



## CARACTERIZAÇÃO DA ANÁLISE MORFOLÓGICA DA EVOLUÇÃO DA CAPTURA DE DRENAGEM DO RIO GUARATUBA NO RELEVO DA SERRA DO MAR – BORACÉIA – SP.

Fernanda Volpon Neves

Mestranda em geografia física (fvneves@gmail.com)

Déborah de Oliveira

Profa. do Departamento de Geografia Física FFLCH – USP (deolive@usp.br)

### RESUMO

A Serra do Mar é conhecida pela grande quantidade de canais de drenagem que estão presentes sobre todas as suas formas de relevo. Tanta presença de canais, assim como sua característica de região extremamente festonada, com grande quantidade de escarpas, zonas de fraturas, cisalhamento, permitem estudar a evolução da drenagem do rio Guaratuba, através da análise morfológica e da datação por luminescência. A observação de modelo de evolução da Bacia do Alto Guaratuba, produzido por OLIVEIRA (2003), permitiu uma aproximação entre a área e os canais a serem estudados, de maneira que, avaliando a evolução dos leitos, através da análise de produtos cartográficos e imagens de satélite, seja possível uma aproximação do que um dia possa ter sido o leito dos canais atuais. Trabalhar as cascalheiras observadas por ROSSI (1999) no local das áreas de estudo é de suma importância, uma vez que se tornam evidências e provas de que aquele material no passado, muitos anos atrás, fez parte de outro conjunto de paleodrenagem, uma vez que, com a evolução do modelado pode-se compreender processos de esculturação do relevo até as futuras etapas do desenvolvimento da drenagem na área de estudo.

**Palavras-Chave:** Serra do Mar – Morfologia – Datação – Cascalheiras – Captura fluvial.

### ABSTRACT

The Serra do Mar is commonly known for the large amount of drainage channels that are present on all its landforms. Such large presence of channels, as well as the regional characteristic of an extremely scalloped area, with many escarpments, fracture zones, shear stability, allows the study of the evolution of the drainage of the Guaratuba river through morphological analyses and



luminescence dating methods. The observation of the evolution model of the Alto Guaratuba Basin produced by OLIVEIRA (2003) enabled an approximation between the area and the channels that were to be studied, in such a way that, by noting the evolution of the riverbed through the use of cartographic products and satellite images, it can be possible to estimate of what one day may have been the riverbed of the current channels. To analyze the gravels examined by ROSSI (1999) on the site of the areas studied is of utmost importance since they become evidence and proof that such material was formerly part of another set of paleodrainage, since the evolution of the “modelado” can allow the understanding of the processes of relief sculpture as far as the future stages of the drainage development in the study field.

**Key-words:** Serra do Mar – Morphology – Luminescence dating – Gravels – Stream piracy.

## INTRODUÇÃO

Visando o estudo das relações existentes entre as alterações da drenagem e o modelado do relevo através de análises morfológicas, poderemos elaborar discussões acerca do objeto do trabalho. Os trabalhos base dessa pesquisa são de ROSSI (1999) e OLIVEIRA (2003), os quais dão suporte e condições para que tenhamos um bom desenvolvimento da pesquisa.

Nos trabalhos de ROSSI (1999) e OLIVEIRA (2003), é destacada a presença de uma grande cascalheira à NW da área de estudo (ver mapa de localização abaixo), material este importante, pois uma vez que esta cascalheira pode ser um provável terraço fluvial abandonado, formado a partir das diversas capturas fluviais que o rio Guaratuba sofreu ao longo dos anos, contribuindo dessa maneira para as análises de datação que se seguirão.

Segundo OLIVEIRA (2003), a área da pesquisa está situada próximo à Estação Biológica da Boracéia – USP, no reverso imediato da Escarpa da Serra do Mar. A área da bacia está compreendida nas cartas topográfica do IBGE (1984), nas folhas: SF.23-Y-D-V-1/3, escala 1:50.000.

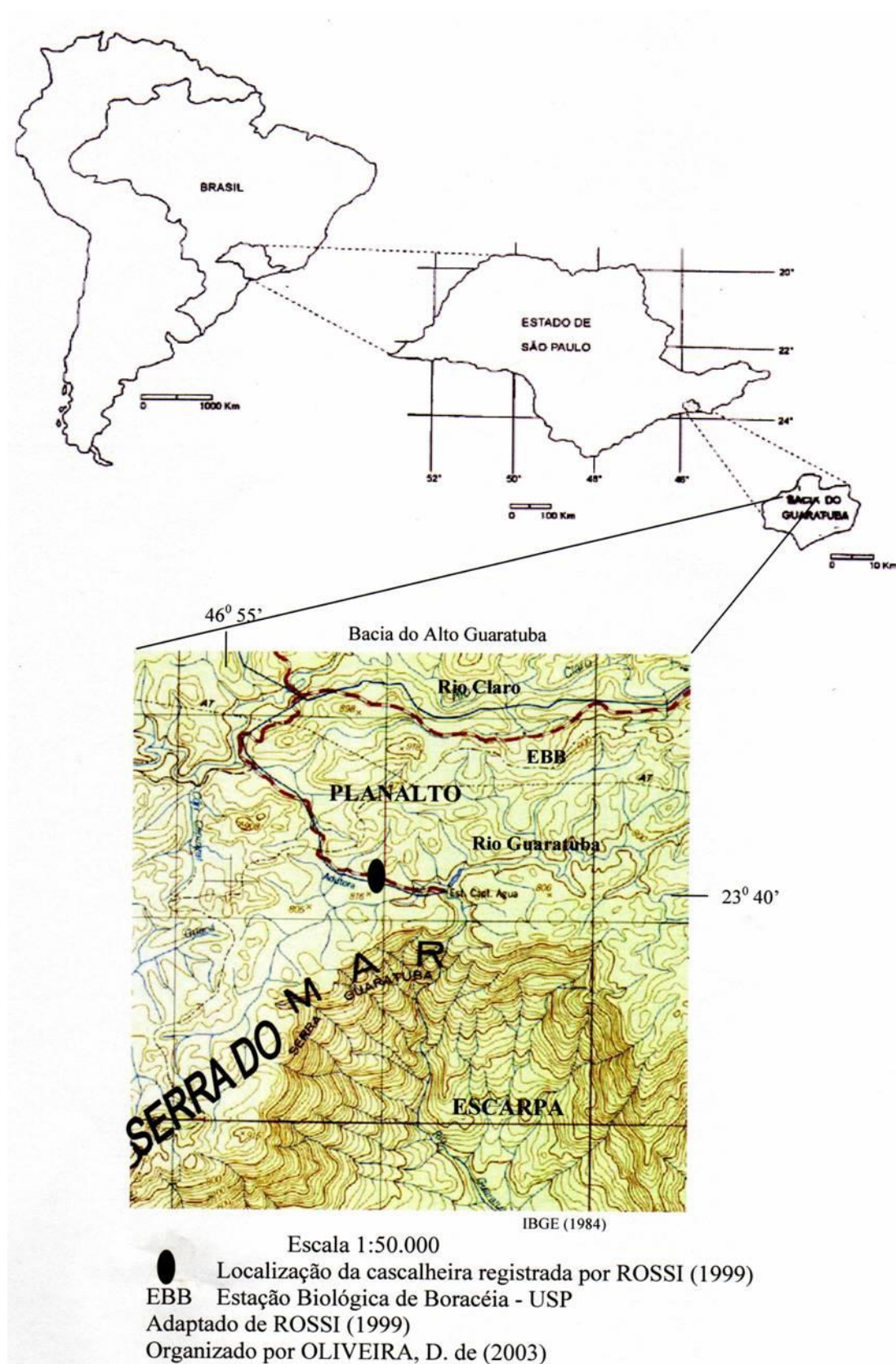
As áreas próximas ao litoral brasileiro são de grande complexidade e instabilidade, acompanhando os diversos processos naturais decorrentes da adequação do modelado do relevo. Segundo BIGARELLA *et al* (1994), o litoral foi um local de intensas alterações ligadas à deriva continental no período entre o Mesozóico e parte do Cenozóico, “representado por tectônica quebrável, que originou grandes falhas e profundas bacias de sedimentação”.

WASHBURNE (1939 *apud* BIGARELLA *et al* 1994) descreve algumas falhas normais próximas à costa marítima, paralelas a levantamentos à NW. FREITAS (1951 *apud* BIGARELLA *et al* 1994) por sua vez, faz referências a rupturas e falhas, dando origem à Serra do Mar e da Mantiqueira como



provenientes das fossas tectônicas do Paraíba e do Guanabara, designadas muitas vezes como “rift-valleys”.

### MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA BACIA DO ALTO GUARATUBA





De acordo com ALMEIDA (1969 *apud* BIGARELLA *et al* 1994), as falhas formadoras da Serra do Mar e da Mantiqueira estariam relacionadas com um segundo momento de reativação waldeniana, no entanto, a fase atual seria o Cretáceo.

BIGARELLA, MOUSINHO & SILVA (1965), consideraram o clima como o principal fator na evolução das vertentes, sendo as mudanças climáticas as responsáveis pelo aspecto policíclico do relevo. A concavidade inferior teria sua origem a partir do espessamento do material coluvial, como resultado do escoamento superficial. Na fase seca haveria forte concentração das precipitações, fraco intemperismo químico e baixa densidade vegetal. O regolito seria removido por escoamento concentrado e em lençol, ocasionando o entulhamento da rede de drenagem e da baixa encosta, que passaria a recuar paralelamente dando origem aos pedimentos.

Assim, as encostas submetidas à estas variações ambientais apresentariam uma variedade de formas que refletiriam uma relação complexa entre os processos morfogenéticos passados e os atuais (BIGARELLA & MOUSINHO 1965).

Sendo assim, ROSS (1985 *apud* OLIVEIRA 2003) refere-se a esse fenômeno como pertencente “à unidade morfoescultural dos Planaltos em Cinturões Orogênicos”, vinculando-se assim à ciclos de dobramentos, onde encontraremos, acompanhados de metamorfismo regional, falhamentos e intrusões.

Segundo CASSETI (1994), as oscilações climáticas pleistocênicas foram responsáveis pela diferenciação dos processos morfogenéticos, pelas diferenciações das formas erosionais e dos depósitos correlativos. Este autor conclui que:

“o clima árido ou semi-árido responde pela evolução horizontal da paisagem, através do recuo paralelo das vertentes, alargando vales, como as calhas aluviais atuais, ou processando a destruição de formas elaboradas nos climas úmidos, chegando a condição de aplainamento. Por outro lado, o clima úmido é responsável pela evolução vertical do relevo, através do entalhamento da drenagem, o qual apresenta variação em relação a intensidade dos esforços tectônicos ou gradiente do canal” (p. 60).

A evolução do relevo brasileiro após o Cretáceo, se dá a partir de alternâncias climáticas de Tropicais (interglaciais) para árida à semi-árida (glacial), caracterizando o que podemos chamar de uma evolução poligênica do relevo. O produto final na paisagem é a constituição de extensos aplainamentos e sua posterior dissecação em clima tropical (Biostasia).



Dadas as constantes alterações no modelado do relevo, assim como nas formas de drenagem, OLIVEIRA (2003) refere-se às formações mais recentes como áreas de declives mais acentuados, relata ainda que os níveis de base em “função do tectonismo post-cretáceo (...) forçaram uma inversão progressiva de partes das drenagens que iam para o interior”, mudando seu curso em direção ao litoral através de “múltiplas capturas” termo usado por AB’SABER (1954 *apud* OLIVEIRA 2003).

De acordo com CHRISTOFOLETTI (1975 *apud* OLIVEIRA, 2003) a captura fluvial (*river capture* ou *stream piracy*) é o processo natural de desvio das águas, onde uma bacia fluvial “rouba” água de outra bacia, expandindo uma drenagem em detrimento da outra. A captura fluvial pode acontecer de várias maneiras, sendo elas: “absorção”, “recuo das cabeceiras”, “aplanamento lateral”, “transbordamento” ou “desvio subterrâneo”.

De acordo com OLIVEIRA (2003), o tipo mais comum de captura fluvial é o de recuo das cabeceiras que, segundo CHRISTOFOLETTI (1975 *apud* OLIVEIRA, 2003), acontece quando “dois rios adjacentes estão localizados em altitudes diferentes e os tributários do curso mais baixo provoca a erosão regressiva de suas cabeceiras, atravessando o interflúvio e capturando o curso de água localizado em nível mais alto”.

Por essa razão, faz-se necessário o estudo da Região do Rio Guaratuba, a qual apresenta processos de captura fluvial em que seus resultados influenciam no sistema local de drenagem mudando e afetando a morfologia local.

Tendo em vista o estudo da morfologia na bacia do Guaratuba, com ênfase na captura fluvial e, apoiando-se no estudo das cascalheiras e alterações no modelado, justifica-se a importância de estudos dessa natureza que possam vir a apontar áreas de grandes alterações e fragilidades, para que possamos assim compreender e elaborar modelos de prováveis mudanças no relevo de acordo com o tipo de drenagem local, assim como relata COELHO NETO (2003) onde conclui que a “evolução das cabeceiras de drenagem pode ser modelada a partir da integração dos processos químicos e físicos responsáveis pela formação e denudação dos regolitos”.

COELHO NETO (1999) aponta que a paisagem regional litorânea é instável e heterogênea, “submetida a mudanças ambientais cada vez mais rápidas e altas taxas de erosão e deposição, nas encostas e fundos de vales fluviais”. Estes por sua vez, tendem a tornar-se cada vez mais vulneráveis, desencadeando processos erosivos, aumentando a “ocorrência de desastres naturais relacionados à água”.



## MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho tem como principal base teórica e metodológica a Teoria Geral dos Sistemas que, segundo CHRISTOFOLETTI (1980) foi apresentada de início por Arthur N. Strahler (1950) e utilizada e ampliada por John T. Hack (1960), J. Chorley (1962) e Alan D. Howard (1965).

De acordo com CHRISTOFOLETTI (1980), o estudo sobre análise das formas e dos processos nos fornece conhecimento específico sobre o aspecto e a dinâmica da topografia atual, a qual sob diversas condições climáticas possibilita compreender as formas do relevo, sejam elas esculpidas por forças destrutivas ou em ambientes deposicionais.

Refletindo sobre a forma sistêmica de alteração da paisagem, e também sobre a intercalação de sistemas atuantes num mesmo local, poderemos estudar o processo que se desenvolve na Serra do Mar, através do estudo da análise morfológica e da datação. Poderemos desta forma compreender o que de fato vem ocorrendo localmente e assim proporcionar uma análise geral da evolução do modelado do relevo ao longo da Bacia do rio Guaratuba e sua região litorânea.

É através de “sistemas antecedentes” e “sistemas subseqüentes” que podemos propor um encadeamento de fatores e ações, mas não como um encadeamento linear, observando como sistemas que estão constantemente influenciando os processos, “numa perfeita interação entre todo o universo”. (CHRISTOFOLETTI 1980). Dessa forma, poderemos exemplificar e caracterizar cada vez mais o trabalho.

A partir da interpretação da morfologia, hidrologia e processos evolutivos da região da Serra do Mar, poderemos compreender o desenvolvimento da drenagem, observando sempre a geologia, material de base, transporte fluvial, dentre outros aspectos.

Tomaremos como ponto de partida as imagens produzidas por OLIVEIRA (2003) de um “Modelo de Evolução da Bacia do Alto Guaratuba”, reconhecendo o presente e trabalhando com um prognóstico do que se tornará o relevo daqui a muitos anos, uma vez que é impossível prever datas/anos quando falamos de alterações físicas/ químicas e até mesmo de modelado do relevo.

A observação de fotografias aéreas, imagens de satélite, dados meteorológicos, são de extrema importância uma vez que embasam em parte as possíveis comprovações e discussões acerca da captura da drenagem e recuo da cabeceira “capturando” o rio Guaratuba.

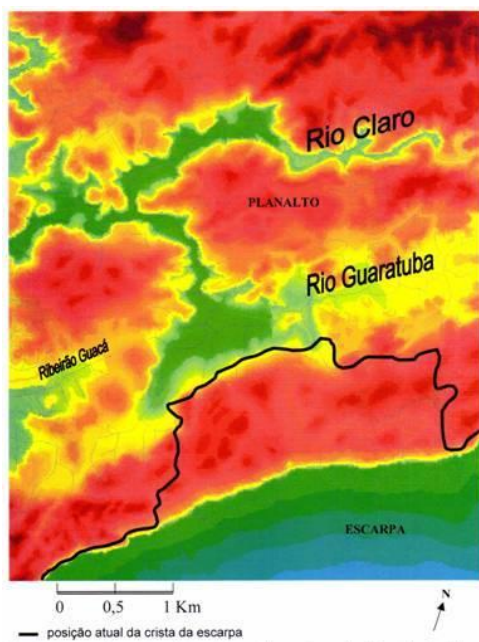
OLIVEIRA (2003) relata que a partir da reunião de resultados obtidos, constatou-se a interferência da “tectônica na construção do relevo e da erosão na sua modelagem”, atualmente o



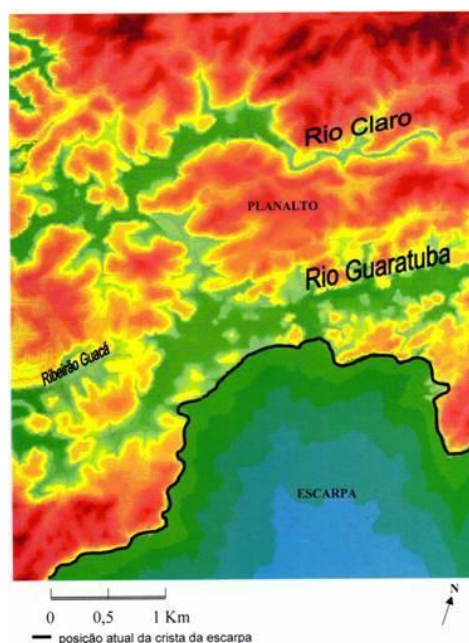
rio Guaratuba está sendo capturado “pela erosão regressiva da Escarpa da Serra do Mar, por recuo de cabeceira”.

De acordo com OLIVEIRA (2003), há alguns campos úmidos visíveis nas fotografias aéreas, correspondentes “ao terraço fluvial do Rio Guaratuba”, assinalado com uma cascalheira, a qual foi abordada e apresentada como fazendo parte de testemunhos do antigo curso do Guaratuba, que anteriormente corria sentido E-W em direção ao Rio Claro (ROSSI, 1999).

Um dos primeiros autores a tratar a captura fluvial foi AB’SABER (1957), no seu artigo ‘O problema das conexões antigas e da separação da drenagem do Paraíba e do Tietê’ onde observou uma grande ‘anomalia’ na drenagem, invertendo boa parte desta na porção do alto Tietê e do Médio Paraíba.

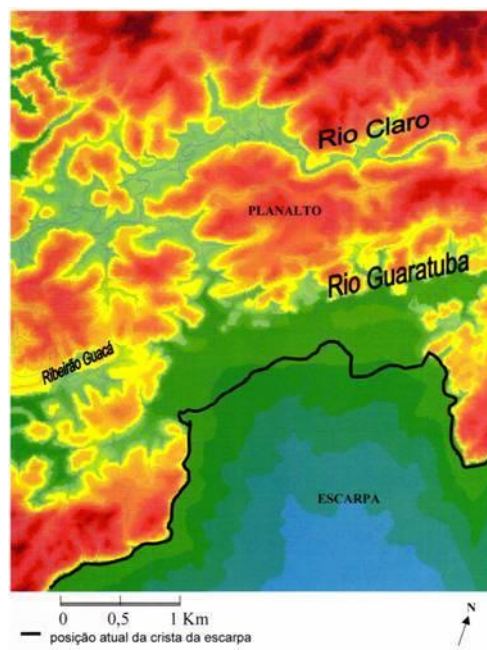


**Fig2: Bacia do Alto Guaratuba (Presente).** Fonte: Cartas Topográficas Serra de Guaratuba e Fazenda Florestal do Rio Grande, escala: 1:10.000, IGC, 1988. Organizado por D. OLIVEIRA, 2003.



**Fig1: Modelo de Evolução da Bacia do Alto Guaratuba (Passado).** Fonte: Cartas Topográficas Serra de Guaratuba e Fazenda Florestal do Rio Grande, escala: 1:10.000, IGC, 1988. Organizado por D. OLIVEIRA, 2003.

As imagens de evolução do relevo (fig.1 – modelo de evolução da bacia do alto Guaratuba





(Passado), fig.2 – bacia do alto Guaratuba (Presente) e fig.3 – modelo de evolução da bacia do alto Guaratuba (Futuro)) organizadas por OLIVEIRA (2003), são modelos ‘hipotéticos’ de evolução do Guaratuba, baseando-se nelas poderemos desenvolver melhor as discussões acerca da captura fluvial. Para que possamos compreender melhor e desenvolver técnicas de datação por Luminescência, a compreensão dos processos de captura fluvial é fundamental, uma vez que a datação será utilizada para comprovar e elucidar a morfologia e evolução proposta por OLIVEIRA (2003).

O modelo evolutivo será melhor exemplificado e discutido quando apresentarmos os resultados que obtivermos da Datação aqui proposta. O levantamento bibliográfico voltado para a Datação por Luminescência vem contribuindo para a compreensão dos procedimentos, uma vez que é algo pouco utilizado dentre os geomorfólogos.

A partir da aquisição de imagens de satélite (CBERS – INPE e SRTM – NASA) e cartas topográfica do IBGE, será possível elucidar diferentes épocas de alteração na representação da captura fluvial, através de discussões acerca do recuo das cabeceiras.

O relevo apresentado na região da Serra do Mar é muito peculiar, desta forma o estudo envolvendo as curvas de nível, cotas, estradas, drenagens, clinografia, orientação das vertentes, resultarão em produtos complexos e completos na interpretação das condições da morfologia atual com as relações do processo de datação por Luminescência.

As amostras serão coletadas nas trincheiras e tradagens, objetivando a realização de análises granulométricas, que por sua vez serão utilizadas para a realização de morfoscopia, e datação.

O método de Datação por Luminescência é exemplificado e discutido por DULLER<sub>3</sub> (2004), onde relata que Luminescência é certamente um tópico complexo mas, em essência, o uso do fenômeno para datar eventos Quaternários é muito simples. Muitos minerais comuns, incluindo o quartzo e muitos feldspatos são capazes de armazenar energia dentro da estrutura do cristal. A energia é depositada dentro do cristal principalmente por radiações ionizantes (ex. alfa, beta e gama) a partir do ambiente, mas também há uma boa contribuição dos raios cósmicos (DULLER, 2004).

A energia armazenada se eleva com a quantidade de radiação para qual o cristal é exposto, e isto provém o “clock” que é a base de todo método de datação por luminescência (*and electron spin resonance*). No laboratório a energia armazenada no cristal pode ser liberada por estímulos, e uma porção desta energia é liberada em forma de Luz. Essa luz é conhecida por luminescência (DULLER, 2004).





O método de determinar a taxa de dosagem manteve-se similar nos últimos 10 – 20 anos, com mudanças relativamente pequenas nas constantes numéricas usadas para converter abundâncias (ex. ppm ou  $\mu\text{g g}^{-1}$  urânio ou tório, e % de potássio) da forma elementar das doses de radiação e algumas mudanças na tecnologia utilizada (DULLER, 2004).

De acordo com DULLER (2004), para datar sedimentos do Quaternário dois métodos de estimular a Luminescência vem sendo usados, o termal e o óptico. Medições na década de 1980 envolveram aquecimento da amostra na temperatura da câmara escura para aproximadamente 500°C a fim de gerar um sinal de termoluminescência (TL). A estimulação Óptica (OSL) é preferível para datar sedimentos e gerar um sinal de luminescência óptica estimulada.

A datação OSL tem vantagem sobre a datação TL em que as medições preferenciais são feitas com a parte do sinal de luminescência que é mais sensível a luz, e assim o sinal OSL é levado a zero quando exposto a luz muito mais rapidamente e completamente do que o TL. Isso tem duas implicações: primeiramente os sedimentos requerem períodos mais curtos de exposição à luz do dia no processo de deposição, quando datados usando o OSL do que a TL, e em segundo lugar porque a incerteza no grau em que o sinal é levado a zero é menor, desse modo as amostras recentes podem ser datadas.

A análise dos resultados será feita através da correlação das informações, na tentativa de comprovar as hipóteses de que a drenagem está fortemente relacionada com as alterações das formas do relevo.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES.**

Tendo como ponto de partida a interpretação de estudos baseados na teoria geral dos sistemas, a qual nos fornece embasamento sobre os conhecimentos específicos da dinâmica da topografia atual e seus processos evolutivos, seja este relevo retrabalhado pelas forças endógenas, exógenas ou mesmo através de processos físicos/ químicos, contribuirá para a compreensão e elaboração das análises de material.

Para a análise da alteração e modificação do curso e leito de alguns rios na bacia do Guaratuba, é possível trabalhar diversos fatores característicos da drenagem, ou mesmo do tipo de transporte fluvial que ocorre ao longo da bacia. CHRISTOFOLETTI (1981) diz que o transporte fluvial de sedimentos inclui os processos de remoção, transporte e deposição das partículas do regolito, e que os fatores hidrológicos mais importantes são: “quantidade e a distribuição das precipitações, a



estrutura geológica, as condições topográficas e a cobertura vegetal” fatores estes que influenciam na formação do material intemperizado.

De acordo com CHRISTOFOLETTI (1981), “o fluxo e o transporte de sedimentos constituem respostas aos processos e ao estado de equilíbrio atuante no sistema fluvial”. analisando desta forma é possível trabalhar com o material depositado ao longo dos leitos dos rios, ou mesmo material encontrado nos prováveis canais fluviais – os quais através das cascalheiras que serão observadas – pesquisando sobre a capacidade e competência que são controlados pelas “características dos detritos elaborados pela meteorização e transportados para os canais”. (CHRISTOFOLETTI, 1981).

Os critérios de compartimentação do relevo obedecerão aos critérios de frequência das altitudes e de posicionamento altimétrico dos topos. O mapeamento das especificidades altimétricas fornecendo assim subsídios para correlacionar com a estrutura geológica podendo estabelecer blocos, apresentando características similares como: basculamento, soleiras, mecanismos condicionantes do desenvolvimento e da dinâmica geomorfológica da paisagem.

A datação terá papel principal neste processo pois, a partir dela será possível alcançar as especificações acerca da situação que encontramos na área de pesquisa, conflitando/ comparando com as afirmações e situações apresentadas. É importante lembrar que o processo de datação é trabalhoso e delicado uma vez que para efetuarmos a datação as amostras devem ser muito bem selecionadas, para que possam apresentar características de material suficientes para elucidar solo de todo um escopo regional.

## CONCLUSÃO

Os processos de evolução do relevo completam um quadro de alterações entre processos de basculamento, erosão e de deposição gerados pela estrutura da cadeia de montanhas na qual se insere a área de pesquisa.

As alterações no relevo apresentadas através do modelo de evolução caracterizam de forma clara as mudanças ocorridas ao longo do tempo, modelo este que, comparado com os estudos de datação, resultará em dados e processos que comprovarão as alterações ocasionadas pela evolução do relevo. A cascalheira será avaliada de maneira a auxiliar a compreensão e discussão acerca dos processos de alteração das mesmas.

As análises das amostras através do processo de Datação ainda não se iniciaram, no entanto serão utilizadas como instrumento comprobatório da captura fluvial, identificada por ROSSI(1999) e



discutida por OLIVEIRA (2003). A datação será de suma importância, pois através deste processo será possível apresentar de forma mais próxima do real o momento/ período em que a captura ocorreu.

Apresentar de forma mais conclusiva os resultados fará parte do próximo processo de desenvolvimento da pesquisa haja vista que os procedimentos iniciais estão sendo desenvolvidos de acordo com as leituras e disponibilidade de análise do material.

## REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. *O problema das conexões antigas e da separação da drenagem do Paraíba e do Tietê*. Boletim Paulista de Geografia – SP. Nº 26, 1957, p. 38 – 49.

BIGARELLA, J.J., BECKER, R. D., SANTOS, G. F. dos, PASSOS, E., SUGUIO, K., *Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais*. Florianópolis – SC. Editora UFSC, 1994.

BIGARELLA, J.J., MOUSINHO, M.R., *Significado paleogeográfico e paleoclimático dos depósitos rudáceos*. Boletim Paranaense de Geografia, nº 16 e 17. 1965, p. 7 – 17.

BIGARELLA, J.J., MOUSINHO, M.R., SILVA, J. X. *Considerações a respeito da evolução das vertentes*. Boletim Paranaense de Geografia, nº 16 e 17. 1965, p. 85 – 117.

BIGARELLA, J. J. ,MOUSINHO, M. R., SILVA, J. X. *Pediplanos, pedimentos e seus depósitos correlativos no Brasil*. Boletim Paranaense de Geografia, nº 16 e 17. 1965, p. 117 – 153.

BIGARELLA, J. J., MOUSINHO, M. R. *Considerações a respeito dos terraços fluviais, rampas de colúvio e várzeas*. Boletim Paranaense de Geografia, nº 16 e 17. 1965, p. 153 – 195.

CASSETI, V. *Elementos de geomorfologia*. Editora contexto, 1994.

CHRISTOFOLETTI, A. - *Geomorfologia*. 2º ed. , SP, Edgard Blucher. 1980.

CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia Fluvial*. v.1 *O Canal Fluvial*. Edgard Blucher. 1981.

COELHO NETTO, A. L. *Evolução de Cabeceiras de Drenagem no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul (SP/RJ): a Formação e o Crescimento da Rede de Canais sob Controle Estrutural*. Revista Brasileira de Geomorfologia, Ano 4, nº2 (2003); p.69-100.

DULLER, G.A.T. *Luminescence dating of Quaternary sediments: recent advances*. Journal of Quaternary Science (2004) 19(2), p 183-192 – Tradução Livre.



OLIVEIRA, D. de. *A captura do Alto Rio Guaratuba: uma proposta metodológica para o estudo da evolução do relevo na Serra do Mar, Boracéia – SP.* (Tese de Doutorado). FFLCH, Departamento de Geografia, USP, São Paulo – SP 2003

ROSSI, M. *Fatores formadores da Paisagem Litorânea: A Baía do Guaratuba, São Paulo – Brasil* (Tese de Doutorado) FFLCH, Departamento de Geografia, USP, São Paulo – SP 1999.

SILVA, M. C. Viera da. *Caracterização fitofisionômica em trecho de ocorrência de cerrado no Parque Nacional da Serra da Canastra (MG) e suas interações com a textura, profundidade e umidade de solo.* Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Geografia – UNESP – Rio Claro (SP). 2006