

## ESTUDO DAS CASCALHEIRAS DA BACIA DO ALTO GUARATUBA (SERRA DO MAR, SÃO PAULO)

Déborah de Oliveira, Depto. de Geografia-USP, debolive@bol.com.br  
 Prof. Dr. José Pereira de Queiroz Neto, Depto. de Geografia-USP, jpqneto@aol.com

### 1 INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

O presente trabalho faz parte de um dos programas do Laboratório de Pedologia-Departamento de Geografia-FFLCH-USP sob a orientação do Prof. Dr. José Pereira de Queiroz Neto, em continuidade à pesquisa realizada por ROSSI (1999) na Bacia do alto Rio Guaratuba, situada no compartimento denominado Planalto da Serra do Mar. (FIGURA 1)

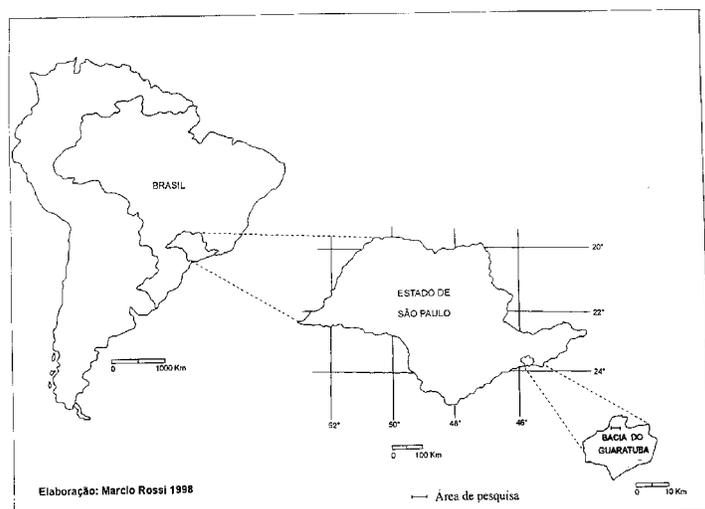


Figura 01: Mapa de localização da Bacia do Guaratuba.

A Serra do Mar corresponde a um conjunto de escarpas festonadas com cerca de 1.000km de extensão, estendendo-se do Rio de Janeiro ao norte de Santa Catarina. Em São Paulo, ela impõe-se como típica borda de planalto, nivelada em altitudes de 800 a 1.200m. Sua origem está relacionada a processos tectônicos de movimentação vertical realizadas no Cenozóico, mas, conforme afirmam ALMEIDA & CARNEIRO (1998), essa explicação tem gerado dúvidas, pois os aspectos geológicos relacionados à origem e evolução da serra são pouco conhecidos. Esses mesmos autores afirmam que a Serra do Mar não ocupa hoje a mesma posição que ocupava no passado. Eles explicam que, primeiramente houve um soerguimento senoniano (Cretáceo Superior) erodido, ocasionando a deposição das bacias de Santos e do Paraná e a formação da superfície de aplainamento Japi no final do Senoniano. No Paleoceno (Paleógeno-Terciário) houve a deformação da superfície Japi, por flexuras e grandes falhamentos, surgindo a Serra do Mar, seguida de um recuo erosivo para sua posição atual. SOARES e LANDIM (1976), ALMEIDA & CARNEIRO (1998), dentre outros, acreditam que no caso da Serra do Mar, as falhas ainda estão ativas, como reflexo da elevada taxa de basculamento na área.

O objetivo desse trabalho gira em torno das cascalheiras que aparecem numa sequência de solos Podzol Hidromórfico e Glei Pouco Húmico, localizadas próximo a num

barranco da estrada que acompanha os dutos que levam as águas do Rio Guaratuba para o Rio Claro, para determinar sua extensão, sua origem e suas relações com esses solos. Esse estudo pode auxiliar na compreensão da origem e evolução do relevo na área. A área de pesquisa localiza-se na bacia do alto Rio Guaratuba, na Estação Biológica de Boracéia, em Bertiooga – SP, no reverso imediato da escarpa, a  $46^{\circ} 54' W$  e  $23^{\circ} 40' S$ . O Rio Guaratuba pertence à rede hidrográfica da fachada atlântica paulista.

Nesse sentido, do ponto de vista geológico, as cascalheiras também têm sido relacionadas aos condicionamentos tectônicos, como testemunhos de fases orogênicas.

Vários autores hoje admitem que o estudo desses sedimentos tem estreita relação com as tentativas de compreensão das modificações paleogeográficas e climáticas Cenozóicas em geral, e do Quaternário, em específico, como por exemplo, Ab'Saber, Bigarella, Tricart, entre outros, como resultado de morfogênese mecânica (PENTEADO, 1969).

## 2 A ÁREA DE ESTUDO

Geomorfologia: Como o denominado por ROSSI (1999), o Alto Guaratuba insere-se no Complexo Costeiro, que corresponde ao reverso da Serra do Mar ou Planalto. Esse compartimento está no contato com a Escarpa, que apresenta ruptura de declive acentuada e desníveis de mais de 1.000m, com padrão de drenagem dendrítico a sub-paralelo. O Planalto é uma zona amorreada, com desníveis altimétricos de até 300m. As declividades são variadas, abrangendo desde pequenas planícies ao longo dos principais cursos d'água, onde predominam declividades de  $0^{\circ}$  a  $2^{\circ}$  (0 a 3%), até vertentes com declividades maiores de  $25^{\circ}$  (46%) e altitudes entre 790 a 912m.

Geologia: A Bacia do Alto Guaratuba apresenta gnaisses bandados compostos basicamente por quartzo, mica e feldspato (IPT, 1981), predominantemente tonalíticos, migmatíticos e, em geral, estromáticos.

RADAMBRASIL (1983) insere a área de pesquisa no domínio de dobramentos remobilizados, que apresentam controle estrutural nítido sobre a morfologia atual, evidenciado pelas extensas linhas de falhas, blocos deslocados, escarpas e relevos alinhados coincidindo com os dobramentos originais e/ou falhamentos mais recentes. Nessa área, a resistência das rochas reflete-se nas formas de dissecação, ressaltando filões resistentes, pontões, cristas e sulcos nas zonas diaclasadas e fraturadas.

Solos: ROSSI (1999) mapeou as seguintes unidades de solos na região que abrange nossa área de pesquisa: Associação Cambissolo e Latossolo Vermelho-Amarelo, Associação Podzólico Vermelho-Amarelo raso e Cambissolo, Associação Glei Pouco Húmico + Podzol Hidromórfico.

Clima e vegetação: Conforme ROSSI (1999), o clima tropical úmido da área de estudo é marcado por temperaturas médias elevadas e chuvas periódicas e abundantes. As precipitações anuais médias elevadas, superiores a 2.000mm distribuem-se ao longo do ano, com maior concentração nos meses de dezembro a maio. A temperatura média nos vinte últimos anos foi de  $21,0^{\circ} C$ , com médias das máximas de  $30,7^{\circ} C$  e das mínimas de  $7,3^{\circ} C$ . Os meses mais quentes vão de outubro a março e os mais frios de junho a agosto.

De acordo com ROSSI (1999), predomina no Planalto a mata de porte arbóreo alto (20 a 25m de altura). Na Escarpa predomina a mata de porte arbóreo alto a médio (15 a 20m de altura).

Hidrografia: A área de pesquisa apresenta um grande divisor de águas que separa a bacia do Rio Claro da bacia do Rio Guaratuba, disposto na direção NE-SW. A drenagem originária na Bacia do Rio Guaratuba dirige-se diretamente ao Oceano Atlântico e a drenagem originária da Bacia do Rio Claro dirige-se para a bacia do Rio Tietê.

A área de pesquisa apresenta rede hidrográfica densa no Planalto e na Escarpa. Conforme ROSSI (1999), no Planalto a rede hidrográfica é caracterizada por apresentar padrão treliça para dendrítico, devido ao intenso fraturamento e natureza bandada da rocha, orientada em sua maioria na direção NE-SW e, subordinadamente, N-S, com inserção de rios em ângulos agudos a retos, devido ao alto controle geológico/estrutural. A Escarpa é caracterizada por uma rede de drenagem com padrão dendrítico aberto, com rios orientados no sentido NE-SW e NW-SE, apresenta menor densidade de drenagem e rios mais longos que no Planalto e ângulos de junção agudos, localmente retos, devido à presença de falhas e fraturas.

### **3 METODOLOGIA**

O trabalho segue a abordagem da análise geomorfológica proposta por AB'SABER (1969) e que compreende três níveis: 1) compartimentação da topografia, caracterizando e descrevendo as formas de relevo de cada compartimento; 2) obtenção de informações sistemáticas sobre a estrutura superficial da paisagem, através da observação da geologia e dos solos; 3) compreensão da fisiologia da paisagem através do estudo dos processos morfoclimáticos e pedogênicos.

Materiais:

Foram utilizadas as seguintes fotos-aéreas da área de estudo:

Levantamento aerofotográfico do Estado de São Paulo, pancromático, na escala aproximada de 1:25.000, realizado pela Aerofoto Natividade em 1962, n<sup>os</sup> 7 9367, 7 9368 e 7 9369 e Levantamento aerofotográfico do Estado de São Paulo, pancromático, na escala aproximada de 1:25.000, realizado pela Base Aerofotogrametria e Projetos S/A em 1973, n<sup>os</sup> 40.765, 40.766, 40.767, 40.780, 40.781, 40.782.

Foram utilizadas as seguintes cartas topográficas:

-Carta topográfica na escala 1:50.000, folha SF23YDV1 e SF23YDV3 de Salesópolis, publicada pelo IGG-SP em 1971;

-Cartas topográficas na escala 1:10.000, folhas SF23YDV1SOD e SF23YDV1SOB, respectivamente, Serra Guaratuba e Fazenda Florestal do Rio Grande, publicadas pelo IGC em 1988.

Técnicas:

A fotointerpretação baseou-se no estudo dos seguintes fatores de reconhecimento: tonalidade e textura, formas topográficas e drenagem conforme RICCI & PETRI (1965). A análise da rede de drenagem baseou-se em SOARES & FIORI (1976).

Com base nas cartas 1:10.000 foram digitalizadas todas as curvas de nível do Planalto e as curvas mestras da Escarpa e confeccionadas, a partir do programa ILWIS, as seguintes cartas na escala 1:25.000, compatibilizadas com a escala das fotos-aéreas: altimétrica, hipsométrica, clinográfica, orientação das vertentes, modelo tridimensional sobreposto a modelo sombreado, além de perfis topográficos. Foram digitalizados as curvas de nível, a rede de drenagem e o sistema viário sob a forma de linhas e os pontos cotados em arquivos de pontos. A partir da digitalização das curvas de nível foi gerado um modelo numérico do terreno, conforme explica MORATO (2000), (MNT) ou DEM (do inglês, *digital elevation model*, modelo de elevação digital), que é uma "representação matemática tratável computacionalmente e representa a distribuição espacial de uma determinada característica vinculada a uma superfície real". Eles podem ser produzidos por uma malha de triângulos irregulares (TIN) baseada na interpolação das curvas de nível ou a utilização da estrutura matricial por meio de variações contínuas, como altimétricas por exemplo. Para os estudos de fragilidade ambiental, o MNT é muito importante, pois a partir dele podem ser geradas cartas de declividade (ou clinográficas), de orientação e formas das vertentes, de sombreadamento, modelos tridimensionais, cartas hipsométricas, perfis, entre outros produtos.

No ILWIS, o MNT é gerado a partir da interpolação das linhas de contorno. Essa operação pode ser dividida em duas etapas. A primeira é a conversão das linhas de contorno do formato vetorial para o formato matricial. Após essa conversão, os *pixels* cobertos pelas linhas de contorno possuem valores de altitude e os demais *pixels* estão com valores indefinidos. A segunda é a interpolação linear, feita entre os *pixels* com valores de altitude, para obter as elevações dos *pixels* com valores indefinidos entre as linhas de contorno rasterizadas. Na carta de saída, cada *pixel* possui um valor de altitude.

A precisão do MNT depende da precisão na digitalização das curvas de nível. Tanto a fotointerpretação como a digitalização das cartas topográficas, confecção de cartas e perfis foram realizadas no Laboratório de Aerofotogeografia e Sensoriamento Remoto do DG-USP.

## 4 RESULTADOS

### Drenagem:

No trecho do Planalto que corresponde à área de pesquisa, a drenagem está relacionada à presença de fraturas e falhas nos gnaisses bandados do Complexo Migmatítico do Pré-Cambriano e Arqueano e orientada no sentido NE-SW. O Planalto está no contato imediato com a Escarpa da Serra do Mar.

Tanto na bacia do Rio Claro, como na do Guaratuba aparecem manchas de uma drenagem composta por rios principais conseqüentes, recebendo afluentes subseqüentes que fluem em direção transversal aos primeiros, com confluências em ângulos retos. Esse tipo de drenagem ocorre sobre controle estrutural acentuado e é chamado de treliça por RICCI & PETRI (1965).

O que predomina no Planalto, de forma geral é uma drenagem caracterizada por bruscas alterações dos cursos d'água e muitas formas anômalas como arcos e cotovelos. Essa configuração parece ser conseqüência da influência exercida por falhas ou pelo sistema de juntas ou de diaclases, em complexo rochoso homogêneo, cortado por fraturas

intercruzadas com malhas relativamente grandes e é chamada de drenagem dendrítico-retangular.

Todo o Planalto na área de pesquisa apresenta muitas planícies fluviais e em geral, predominam os vales em 'V', além de inúmeras rupturas de declive côncavas, formando planícies fluviais.

Na bacia do Rio Claro aparecem alguns cursos d'água com a forma de árvore, o que chamamos de padrão dendrítico. Esse padrão de drenagem caracteriza-se por apresentar ramificações irregulares de cursos d'água em todas as direções. Segundo RICCI & PETRI (1965), nesse caso, os rios são inseqüentes, pois não são controlados por nenhum fator, quer topográfico, quer estrutural e aparece somente na bacia do Rio Claro.

A bacia do Rio Guaratuba apresenta como divisor de águas a borda da Escarpa, que possui muitas nascentes e constitui uma barreira para a drenagem que desce a Escarpa. As nascentes cujos cursos d'água correm para o interior do Planalto deságuam no Rio Guaratuba quando este ainda apresenta direção NE-SW e os rios que nascem na borda da escarpa em direção ao litoral deságuam no Rio Guaratuba quando este apresenta direção N-S e pertence à Escarpa. A drenagem que não consegue 'vencer' a borda da Escarpa rumo ao litoral muda bruscamente de direção até encontrar o Rio Guaratuba, que apresenta neste trecho uma energia e um poder de entalhamento enormes. Em alguns trechos da borda da Escarpa alguns cursos d'água conseguem ultrapassar essa barreira e descem diretamente pelos paredões da Escarpa até o Rio Guaratuba. Em outros, verifica-se que há uma proximidade muito grande entre cabeceiras de drenagem cujos cursos d'água correm em direções opostas, supondo-se que essas cabeceiras poderão se encontrar, constituindo capturas e os cursos d'água poderão ultrapassar a barreira que é a borda da Escarpa e descer em direção ao litoral. Em todo o Planalto predominam rios de 1ª ordem, sendo que os rios Claro e Guaratuba são rios de 4ª ordem.

Na Escarpa o Rio Guaratuba apresenta, em sua margem direita, muitos cursos d'água conseqüentes, que correm mais ou menos paralelos entre si. A drenagem paralela deve-se à existência de declives unidirecionais extensos e suficientemente pronunciados ou cristas lineares homoclinais alongadas. Na sua margem esquerda, porém, a drenagem apresenta-se semelhante à drenagem dendrítica, onde os maiores cursos d'água são conseqüentes e controlados pelo declive topográfico regional. Esse padrão de drenagem é chamado pinado.

#### Morfologia:

Pela morfologia observamos que a área de pesquisa apresenta uma densidade grande de divisores de águas com rupturas de declive convexas no Planalto, sendo que os que apresentam rupturas côncavas localizam-se na bacia do Rio Claro. Esses divisores de águas aparecem, em sua maior parte, alinhados na direção NE-SW, acompanhando a direção dos alinhamentos encontrados na área e apresentam níveis topográficos que variam de 800 a pouco mais de 900m, confirmando as observações feitas a partir da Hipsometria. (FIGURA 2)

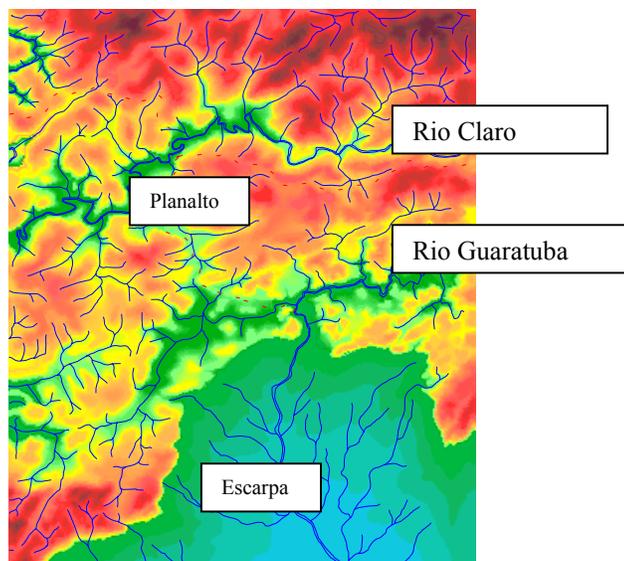
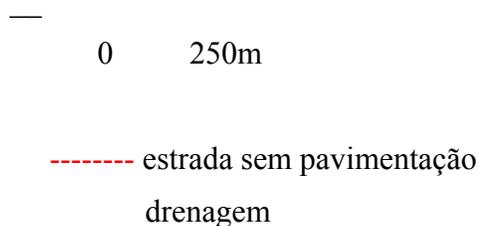


FIGURA 2 – MODELO SOMBREADO DO ALTO GUARATUBA



Há um grande divisor de águas de aparência mais contínua na margem direita do Rio Claro, com altitudes por volta de 900m e com mais de 30% de declividade e outro grande divisor de águas na margem esquerda do Rio Claro, portanto, margem direita do Rio Guaratuba, de aparência mais dissecada, interrompido por um grande entalhe fluvial, onde as nascentes de cursos d'água que vão para o Rio Claro para o Rio Guaratuba estão muito próximas, com altitudes de 800 a 900m e predomínio de declividades da ordem de 30%. A borda da Escarpa corresponde a um terceiro divisor de águas, que corresponde à margem esquerda do Rio Guaratuba, onde este apresenta direção NE-SW. Este divisor de águas é interrompido pela erosão regressiva da Escarpa e pelo Rio Guaratuba, quando este desce em direção ao litoral. Apresenta altitudes de pouco mais de 900m e declividades elevadas, de 30 a 46% nos trechos mais preservados.

A Escarpa, nesse trecho, assemelha-se a um grande anfiteatro e apresenta muitos esporões, que correspondem a dois tipos principais: esporões em cristas e esporões mamelonados. Os primeiros localizam-se na alta vertente, apresentam cristas principais e secundárias e são, muitas vezes, interrompidos por colos e os segundos localizam-se na média vertente e aparecem em menor número.

Vegetação:

A área de pesquisa apresenta como vegetação típica a Floresta Pluvial Tropical. A vegetação predominante em grandes manchas na área de pesquisa, tanto no planalto como na escarpa é a mata alta, com aparência rugosa na foto-aérea. Apresenta também manchas de mata baixa (8m), associada à campo úmido. A mata baixa acompanha boa parte da estrada onde localiza-se a área de pesquisa em pequenas manchas, com aparência lisa na foto-aérea, acompanhando o Rio Guaratuba e seguindo boa parte dos alinhamentos NE-SW e os topos dos morrotes. O campo sujo aparece somente onde houve desmatamento, sempre próximo à estrada. O campo úmido aparece próximo à cascalheira e coincide com o aparecimento de solo Glei.

A mata secundária localiza-se somente à oeste da área de pesquisa, numa grande mancha, onde supõe-se que houve um desmatamento.

A mata média aparece pouco na foto-aérea, em grandes manchas a oeste da área de pesquisa e tem uma rugosidade intermediária entre a mata baixa e a mata alta.

Os afloramentos de rocha aparecem somente na escarpa, em pontos isolados.

## REFERÊNCIA

- AB'SÁBER, A. N. (1969) "Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário." **Geomorfologia** 18, IGEOG-USP, São Paulo, 23p.
- ALMEIDA, F.F.M. & CARNEIRO, C.D.R. (1998) "Origem e evolução da Serra do Mar." **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, 28(2): 135-150.
- IPT (1981) Mapa geológico do Estado de São Paulo, São Paulo. Instituto de pesquisas Tecnológicas, Divisão de Minas e Geologia Aplicada. V.1, 93p. v. 2 ilustr. (Série Monografias)
- MORATO, R. (2000) "**O geoprocessamento como subsídio à análise da fragilidade ambiental**". São Paulo, Trabalho de Graduação Individual, DG-USP.
- PENTEADO, M. M. (1969) "Novas informações a respeito dos pavimentos detríticos ("stone lines")" IN: **Notícia Geomorfológica**, Campinas, 9(17): 15 a 41, jun.
- RADAMBRASIL. (1983) Ministério de Minas e Energia. Levantamento dos Recursos Naturais – Folhas SF 23/24, Rio de Janeiro/Vitória. Rio de Janeiro, 32; 780.
- RICCI, M & PETRI, S (1965) "**Princípios de aerofotogrametria e interpretação geológica**" Cia. Ed. Nacional, São Paulo, 226p.
- ROSSI, M. (1999) "**Fatores formadores da paisagem litorânea: a Bacia do Guaratuba, São Paulo – Brasil**" São Paulo, 168 p., Tese de Doutorado, DG-USP.
- SOARES, P. C. & FIORI, A. P. (1976) "Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia." **Notícia geomorfológica**, Campinas, 16(32): 71-104.
- SOARES, P. C. & LANDIM, P. M. B. (1976) "Depósitos cenozóicos na região centro-sul do Brasil". **Notícia geomorfológica**, Campinas, 16(31): 17-39.