

# CONTRIBUIÇÃO À ANÁLISE DOS CONTROLES MORFOESTRUTURAIS SOBRE A REDE DE DRENAGEM DO GRABEN DO CARIATÁ

TAVARES, B. A. C.<sup>3</sup>

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, [bruno\\_t@terra.com.br](mailto:bruno_t@terra.com.br)

MIRANDA, C. C. S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, [cybelemiranda@gmail.com](mailto:cybelemiranda@gmail.com)

DUARTE, C.C.<sup>2</sup>

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, [crisdat@yahoo.com.br](mailto:crisdat@yahoo.com.br)

CORREA, A. C. B.<sup>4</sup>

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, [dbiase2001@terra.com.br](mailto:dbiase2001@terra.com.br)

## RESUMO

Esse trabalho se insere no âmbito de pesquisa do Grupo de Estudos do Quaternário, do Departamento de Ciências Geográficas, UFPE. Trata-se de uma das etapas de uma pesquisa voltada para o reconhecimento e análise dos processos formadores e modeladores das unidades morfoestruturais que compõem o Gráben do Cariatá, Paraíba. O Gráben do Cariatá está situado a 85 km do Recife, tem a sua maior expressão espacial no município de Itabaiana, Paraíba, e é constituído pelos compartimentos morfoestruturais da Depressão Pré-litorânea Paraibana (com um delgado capeamento sedimentar sob a forma de restos de superfícies tabuliformes) e das Superfícies Dissecadas que antecedem o Planalto da Borborema. O objetivo desse é determinar quais os controles morfoestruturais que atuam sobre a rede de drenagem da área em questão. Para chegar a tais resultados procurou-se fazer a extração e posterior análise dos fotolineamentos da drenagem, relevo e cabeceiras de primeira ordem a partir da Folha Sapé, da SUDENE, a 1:100.000, de acordo com a metodologia adotada por Hiruma (1999). Também foram utilizadas imagens do Software Google Earth que permitiram a extração dos fotolineamentos conforme a metodologia adotada nos trabalhos de Riccomini & Crosta (1988). Sendo possível assim a análise das feições lineares do relevo e drenagem, e sua relação com a reconstrução de eventos neotectônicos e o conseqüente desencadeamento dos processos erosivos e deposicionais. Através da análise dos ditos lineamentos chegou-se à conclusão que as cabeceiras seguem dois padrões de comportamento, uma direção E-W, certamente adaptada à estrutura geral do graben, e outra N-S, mais provavelmente decorrente do posicionamento obsequente da drenagem, a noventa graus do coletor principal. Os lineamentos NE-SW e NW-SE de maior tamanho também controlam a direção das cabeceiras de drenagem, mas a maior percentagem de pequenos lineamentos de cabeceira, na direção N-S sugere um controle mais evidente da própria morfologia das encostas como resposta às mudanças de nível de base ao longo do eixo da drenagem do rio Paraíba.

Palavras-chave: Análise morfométrica, sedimentação Neógena, Gráben do Cariatá, Fotolineamentos, Geomorfologia Estrutural

## INTRODUÇÃO

Acredita-se que o estudo de cartografiação pormenorizada das formas do relevo sirva como ferramenta para a elucidação de sua gênese, uma vez que estas derivam de processos formadores pretéritos e atuais. Sendo assim, o estudo dos padrões de relevo e densidade de

drenagem se torna de fundamental importância na caracterização e delimitação de áreas nas quais se pretenda estudar sua interpretação evolutiva, geomorfológica e genética.

Acredita-se que a partir do cruzamento de dados georeferenciados, relativos à densidade de drenagem e de fotolineamentos com os modelos tridimensionais do relevo da área, seja possível estabelecer um vínculo formativo, de caráter lito-estrutural, entre a concentração de anomalias e regularidades, dos referidos padrões morfométricos, e a distribuição dos compartimentos de relevo na folha em questão.

O trabalho justifica-se em virtude da falta de mapeamentos geomorfológicos empiricamente monitorados, e orientados para a elucidação de eventos formativos recentes e sua relação com a estruturação superficial da paisagem. Esse tipo de abordagem tem a virtude de permitir reconstruir com fidedignidade a dinâmica dos sistemas de superfície terrestre, viabilizando a modelagem de taxas e magnitudes de operação dos processos geomórficos, assim permitindo o prognóstico mais realista de cenários futuros e, portanto, servindo de instrumento básico para o próprio planejamento ambiental.

Os procedimentos propostos neste projeto revestem-se ainda de extrema importância mediante a definição recente de novos compartimentos morfoestruturais para a área (Gráben do Cariatá) cujos vínculos morfoestratigráficos ainda não foram completamente definidos.

## **CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA**

O Gráben do Cariatá, situado a 85 Km do Recife, tem sua melhor expressão pouco a leste de Itabaiana (PB) numa área onde está localizada a lagoa e o povoado do Cariatá (Bley *et al.*, 2004). A área caracteriza-se pela individualização dos elementos morfoestruturais sobre os quais se sobrepõem algumas peculiaridades decorrentes dos sistemas morfoclimáticos vigentes e pretéritos.

A unidade morfoestrutural de maior destaque e que recebeu maior atenção durante os estudos é a depressão pré-litorânea. Esta unidade se esboça como grandes alvéolos de circundenudação que acompanham a grosso modo a calha dos principais rios, como o Paraíba, que de fato atuam como nível de base local para o controle da exumação dos sedimentos neo-cenozóicos que capeiam a unidade. A norte, sul e oeste esta unidade é confinada por limites morfoestruturais demarcados decorrentes da exaltação do “macro-

domo” da Borborema, que na área se expressam sob a forma de degraus que separam distintos patamares altimétricos em diversos estádios de dissecação. Este cenário antecede as superfícies regionais da Borborema *stricto sensu*, sob a forma de relevos residuais do tipo *inselberg* ou *inselgebirge* que se erguem como degraus de piemonte antecedendo as encostas do planalto.

Para oeste, o gráben torna-se gradativamente menos definido, com menor espessura de sedimentos preservados; termina ao sul de Itatuba (PB), tendo como limite uma linha de falha transversal NNE-SSW. Em direção ao litoral, no sentido das cidades de Cruz do Espírito Santo e João Pessoa, as coberturas arenosas – atribuídas ao grupo Barreiras e outros depósitos aluviais se espessam. Ao norte, gráben está limitado por uma serie escalonada de falhas normais nos arredores de São José do Pilar, de direção ENE-WSW, estas aparentemente não apresentam heranças de falhas do embasamento, e que no seu prolongamento para WSW delimitam o contraforte do *Horst* de Boqueirão, sob a forma de uma maciço residual já nas faldas dos contrafortes orientais da Borborema. Para o sul, a sedimentação esmaece gradativamente e termina junto à falha de Camutanga que segundo (Bley et al, 2004) no Proterozóico funcionou como falha inversa, e cuja atividade sob regime deformacional distensivo a partir do paleógeno teria elevado o que hoje vem a ser a zona limdeira Paraíba-Pernambuco.

Todo o baixo curso do Rio Paraíba mostra-se profundamente influenciado pelo Gráben do Cariatá, sendo necessário enfatizar que o curso deste rio à montante do gráben era de orientação aproximadamente N-S, até as cercanias das cidades de Umbuzeiro e Natuba, mas foi bruscamente capturado, por conta do rebaixamento do nível de base, acarretando no abandono de sua antiga planície sob a forma de terraço erosivo, e no desvio de seu curso para E-W, nas proximidades de Itatuba (PB) até o litoral. (Figura 1)

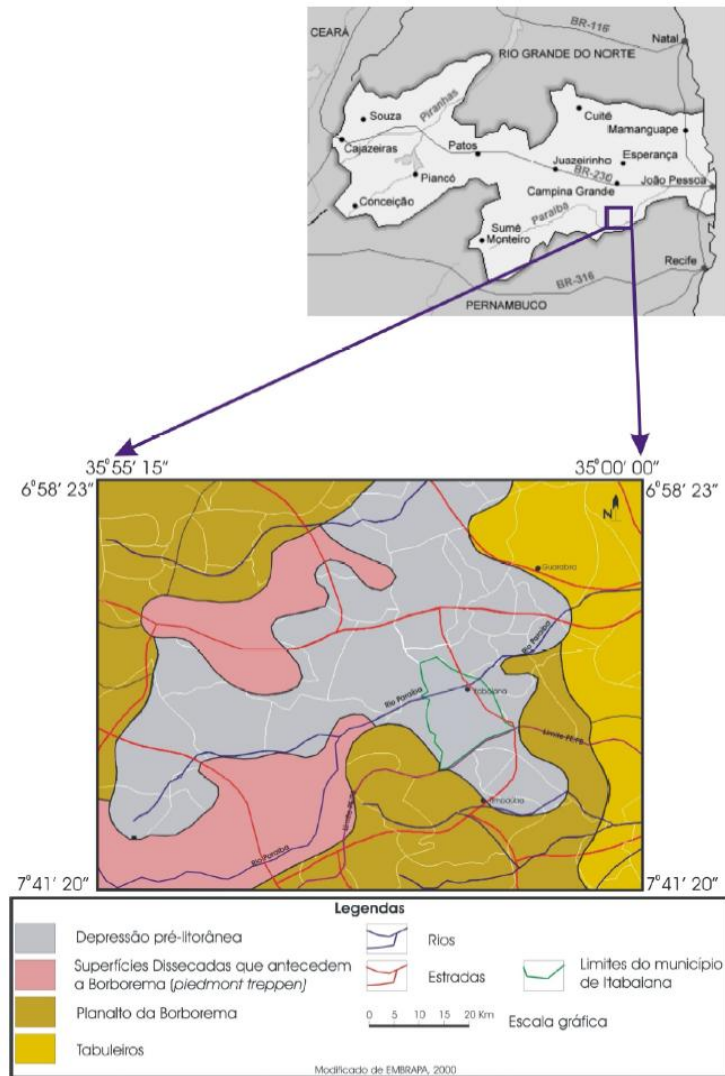


Figura 01 – Localização da área de estudo e unidades morfoestruturais

## MÉTODOS E TÉCNICAS

Ao se buscar balizar a aplicação de métodos de análise morfométrica em face do estado da arte das teorias e conceitos estudados pela geomorfologia, observa-se que o conceito de neotectônica passa a ser de fundamental importância para a compreensão dos eventos ocorridos na área pesquisada. Isto ocorre em virtude da mesma apresentar evidências de pulsações tectônicas neo-cenozóicas, embora se localize em um contexto de margem passiva de continente, tradicionalmente tratado pela geomorfologia regional a partir da perspectiva erosiva/denudacional. Não obstante, os setores planálticos do Sudeste e Nordeste do Brasil têm sido alvos de estudos recentes que enfocam a influência da

neotectônica sobre a morfogênese (Mello, 1997; Hiruma, 1999; Silva, 1989; Morais Neto e Alkmin, 2001). Dentro desta perspectiva faz-se necessário uma maior compreensão de como essas pulsações tectônicas vem definindo ou influenciando a taxa de operação dos agentes denudacionais. Sendo as deformações de caráter neotectônico um dos agentes transformadores do relevo, é importante o conhecimento desse elemento para assim poder elucidar as deformações crustais recentes, e se as mesmas podem estar atuando sobre a compartimentação e estabilidade do relevo e a geração de sedimentos.

No tocante às atividades técnicas de gabinete, inicialmente foi realizada a identificação das feições morfológicas da Folha Sapé, a partir de fotografias aéreas, e imagens de satélite LANDSAT 7, de resolução máxima a 1:25.000. Também foram utilizadas imagens do Software Google Earth que permitiram a extração dos fotolineamentos conforme a metodologia adotada nos trabalhos de Riccomini & Crosta (1988), sendo possível assim a análise das feições lineares do relevo, e sua relação com a reconstrução de eventos neotectônicos e o conseqüente desencadeamento dos processos erosivos e deposicionais. Também foram extraídos lineamentos de drenagem, relevo e cabeceiras de drenagem assim como também os lineamentos de drenagem de primeira ordem, a partir da Folha Sapé, da SUDENE, a 1:100.000, sendo posteriormente realizada a medição dos ditos lineamentos bem como a medição de suas direções angulares. A partir dos dados obtidos, foram gerados diagramas de roseta de acordo com metodologia usada por Hiruma (1999), utilizando-se o Software Excel. Por fim os diagramas foram editados e arte-finalizados no Software Corel 11. Esses procedimentos foram de importância fundamental visto que a partir da análise dos lineamentos foi possível estabelecer vínculos neotectônicos entre o relevo e a sedimentação confinada no Gráben do Cariatá.

Para a construção do MDT da área de estudo foram utilizadas técnicas de geoprocessamento a começar pela digitalização da carta Sapé (1:100.000), por meio do *software* Auto Cad 2005. Vale ressaltar que as metodologias empregadas encontram-se presentes em vários trabalhos de morfotectônica (DEFFONTAINES, 1990; RILEY & MOORE, 1993). Procurou-se em seguida fazer a identificação e classificação dos padrões e arranjos espaciais da rede de drenagem, bem correlacionar esses parâmetros às influências dos demais elementos do quadro fisiográfico da área: disposição das coberturas de pedológicas, litologia, vegetação e topografia. Desta forma, mediante o emprego dos

parâmetros de análise propostos por Christofolletti (1978), foi possível estabelecer quais fatores exercem maior influência sobre a organização da drenagem.

Adiante, buscou-se estabelecer os índices de densidade de drenagem, sendo esta, uma das variáveis mais importantes para a análise morfométrica das bacias hidrográficas. A partir do uso dessa técnica, foi possível fazer a identificação das áreas com altas ou baixas densidades, estabelecendo um vínculo entre a drenagem e a litologia. Este pode ser estabelecido pela sobreposição em meio digital geo-referenciado do mapa geológico ao de isovalores de drenagem. Os índices de densidade foram obtidos a partir da confecção de uma malha quadrática de amostragem, com células de 1 km X 1 km, nas quais foram realizadas as medições dos segmentos de drenagem. Obteve-se 3025 pontos de densidade para a Folha Sapé. Em seguida gerou-se um mapa de isovalores no Software SURFER 8. Por fim fez-se a sobreposição dos mapas geológico e de densidade de drenagem, a fim de elucidar uma possível correlação formativa entre os parâmetros lito-estruturais e morfológicos sobre a concentração dos elementos de drenagem e lineamentos. Por fim, os resultados obtidos pelo emprego das técnicas morfométricas foram confrontados com as observações realizadas durante o trabalho de campo, possibilitando ajustar as discrepâncias da fase da gabinete.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A partir da análise dos fotolineamentos do Gráben do Cariatá foi possível detectar a influência dos mesmos sobre a macro-compartimentação do relevo e direcionamento da rede de drenagem. A sedimentação neocenozóica, que responde pelos modelados dos topos tabuliformes confinados no interior do Gráben, revelou-se totalmente poupada de estruturas lineares, o que indica o fato da sedimentação haver ocorrido em períodos muito recentes (provavelmente no Pleistoceno Superior). Por outro lado os lineamentos de relevo (cimeiras, encostas e facetas triangulares) revelaram a ocorrência de controle neotectônico sobre as áreas fornecedoras de sedimentos ao gráben.

Também foram estudados os lineamentos na rede de drenagem (ao longo do Rio Paraíba), onde foram observados diversos joelhos de inflexão, *knickpoints*, rápidos e segmentos lineares. Estas feições evidenciam uma reativação dos níveis de base locais controlados a partir da drenagem coletora principal da região. Com o rebaixamento dos

níveis de base, ocorre o entalhamento dos sedimentos que preenchem o Gráben, gerando uma rede de drenagem obsequente incipiente, mas com capacidade pra exumar a superfície pré-deposicional que se revela como um patamar de eversão, sobre o qual jazem os capeamentos sedimentares esculpidos em forma de pequenas cuestas com o front voltado para o eixo principal de drenagem do Rio Paraíba (Figura 02).

A partir da análise morfométrica da rede de drenagem, constatou-se que as áreas de maior densidade estão subordinadas às encostas, estas por sua vez podem ainda sofrer a influência da litologia subjacente. Os topos planos dos tabuleiros representam uma densidade de drenagem próxima à zero, o que demonstra o papel preponderante da infiltração sobre o escoamento, no entanto os níveis de cimeira desses platôs são dissecados por uma drenagem subsequente e obsequente, o que evidencia uma dinâmica de nível de base com rebaixamento do setor a leste desses modelados de acumulação. A densidade de drenagem acompanha essa dissecação contemporânea dos tabuleiros.

De acordo com o exposto acima, foi verificado que o grau de permeabilidade das formações superficiais que estruturam a área reflete-se diretamente sobre a dissecação, evidenciando mudanças locais das coberturas regolíticas. As áreas exumadas a nordeste do gráben, com afloramento de uma unidade edafoestratigráfica laterítica, apresentaram os maiores índices de densidade de drenagem em toda área, superando até mesmo os setores mais elevados ao sul do gráben. Estas diferenças refletem o papel exercido pelas coberturas regolíticas, que nos demais setores da área de estudo, ao evoluírem sobre a crosta exumada, desencadearam a formação de mantos de alteração mais porosos, e, portanto, de menor densidade de drenagem. Percebe-se assim que a técnica morfométrica é de extrema valia para trabalhos de gabinete que antecedam as campanhas de campo, mas que também pode ser utilizada a fim de identificar sutis diferenças topográficas e litológicas que subordinem as variáveis morfométricas e a morfologia da paisagem.

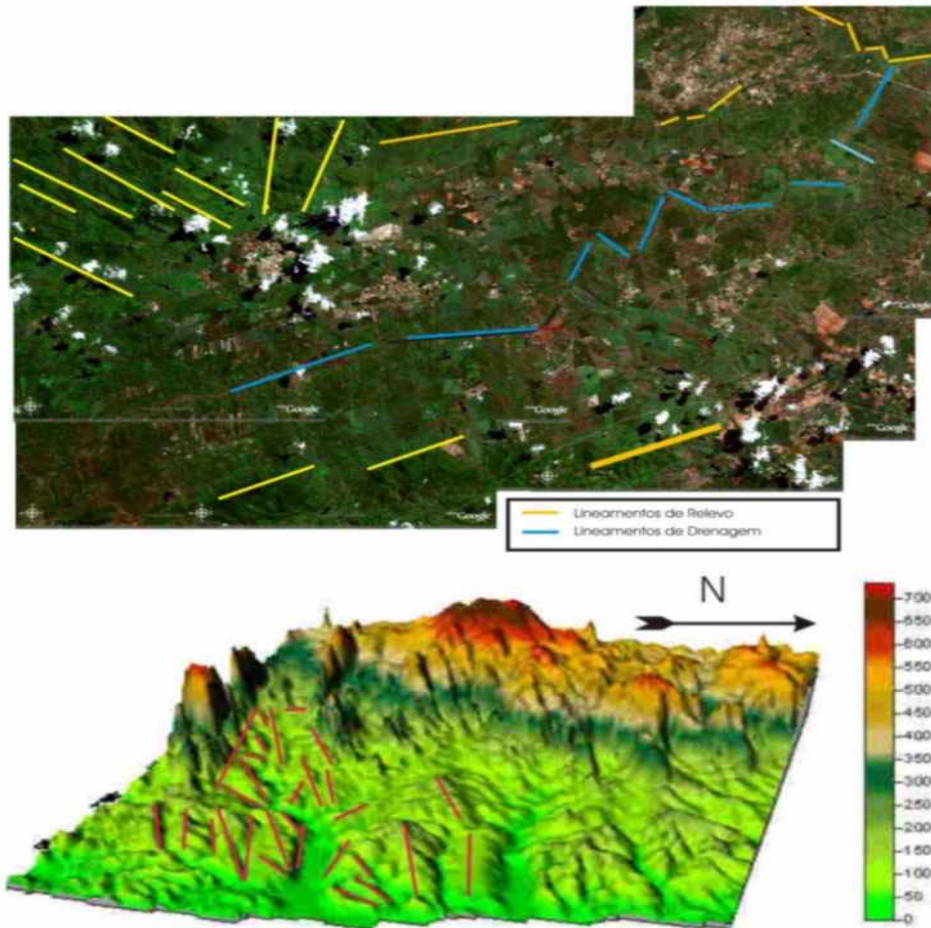


Figura 02 - Extração de fotolineamentos de drenagem e relevo

A partir da análise dos diagramas de rosáceas verificou-se que as cabeceiras seguem dois padrões de comportamento, uma direção E-W, certamente adaptada à estrutura geral do graben, e outra N-S, mais provavelmente decorrente do posicionamento obsequente da drenagem, a noventa graus do coletor principal (Figura 03). Logo, esta direção não é tectônica, mas apenas uma resposta da drenagem lateral à circundenudação de direção geral W-E, promovida pelo rebaixamento do nível de base do gráben a Leste. Por outro lado observou-se que os lineamentos são preferencialmente de direção W-E, direção estrutural predominante no leste da Província Borborema, associada à zona transversal contida entre os lineamentos Patos e Pernambuco. No entanto, secundariamente também ocorrem lineamentos de direção NE-SW de grande comprimento, associados às zonas de cisalhamento subordinadas aos lineamentos E-W. Os lineamentos NE-SW e NW-SE de



maior tamanho também controlam a direção das cabeceiras de drenagem, mas a maior percentagem de pequenos lineamentos de cabeceira, na direção N-S sugere um controle mais evidente da própria morfologia das encostas como resposta às mudanças de nível de base ao longo do eixo da drenagem do rio Paraíba.

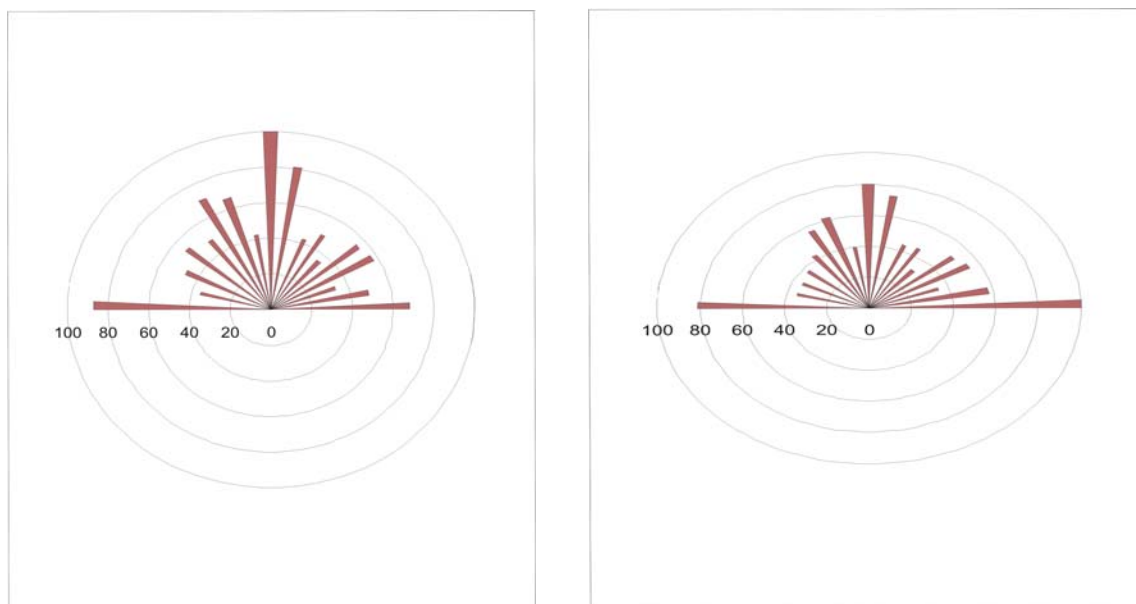


Figura 3 – Diagrama de Rosáceas representando a direção preferencial das cabeceiras de drenagem e dos fotolineamentos em dados percentuais.

## CONCLUSÕES

A análise dos controles estruturais sobre a rede de drenagem do gráben do Cariatá a partir da utilização de índices morfométricos revelou-se uma boa ferramenta para a compreensão da influência das morfoestruturas sobre a morfogênese da área. Inicialmente foi verificado que há uma boa congruência entre a disposição de drenos e a estrutura superficial da paisagem, estando as áreas com os menores índices de densidade de canais sobre os sedimentos inconsolidados que formam os baixos tabuleiros do centro do gráben. No entanto, as áreas com maior densidade refletem o soerguimento do limite leste do gráben e exposição do embasamento cristalino recoberto por crosta laterítica.

Por sua vez, a análise quantitativa das direções dos fotolineamentos e lineamentos de cabeceiras de drenagem de primeira ordem sugerem demonstraram que no gráben há um predomínio de direções E-W e secundariamente NE-SW e NW-SE associadas aos lineamentos de maior comprimento, e logo correlacionáveis às feições morfológicas de

caráter regional mais amplo (direção geral do curso do rio Paraíba e escarpas dos maciços residuais limítrofes, limites da sedimentação neógena confinada ao gráben). Já o maior número de cabeceiras de drenagem de direção N-S aponta para um controle direto da morfologia das encostas ao longo do eixo do rio Paraíba sobre a gênese desses canais, embora a distribuição de canais de primeira ordem em outras classes de direção também evidenciem um controle mais eficaz das estruturas. A ausência de um vínculo direto entre as direções dos canais de primeira ordem que dissecam o capeamento sedimentar do gráben e os *trends* estruturais regionais reafirmam que estes tratam-se de depósitos mais recentes dentro da coluna estratigráfica regional, estando sua gênese diretamente vinculada à dinâmica sofrida pelas estruturas que os delimitam.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BISTRICHI, C. A. **Análise estratigráfica e geomorfológica do Cenozóico da região de Atibaia-Bragança Paulista, Estado de São Paulo**. Rio Claro, 2001. 184 p. Tese de Doutorado – IGCE, UNESP.

CRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 2ªed,1980.

DEFFONTAINES, B. 1990. **Digital terrain model and morpho-neotectonics application in the Strasbourg área, Rhyne graben, France**. *Bull. INQUA N.C.* 13, P. 58-59

HIRUMA, S.T. **Neotectônica no Planalto de Campos de Jordão, SP**. Dissertação de mestrado, Instituto de geociências-USP, p. 102, 1999.

HIRUMA, S. T.; PONÇANO, W. L. **Densidade de drenagem e sua relação com fatores geomorfo-pedológicos na área do Alto Rio Pardo, SP e MG**. In: Revista do Instituto Geológico, v. 15, p. 49 – 57, 1994.

MELLO, C. L. **Sedimentação e tectônica cenozóicas no Médio Vale do Rio Doce(MG, Sudeste do Brasil) e suas implicações na evolução de um sistema de lagos**. Tese de doutoramento, Instituto de Geociências – USP, São Paulo, 275p. 1997.

MORAIS NETO, J. M. e ALKMIM, F. F. 2001. **A deformação das coberturas terciárias do Planalto da Borborema (PB-RN) e seu significado tectônico**. Revista brasileira de Geociências 31(1). São Paulo, p. 95-106.

RICCOMINI, C & CRÓSTA, A. P. 1988. **Análise preliminar de lineamentos em imagens de sensores remotos aplicadas à prospecção mineral na área dos granitóides Mandira, SP**. *Bol. IG-USP, Série Científica*, 19: 23-37.

RILEY, C. & MOORE, J.M. 1993. **Digital elevation modelling in a study of the neotectonic geomorphology of the Sierra Nevada, southern Spain.** *Zeitsch. Geomorph.*, Suplem. 94 ( Neotectonics and active faulting), p. 25-39

SILVA, T. M. et. Al. Relief compartments in the middle valley of Paraíba do Sul river and other neighboring mountainous areas (southeastern Brazilian plateau), morphotectonics relationships. In: *GEOVEC 99 IGU-GERTEC Meeting* (IGU/UFRJ), Rio de Janeiro, p. 40, 1999.