AVALIAÇÃO DE ÍNDICES GEOMORFOLÓGICOS ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DE OBSERVAÇÕES EM SUPERFÍCIE REAL E PLANIMÉTRICA NO MACIÇO DA PEDRA BRANCA/RJ

CRYSTIAN SHEILA DA SILVA PEREIRA[1]
GUSTAVO MOTA DE SOUSA[1,2]
MANOEL DO COUTO FERNANDES[1,2]
PAULO MÁRCIO LEAL DE MENEZES[1,2]

1Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ/CCMN
Laboratório de Cartografia – GEOCART
CCMN – IGEO - Dep. de Geografia
crysamb@gmail.com; {mfernandes,pmenezes}@acd.ufrj.br

2Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ/CCMN
Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGG
CCMN – IGEO - Dep. de Geografia
gustavoms@ufrj.br

RESUMO - O Maciço da Pedra Branca possui um relevo bastante acidentado com variações altimétricas de até 984m. Essas variações se refletem em valores de declividade bastante acentuados, que geram grandes diferenças entre observações planimétricas, extraídas diretamente das cartas topográficas, e observações em superfície real, considerando a rugosidade do relevo. Neste sentido, o presente trabalho busca analisar a morfometria das bacias de drenagem, levando em considerações parâmetros morfométricos de comprimento de drenagem e área de duas bacias de 2ª ordem na escala de 1:10.000 que localizam-se em áreas com alta e baixa declividade. Foram utilizadas como base 2 (duas) cartas topográficas do Instituto Pereira Passos – IPP/RJ que contemplam a área de trabalho, as quais passaram por processos de edição e foram convertidas para o formato *shapefile*. A partir das informações topográficas foi gerado um modelo digital de elevação (MDE) para cada bacia com os seguintes elementos de entrada: curvas de nível (eqüidistância de 5m), pontos cotados, hidrografia, e o limite das bacias de 2ª ordem. Como resultados finais foram verificadas grandes variações entre as observações em superfície real e planimétrica, que corroboram a importância da utilização das observações em superfície real em análises morfométricas.
Palavras-chave: MDE, Geoecologia, Índice Geomorfológico.

Abstract - The Pedra Branca massif has a rough relief sufficient with altimetric variations of until 984m. These variations if reflect in values of declivity sufficiently accented, that generate great differences between planimetric comments, extracted directly of the topographical letters, and comments in real surface, considering the rugosidade of the relief. In this direction, the present work searchs to analyze the morfometria of the draining basins, leading in considerações morfométricos parameters of length of draining and area of two basins of 2nd order in the 1:10000 scale that they be situated in areas with high and low declivity. They had been used as base 2 (two) topographical letters of the Pereira Passos Institute – IPP/RJ that contemplates the work area, which they had passed for edition processes and had been converted for the format shapefile. From the topographical information of these letters a digital elevation model (DEM) to each basin with the following elements of entrance was generated: quoted curves of level (equidistance of 5 m), points, hydrography, and the boundary of the basins of 2nd order. As final result had been verified great variations between the comments in real and planimetric surface, that corroborate the importance of the use of the comments in real surface in morfométricas analyses.

1 INTRODUÇÃO

A área de aplicação do estudo compreende o Maciço da Pedra Branca (figura 1), que possui uma área de aproximadamente 197,27 km^2, que ocupa a porção ocidental do município do Rio de Janeiro/RJ, entre os paralelos 22º 55' e 23º 05' S; e os meridianos 43º 20' e 43º 40' W, possui um relevo bastante acidentado com variações altimétricas de até 984m. Essas variações se refletem em valores de declividade bastante acentuados, que geram grandes diferenças entre observações planimétricas, extraídas diretamente das cartas topográficas, e observações em superfície real, considerando a rugosidade do relevo.

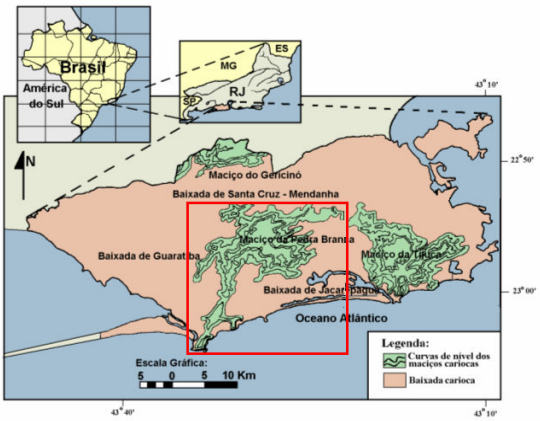

Figura 1 – Localização do Maciço da Pedra Branca

As variações de declividade bastante acentuadas buscaram o estudo da dimensionalidade dos elementos da paisagem, no qual devemos verificar como um todo, necessitando a finalidade de desenvolver e testar a funcionalidade de rotinas de obtenção de observações (área e comprimento) em superfície real para avaliar a importância da consideração da paisagem como uma superfície dotada de rugosidade em análises geoecológicas de índices geomorfológicos para áreas de relevo acidentado. Essa dimensionalidade é obtida através dos dados gerados a partir de uma análise da técnica aplicada, embora o geoprocessamento considere a rugosidade do relevo, mesmo aplicando os dados em 3D, a superfície não é levada em conta como um contínuo dotado de relevo, por isso a importância de trabalhar com os dados em superfície real. Reforçando essa metodologia elaborada por Fernandes (2004), os elementos e análises que são trabalhados em superfície planimétrica e não em superfície real, podem mascarar alguns resultados obtidos, principalmente em áreas de relevo acidentado, onde elementos planares e lineares apresentam valores maiores se interpretados em superfície real do que em superfície planimétrica. Um exemplo desse tipo de análise é a definição de domínios geo-hidroecológicos realizada por Fernandes *et al.* (2006), onde os domínios propostos foram definidos sob a abordagem geomorfológica, caracterizando assim uma leitura geo-hidroecológica da paisagem em questão.

Assim, ao se adotar a superfície real no entendimento do arranjo dos elementos geobiofísicos e humanos pela paisagem, na elaboração dos mapeamentos geomorfológicos para a área do maciço da Pedra Branca – RJ e na funcionalidade desses e sua dinâmica ao longo do tempo também terão interpretações distintas em relação a análises pautadas em superfície planimétrica e real.

A metodologia será aplicada em duas bacias de 2ª ordem pertencentes à área do Maciço da Pedra Branca que possuem características morfológicas bastante distintas, onde a bacia denominada "A" possui uma configuração com bastante declive, enquanto que a bacia denominada "B" possui um relevo menos acidentado com baixas declividades. A bacia "A" localiza-se próximo ao ponto de altitude extrema do maciço da Pedra Branca (1024 m – Pico da Pedra Branca), enquanto a bacia "B" encontra-se em área urbanizada ao norte e próxima ao limite do maciço (cota de 40 m). A bacia "A" faz parte do bairro de Vargem Grande e está localizada na vertente sul do maciço da Pedra Branca e a bacia "B" encontra-se na vertente norte no bairro de Santíssimo (figura 2).

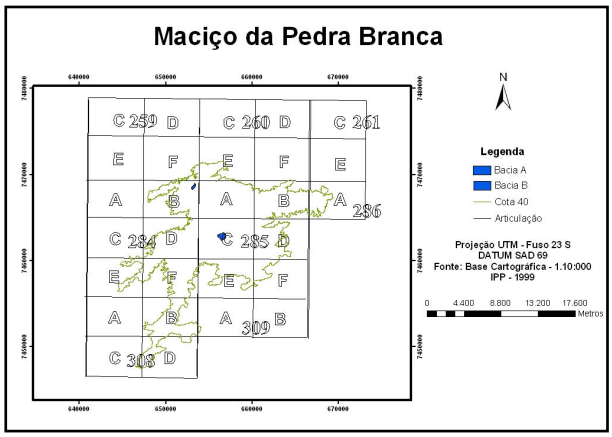

Figura 2 – Articulação 1:10.000 do Maciço da Pedra Branca e localização das áreas de estudo

2 OBJETIVOS

O presente estudo tem como objetivo avaliar e analisar o uso de observações em superfície real em mapeamentos de índices geomorfológicos para o maciço da Pedra Branca, que colabora com os resultados de densidade de drenagem e o índice de eficiência de drenagem (IED), seguindo a metodologia proposta por Coelho Netto *et al.* (2007), pois, ao utilizarmos apenas a forma planimétrica ocorrem distorções variáveis, afetando os índices hidrogeomorfológicos. Neste sentido, buscou-

se comparar os resultados obtidos levando-se em consideração as observações de superfície real e planimétrica procurando avaliar a importância desse tipo de leitura em análises geomorfológicas.

É importante ressaltar que, todos os mapeamentos citados terão como base às cartas topográficas na escala de 1:10.000 do Instituto Pereira Passos (IPP/RJ), assim como o modelo digital de elevação, para a obtenção de observações em superfície real.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados cartográficos adquiridos são provenientes da base digital do Instituto Pereira Passos – IPP (1999) de duas cartas topográficas (284 B e 285 C) na escala 1:10.000 com projeção UTM, fuso 23 S e datum SAD 69. Um dos métodos para iniciar este trabalho foi a partir da análise morfométrica da bacia, pois é nela que são estabelecidos os seus limites, a área ocupada, os principais cursos d´água, sub-bacias, hierarquia fluvial, as formas de relevo predominantes, ou seja, é com base nas informações morfométricas que derivam os demais estudos da dinâmica natural da paisagem.

As cartas topográficas forneceram dados de hidrografia e hipsometria (pontos cotados e curvas de nível – eqüidistância de 5m) que foram utilizados para a elaboração dos mapeamentos e dos modelos digitais de elevação (MDE) das duas bacias de interesse. Ainda em relação aos dados cartográficos é importante salientar que a drenagem foi reconstituída e as duas bacias de 2ª ordem foram delimitadas segundo a classificação de Strahler (1952).

Vale ressaltar que, os dados cartográficos, disponibilizados em formato CAD (*.dwg) foram convertidos para formato *shapefile*, onde foram editados através do *software* ArcGIS 9.2. Neste software também foram realizados todos os mapeamentos e confecção dos MDE´s das bacias analisadas, sendo este um objeto de estudo de significativa importância tendo em vista sua aplicabilidade em diversos estudos e principalmente nos estudos de obtenção das observações em superfície real (Fernandes, 2004).

A metodologia utilizada por Meis *et al.* (1982) foi aplicada para aquisição das informações referentes ao gradiente topográfico das bacias, além da mensuração do eixo maior de cada uma das bacias. Assim, através da divisão entre o desnivelamento e a extensão do eixo maior foi obtido o gradiente topográfico (Gt). Outro elemento importante definido foi à densidade de drenagem (Dd) que é obtida através da relação do comprimento total da drenagem pela área da bacia de 2ª ordem, que foi definida segundo os critérios de Cristofoletti (1974). O Índice de Eficiência de Drenagem (IED) é apontado pelo produto do gradiente da bacia pela densidade de drenagem, como definido por Coelho Netto *et al.*, 2007 (IED = Gt x Dd).

O método de interpolação utilizado para gerar o Modelo Digital de Elevação (MDE) foi o de Delaunay com restrições baseado em uma rede irregular de triângulos (TIN). A utilização deste método foi baseada na discussão apresentada por Fernandes & Menezes (2005) que o aponta como o método indicado para análises com estas características. Reforçando a escolha do método dos autores citados, nos estudos de Felgueiras (1999), durante a geração de grades triangulares com as linhas de quebra, cujas, estas linhas são incorporadas à triangulação, constituindo arestas de triângulos, onde, possuem informações morfológicas importantes, ou seja, toda descontinuidade do terreno será preservada, possibilitando assim uma representação mais fiel do terreno, uma vez que não suaviza feições como vales e cristas, possibilitando terem resultados mais satisfatórios. Os modelos tiveram como dados de entrada as informações topográficas (curvas de nível e pontos cotados), além dos divisores das bacias (linhas de máximo) e a hidrografia (linhas de mínimo), utilizados para refinar os modelos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A leitura dos índices geomorfológicos sugeridos neste trabalho são apresentados em superfície planimétrica (projetada) e em superfície real. A visualização das diferentes superfícies são verificada na figura 3.

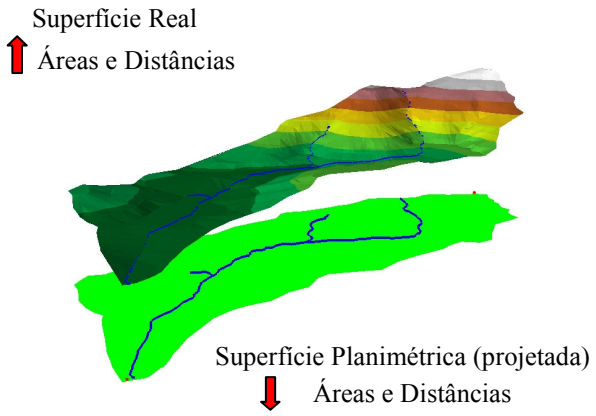

Figura 3 – Representação em superfície real e planimétrica da Bacia "B"

A figura 3 ilustra os resultados observados na tabela 1 e 2, onde todas as observações em superfície real (comprimento dos canais e área da bacia) foram superiores em relação às observações em superfície planimétrica, apresentando as maiores variações para a bacia "A" com valores de 12,20% e 13,27%, para estas observações respectivamente, que possui uma morfologia mais acidentada do que a bacia "B" situada em áreas de menor declividade próxima ao limite do maciço da Pedra Branca (cota de 40 metros). Nesta bacia as diferenças percentuais de observações em superfície real e planimétrica para comprimento dos canais e área da bacia foram de apenas 1,65% e 3,53%, respectivamente.

Em relação a Dd ocorreu comportamento diferente em superfície planimétrica e superfície real em ambas as bacias "A" e "B".

A bacia "A" apresentou resultados na superfície planimétrica de 0,004414 e superfície real 0,00436, onde podemos verificar aumento similar de comprimento e área em superfície, assim a Dd não sofreu grandes variações, embora tenha apresentado um percentual de 1,24% que é inferior ao calculado na bacia "B".

Em relação a bacia "B" os valores de superfície planimétrica e real foram respectivamente 0,006559 e 0,006434, nesta bacia a área em superfície real aumentou consideravelmente em relação ao comprimento dos canais e assim a Dd ficou maior, pois, o denominador aumentou, visto que a diferença da Dd da bacia B é de 1,94%.

Este comportamento influenciou diretamente os valores de IED, onde a bacia "A" que possui um maior IED em relação a "B", apresentou uma diferença de IED de superfície real e planimétrica de 1,22%. Por outro lado a bacia "B", apresentou uma diferença de IED maior, de 2,02%. Este fato é diretamente relacionado às variações de Dd de superfície real e planimétrica para as duas bacias, pois mesmo a bacia "A" possuindo um Gt maior que a bacia "B" estes valores, que não são mensuráveis em superfície real, não foram decisivos para uma diferenciação maior do IED.

Vale ressaltar que em relação à análise das Superfícies Real (SR) e Planimétrica (SP) a partir do MDE, nem sempre a diferença absoluta dos valores entre os dois casos (SR e SP), fornecem a real situação da drenagem. Assim, ao compararmos os coeficientes oriundos da fórmula que aplica as variáveis (Comprimento/área) percebemos que não há proporcionalidade entre os dois coeficientes, ou seja, existe uma relatividade definida pelos intervalos de valores.

Legenda das tabelas 1 e 2
C = Comprimento de canais
A = área
Gt = Gradiente topográfico
IED = Índice de Eficiência de Drenagem
SP = Superfície Planimétrica
SR =Superfície Real

Tabela 1 - Comparação entre superfície planimétrica e superfície real para a bacia A (área de maior declive)

BACIA A	**SP**	**SR**	**Diferença (m)**	**Diferença (%)**
C	2343,88	2669,61	325,72	12,20
área (m^2)	531045,75	612309,30	81263,55	13,27
Gt	0,45	-	-	-
Dd	0,004414	0,00436	0,000054	1,23
IED	0,001986	0,001962	0,000024	1,22

Tabela 2 - Comparação entre superfície planimétrica e superfície real bacia B (área de menor declive)

BACIA B	**SP**	**SR**	**Diferença (m)**	**Diferença (%)**
C	1044,35	1061,86	17,51	1,65
área (m^2)	159223,22	165049,01	5825,78	3,53
Gt	0,1	-	-	-
Dd	0,006559	0,006434	0,00013	1,94
IED	0,000656	0,000643	0,000013	2,02

Os MDE´s gerados para cada bacia, a partir dos quais foram obtidas as observações em superfície real são apresentados nas figuras 4 e 5.

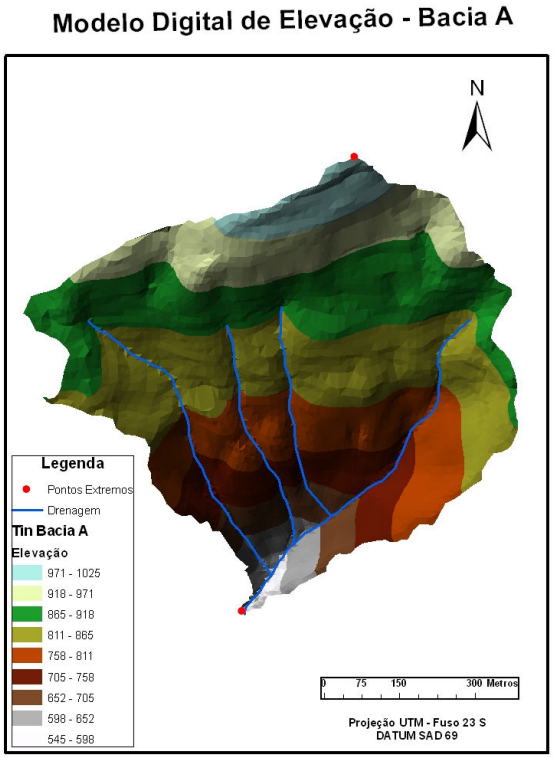

Figura 4 – Modelo Digital de Elevação da área de maior declividade

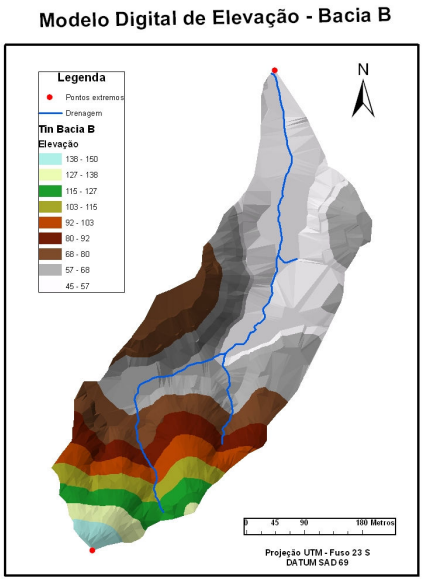

Figura 5 – Modelo Digital de Elevação da área de baixa declividade

5. CONCLUSÕES

Nessa pesquisa foi possível verificar a importância e as possíveis variações que se refletem em valores de declividade bastante acentuados, e geram grande diferença entre observações planimétricas, extraídas diretamente das cartas topográficas, e observações em superfície real, considerando a rugosidade do relevo, e esta corrobora a importância da utilização das observações em superfície real em análises morfométricas.

Nas bacias apresentadas foram constatados diferenciais significativos em relação á comparação entre a superfície real e a planimétrica. Os dados gerados mostraram forte diferença na área com alta declividade em relação à área de baixa declividade que mesmo assim também apresentou alguma diferença com a utilização do MDE. Assim, considerando as irregularidades existentes na formação da superfície, as observações da paisagem deixam de ser subestimadas e podem apresentar uma realidade diferente em relação às mensurações mais usuais, em superfície planimétrica.

Conclui-se que os resultados atingidos nos trabalhos realizados durante esta pesquisa foram de extrema importância no refinamento de análises de cunho geomorfológico. Neste sentido, as observações em superfície real, que primam por uma leitura mais aprimorada da estrutura baseada na morfologia de superfície da paisagem, podem revelar diferentes funcionalidades das unidades de análise assumidas em relação às observações planimétricas e a possibilidade de entender a importância da distorção da proporcionalidade.

REFERÊNCIAS

COELHO NETTO , A. L., AVELAR, A. S., FERNANDES, M. C., LACERDA, W. A. **Landslide Susceptibility in a Mountainous Geoecosystem, Tijuca Massif, Rio de Janeiro: The Role of Morphometric Subdivision of the Terrain.** Geomorphology (Amsterdam). , v.87, p.120 – 131, 2007.

FERNANDES, M. C. **Desenvolvimento de Rotina de Obtenção de Observações em Superfície Real: Uma Aplicação em Análises Geoecológicas**. Tese de Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Depto. de Geografia, IGEO/UFRJ, 2004, 263 p.

FERNANDES, M.C. & MENEZES, P.M.L**. Avaliação de métodos de geração de MDE para a obtenção de observações em superfície real: um estudo de caso no maciço da Tijuca - RJ.** Revista Brasileira de Cartografia. Rio de Janeiro, 57(02): 154-161, 2005.

FERNANDES, M.C.; AVELAR, A.S. & COELHO NETTO, A.L. **Domínios Geo-hidroecológicos do Maciço da Tijuca/RJ**. Anuário do Instituto de Geociências. Rio de Janeiro, 29(2): 122-148 2006.

CHRISTOFOLETTI, **A. Geomorfologia**. Editora Edgard Blücher (USP), São Paulo, 1º ed., 1974, 149p.

STRAHLER, A.N. **Equilibrium theory of erosional slopes approaches by frequency distribution analysis**. Amer. J. Sci. 248: 673 - 696, 1952.

MEIS, M.R.M; MIRANDA, L.G.H. & FERNANDES, N.F**. Desnivelamento de altitude como parâmetro para a compartimentação do relevo: bacia do Médio Vale do rio Paraíba do Sul.** Anais do XXXII Congresso Brasileiro de Geologia. Salvador 4: 1489-1509, 1982.

INSTITUTO PEREIRA PASSOS – IPP. Base Digitalizada do Município do Rio de Janeiro – Escala 1:10.000**. Rio de Janeiro: IPP, vol.1. CD ROM. 1999.**