utilizando o método estatístico do vizinho mais próximo, e possibilitou maior detalhamento nas análises, permitindo gerar mapas compatíveis com a escala de 1:25.000. Logo, os mapas intermediários de sombreamento de relevo, declividade (figura 3a); de altimetria (figura 3b), possibilitaram identificar diferentes tipos e formas de relevo com maior detalhamento que favoreceram melhor apreensão da realidade. Além disso, os produtos finais, mapa de hidrografia e microbacias são consistentes e revelam informações confiáveis para as análises realizadas.

Na área do PEMC foram identificadas, para as quatro bacias principais, vinte sub-bacias, sendo: três para a bacia do Salitre, treze para a do Jacaré, duas para a do Jacuípe e duas para a do Utinga (figura 3).

Dentre os parâmetros calculados, do ponto de vista da dissecação do relevo e dos riscos de erosão, a densidade de drenagem e o coeficiente de rugosidade foram os mais significativos, permitindo caracterizar, quantificando e qualificando, cada um dos subsistemas das bacias hidrográficas que atingem a área. O quadro 1 apresenta os resultados encontrados.

As maiores densidades de drenagem ocorrem à oeste da área do parque, setor de morros elevados (1000m) (Figura 3b) em contato abrupto com uma superfície basal (705m), que define uma longa e contínua borda de planalto seccionada por várias micro-bacias que drenam para o Rio Jacaré (12,13,15,16,18 e 19). Trata-se de uma área de arenitos fraturados que determinam o encaixamento hidrográfico e promovem a fragmentação do relevo em diferentes compartimentos topográficos, cujos desníveis ultrapassam 200m (figura 3a). Isto implica diretamente no alto índice de rugosidade do relevo, apresentado, sobretudo para as bacias 18 e 19, áreas rochosas e fortemente fraturadas, além das 7, 10 e 11. A maior quantidade de nascentes deste setor (254) reflete a maior capacidade de incisão dos canais de drenagem favorecendo o surgimento de ressurgências e expansão areal das micro-bacias.

As micro-bacias 5 (Rio Jacuípe) e 20 (Rio Utinga) também apresentaram densidades elevadas, relacionadas à sua localização à barlavento. Contudo os índices de rugosidade ( $< 1$ ), resultam da menor capacidade de dissecação do relevo, devido à presença de latossolos com maiores taxas de infiltração e armazenamento de água.

Através dos dados obtidos as micro-bacias 18 e 19 apresentam-se como as mais importantes do parque. Ambientalmente, contém as áreas de maior fragmentação (rugosidade) do relevo, o que possibilita a ocorrência de habitats originais. Desta forma, são prioritárias para a preservação, pois a alta energia do relevo (índices de rugosidade elevados) imprime forte vulnerabilidade à erosão, fragilizando e comprometendo os ecossistemas locais.

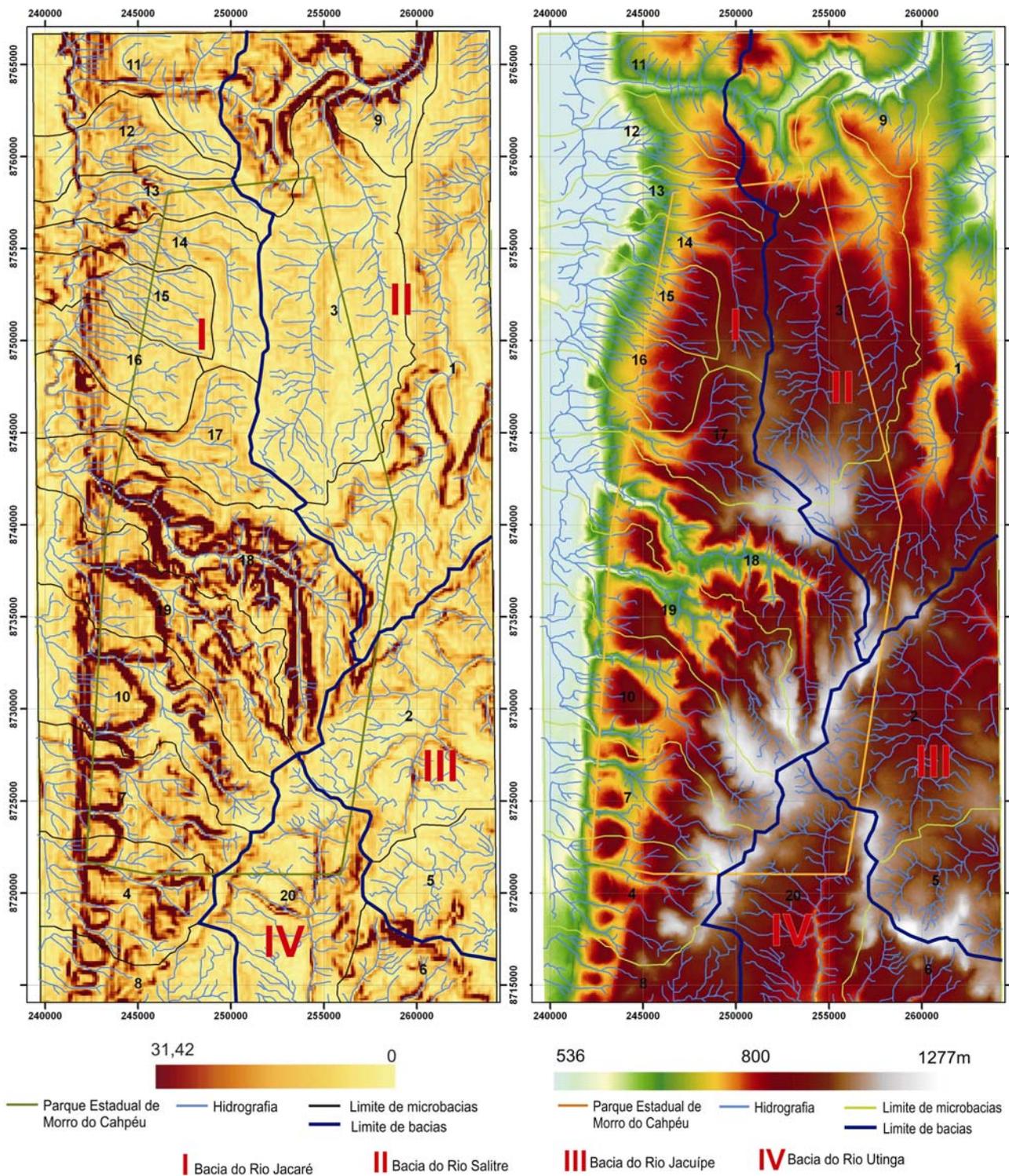


Figura 3- **3a** – Hidrografia e micro-bacias com mapa de declividade; **3b** – Hidrografia e micro-bacias com mapa de altimetria

Quadro 1 – Morfometria das micro-bacias do PEMC

Bacias	Sub-bacias	Dens. de drenagem (m/km <sup>2</sup> )	Declividade média da Bacia %	Coefficiente de rugosidade	Área (km <sup>2</sup> )	Nº nascentes estimadas
SALITRE	1	104	6,08	0,63	1677	80
	3	122	4,22	0,51	1321	46
	9	112	9,86	1,10	733	30
Total parcial					3731	156
JACARÉ	4	125	0,50	0,06	505	19
	7	122	10,75	1,31	531	21
	8	112	7,39	0,83	363	16
	10	125	10,37	1,30	720	28
	11	129	7,91	1,02	534	18
	12	137	6,58	0,90	312	14
	13	140	7,05	0,99	276	12
	14	125	5,71	0,71	422	19
	15	168	6,74	1,13	334	14
	16	149	6,67	0,99	333	13
	17	126	7,27	0,92	533	22
18	137	13,26	1,82	1052	43	
19	131	10,10	1,32	771	25	
Total parcial					6686	254
JACUÍPE	2	127	6,07	0,77	1070	39
	5	137	5,12	0,70	412	29
Total parcial					1482	68
UTINGA	6	98	9,54	0,93	294	13
	20	132	6,92	0,91	772	45
Total parcial					1066	58
TOTAL					12965	546

#### 4- Conclusões e recomendações

O banco de dados construído para fomentar as análises realizadas, correspondeu ao maior esforço do trabalho, devido à necessidade de se garantir a acurácia e precisão dos dados, em função do objetivo e da escala do mesmo, necessitando assim de maior detalhamento, principalmente dos produtos gerados pelo MDT. As aplicações destes modelos digitais, associada a conceitos, métodos tradicionais e novas tecnologias, são de grande importância para os estudos ambientais, conferindo-lhes segurança e coerência científica. A metodologia empregada revelou a potencialidade das novas tecnologias aplicadas para os estudos geomorfológicos e ambientais, bem como para os planos de ordenamento territorial.

O detalhamento do MDT, a partir da interpolação por métodos geoestatísticos resultando na ampliação da escala de trabalho possibilitou que os produtos finais (hidrografia e microbacias), obtivessem uma mensuração mais coerente e favorecessem a utilização dos parâmetros de vulnerabilidade das microbacias como indicadores de importância para preservação e fomento ao ordenamento territorial.

Os índices selecionados já foram descritos e amplamente aplicados para regiões mais úmidas (ROSS, 2003; BIGARELA *et al*, 1994; CUNHA E GUERRA, 1998; VITTE, 2001;

TRICART, 1977). No entanto, para regiões semi-áridas o mesmo não ocorre, e nesta medida os resultados obtidos revelam o potencial que os mesmos podem ter para ambientes com baixos índices pluviométricos. A falta de pesquisas desta natureza não permite a comparação com realidades similares. Logo, há necessidade de se relativizar os resultados deste estudo, pois os ambientes semi-áridos apresentam dinâmica geomórfica completamente diversa, com estação chuvosa curta e pluviosidade inferior à 800mm, porém fortemente concentrada e torrencial.

Os resultados alcançados com a análise morfométrica destas microbacias permite que possa ser estabelecido o zoneamento do parque, a partir dos níveis de fragilidade e potencial erosivo relacionados à rugosidade do relevo. As áreas drenadas pelo Rio Jacaré apresentam maior vulnerabilidade, enquanto as do Rio Salitre, apesar de grandes, atingiram os menores índices (<0,6). As demais (Utinga e Jacuípe), tendem a ser mais propícias à maturação dos solos e adensamento da vegetação, o que em circunstâncias de fraca antropização, garante a estabilidade ambiental.

De forma complementar a este estudo, outras variáveis como índices de vegetação, fragmentação da vegetação, dentre outras devem ser incorporadas, ampliando as análises, por meio de novas modelagens. O PEMC possui cadastrado, em várias áreas, sítios de inscrições rupestres que se localizam predominantemente nas áreas mais dissecadas, logo, esse é outro importante parâmetro a ser incorporado nas próximas análises.

## **5- Referencias Bibliográficas**

BIGARELLA, J. J; BECKER, R. D; SANTOS, G. F. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Editora da UFSC. Florianópolis. V.1. 1994.

CREPANI, Edison. MEDEIROS, José Simeão de. **Imagens fotográficas derivadas de MNT do projeto SRTM para fotointerpretação na Geologia, Geomorfologia e pedologia**. São José dos Campos: INPE, 2004

CUNHA, Sandra B. e GUERRA, Antônio J. T. **Geomorfologia do Brasil**. Bertrand-Brasil. Rio de Janeiro. 1998

LOBÃO, J. S. B. **Análise Socioambiental no município de Morro do Chapéu baseada em geotecnologias**. 2006. 254p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2006

PEREIRA, E. S. et al. **Estimativa de Modelo de Elevação Digital de Terreno Utilizando – de GPS Topográfico**. In: 3º Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto – GeoNordeste. Aracaju, 2006

ROCHA, A. J. D.; COSTA, I. V. G. (Orgs.). **Projeto mapas municipais: município de Morro do Chapéu-Ba**. Ministério de Minas e Energia CPRM - Companhia de Pesquisa de recursos Minerais Prefeitura de Morro do Chapéu-Ba. 1995

ROSS, J. L.S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 2003

VITTE, Antônio C. **Considerações sobre a teoria da etchplanação e sua aplicação nos estudos das formas de relevo nas regiões tropicais quentes e úmidas.** Terra Livre. São Paulo. n 16 p. 11-24. 2001

TRICART, J. **Ecodinâmica.** IBGE. Rio de Janeiro. 1977