



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Tecnologia e Ciências

Faculdade de Geologia

Patricia Batista Melo Lopes

Desenvolvimento de drenagem e compartimentação morfotectônica em ambientes de escarpas de falhas: o exemplo do rio santana e adjacências, borda ocidental do *gráben* da guanabara - RJ

Rio de Janeiro

2008

Patricia Batista Melo Lopes

Desenvolvimento de drenagem e compartimentação morfotectônica em ambientes de escarpas de falhas: o exemplo do rio santana e adjacências, borda ocidental do *gráben* da guanabara - RJ

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Geociências, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Análise de Bacias.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Ambrosina Helena Ferreira Gontijo Pascutti

Rio de Janeiro

2008

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/C

L864 Lopes, Patricia Batista Melo.
Desenvolvimento de drenagem e compartimentação morfotectônica em ambientes de escarpas de falhas: o exemplo do rio Santana e adjacências, borda ocidental do *graben* da Guanabara – RJ. / Patricia Batista Melo Lopes – 2008.
103 f. : il.

Orientador: Ambrosina Helena Ferreira Gontijo Pascutti
Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Geologia.

1. Geologia estratigráfica – Lineamentos de drenagem – Rio de Janeiro (RJ) – Teses. 2. Geologia estrutural – Rio de Janeiro (RJ) – Teses. 3. Rochas – Deformações – Rio de Janeiro (RJ) – Teses. 4. Falhas (Geologia) – Análise – Rio de Janeiro (RJ) – Teses. 5. Fraturas (Geologia) – Análise – Guanabara, Baía de, Bacia (RJ) – Teses. I. Pascutti, Ambrosina Helena Ferreira Gontijo. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Geologia. IV. Título.

CDU 551.243.1(815.3)

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Patricia Batista Melo Lopes

Desenvolvimento de drenagem e compartimentação morfotectônica em ambientes de escarpas de falhas: o exemplo do rio santana e adjacências, borda ocidental do *graben* da guanabara – RJ

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Geociências, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Análise de Bacias.

9

Aprovada em 29 de fevereiro de 2008.

Banca Examinadora:

Prof.^a Dr.^a. Ambrosina Helena Ferreira Gontijo Pascutti
(Orientadora)

Faculdade de Geologia - UERJ

Prof. Dr. Julio Cesar Horta de Almeida

Faculdade de Geologia - UERJ

Prof. Dr. André Ferrari

Universidade Federal Fluminense

Rio de Janeiro

2008

DEDICATÓRIA

Arthur, meu filho querido, Fábio Lopes, meu marido, Marinalva e Antônio, meus pais, Jaqueline e Júlio Cezar, meus irmãos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado a determinação e as condições necessárias para entrar no curso de Mestrado em Geologia e desenvolver minha dissertação. Nas horas mais difíceis da minha vida Ele foi meu amigo fiel. Esteve ao meu lado todos os dias da minha vida.

Ao meu filho Arthur, meu bebê lindo, carinhoso, inteligente, levado, razão da minha vida, um dos motivos que me levaram a iniciar, cursar e concluir o mestrado. Por ele irei mais longe ainda, com a ajuda de Deus e apoio da minha família.

Ao meu marido, Fábio, pelo amor, dedicação, carinho, compreensão, companheirismo, por tudo... Meu melhor amigo, esteve sempre comigo, nas horas de desânimo era otimista, nas horas de alegria comemorava comigo. Ficou com o Arthur, nosso filho, muitas vezes para que eu pudesse estudar, adiando ou até mesmo cancelando compromissos não menos importantes que os meus. Nunca vou esquecer disso.

Aos meus pais, que sempre me incentivaram a estudar, a aprender, a crescer, a subir na vida degrau por degrau, respeitando aos outros e sem desanimar.

Aos meus irmãos, Jaqueline e Júlio Cezar, pelas conversas, pelo orgulho que sempre diziam ter de mim (imagina!!!), por concluir mais uma etapa da minha vida acadêmica.

À minha amiga e orientadora Ambrosina, pela atenção, incentivo, auxílio, pelo constante aprendizado que me proporcionou. Em todos esses anos ela sempre esteve perto, para me ajudar, rir e chorar comigo, do início ao fim do mestrado. Exemplo de pessoa, honesta, íntegra, profissional competente, e extremamente apaixonada pelo que faz. É uma honra ser sua aluna e poder compartilhar de uma parte da sua vida acadêmica.

À Evânia, amiga que reencontrei aqui na Uerj, pela ajuda fundamental na edição dos mapas. Eram tantos os detalhes, que, sem sua colaboração e sugestões,

certamente eu não conseguiria termina-los a tempo.

Ao Bruno e Thiago, profissionais da informática que, com simpatia, sempre estiveram dispostos a me ajudar no que fosse preciso.

Ao Mário, pelo auxilio na edição e impressão dos mapas e principalmente pela presteza no empréstimo de seu computador.

Aos professores Júlio César da Horta Almeida e Mauro pelas críticas e sugestões no Seminário de Mestrado.

Aos professores Dela Fávera, Mônica Heilbron, Webster Mhoriak e Cláudio Valleriano, pelo aprendizado que me proporcionaram na ministração das disciplinas cursadas no mestrado.

À Edna e Diogo, funcionários da secretaria da Pós-Graduação, que desde o primeiro dia em que os vi, no dia da minha inscrição na seleção de mestrado, sempre me ajudaram, com simpatia, disponibilidade e bom humor.

Aos meus colegas de turma, pela companhia agradável durante o curso.

Ao laboratório Tektos pelo apoio logístico.

Ao CNPq, pelo apoio financeiro concedido através da bolsa de mestrado.

Mesmo que a tarefa seja árdua, sempre vale a pena buscar seus objetivos.

Muito obrigada a todos!!!

O vigor do relevo na vertente meridional da Serra dos Órgãos não deixa dúvidas. É um escarpamento devido a uma flexura ou uma falha que abaixou os gnaisses e as rochas eruptivas que os penetram.

Francis Ruellan, 1944.

(...) a menos impressionante margem oriental é que nos dá, com a sua tectônica, a chave mestra do problema da origem da Guanabara (...).

Alberto Ribeiro Lamago, 1945.

(...) a topografia da Serra do Mar indica natureza tectônica, por falhamentos escalonados... As provas de que estes falhamentos são geneticamente tectônicos são: os alinhamentos das escarpas, as bordas retilíneas, os vales suspensos, a assimetria de relevo, o contraste entre drenagem, escarpa e planalto, a coincidência da topografia com a direção da xistosidade e, a adaptação da drenagem entre a morfologia e a rocha.

Rui Osório de Freitas, 1951.

RESUMO

LOPES, Patricia Batista Melo. **Desenvolvimento de drenagem e compartimentação morfotectônica em ambientes de escarpas de falhas: o exemplo do rio Santana e adjacências, borda ocidental do *graben* da Guanabara - RJ.** 2008. 103 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

A paisagem e a geologia da bacia do rio Santana e adjacências, na região noroeste do estado do Rio de Janeiro, revelam a influência de falhas e fraturas na morfogênese e na compartimentação morfotectônica da área. Geologicamente, esta se localiza em um segmento da zona de sutura precambriana da faixa Ribeira entre o Terreno Oriental e o Terreno Ocidental, o CTB-Contato Tectônico Central de direção NE, cuja reativação em tempos mesozóico-cenozóicos foi de grande importância para a evolução geológica e geomorfológica da área, assim como outras estruturas, falhas e juntas de direções NE e NW, preferencialmente N-S e E-W. As falhas em rochas precambrianas possuem movimentos nomais, normais/obliquas e transcorrentes e apresentam planos estriados, as vezes com sobreposição de estrias, indicando reativações, brechações e cataclases, exercendo papel fundamental no controle da paisagem abatendo e/ou soerguendo e condicionando áreas de erosão e sedimentação. Da mesma forma, famílias de juntas de direções preferenciais entre NW e NE mostraram relevâncias, sobretudo na dinâmica fluvial. A influência da tectônica na rede de drenagem da área pode ser destacada através de: perfis longitudinais que destacam vales suspensos e escalonados com forte incisão vertical, sobretudo ao longo de segmentos de falhas ou juntas; fortes mudanças nas direções dos canais; tipos de padrões; morfologia das cabeceiras de drenagem; dissecação das escarpas, cujos vales delimitam facetas triangulares em diferentes dimensões, evidenciando reativações neotectônicas e retomadas erosivas. Mudanças no comportamento erosivo e deposicional são também evidenciadas nas planícies alveolares suspensas, nos depósitos de tálus e quedas de blocos e, preferencialmente, nas capturas de drenagem que mostraram ocorrências coincidentes com falhas e juntas. A compartimentação morfotectônica, que obedece preferencialmente as direções NE e NW, mostra grande amplitude topográfica, entre 10 a mais de 1000 m de altitude, podendo chegar a 1500 m. Foram definidos compartimentos e subcompartimentos de direção NE em superfícies embutidas, em escarpas escalonadas e em cimeira. Quatro blocos associados à falhas normais de direção NW (falhas de Paracambi-Japeri, Paulo de Frontain, Arcadia e Miguel Pereira) subcompartimentam este relevo e promovem acentuadas rupturas com escalonamento voltados para SW. Movimentos direcionais mostram deslocamentos de compartimentos de relevo, como é o caso da superfície embutida C-le onde se aloja o rio do Saco na região de Miguel Pereira. Trata-se de uma superfície de drenagem com direção de fluxo para NE, contrária às demais, cujo vale constitui-se em uma imponente feição suspensa e o lago do Javari uma sugestiva área do seu paleocurso.

Palavras-chave: Lineamentos de drenagem. Capturas de drenagem. Microbacias.

Escarpas de falha. Compartimentação morfotectônica.

ABSTRACT

LOPES, Patricia Batista Melo. **Development of drainage and morphotectonic compartmentalization in fault escarpment environments**: the example of the Santana river and its surroundings, western edge of the Guanabara graben - RJ. 2008. 103 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

The landscape and geology of the basin of the river Santana and vicinity, in the northwestern of Rio de Janeiro state, reveal the influence of faults and fractures in morphogenesis and morphotectonics compartmentalization of the region. From the geological point of view, this region is located in a segment of the pre-Cambrian suture zone of Ribeira track between the Eastern and West territories, the Central Tectonics CTB-Contact of NE direction. Its reactivation in Mesozoic-Cenozoic periods was of great importance to the geological and geomorphological evolution of the area, as well as other structures, faults and joints of directions NE and NW, preferably NS and EW. The flaws in pre-Cambrian rocks have normal, normal/oblique and transcurrent movements and reveal striated plans, sometimes with overlapping of slickensided surface, indicating reactivations, breccia/gouge and cataclase zones, playing fundamental role in controlling the upping and dowing landscape shooting up or down and / landslides process. Similarly, families of joints of preferential directions between NW and NE were relevant, especially in watercourse dynamics. The influence of tectonics in the drainage network can be highlighted by: longitudinal profiles that emphasize suspended and staged valleys with a strong vertical incision, particularly over segments of faults or joints; strong changes in directions of the channels; types of patterns; morphology of drainage headboards; dissection of the cliffs, where valleys delimit triangular facets in different dimensions, showing neotectonics reactivations and recursive erosions. Changes in the erosive and depositional behavior are also emphasized in the suspended alveolar plains, in deposits of talus and falling blocks and, preferably, on catches of drainage that showed coincide with faults and joints. The morphotectonics compartmentalization, which meets preferably directions NE and NW, shows large scale variation of topography, from 10 to more than 1000 m in elevation, and can reach to 1500 m. Were defined compartments and subcompartments of NE direction in embedded, scarps and summit surfaces. Four blocks associated with the failures of normal direction NW (failures of Paracambi-Japeri, Paulo de Frontain, Arcadia and Miguel Pereira) divide this relief and promote disruptions with staggering toward SW. Directional movements show displacements of relief compartments, such as the embedded surface C-le where the Saco River is installed in the region of Miguel Pereira. This is a drainage surface with direction of flow for NE, contrary to the others, whose valley is a suspended landscape and the Javari lake is a suggestive area of paleocourse.

Keywords: Drainage lineaments. Drainage catch. Microbasins. Scarp fault. Morphotectonics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Mapa de localização da área, com destaque para a bacia do rio Santana e adjacências.....	18
Figura 2 –	Domínios lito-estruturais da Faixa Ribeira Central e zonas de cisalhamento. O retângulo, ao centro, destaca a área de estudo..	28
Figura 3 –	Mapa Geológico do setor central da Faixa Ribeira. O retângulo, ao centro, destaca a área de estudo desta dissertação.....	29
Figura 4 –	Diques básicos cretáceos de direção NE truncando a rocha encaixante do Domínio Rio Negro. A: Distrito de Arcádia, em direção a Lagoa das Lontras; B: Santa Branca.....	33
Figura 5 –	Sedimentos terciários em paleocanal, localizado na base da escarpa de falha NW do Alto do Coqueiros, Paty do Alferes.....	34
Figura 6 –	Bacias pertencentes ao Rifte Continental do Sudeste do Brasil, entre São Paulo e Macacu	35
Figura 7 –	Imagem de satélite mostrando o Graben da Guanabara e adjacências: bacias de Macacu e São José de Itaboraí, parte do Gráben de Barra de São João e o Gráben do Rio Santana	36
Figura 8 –	Mapa regional da distribuição da cobertura quaternária na porção central e ocidental do Rio de Janeiro.....	38
Figura 9 –	Exemplos de distribuição da cobertura quaternária no Rio de Janeiro	39
Figura 10 –	Imagem mostrando as principais zonas de sedimentação quaternária na área de estudo.....	40
Figura 11 –	Planície fluvial do Rio Santana definida pelas bacias de Conrado e Japeri de direção NE-SW.....	40
Figura 12 –	Planície do rio Santana na bacia de Conrado. Destaca-se o embutimento do vale, cicatrizes de meandros abandonados e rampas coluviais coalescentes.....	41
Figura 13 –	Planície do rio Santana na bacia de Japeri caracterizado por trecho de vale abandonado com intensa colmatação.....	41
Figura 14 –	Exemplo da cobertura sedimentar holocênica formando terraços	

	embutidos na planície do rio Santana, Bacia de Japeri.....	42
Figura 15 –	Vale escalonado de direção NE (Rio Santana) mostrando sedimentação fluvial alveolar. Visada WSW.....	43
Figura 16 –	Imagem mostrando a sedimentação alveolar ao longo do vale suspenso do Rio do Saco. Destaca-se o crescimento urbano de Miguel Pereira e Paty do Alferes ao longo do vale.....	43
Figura 17 –	Depósitos superficiais de quedas de blocos (rock falls) e talus nas bases das escarpas em diferentes altitudes. Região montante do Santana (700 m).....	44
Figura 18 –	Depósitos superficiais de quedas de blocos (rock falls) e talus nas bases das escarpas em diferentes altitudes. Base da bacia de Conrado (50 m).....	44
Figura 19 –	Terraços fluviais escalonados, assimétricos, apresentando migração lateral do canal em direção SW, típico de basculamentos de blocos.....	44
Figura 20 –	Estereogramas do contorno de pólos de foliação Sn e Ln nos domínios litoestruturais da área	46
Figura 21 –	Estereogramas de falhas e estrias normais, dextrais e sinistras levantadas na área em rochas pré-cambrianas – hemisfério inferior.....	46
Figura 22 –	Plano de falha normal com intensa brechação. Região da Falha de Arcádia.....	48
Figura 23 –	Plano de falha normal, NW, com intensa brechação e estrias <i>down dip</i> , com preenchimento de óxido de ferro. Falha do Morro Azul.....	48
Figura 24 –	Plano de falha apresentando várias estrias normal/obliqua e direcional, de direção NE, bordejando o Gráben do Santana.....	49
Figura 25 –	Plano de falha NE, paralelo à foliação, com “milonitização” associada à reativação. Região de Arcádea.....	49
Figura 26 –	Estereogramas de fraturas para rochas pré-cambrianas, mesosóicas, sedimentos terciários e quaternários – hemisfério	

	inferior.....	50
Figura 27 –	Geomorfologia da área.....	52
Figura 28 –	Perfil de Varredura Tridimensional do rio Santana, mostrando o encaixamento deste rio nas porções de montante no Lineamento Arcádia-Areal.....	53
Figura 29 –	Imagem mostrando os aspectos do Graben do Santana e adjacências.....	54
Figura 30 –	Alto curso do Rio Santana, encaixando numa falha normal de direção NE-SW, nas proximidades da cidade de Miguel Pereira (visada NE).....	56
Figura 31 –	Planície fluvial do rio Santana definida por dois segmentos de vales escalonados e paralelos entre si, as bacias de Japerí e Conrado, definindo uma estrutura tipo <i>gráben</i> , ao longo da ZCAA, de direção NE-SW. (visada E).....	56
Figura 32 –	Facetas triangulares na base da Falha do Morro Azul. Destacam-se duas fases de evolução com duas seqüências de facetas e de bacias em processos erosivos.....	66

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	14
1	OBJETIVOS	17
2	ÁREA DE ESTUDO	18
3	METODOLOGIA	19
3.1	Materiais	22
3.2	Métodos	23
3.2.1	<u>Etapas e procedimentos metodológicos desenvolvidos em escritório</u>	23
3.2.2	<u>Etapas e procedimentos metodológicos dos trabalhos de campo</u>	25
3.3	Embasamento teórico e metodológico dos conceitos utilizados	26
3.3.1	<u>Morfotectônica, morfoestrutura e neotectônica</u>	26
3.3.2	<u>Rede de drenagem e tectônica</u>	27
3.3.3	<u>Capturas de drenagem</u>	28
4	GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA	29
4.1	Geologia	29
4.2	Geomorfologia	53
5	CARACTERIZAÇÃO MORFOTECTÔNICA	57
5.1	Características da rede de drenagem	57
5.2	Microbacias de drenagem	65
5.3	Fator de simetria topográfica transversa da Bacia do Rio Santana...	68
5.4	Lineamentos da drenagem adensada	69
6	COMPARTIMENTAÇÃO MORFOTECTÔNICA	71
	CONCLUSÕES	78
	PROPOSTAS DE ESTUDOS FUTUROS	81
	REFERÊNCIAS	83
	APÊNDICES A – Mapa de localização.....	89
	APÊNDICES B – Mapa geológico.....	90
	APÊNDICES C – Mapa de sedimentos quaternários.....	91
	APÊNDICES D – Mapa da rede de drenagem adensada.....	92

	APÊNDICES E – Mapa de padrões de drenagem.....	93
	APÊNDICES F – Perfis longitudinais.....	94
	APÊNDICE G – Mapa de capturas de drenagem.....	95
	APÊNDICE H – Mapa de microbacias.....	96
	APÊNDICE I – Mapa de fator de simetria topográfico transversa.....	97
	APÊNDICE J – Mapa de lineamentos da drenagem.....	98
	APÊNDICE K – Mapa de lineamentos de drenagem por quadrantes NE, NW, N-S E E-W.....	99
	APÊNDICE L – Mapa hipsométrico.....	100
	APÊNDICE M – Mapa da compartimentação morfotectônica.....	101

INTRODUÇÃO

Estudos da história evolutiva mesozóico-cenozóica da região Sudeste do Brasil têm destacado a integração de parâmetros geológicos e geomorfológicos, especialmente a rede de drenagem, e suas anomalias, como importante ferramenta para o entendimento da morfodinâmica da paisagem, sobretudo quando são abordados aspectos relacionados aos movimentos tectônicos mais modernos ou, neotectônicos. As anomalias de drenagem são reconhecidas na literatura (ex. Ollier, (1981), Summerfield (1991), Deffontaines & Chorowicz (1991), *apud* Gontijo (1999); Bishop (1995); Stewart & Hancock (1994)) como um dos mais expressivos reflexos da atuação neotectônica, sendo que o entendimento de sua evolução e dinâmica aponta o controle das estruturas geológicas e da neotectônica, tanto em domínios de bordas de placas ativas como intraplaca.

Neste contexto, destaca-se a reorganização e o rearranjo da rede de drenagem, cujas feições anômalas, são traduzidas por capturas, deflexões, grande incidência de cotovelos de drenagem, cinturões de meandros ativos e abandonados, vales abandonados e coberturas colúvio-aluvial em divisores, alinhamentos de segmentos de drenagem, retomadas erosivas em bacias e outros. Além dessas feições, pode-se atribuir ainda à influência da tectônica recente, a distribuição espacial e estratigráfica da cobertura sedimentar bem como alguns tipos de deformações estruturais a que os sedimentos são submetidos. Destaca-se aqui, que a tectônica caracteriza-se como um mecanismo desencadeador dos processos morfogenéticos que terão maior ou menor grau de atuação em função de variáveis climáticas, topográficas, pedológicas e litológicas.

Estudos desenvolvidos na região das serras do Mar e Mantiqueira, nos estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais têm destacado o papel das estruturas tectônicas controlando a dinâmica evolutiva da paisagem. Estes estudos, fundamentados na metodologia multidisciplinar, envolvendo a Geomorfologia e a Geologia, destacam, além dos parâmetros sedimentares e erosivos, a presença de *landforms* tectônicos, baseados no relevo e na rede de drenagem, em associação com as reativações de falhas (ex. Gontijo (1999), Santos (1999), Ferrari (2001), Neves & Morales (2003), Suarez (2005), Gontijo *et al* (2007), Eirado Silva (2006), Hiruma *et al* (2001)).

Sem deixar de levar em conta a importância dos aspectos climáticos na evolução do relevo no Planalto Atlântico, entre as décadas de 1940 e 1960, os trabalhos como de Ruellan (1944), Lamego (1945, 1964), De Martone (1950), King (1956) e Freitas, (1951, 1956), destacaram a importância da tectônica rúptil na evolução da paisagem desta porção brasileira, antecipando o que atualmente tem sido confirmado. Na Baía da Guanabara, Ruellan (*op cit*) e Freitas, (*op cit*) apontam a região da Serra dos Órgãos como blocos falhados e basculados pra o norte, e para os maciços litorâneos, como uma frente descontínua de blocos com escarpas de falhas voltadas para o sul, em direção ao litoral. Atualmente, a origem da Serra dos Órgãos é atribuída à tectônica do Paleógeno com reativações neotectônicas, no Neógeno (Ferrari, 1990, 2001). Esta tectônica, do mesozóico-cenozóico, foi responsável pela geração dos sistemas de bacias do Rifte Continental do Sudeste do Brasil, cujo segmento oriental aloja o Graben da Guanabara (Almeida (1967), Riccomini *et al* (1989) Asmus & Ferrari (1971), Hasui (1979), Ferrari (2001) e outros.

Especificamente na área de estudo proposta neste trabalho, Ruellan (1944) e Freitas (1951) destacam a presença das falhas condicionando o relevo, levando aos soerguimentos e abatimentos de blocos e ao forte encaixamento da drenagem ao longo de falhas, formando vales em “v” ou em manjedoura. Ruellan (*op cit*) chama a atenção deste fato para o rio Santana, entre Conrado e Vera Cruz (distritos de Miguel Pereira) e para o vale suspenso do rio do Saco, entre Miguel Pereira e Paty do Alferes. Estas descrições têm sido também confirmadas em estudo mais recentes (ex. Penha *et al.* (1997); Gontijo *et al* (2007), Gontijo *et al.*, no prelo) os quais, descrevem ainda, relevos e drenagem de origem tectônica e a ocorrência do Gráben do Rio Santana, ao longo do médio curso-jusante do rio homônimo.

O entendimento desta paisagem tem mostrado a relevância da área e da temática para os estudos a cerca da evolução tectônica do sudeste brasileiro, destacadamente para o estado do Rio de Janeiro, por envolver questões sócio-ambientais e econômicas. Além de se localizar adjacente à bacia plataformar de Santos, trata-se de uma área que apresenta preocupações relacionadas ao aspecto de uso e ocupação do solo. Destaca-se a ocorrência dos importantes resquícios de Mata Atlântica e o fato de ser o Rio Santana, juntamente com o Ribeirão das Lajes, as bacias formadoras do rio Guandu, a mais importante bacia de captação e abastecimento de água da região metropolitana do Rio de Janeiro.

Por ser um assunto amplo e complexo, que envolve estudos

interdisciplinares, este trabalho, ancorado, sobretudo, em metodologia da Geomorfologia Tectônica, com o apoio da Geologia Estrutural, teve como objetivo a caracterização da drenagem e a compartimentação morfotectônica na borda ocidental do *Gráben* da Guanabara (RJ), incluindo a região do Gráben do rio Santana e as adjacências. Espera-se, portanto, contribuir com os estudos geomorfológicos e geológicos da região, especificamente da Baía da Guanabara, uma das mais importantes, proeminentes e belas feições tectônicas associadas aos processos de ruptura do Gondwana, entre o Mesozóico e o Cenozóico.

1 OBJETIVOS

Tendo como base a caracterização geomorfológica e tectônica, calcada em uma temática interdisciplinar que envolve aspectos geomorfológicos e geológicos, este trabalho tem como objetivo caracterizar a drenagem tectônica e a compartimentação morfotectônica da borda ocidental do Gráben da Guanabara, região do rio Santana e adjacências. Para atingir o objetivo proposto, serão necessários procedimentos que envolverão técnicas de laboratório e campo, incluindo revisões bibliográficas, trabalhos de campo para coletas de dados geológicos e geomorfológicos e, mapeamentos temáticos calcados nos aspectos relacionados às características e dinâmica da rede de drenagem e do relevo da área. Assim, foram necessários a compilação e a elaboração de cartas temáticas como:

- a) Mapas de localização;
- b) Mapa geológico (compilado de Gontijo *et al.*, 2008, no prelo);
- c) Mapa de Sedimentos Quaternários;
- d) Mapa da Rede de Drenagem Adensada;
- e) Mapa de Padrões e Drenagem;
- f) Mapa de Perfis Longitudinais;
- g) Mapa de Capturas de Drenagem;
- h) Mapa de Microbacias de Drenagem;
- i) Mapa de Lineamentos da Drenagem;
- j) Mapa de Lineamentos da Drenagem por quadrante;
- k) Fator de Simetria Topográfica Transversa (FSTT);
- l) Mapa Hipsométrico;
- m) Mapa da Compartimentação Morfotectônica.

A descrição detalhada dos procedimentos metodológicos utilizados encontra-se no capítulo 4.

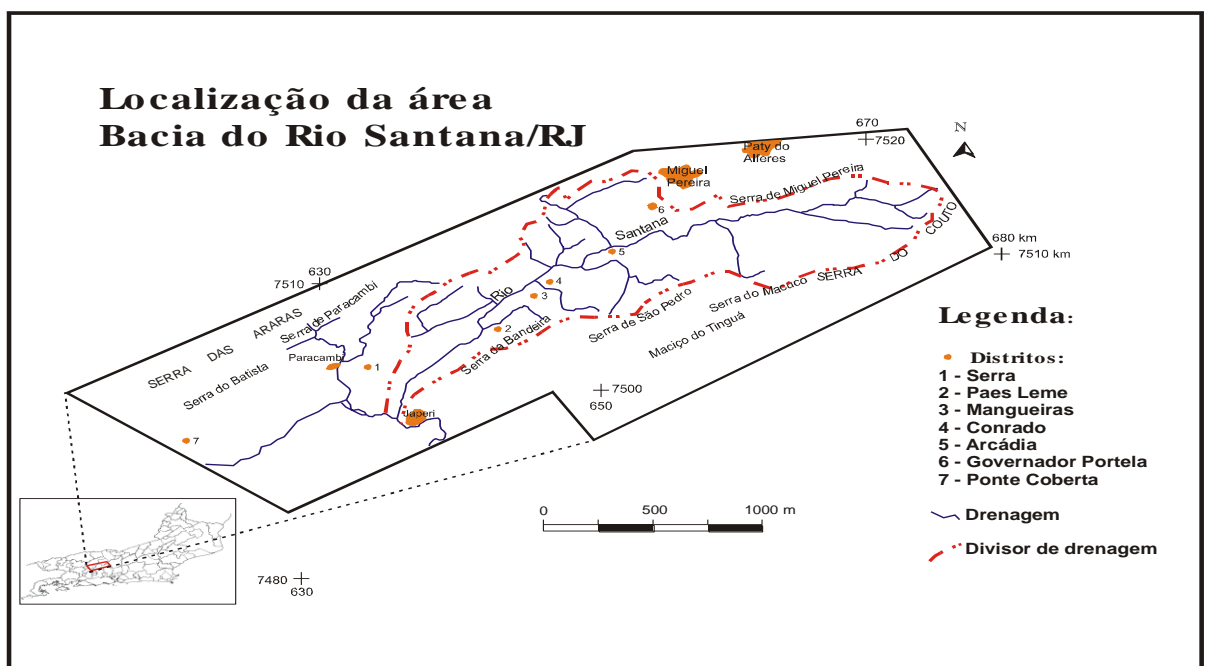
2 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo localiza-se na região Centro-Sul Fluminense, a noroeste da cidade do Rio de Janeiro (Cide, 1987) abrangendo os municípios de Miguel Pereira e Japeri, e partes dos municípios de Paracambi, Engenheiro Paulo de Frontin, Vassouras e Paty do Alferes, Duque de Caxias e Nova Iguaçu (Figura 1 e APENDICE A).

A rede hidrográfica abrange três grandes bacias incluindo o rio Guandu, o rio Paraíba do Sul e a Baía da Guanabara. Pertencentes à bacia do rio Guandu, principal área, destaca-se o rio Santana e o Rio São Pedro; com relação às bacias que fluem para o rio Paraíba do Sul, localizadas nas bordas noroeste e norte da área, incluem as porções montantes dos rios dos Macacos, Ubá e Fagundes; as drenagens que fluem para a Baía da Guanabara são restritas a sudeste da área, compreendendo partes das cabeceiras dos rios Tinguá e Sapucaia.

O acesso à área é dado pela rodovia BR 116 Via Dutra, até a entrada de Japeri, a partir de onde se toma a RJ 125 até as cidades de Miguel Pereira e Paty de Alferes.

Figura 1- Mapa de localização da área.



3 – METODOLOGIA

Neste capítulo, subdividido em três itens, serão apresentados e detalhados os materiais e métodos utilizados neste trabalho bem como uma revisão bibliográfica a cerca da temática e dos conceitos que subsidiaram o desenvolvimento do mesmo.

3.1 – Materiais

Para o desenvolvimento da pesquisa foram utilizados os seguintes documentos cartográficos: cartas topográficas em papel e em meio digital (escala 1:50 000, IBGE- <http://www.ibge.gov.br/home/>):

- Cava (SF. 23-Z-B-IV-1);
- Vassouras (SF. 23-Z-A-III-4);
- Miguel Pereira (SF. 23-Z-B-I-3);
- Paracambi (SF. 23-Z-A-IV-2).

As cartas foram utilizadas tanto para dar suporte em trabalho de campo como para fornecer as bases para a elaboração dos mapas temáticos propostos para este trabalho. A drenagem foi adensada, através das curvas de nível, para melhor caracterização da dinâmica fluvial, visto ser fundamental para os mapeamentos e estudos referentes ao tema abordado.

Para os mapeamentos e elaboração das figuras fez-se o uso dos seguintes *softwares*:

- a) AUTOCAD R-14 e 2000 (Autodesk): para o adensamento da drenagem, lineamentos dos segmentos retilíneos da drenagem adensada e elaboração das rosetas de orientação;
- b) ROSETA. LISP: para a geração de rosetas de orientação de drenagem;

- c) CORELDRAW10 (*Corel Corporation*); para a edição de mapas e a elaboração de figuras ilustrativas;
- d) TEKTONICS.FP: para a elaboração de estereogramas de dados estruturais como fraturas (juntas e falhas) e foliações.
- e) ARCGIS; para a elaboração e edição final dos mapas nas escalas 1:150.000 e 1:300.000;

3.2 – Métodos

Os métodos utilizados envolveram trabalhos em laboratório, para levantamentos bibliográficos e cartográficos e execução de mapeamentos e figuras e, trabalhos de campo, para coleta de dados geomorfológicos e geológicos. Assim, a pesquisa desenvolveu-se conforme as etapas abaixo:

3.2.1 – Etapas e procedimentos metodológicos desenvolvidos em escritório

- a) Pesquisa bibliográfica de caráter temático, conceitual e metodológico e, sobre a geologia e geomorfologia regional e local, oriunda de diversas fontes, como relatórios, teses e artigos;
 - b) Levantamento cartográfico, acerca das cartas topográficas que abrangem a área e dos mapas temáticos regionais e locais (Geologia e Geomorfologia);
 - c) Compilação dos dados dos mapas temáticos pertinentes à pesquisa;
 - d) Confecção, na escala 1:50.000, e edição, na escala 1:150.000, dos seguintes mapas propostos neste trabalho:
- **Mapa da drenagem adensada:** elaborado a partir das cartas topográficas incluindo, além da drenagem pré-existente, aquelas que

foram adensadas a partir das curvas de nível, destacando as de primeiro ou zero ordem.

- **Mapa de Sedimentos Quaternários:** elaborado a partir da identificação dos terraços fluviais na carta topográfica. Os locais preferenciais de sedimentação são as planícies e os locais onde as curvas de nível aumentam de largura, formando alvéolos.
- **Perfis de varredura longitudinais:** o perfil longitudinal do rio Santana foi elaborado ao longo do seu talvegue, na escala 1:50.000; os demais perfis longitudinais foram confeccionados a partir do programa ArcGis.
- **Perfil de varredura tridimensional:** elaborado a partir do programa SURFER8, para visualização do relevo em 3D.
- **Mapa das Microbacias da drenagem:** elaborado a partir da individualização das sub-bacias de drenagem presentes nos canais de drenagem principais.
- **Mapa das Capturas de Drenagem:** elaborado a partir da identificação das áreas de possíveis capturas de drenagem, como cotovelos de drenagem, mudança abrupta de direção, migração lateral de canais, etc.
- **Fator de Simetria Topográfica Transversa (FSTT):** elaborado através da metodologia desenvolvida por Cox (1994), que classifica as bacias como simétricas ou assimétricas através de cálculos matemáticos. Segundo o autor, a presença de basculamentos de blocos causados pela tectônica provoca a migração do canal principal, distanciando-o do seu local preferencial. Para essa classificação é necessário traçar uma linha média da bacia e calcular a razão entre a distância da linha média da bacia até o divisor e a distância do rio principal até o divisor. Quanto mais próximo de 0, mais simétrica será a bacia e quanto mais próximo de 1 mais assimétrica será a bacia.
- **Mapa de lineamentos de drenagem:** elaborado a partir do mapa de drenagem adensada, considerando todos os segmentos retilíneos, os quais foram individualizados segundo suas orientações nos quadrantes nordeste-sudoeste, noroeste-sudeste, norte-sul e leste-oeste. Este mapa foi individualizado em duas figuras: o **Mapa dos Lineamentos**

da Drenagem Adensada Total (1:150.000) e o Mapa de Lineamentos da Drenagem Adensada Por Quadrante (1:300.000). E para a confecção das rosetas de orientações faz-se o uso da rotina *Roseta.Lisp* (Dpm\lgce\Unesp-Rio Claro-Sp). Ainda a partir deste mapa, com base nos principais feixes, foram definidos os principais lineamentos, os quais foram utilizados no mapa de compartimentação morfotectônica da área, descrito a diante.

- **Mapa da Compartimentação Morfotectônica:** elaborado através da análise dos padrões da drenagem, dos dados estruturais, dos principais lineamentos da rede de drenagem, das microbacias da drenagem e do mapa hipsométrico.
- e) Elaboração dos diagramas e estereogramas e análise dos dados geológicos coletados em campo.
 - f) Análise e interpretações dos resultados obtidos.
 - g) Redação do texto da dissertação de mestrado.

3.2.2 – Etapas e procedimentos metodológicos dos trabalhos de campo

Foram realizados vários trabalhos de campo entre os anos de 2001 e 2007, com o objetivo inicial de reconhecimento da área, e posterior de coleta de dados como falhas e fraturas, fotos ilustrativas, etc. O procedimento foi realizado de maneira convencional utilizando-se a malha viária constituída por estradas pavimentadas e não pavimentadas, caminhos, trilhas e estradas de ferros, percorridas principalmente por automóvel ou a pé, ao longo das trilhas, drenagens e voçorocas. As cartas topográficas (1:50.000) e o GPS (*Global Positioning System*) serviram de base para o caminhamento. Estes trabalhos foram intercalados com o desenvolvimento das demais atividades de escritório.

Durante os trabalhos de campo foram observadas as características da drenagem e coleta de dados geológicos. Tiveram especial atenção na coleta os dados de estruturas rúpteis como falhas e estrias, fraturas e foliações, com vistas ao entendimento da influência de tais estruturas na configuração da rede de drenagem, destacando as orientações dos canais fluviais. Também foram tiradas fotografias

das feições de relevo, das anomalias de drenagem e das estruturas geológicas que se mostraram mais ilustrativas diante dos objetivos propostos.

3.3 – Embasamento teórico e metodológico dos conceitos utilizados

Considerando a abordagem multidisciplinar do trabalho, faz-se necessária a definição de conceitos básicos para fornecer um melhor entendimento do tema adotado, como descrito a seguir:

3.3.1 – Morfotectônica, Morfoestrutura e Neotectônica

Os termos Morfotectônica e Morfoestrutura, introduzido por Gerasimov & Mescherikov (1968, *apud* Gontijo, 1999), muitas vezes apresentam diferentes significados na literatura científica, o que torna a tarefa de diferenciá-los muito complexa. Entre os importantes autores que ao longo do século XX vêm definindo a morfotectônica e a morfoestrutura destacam-se Cotton (1968), Summerfield (1991), Doorkamp (1986) e Saadi (1991). Neste trabalho adotou-se a proposta de Saadi (*op cit*) o qual argumenta que o termo morfotectônica deve ser utilizado apenas quando se verifica que a “elaboração das formas ou paisagens se processa sob controle tectônico ativo” e, o termo morfoestrutural, quando há o nítido controle “passivo” do arcabouço litoestrutural e, o papel “ativo” seria do agente erosivo.

Esta abordagem morfotectônica, associada ao controle de tectônica “ativa”, inclui a abordagem Neotectônica, cujo termo foi introduzido por Obruchev (1948; *apud* Hasui, 1990), para designar “os movimentos tectônicos recentes ocorridos no fim do Terciário e início do Quaternário, os quais tomaram um papel decisivo na topografia contemporânea”. Em 1978, a INQUA (International Union for Quaternary Research) passou a considerar o termo neotectônica como o campo que estuda “qualquer movimento da Terra ou deformação do nível geodésico de referência,

seus mecanismos e origem, independentemente da idade de início, implicações práticas e extrapolações futuras” (Hasui & Costa 1996).

Autores como Mescherikov (1968), Wallace (1986; *apud* Hasui, 1990), Saadi (1993), Stewart & Hancock (1994) destacam que os movimentos neotectônicos seriam aqueles relacionados ao regime tectônico em vigor desde a última reorganização tectônica regional ou a partir do estabelecimento dos limites das placas atuais. Dessa maneira, a idade de início dos movimentos tectônicos poderia variar de acordo com a região e com a posição, se ambiente de borda ou intraplaca.

No caso brasileiro, em ambiente intraplaca, Hasui (1990) argumenta que os estudos de neotectônica estariam associados à Tectônica Ressurgente, incluindo os eventos que culminaram com a abertura do Atlântico até a atual e também os processos relacionados com a deriva dos continentes Sul-americano e Africano. Assim, as manifestações do Neógeno e Quaternário seriam considerados como neotectônicas. A identificação dos movimentos neotectônicos no tempo e no espaço envolve um amplo leque de métodos e técnicas, o que evidencia seu caráter multidisciplinar. As falhas geológicas constituem um dos principais parâmetros utilizados na identificação das movimentações neotectônicas, por originar anomalias no relevo e da drenagem (Suguio, 1999).

No contexto dos estudos morfotectônicos e neotectônicos, Goy *et al* (1991) apresentaram um modelo de mapa morfotectônico onde dividiram as anomalias geomorfológicas indicadoras de atividades neotectônicas em 5 grupos: relacionadas às escarpas de falhas e aos lineamentos; aos depósitos superficiais deformados; aos interflúvios e vertentes; à rede de drenagem; e à disposição geométrica espacial dos depósitos superficiais.

3.3.2 - Rede de Drenagem e Tectônica

Os rios freqüentemente mostram desvios bruscos em seus cursos, alinhamento de meandros, desenvolvimento de terraços assimétricos e outras feições que indicam algum controle tectônico (Singh *et al.*, 1996 *apud* Gontijo, 1999). Segundo Summerfield (1991), o controle tectônico pode se manifestar no

desenvolvimento da drenagem de maneira ativa e passiva. Em ambientes de *hemigrabens* (Keller & Pinter, 1996), onde o bloco dominante é abatido e o outro é considerado praticamente inativo, os canais fluviais são afetados pelo basculamento ativo, levando à migração do canal principal e deixando um cinturão de cicatrizes meândricas. Geralmente, o rio desloca-se na direção do bloco basculado, permitindo o avanço das curvas de meandro para o lado rebaixado, permanecendo os canais abandonados do lado oposto.

Panizza, 1982, apresentando as bases da pesquisa morfotectônica, destaca feições típicas associadas aos efeitos indiretos de movimentações tectônicas na rede de drenagem, como retilinidade e assimetria de vales, deflexões de canais, confluências contrárias de canais, assim como capturas de canais.

Pesquisas recentes sobre o controle estrutural no desenvolvimento da drenagem, estão fundamentadas em observações acumuladas nas últimas décadas, destacando trabalhos de Howard (1967), Suguio & Bigarella (1979), Bannister, 1980, Christofolletti (1980), Scheidegger, 1980, além dos trabalhos de Schumm, 1986 (*apud* Gontijo, 1999), Keller & Pinter (1996) e entre outros.

De acordo com Summerfield (1991), a drenagem apresenta um controle tão importante da tectônica que os padrões são freqüentemente usados como uma base de reconhecimento e classificação de estruturas geológicas na análise de fotos aéreas e satélites. Diversos trabalhos apontam a influencia do controle estrutural e tectônico no desenvolvimento e configuração da rede de drenagem, destacando os trabalhos de: Howard (1967), Bannister (1980), Ollier (1981), Cox (1994), Bishop (1995), Summerfield (1991), Deffontaines (1992), Jackson & Leeder (1994), Keller & Pinter (1996), entre outros.

3.3.3 – Capturas da Rede de Drenagem

A tendência da drenagem, segundo autores como Deffontaines & Chorowicz (1991, *apud* Gontijo, 1999), Christofolletti (1980), Bishop (1995), e outros, é seguir o caminho mais curto de acordo com a declividade regional. Desta forma, o fluxo contrário à declividade, sugere que o curso foi desviado pela litologia, ou pelas estruturas ou por processos neotectônicos. Este desvio promove mudanças na

morfogênese da área afetada, desencadeando retomadas erosivas, que, podem culminar em capturas de drenagens em diferentes escalas.

Capturas de drenagem ocorrem quando um canal erode mais agressivamente que o outro adjacente, capturando sua descarga por interceptação (Christofolletti, (1980), Summerfield (1991), Bishop (1995, *apud* Gontijo (1999)). O rápido potencial erosivo do canal encontra-se ligado ao aumento na declividade do gradiente, sobretudo devido a processos tectônicos e/ou por erosão em rochas menos resistentes. As capturas são identificadas como: decapitações (a erosão remontante consome todas as depressões na área acima do escarpamento), *bottom-up* (capturas em direção à montante, definindo-se como o mais agressivo processo de erosão remontante), desvios, migração lateral do canal, cotovelos (ponto de captura, sempre em ângulo agudo indicando a direção da mudança do canal), vales secos (vales abandonados que surgem após a captura), etc.

4 – GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

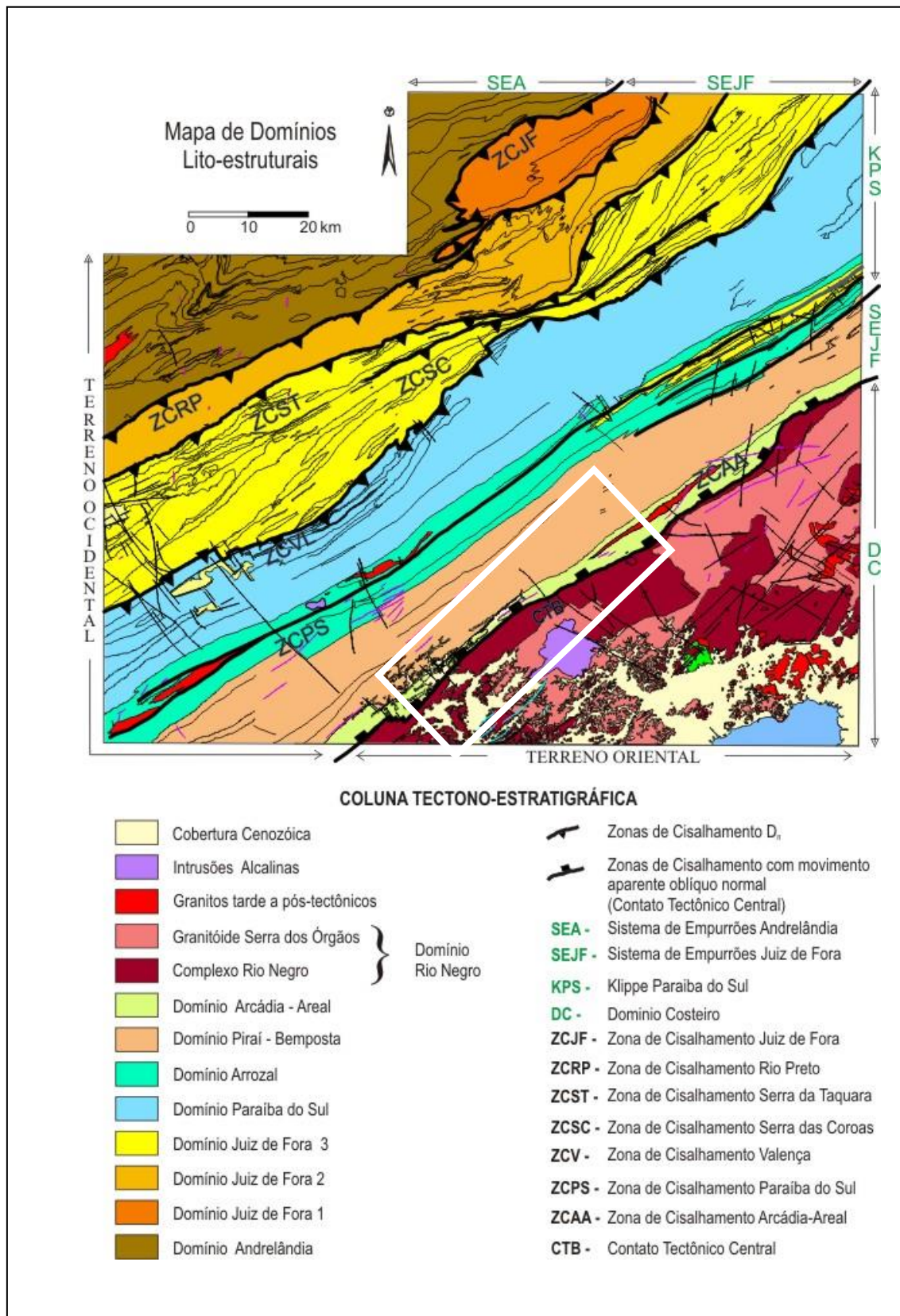
Este capítulo abordará os aspectos principais da geologia e geomorfologia regional e da área. Será descrito um item com destaque para o Gráben da Guanabara, devido a importância evolutiva para o entendimento da área de estudo.

4.1 – Geologia

A geologia do setor central da Faixa Ribeira, no estado do Rio de Janeiro é descrita por vários autores destacando-se relatórios e mapas propostos por Heilbron (1993), DNPM (1998), Almeida *et al.* (1993) Almeida (2000) e CPRM (2001). De acordo com CPRM (2001) e Heilbron *et al.*, (1999), o estado localiza-se na porção interna do cinturão geotectônico neoproterozóico da Faixa Ribeira, tendo, portanto, a compartimentação tectônica dos terrenos que compõem a geologia vinculada à sua evolução tectono-metamórfica (Figura 2). A evolução orogênica, considerada por Heilbron *et al.* (1999) como a mais nova no cenário das colagens brasileiras/pan-africanas do segmento crustal considerado, foi responsável pela deformação, metamorfismo, magmatismo e articulação dos diversos terrenos. Caracterizam-se por rochas orto e para derivadas em diferentes graus de deformação e de metamorfismo, corpos granitóides intrusivos, que definem corpos alongados para NE, delimitados por zonas de cisalhamentos e zonas de suturas, de direção preferencial NE e ENE. Estruturas rúpteis mesozóicas-cenozóicas, de todas as direções, deslocam e/ou abatem blocos formando grabens e depressões.

Magmatismos alcalinos e básicos e formação de bacias sedimentares continentais e plataformais registram a tectônica do mesozóico-cenozóico que afetou a região. Esta tectônica foi afetada por eventos tectono- magmáticos agrupados sob as denominações “Evento Sul-Atlântico” (Schobbenhaus *et al.*, 1984) e “Reativação Wealdeniana” (Almeida, 1967) que culminaram com a evolução do Oceano Atlântico Sul, implantado após a quebra do supercontinente Pangea, no período Cretáceo. As principais feições regionais e locais serão abordadas a seguir.

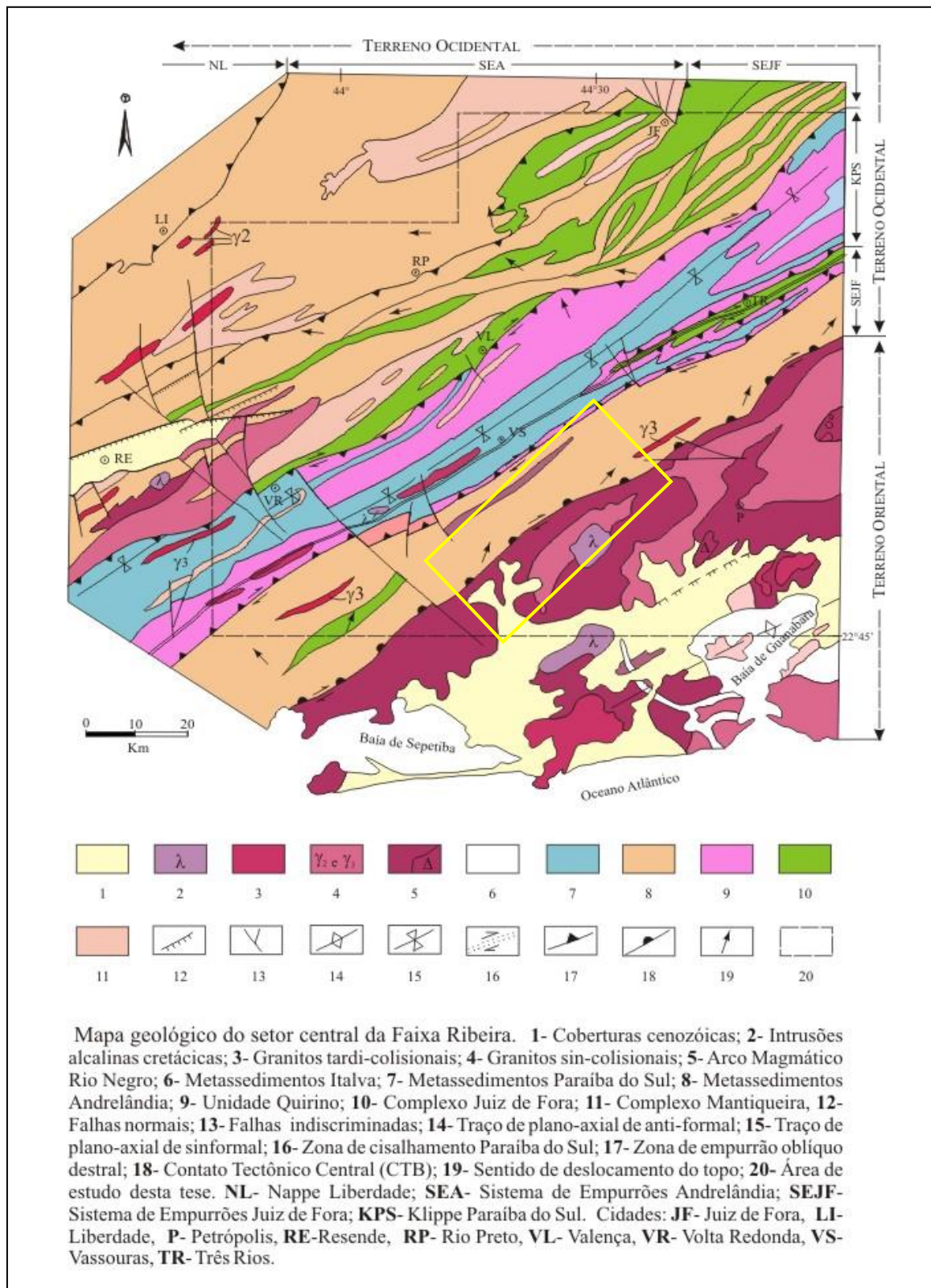
Figura 2 - Domínios lito-estruturais da Faixa Ribeira Central e zonas de cisalhamento.



Nota: Retângulo, ao centro, destaca a área de estudo

Fonte: HEILBRON, 1993; ALMEIDA, 2000.

Figura 3 - Mapa Geológico do setor central da Faixa Ribeira.



Nota: O retângulo, ao centro, destaca a área de estudo desta dissertação.

Fonte: ALMEIDA, 2001.

A área de estudo, de acordo com Heilbron (1993) e Almeida (2000), está inserida geologicamente na Faixa Ribeira Central, abrangendo parte da sutura da colagem brasileira denominada CTB - Contato Tectônico Central (Almeida, 2000), ou Lineamento Jacuacanga-Conrado (Penha *et al.*, 1997), de orientação NE-SW, que separa as unidades tectônicas dos terrenos Ocidental e Oriental (Heilbron *et al.* 1995, 2003). Segundo os autores, o setor central da Faixa Ribeira é caracterizado por oito domínios lito-estruturais (Figura 3) que têm seus limites nas zonas de cisalhamento: Juiz de Fora (ZCJF), Rio Preto (ZCRP), Valença (ZCV), Paraíba do Sul (ZCPS) e Arcádia-Areal (ZCAA), sendo que, somente esta última, encontra-se inserida na área de estudo.

De acordo com Almeida (2000) e Gontijo *et al.* (no prelo) a geologia da área **(APENDICE B)** é marcada por rochas do Precambriano, individualizadas em quatro domínios litoestruturais: Arrozal, Pirai-Bemposta, Arcádia-Areal (inseridos no Terreno Ocidental) e Rio Negro, além dos granitóides Tardi-Tectônico e Serra dos Órgãos (inseridos no Terreno Oriental). Definem corpos paralelos e alongados de direção NE-SW, destacando-se o contato entre os domínios Rio Negro e Pirai Bemposta que é feito pela Zona de Cisalhamento ou Domínio Areal-Arcádia, cujo limite sudeste é coincidente com o Contato Tectônico Central (CTB) da Faixa Ribeira. Rochas do mesozóico-cenozóico ocorrentes são caracterizadas por corpos de diabásio (Cretáceo Inferior) alcalinos, Maciço do Tinguá, sedimentos e derrames de diques terciários, além de sedimentos quaternários como alúvios e fluxos gravitacionais. A caracterização destas rochas e sedimentos é a seguinte:

Precambriano:

- **Domínio Arrozal:** trata-se de uma faixa de rochas metapelíticas e metareníticas ou metagrauváquicas com intercalações de mármore dolomíticos a calcíticos. Os metapelitos desse domínio são geralmente granada biotita gnaisses com sillimanita, injetados por leucogranitos com turmalina, e comumente mostrando intercalações de rochas calciossilicáticas e mármore em forma de lentes ou camadas relativamente pouco extensas. Segundo Almeida (2001), é constituído pelos mesmos litotipos do Domínio Paraíba do Sul, porém com estilo estrutural distinto. A foliação tem

mergulhos altos, ora para SE ora para NW, com raras regiões de mergulhos baixos para NE, geralmente nas zonas de charneira de dobras D_{n+1} .

- **Domínio Pirai-Bemposta:** compreende metapelitos e granitóides anatéticos e intrusivos, intercalações de quartzitos e de ortognaisses e granada gnaisses com enclaves de rochas granulíticas. A foliação S_n é marcada pelo bandamento migmatítico e pela xistosidade definida por biotita, aglomerados de cristais fibrosos de sillimanita e outros minerais achatados como quartzo e feldspatos

- **Domínio Arcádia-Areal:** constituído de gnaisses porfiroblásticos com intercalações decimétricas a métricas de quartzitos e de rochas calcissilicáticas, geralmente apresentando feições miloníticas como foliação planar e lineação de estiramento bem marcada, além de porfiroclastos milimétricos de feldspatos. Intercaladas aos metassedimentos miloníticos ocorrem lentes alongadas de granitóides com biotita e hornblenda. A faixa de milonitos possui largura entre 2 a 5 km em mapa, com direção N50-60E.

- **Domínio Rio Negro:** engloba os ortognaisses do Complexo Rio Negro e o granitóide Serra dos Órgãos. Representa o Terreno Oriental da Faixa Ribeira e é constituído pelo Arco Magmático Rio Negro. São rochas foliadas com aspectos miloníticos (Tupinambá *et al.* 2000). O limite entre os domínios Rio Negro e Arcádia-Areal é dado pelo lineamento com direção NE definido como CTB-Central Tectonic Boundary (Almeida *et al.*, 1998), que é a zona de contato entre os terrenos Ocidental e Oriental. A foliação S_n mergulha predominantemente para NW, com máximo em 333/54. Os mergulhos variam de subhorizontais a subverticais

- **Granitóide Serra dos Órgãos:** também chamado de Granitóide Sin-Tectônico ou Batólito Serra dos Órgãos, cuja composição varia de granito a granodiorito, com composição cálcio alcalina meta luminosa. Possui enclaves máficos de biotita e hornblenda e corpos tabulares de leuco gnaisses (Heilbron *et al.* (1995) e Tupinambá (2000)).

Mesozóico-Cenozóico:

- Diques e maciços alcalinos

Rochas mesozóicas e cenozóicas são marcantes pelo magmatismo toleítico e alcalino que acompanhou a reativação da porção sul-sudeste brasileira (Almeida, (1967 e 1986), Ferrari (2001). Na porção oeste do estado do Rio de Janeiro, Guedes *et al.* (2007), distinguiram nas adjacências as seguintes ocorrências: o magmatismo toleítico jurássico, que ocorrem nas direções NW de idade jurácea, entre 192.9 +-2.2 e 160.9 +-1.9 Ma, e direções NNW e NNE e idades entre 148.3+-3 e 139.9+-0.5Ma., entre o Juráceo e o Cretáceo. A Figura 4 ilustra uma das ocorrências destes diques na região em estudo.

Rochas alcalinas apresentaram idades de 82Ma, cretáceas, para os diques lamprofíricos, 70Ma para os plugs sieníticos e, 64 a 59 Ma, Terciário (Paleoceno) para os diques félsicos. O limte KT, Cretáceo-Terciário é marcado no Gráben da Guanabara pelos hialoclastitos fonolíticos do Coutry Club, datados entre 65.6+-0.05Ma (Ferrari, 2001). O magmatismo do eocretáceo é caracterizado por rochas alcalinas com composição peralcalina e predominância de nefelina sienitos, leucita sienitos, foiaítos, fonólitos, tinguaitos.

Destacam-se na porção oeste do Rio de Janeiro, os maciços do Mendanha e Marapicu, de idades entre 56 e 75 Ma, e os diques de rochas alcalinas máficas, de idades entre 82-72 Ma (Ferrari, 2001). Na área em estudo, o magmatismo alcalino é representado pelo Maciço do Tinguá, com idade de 66 Ma (Almeida, 1986; Riccomini *et al.*, 2004).

Magmatismo alcalino e derrames de ankaramitos do Eoceno, de 49 e 40 Ma, foram mapeados nas adjacências, nas bacias de Resende (Riccomini *et al.* (1989 e 2004)) e nas bacias de São José e Macacu (Ferrari & Riccomini (2001), Ferrari, (2001ab)), os quais são associados a duas fases distintas de evolução e deformação destas bacias.

Figura 4: Diques básicos cretáceos de direção NE truncando a rocha encaixante do Domínio Rio Negro. A: Distrito de Arcádia, em direção a Lagoa das Lontras; B: Santa Branca.



Fonte: A autora, 2008.

- Sedimentos terciários

A ocorrência de sedimentos terciários no estado do Rio de Janeiro associa-se a depósitos nas áreas das bacias de Resende, Volta Redonda, do Macacu, Itaboraí e do gráben de Barra de São João, a depósitos residuais nas regiões de Bonfim, a sudeste da Bacia de Taubaté, Cafundó, entre as duas primeiras bacias referidas acima, e na Ilha do Governador, no gráben da Guanabara. Além destes, encontram no norte fluminense, a partir da cidade de Búzios, os depósitos da Formação Barreiras. Em geral, são sedimentos de natureza carbonática, rudáceos psamíticos, arenosos a conglomeráticos e argilitos (CPRM, 2001).

Na área de estudo, ocorrências residuais foram primeiramente identificadas por Calderano *et al.* (2000; 2001), com espessuras que variam entre 1 a 10 metros. Caracterizam-se, geralmente, por cascalhos angulosos na base e sobrepostos por camadas de argila arenosa e/ou areia argilosa, às vezes sílticas, de aspectos maciços e coloração cinza claro, róseas e avermelhadas. Ocorrem, sobretudo, na região de Paty do Alferes e Miguel Pereira, em altitudes entre 850 m e 600 m, onde Calderano *et al.* (2000; 2001), com base nos aspectos pedológicos, estratigráficos e distribuição geográfica, sugeriram uma idade terciária para os mesmos (Figura 5).

Além destes sedimentos, nas proximidades de Japeri, em cotas de 40 m de altitude, Gontijo *et al.* (no prelo), identificaram uma única ocorrência sobre topo de colina, marcada também por depósitos residuais de paleocanal com espessura

aflorante de cerca de 2 metros. É marcado por cascalhos basais sobrepostos por camadas de argila arenosa e/ou areia argilosa, às vezes sílticas, de aspectos maciços e coloração cinza claro, róseas e avermelhadas.

Figura 5: Sedimentos terciários em paleocanal, localizado na base da escarpa de falha NW do Alto do Coqueiros, Paty do Alferes.



Fonte: A autora, 2008.

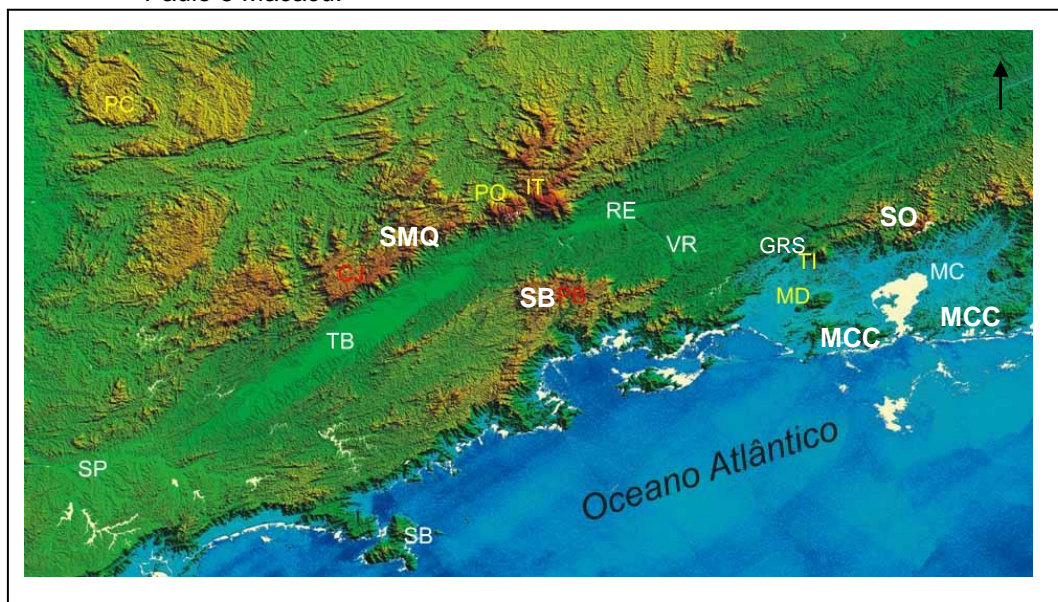
O Gráben da Guanabara

O Gráben da Guanabara, inicialmente denominado de *Rifte da Guanabara* por Almeida (1976), caracteriza-se por ser a porção oriental do *Rifte Continental* do Sudeste do Brasil (Riccomini, 1989 *apud* Riccomini, 2004), que é marcado por uma seqüência de bacias terciárias ao longo do Planalto Atlântico brasileiro. Estas bacias sedimentares continentais, assim como as plataformais, possuem evolução associada aos processos distensivos que afetaram a Plataforma Sul-Americana entre o Jurássico e o Terciário Inferior (Hasui (1978), Almeida (1976), Riccomini *et al.*, (2004) e outros), e são totalmente desenvolvidas sobre rochas da Faixa Ribeira. Teve como principais estruturas de instalação a reativação das zonas de cisalhamento, de direção NE a E-W, como falhas normais no Paleógeno e transcorrentes no Neógeno. Corpos vulcânicos marcam estas reativações, incluindo

enxames de diques e manifestações alcalinas, entre o Eocretáceo; Neocretáceo a Paleoceno e Eoceno (ex. Almeida (1983), Ferrari (1990, 2001ab), Riccomini *et al.* (2004 ab)).

O *Rifte Continental* do Sudeste do Brasil (Figura 6) é uma depressão alongada e estreita que segue a atual linha de costa, em uma faixa orientada ENE, com cerca de 900 km de comprimento sobre o Planalto Atlântico desde o Estado do Paraná até a área submersa da cidade de Macaé, no Estado do Rio de Janeiro. Riccomini *et al.* (2004) subdividiram definiram três segmentos para este rifte, sendo: o Ocidental: incluindo a bacia de Curitiba, formações Alexandra e Pariqüera-Açu, e grábens de Guaraqueçaba, Cananéia e Sete Barras; o Central: bacias de São Paulo, Taubaté, Resende e Volta Redonda, e depósitos das regiões de Bonfim, a sudeste da Bacia de Taubaté, e do Cafundó, entre as bacias de Resende e Volta Redonda; e, o Oriental: Gráben da Guanabara (Figura 7) incluindo as bacias do Macacu e Itaboraí, e o Gráben de Barra de São João. Recentemente, Gontijo-Pascutti *et al.* (2007; no prelo) incluíram neste último segmento o Gráben do Rio Santana, alojado na vertente ocidental do Gráben da Guanabara, local de estudo desta dissertação.

Figura 6 - Bacias pertencentes ao Rifte Continental do Sudeste do Brasil, entre São Paulo e Macacu.

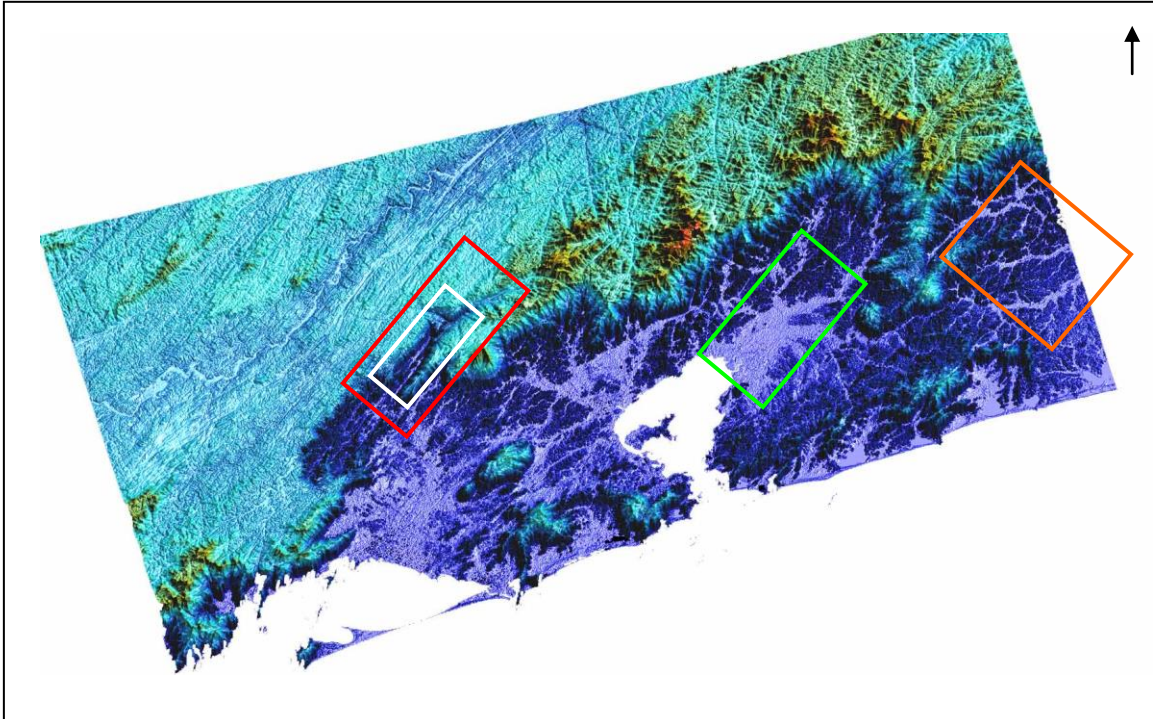


Legenda: SP(São Paulo), TB (Taubaté), RE (Resende), VR (Volta Redonda), MC (Macacu) e GRB (Gráben do Rio Santana). Destacam-se os maciços alcalinos Passa Quatro (PQ), Itatiaia (IT), São Sebastião (SB), Tinguá (TI) e Mendanha (MD). Limitando as bacias: serras da Mantiqueira (SMQ), da Bocaina (SB), dos Órgãos (SO) e maciços costeiros (MCC).

Nota: O retângulo mostra a área de estudo.???

Fonte: Mod. RICCOMINI *et al.*, 2004.

Figura 7: Imagem de satélite mostrando o Graben da Guanabara e adjacências: bacias de Macacu e São José de Itaboraí (em verde), parte do Gráben de Barra de São João (em laranja) e o Gráben do Rio Santana (em branco). A área de estudo em vermelho. Esc. aprox. 1:1.500.000.



Ferrari (1990, 2001ab) definiu a investigação da evolução tectônica do Graben da Guanabara a partir da análise dos campos de paleotensões geradores e deformadores das bacias de São José do Itaboraí e do Macacu e dos corpos ígneos alcalinos e diques associados (ver localização na figura acima). De acordo com o autor, a análise dos campos de paleotensões, definida pela cinemática das estruturas rúpteis que afetam os corpos alcalinos e o preenchimento sedimentar apresentou quatro eventos deformacionais distintos, entre o Cretáceo Superior e o Holoceno.

Segundo Ferrari (*op cit*), o Graben da Guanabara foi implantado no Paleoceno sob um regime direcional, controlado por um binário sinistral E-W, estando sua evolução, ao longo do Eoceno-Oligoceno, controlada por um regime extensional com eixo na direção NW-SE. De acordo com o autor, a persistência das direções do Sh_{max} para NE-SW e Sh_{min} para NW-SE se deu durante o Cretáceo Superior e o Oligoceno e, a sua variação, para posições ortogonais, apenas no Pleistoceno.

Quaternário

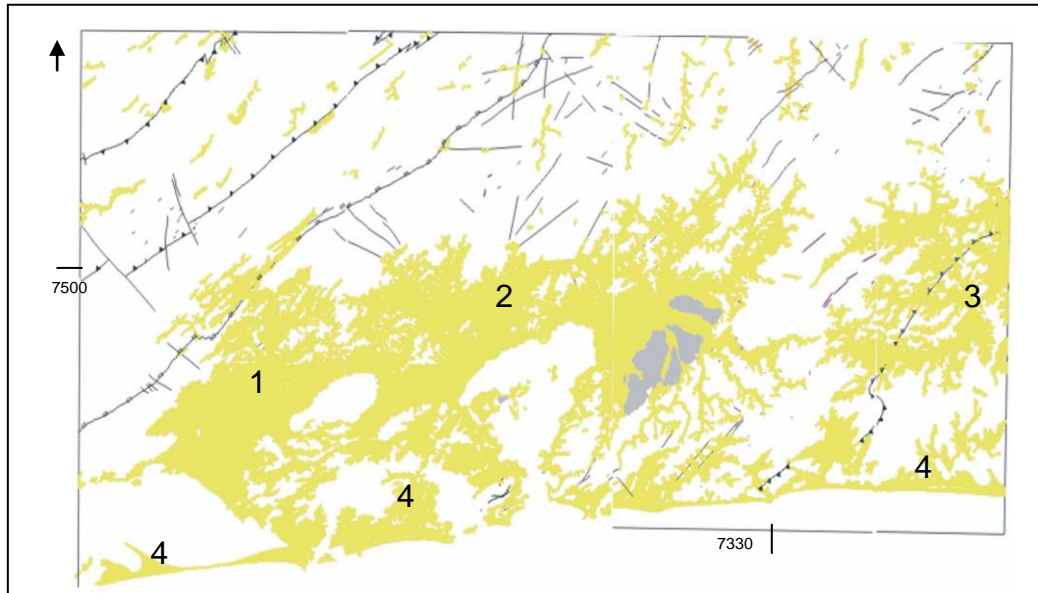
- Sedimentos quaternários

Os depósitos quaternários continentais, em geral, são caracterizados pela natureza fragmentada do seu registro, estando irregularmente distribuídos sobre o relevo. A espacialização dos sedimentos evidencia, além dos fatores de ordem climática e processual, o controle das estruturas subjacentes, e/ou da tectônica na disposição e desenvolvimento dos terraços e planícies fluviais.

No estado do Rio de Janeiro, as principais ocorrências da cobertura sedimentar quaternária fluvial, são encontradas nas depressões da Baía da Guanabara, especialmente em três grandes áreas: bacia do rio Guandu, no entorno da baía da Guanabara, na região Gráben Barra de São João, na foz do Paraíba do Sul e, na região do planalto, onde se desenvolvem alvéolos, ao longo dos principais calhas fluviais. As principais áreas da cobertura quaternária na porção central do Rio de Janeiro podem ser visualizadas na Figura 8 e na Figura 9. As fotos contidas nesta figura ilustram alguns exemplos da distribuição desta cobertura. Na região costeira ocorrem associados a sistemas deposicionais de origem continental e transicional/marinho.

Os sedimentos, em geral, intercalam depósitos coluvionares de encostas, às vezes como leques coalescentes, e desenvolvem sistemas de depósitos fluviais, coluviais, fluvio-coluviais, flúvio lagunares, praias marinho e/ou lagunares.

Figura 8: Mapa regional da distribuição da cobertura quaternária na porção central e ocidental do Rio de Janeiro (1-Guandu, 2-Baía da Guanabara, 3- Gráben Barra de São João, 4-sedimentos marinhos).



Fonte: Tektos/Fgel/UERJ.



Figura 9: Exemplos de distribuição da cobertura quaternária no Rio de Janeiro: abc - mostram vales embutidos com sedimentação em alvéolos no planalto de Petrópolis; d – sedimentos costeiros. Fonte: A autora, 2008.

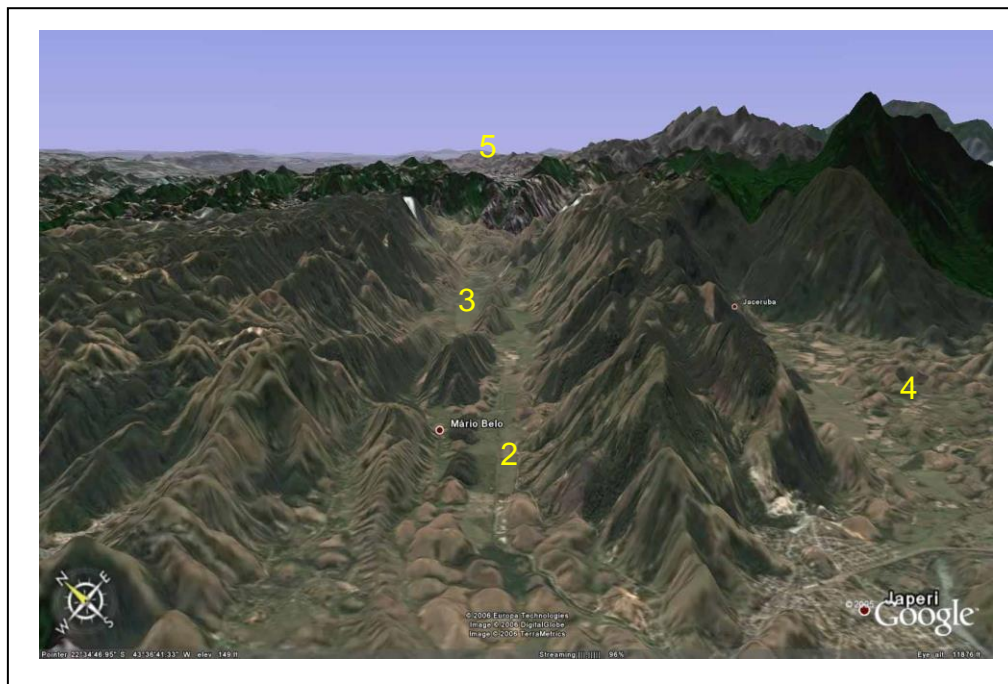
Na área de estudo, a cobertura sedimentar quaternária associa-se a sedimentos aluviais, preenchendo os fundos dos vales, e a sedimentos de depósitos de massa rápidos, principalmente, e lentos São marcados por rampas de tálus, com blocos de matacões dispersos pelas rampas aluvionares **(APENDICE C)**.

A distribuição espacial dos sedimentos quaternários indica um controle das estruturas rúpteis na dinâmica de erosão e sedimentação desses sedimentos, localizando-se preferencialmente nas direções NE e NW. Estas direções definem ainda, blocos e superfícies embutidas onde alojam as principais zonas de sedimentação. Assim, ocorrem em todos os compartimentos de relevo, preferencialmente ao longo de amplos vales embutidos ou, ao longo de alvéolos estreitos e alongados, localizados em vales escalonados.

A principal área de ocorrência é ao longo das bacias de Conrado e Japerí (Figuras 10, 11, 12 e 13) definidoras do Gráben do Rio Santana e, na região de

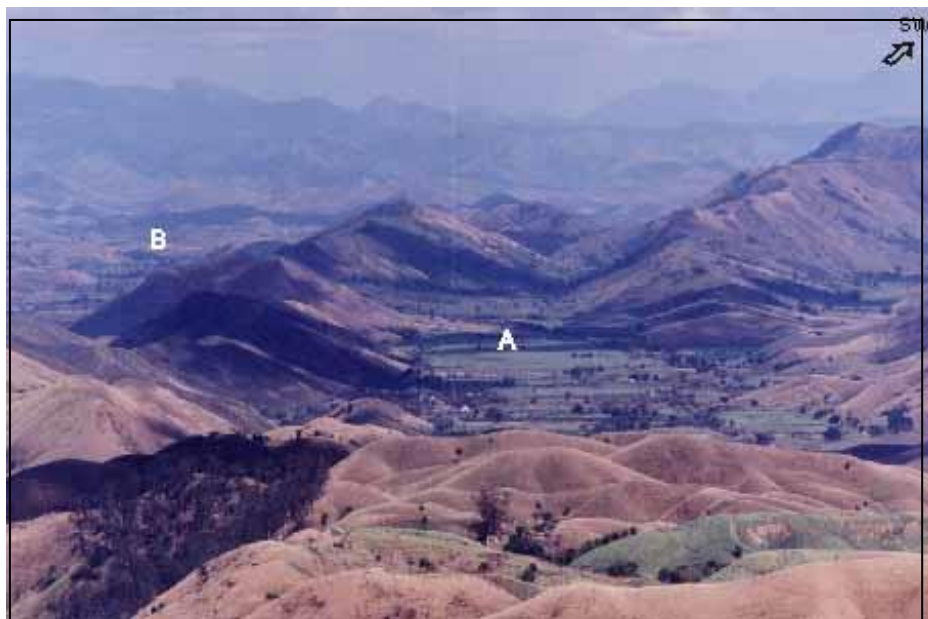
confluência entre o rio Santana e o Ribeirão das Lajes, quando formam o rio Guandu. Ocorre ainda, na planície do rio São Pedro, estrutura paralela ao gráben do rio Santana.

Figura 10: Imagem mostrando as principais zonas de sedimentação quaternária na área de estudo. 1: Guandu, 2 e 3: bacias de Japeri e Conrado, 4: bacia do rio São Pedro, 5: bacia do rio do Saco.



Fonte: Google, 2008.

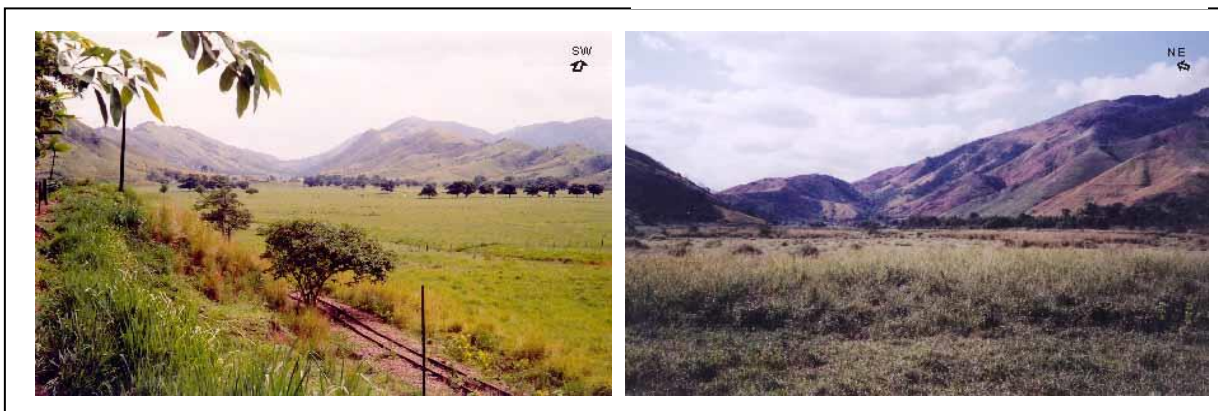
Figura 11: Planície fluvial do Rio Santana definida pelas bacias de Conrado (A) e Japeri (B) de direção NE-SW. ¹



Fonte: A autora, 2008.

Figura 12: Planície do rio Santana na bacia de Conrado. Destaca-se o embutimento do vale, cicatrizes de meandros abandonados e rampas coluviais coalescentes.

Figura 13: Planície do rio Santana na bacia de Japeri caracterizado por trecho de vale abandonado com intensa colmatação.

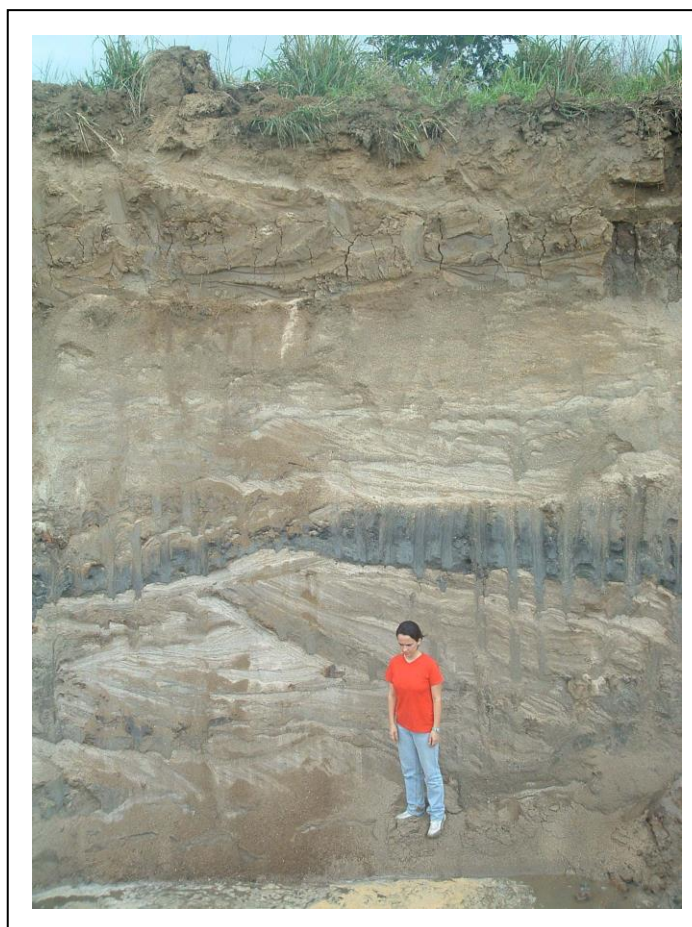


Fonte: A autora, 2008.

Madeira & Borgui (1999) fizeram um detalhamento estratigráfico preliminar dos depósitos quaternários do rio Santana, onde definiram a estrutura e a história deposicionais dos sedimentos. Segundo esses autores, em um primeiro momento, houve a instalação de um sistema de leques aluviais sobre solos do embasamento alterado. Logo a seguir ocorreu a instalação de um sistema de leques aluviais sobre uma discordância, onde se desenvolveu uma planície de inundação mal drenada e sobreposta por canais sinuosos e relacionados à outra planície de inundação. E finalmente após uma fase de erosão sucedeu uma fase de acumulação de depósitos fluviais. Mas após a retificação do canal e constante extração de areias ocorreu um novo período de erosão.

Ainda segundo esses autores, a espessura do pacote estaria em torno de 16 metros, porém, Gontijo *et al.* (2007; no prelo), através de levantamentos geofísicos, utilizando o método CSAMT-*Controlled Source Audiomagnetotelluric*, encontrou fortes discordâncias de espessuras de sedimentos cujas profundidades podem superar 300 metros. A idade dos sedimentos na base ainda é desconhecida, porém, no topo, estes são holocênicos. A espessura média dos aluviões que afloram está em torno de 6 a 8 metros, e suas idades TL estão entre 49200 ± 6200 , 17500 ± 2100 e 13000 ± 1600 (Figura 14).

Figura 14: Exemplo da cobertura sedimentar holocênica formando terraços embutidos na planície do rio Santana, Bacia de Japeri. São areias grossas a finas, com estratificações cruzadas, areias finas a siltosas entremeadas por camadas argilosas com matéria orgânica.



Fonte: A autora, 2008.

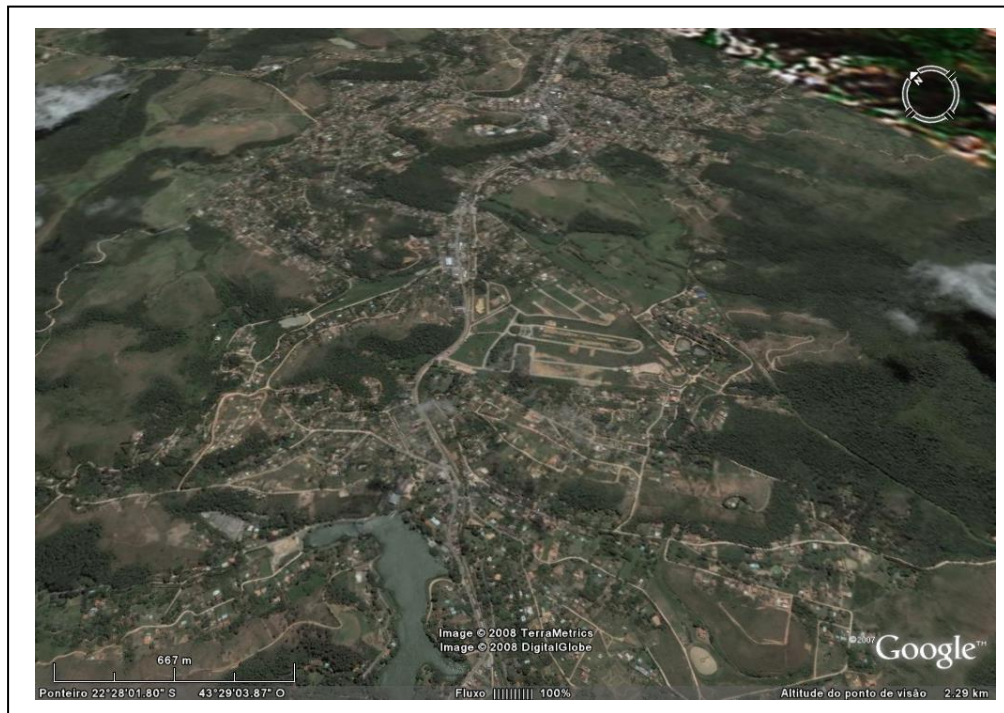
No restante da área os sedimentos localizam-se em vales suspensos, em altitudes elevadas, formando alvéolos, cujas formas alongadas acompanham as direções preferenciais de esculpturação do relevo, NW e NE (Figura 15). Neste contexto, destaca-se o Rio do Saco, entre as cidades de Miguel Pereira e Paty do Alferes, que se caracteriza por um vale suspenso com intensa colmatação fluvio-coluvial (Figura 16). Por apresentar particularidades relacionadas à sua dinâmica fluvial, as características deste vale, e de demais, serão discutidas no capítulo 6. A cobertura sedimentar é acrescida de sedimentos coluviais, como talús, quedas de blocos (rock falls) e colúvios, os quais interdigitam as bases das planícies e dos terraços fluviais. As Figuras 17, 18 e 19 ilustram alguns casos destes processos.

Figura 15: Vale escalonado de direção NE (Rio Santana) mostrando sedimentação fluvial alveolar. Visada WSW



Fonte: A autora, 2008.

Figura 16: Imagem mostrando a sedimentação alveolar ao longo do vale suspenso do Rio do Saco. Destaca-se o crescimento urbano de Miguel Pereira (primeiro plano) e Paty do Alferes (segundoplano) ao longo do vale.



Fonte: Google, 2008.

Figuras 17 e 18: Depósitos superficiais de quedas de blocos (rock falls) e talus nas bases das escarpas em diferentes altitudes. A primeira foto: região montante do Santana (700 m) e a segunda, na base da bacia de Conrado (50 m).



Fonte: A autora, 2008.

Figura 19: Terraços fluviais escalonados, assimétricos, apresentando migração lateral do canal em direção SW, típico de basculamentos de blocos. Destacam-se: os paleocanais e a interdigitação de tálus e quedas de blocos na vertente NE. Montante do vale suspenso do Rio Santana, região do Falcão. Visada SSW.



Fonte: A autora, 2008.

Estruturas dúcteis

Foliação é a propriedade das rochas romperem-se segundo planos paralelos. Ela é condicionada por bandamento composicional, xistosidade, gnaissosidade e foliação milonítica, em geral dispostos paralelamente. De acordo com Almeida, (2001), a área insere-se no Sistema de Zonas de Cisalhamento Paraíba do Sul (SZCPS), que é constituído de faixas estreitas e alongado de rochas miloníticas, paralelas ou subparalelas à foliação principal e aos contatos litológicos da Faixa Ribeira Central (ver APENDICE B) definindo corpos rochosos com formas amendoados ou alongados na direção NE.

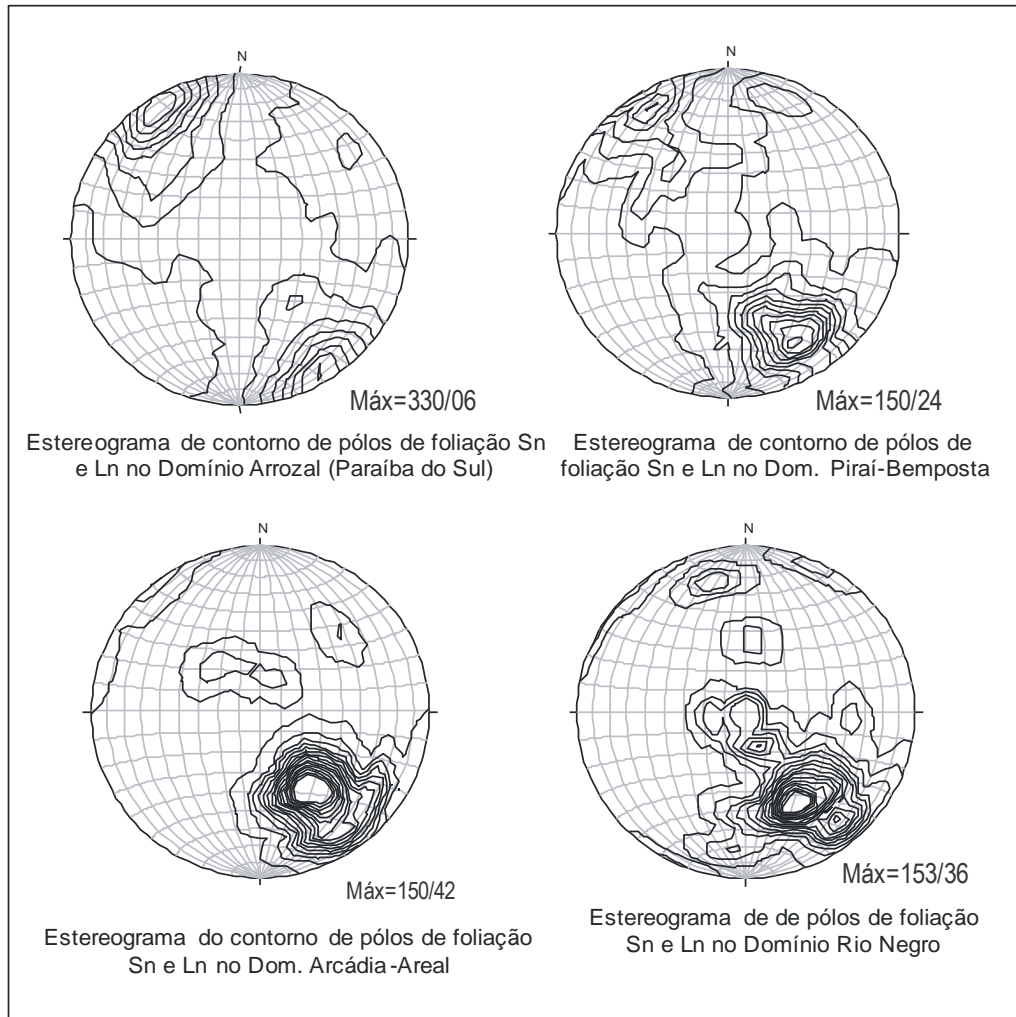
Segundo Almeida (*op cit*) a foliação mergulha predominantemente para NW, variando entre 30 e 85°, localmente com mais baixo ângulo. Na área de estudo, destacam-se duas importantes estruturas dúcteis: a Zona de Cisalhamento do Paraíba do Sul e a Zona de Cisalhamento Arcádia - Areal. A Figura 20 mostra os esterogramas das foliações medidas e analisadas por Almeida (2001) na área, segundo os domínios litoestruturais. Assim, o autor referido descreve que:

A Zona de Cisalhamento do Paraíba do Sul constitui um feixe de três zonas miloníticas, paralelas entre si, implantadas sobre granulitos, ortognaisses e metapelitos de direção aproximada N60E e mergulhos íngremes para SE ou NW.

A Zona de Cisalhamento Arcádia-Areal constitui uma faixa de rochas miloníticas compreendendo rochas do Domínio Arcádia-Areal e do Complexo Rio Negro. Acompanha um importante contato entre os terrenos Ocidental e Oriental denominado Contato Tectônico Central (Central Tectonic Boundary –CTB- Almeida *et al.*, 1998). O CTB é uma estrutura contínua, com direção NE, que atravessa toda a área do mapa e separa sistematicamente os metassedimentos do Domínio Arcádia - Areal e os ortognaisses do Domínio Rio Negro.

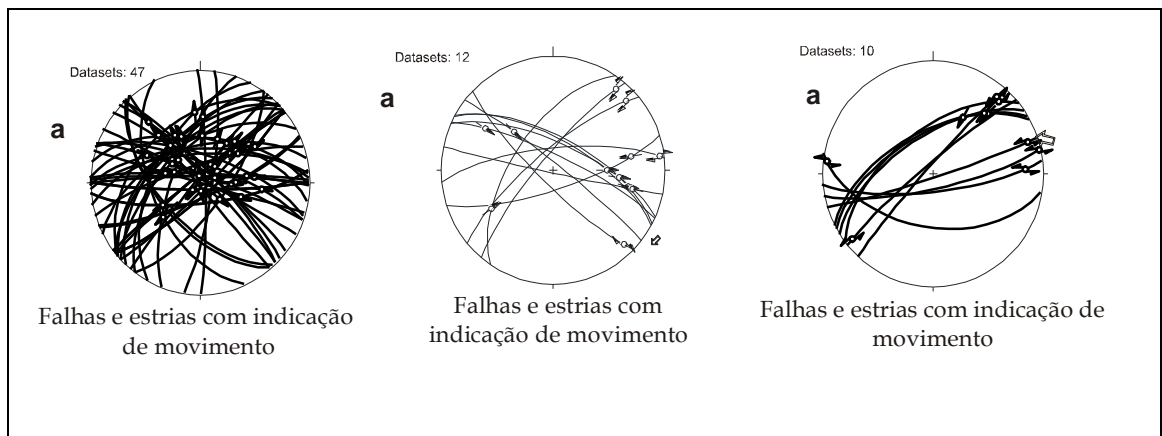
A Figura 21 mostra os estereogramas de falhas para a área de estudo.

Figura 20: Estereogramas do contorno de pólos de foliação Sn e Ln nos domínios litoestruturais da área.



Fonte: Almeida, 2001.

Figura 21: Estereogramas de falhas e estrias normais, dextrais e sinistrais levantadas na área em rochas pré-cambrianas – hemisfério inferior.



Fonte: Gontijo, 2008.

Como foi abordado anteriormente, o cinturão de zonas de cisalhamentos da Faixa Ribeira, foi o principal eixo de reativação durante a deformação dútil do Mesozóico-Cenozóico. Assim, as zonas de cisalhamentos localizadas na área, apresentam importantes expressões desta tectônica, tanto sob os aspectos geológicos (fraturas e junta) como geomorfológicos (relevo e drenagem). Estruturas rúpteis mesozóicas-cenozóicas, de todas as direções, no sul e sudeste do Brasil, são identificadas deslocando e/ou abatendo blocos, formando grabens e depressões, gerando relevos soerguidos e interferindo efetivamente na morfodinâmica regional. Assim, devido à importância destas estruturas na evolução da paisagem, sobretudo, relacionado aos objetivos desta dissertação, no próximo item, bem como nos próximos capítulos, serão abordados os principais aspectos desta tectônica e sua importância na drenagem e relevo da área de estudo. Ressalta-se, porém, que a abordagem será descritiva e, que não é objetivo deste trabalho uma análise cinemática das estruturas medidas e sim, sua correlação genética com a drenagem e o relevo.

Estruturas rúpteis

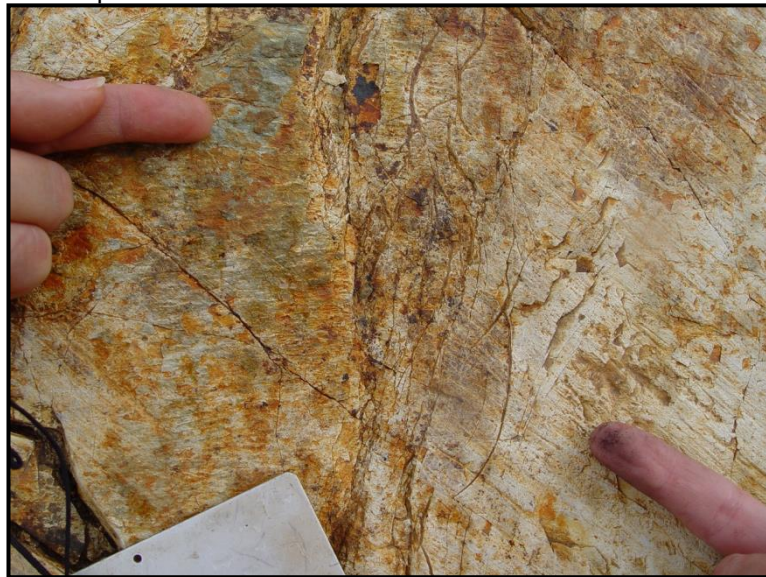
As estruturas rúpteis mapeadas, como falhas e juntas, definem feixes com direções preferenciais NE e NW, e secundária, E-W e N-S, com mergulhos de médio a alto ângulos indicadores cinemáticos são marcados por estrias, degraus, deslocamentos de camadas e brechas, e seus planos, normalmente, preenchidos de caulim e óxidos que, algumas vezes, são estriados, indicando reativações neotectônicas. Os movimentos têm caráter normal, obliquo e direcional, sendo que em alguns casos é possível observar ocorrências de truncamentos de três a quatro direções de estrias em um mesmo plano (Figuras 22, 23, 24 e 25).

Figura 22: Plano de falha normal com intensa brechação. Região da Falha de Arcádia.



Fonte: A autora, 2008.

Figura 23: Plano de falha normal, NW, com intensa brechação e estrias *down dip*, com preenchimento de óxido de ferro. Falha do Morro Azul.



Fonte: A autora, 2008.

Figura 24: Plano de falha apresentando várias estrias normal/obliqua e direcional, de direção NE, bordejando o Gráben do Santana. Observar a presença de óxidos de ferro e manganês estriados indicando reativações neotectônicas. Região de Arcádia.



Fonte: A autora, 2008.

Figura 25: Plano de falha NE, paralelo à foliação, com "milonitização" associada à reativação. Região de Arcádia. Paralelo a este plano, observa-se outro, na mesma direção, porem truncando a foliação, com preenchimento de solo e depósitos de tálus.

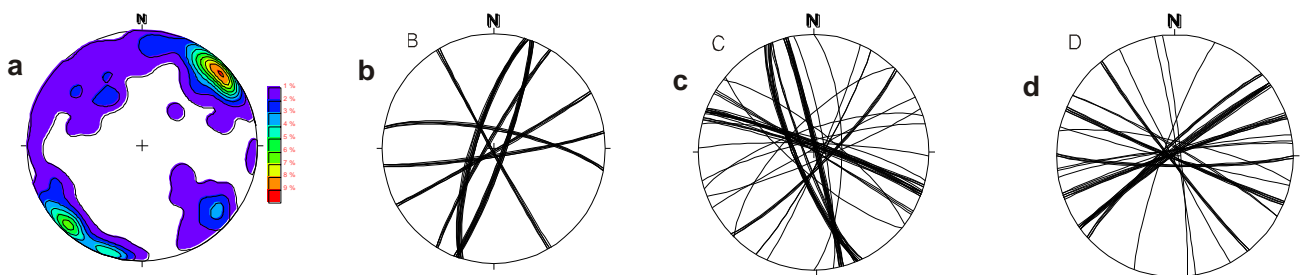


Fonte: A autora, 2008.

Em geral, as falhas de direção E-W, variando entre N-80E a E-W apresentam estrias de atrito indicativas de movimentos normais, com componente oblíqua, geralmente dextral, brechas e cataclasitos. Já na direção NE-SW, as falhas possuem direções preferenciais para N30E, N40E, N45E, N60E e N70E com estrias e componentes do relevo e da drenagem indicando movimentos normais, com componentes oblíquas e direcionais sinistrais e, esporadicamente, dextrais.

As juntas (Figura 26), individualizada em rochas pré-cambrianas, mesozóicas e sedimentos cenozóicos, se mostram da seguinte maneira: aquelas que afetam as rochas do Pré-cambriano apresentam oito famílias com orientações N45W, N80W, N20W, N-S, N10E, N20E, N45E e N60E; nos diques mesozóico-cenozóicos definem seis famílias de orientações N20E, N25E, N60E, N80E, N30W e N80W; nas coberturas terciárias individualizam-se em sete famílias com atitudes N70W, N80W, N10W, N20W, N30E, N45E e N70E e, nos sedimentos quaternários dez famílias com atitudes E-W, WNW, N40W, N30W, N10W, N20E, N45E, N55E, N70E e N80E.

Figura 26: Estereogramas de fraturas para rochas pré-cambrianas (a), mesozóicas(b), sedimentos terciários (c) e quaternários (d) – hemisfério inferior.



Fonte: A autora, 2008.

4.2 – Geomorfologia

O Estado do Rio de Janeiro possui um cenário morfológico que traduz em uma complexa história de evolução geológico-geomorfológica. Até meados da década de 1980, os principais trabalhos enfocavam os aspectos de evolução da

paisagem fluminense relacionados, sobretudo, às flutuações climáticas do Quaternário, que indiscutivelmente tiveram um papel efetivo na morfogênese da região. Porém, a partir do final década de 1980, trabalhos contemplando a influência da tectônica do Mesozóico e Cenozóico, na compartimentação e nos processos de reafeiçoamentos do relevo na região, recebeu mais destaque entre os pesquisadores de áreas afins.

Embora seja uma abordagem científica mais recente e, ainda, pouco difundida, alguns trabalhos já haviam reportados nos meados do século passado, autores como Moraes Rego (1932, *apud* Gontijo, 1999), Deffontaines (1935, *apud* Gontijo, 1999), King (1956), Ruellan (1944; Amador. & Ponzi (1974), Almeida (1976), Ponçano *et al.* (1981) já discutiam e destacavam a interferência das reativações de falhas na evolução da paisagem do Planalto Atlântico e, especificamente no Rio de Janeiro.

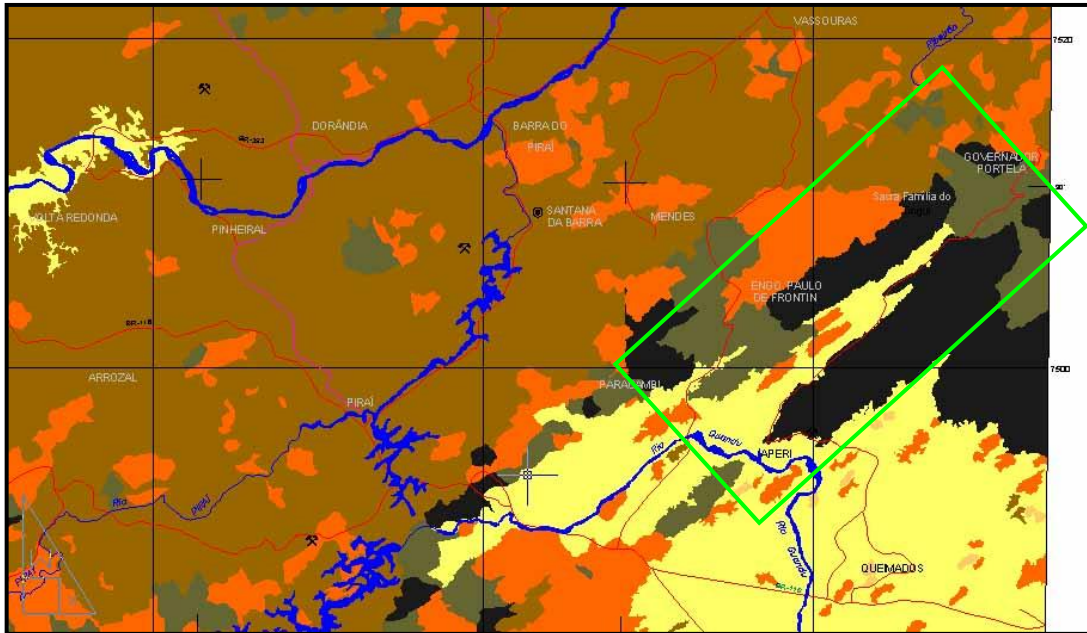
A evolução do quadro geomorfológico da área é resultante da interação dos processos associados ao tectonismo regional e às sucessivas fases erosionais. Neste contexto, a área insere-se no compartimento geomorfológico da Região das Escarpas e Reversos da Serra do Mar, caracterizada por vales alongados, segmentos de drenagem retilíneos, linhas de cristas e de cumeadas paralelas, relevos com grandes desníveis topográficos e escarpas abruptas. As escarpas apresentam-se sulcadas por numerosas ravinas e rios que as dividem em vários espigões que vão se projetar até as baixadas. Destacam-se ainda inúmeras elevações rochosas, geralmente morros e pequenos alinhamentos serranos, além de intrusões alcalinas representadas na área pelo Maciço do Tinguá (Radam Brasil, 1983).

Os principais e mais recentes mapeamentos geomorfológicos que contemplam a área de estudo, elaborados em conjunto para todo o estado do Rio de Janeiro, foram desenvolvidos pela CPRM (2001) e por Silva (2002). De com o mapa da CPRM, a área em estudo localiza-se na Unidade Morfoestrutural Cinturão Atlântico, Unidade Morfoescultural Escarpas Serranas, Unidade Geomorfológica Escarpas das Serras das Araras e Paracambi.

Já segundo Silva (2002), cujo trabalho será adotado nesta dissertação (Figura 20), a geomorfologia da área é representada por colinas com ocorrências de encostas íngremes, vales e reentrâncias das cabeceiras de drenagem entulhados,

porém estreitos; morros com vales mais encaixados; degraus ou serras reafeiçoados e degraus escarpados elevados e/ou escarpados entre compartimentos diferentes.

Figura 27: Geomorfologia da área.



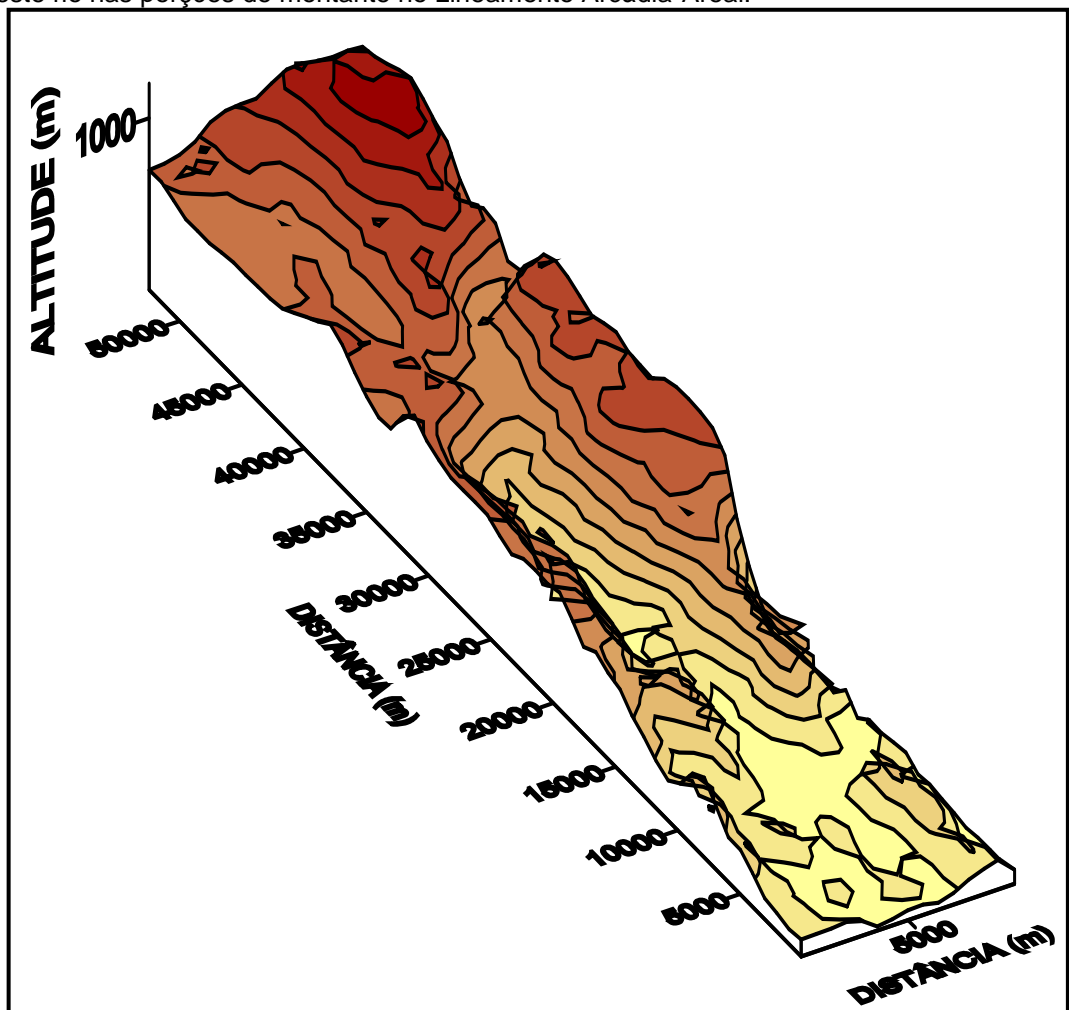
CLASSES DE DESNIVELAMENTO ALTIMÉTRICO	SIGNIFICADO GEOMORFOLÓGICO
0-20m	<i>planícies fluviais ou flúvio-marinhas de topografia horizontal a sub-horizontal</i>
20-80m	<i>Colinas suaves caracterizadas pelo entulhamento de vales e reentrâncias de cabeceiras de drenagem</i>
80-100m	<i>Colinas com ocorrência de encostas íngremes</i>
100-200m	<i>Morros com vales mais encaixados</i>
200-400m	<i>Degraus ou serras reafeiçoados: degraus de transição entre compartimentos diferentes</i>
> 400m	<i>Degraus escarpados elevados e/ou escarpados</i>

Fonte: Modificado de Silva, 2002.

Um dos primeiros trabalhos contemplando o nítido controle do relevo e da drenagem por reativações de falhas na área deve-se a Penha *et al.* (1997). Estes autores sugeriram a existência de um gráben a médio e baixo curso do Rio Santana, marcado por forte desnivelamento de relevo, entre 20 e 1500 metros de altitude,

aproximadamente, delimitado por degraus escalonados, em ambos os lados, paralelo ao vale, de direção NE-SW, e degraus perpendiculares, de direção NW-SE, responsável por abatimentos de superfícies em seu interior (Figura 21). Além desta feição tectônica, os autores descrevem a presença de facetas triangulares, associadas aos processos de erosão de escarpas de falhas, o forte encaixamento e as deflexões do rio Santana ao longo do seu curso, constituindo um quadro característico de fragmentação do relevo.

Figura 28: Perfil de Varredura Tridimensional do rio Santana, mostrando o encaixamento deste rio nas porções de montante no Lineamento Arcádia-Areal.

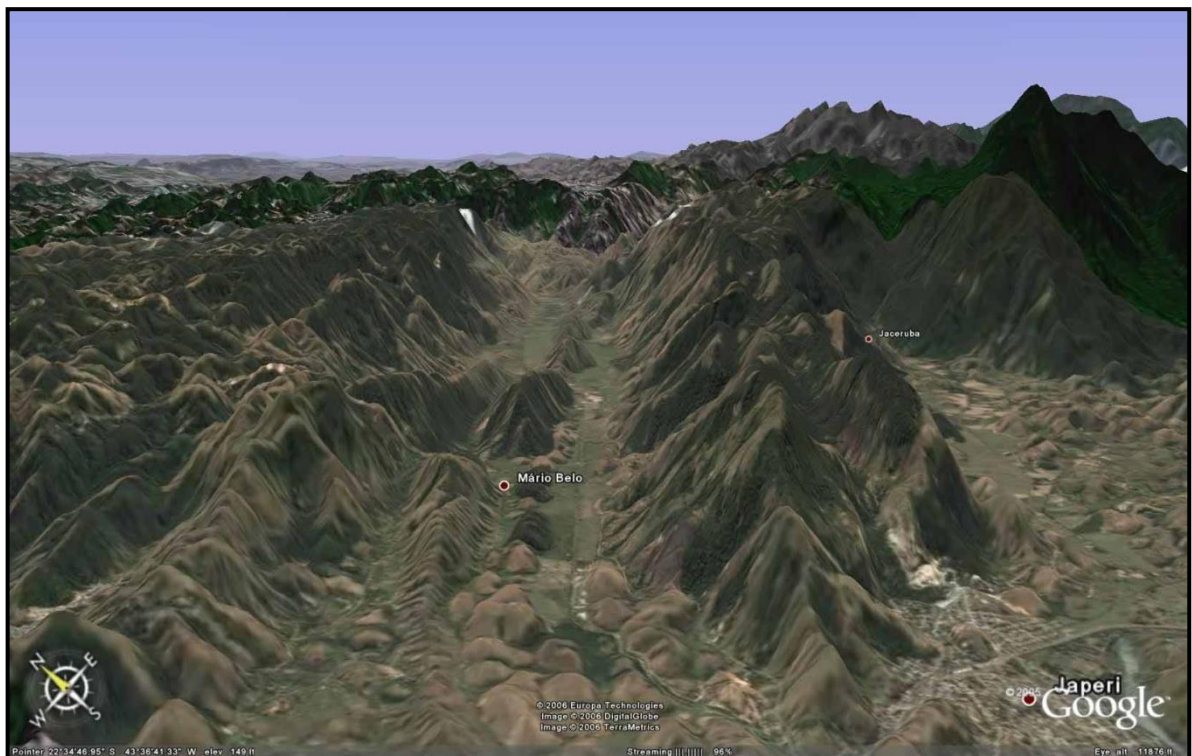


Fonte: Melo *et al.* 2001; Gontijo *et al.* 2002.

Trabalhos mais recentes, considerando os aspectos da geomorfologia tectônica e da geologia estrutural fundamentaram as interpretações de Penha *et al.* (1997) para a região. Recentemente, Gontijo *et al.* (2007 e no prelo), com base em dados da geomorfologia tectônica e da geologia (estrutural, geofísica e geocronologia) confirmaram o gráben, definindo uma depressão alongada e estreita

de direção NE, numa faixa de 2 a 5 km largura e cerca de 20 km de comprimento, delimitada por escarpas de falhas paralelas com caimentos para SE e NW. Segundo os autores, levantamento geofísico mostrou fortes discordâncias de espessuras de sedimentos cujas profundidades podem superar 300 metros. Aliados aos dados acima, feições morfotectônicas mostram evidências de reativações. A imagem da Figura 29 ilustra este relevo controlado por falhas.

Figura 29: Imagem mostrando os aspectos do Graben do Santana e adjacências.



Fonte: Google, 2008.

Assim, devido à importância geológica e geomorfológica que a área apresenta, no próximo capítulo será discutida a caracterização morfotectônica da área, com base na drenagem e no relevo, conforme os objetivos propostos.

5 – CARACTERIZAÇÃO MORFOTECTÔNICA

Neste capítulo serão discutidos os aspectos morfotectônicos da área de estudo, conforme proposto nos objetivos desse trabalho. Será individualizado em 4 itens principais: Características da rede da drenagem, incluindo a descrição dos padrões, das capturas e dos perfis longitudinais, microbacias de drenagem, lineamentos da drenagem adensada e fator de simetria topográfica transversa.

5.1 – Características da Rede da Drenagem

O mapa da rede de drenagem adensada foi elaborado a partir da iluminação da drenagem principal tomada da carta topográfica, e do seu enriquecimento seguindo as crênulas das curvas de nível convexas, indicativas de áreas de nascentes de rios (**APENDICE D**). Teve como finalidade, fornecer um melhor entendimento da espacialização, dinâmica e comportamento da rede de drenagem, permitindo, também, a identificação das anomalias, das microbacias e dos lineamentos da drenagem, incluindo as de primeira ou zero ordem.

A área de estudo engloba drenagens que fluem para três importantes bacias hidrográficas: do rio Paraíba do Sul, nos setores norte e noroeste; da Baía da Guanabara, nos setores sudeste e leste; e do rio Guandu, no setor sul-sudoeste (**APENDICE E**). Esta última destaca-se como a mais importante na área de trabalho, por alojar a drenagem mais relevante, a do rio Santana.

O rio Santana possui seu curso adaptado ao longo de duas importantes direções E-W e NE-SW. A direção E-W define o curso de montante, com profundo entalhamento de vales estreitos e grande desnivelamento topográfico. A direção NE-SW, coincidente com a ZCAA ou CTB, define o médio curso (Figura 30) e a jusante, quando passa abruptamente para uma ampla planície fluvial embutida entre as escarpas do *gráben* (Figura 31) (Melo *et al.* 2001; Melo *et al.*, 2002ab).

Figura 30: Alto curso do Rio Santana, encaixando numa falha normal de direção NE-SW, nas proximidades da cidade de Miguel Pereira (visada NE).



Fonte: A autora, 2008.

Figura 31: Planície fluvial do rio Santana definida por dois segmentos de vales escalonados e paralelos entre si, as bacias de Japerí e Conrado, definindo uma estrutura tipo *gráben*, ao longo da ZCAA, de direção NE-SW. (visada E).



Fonte: A autora, 2008.

◆ Padrões da drenagem

Os padrões de drenagem contidos na área (**APENDICE F**) apresentam parâmetros que revelam o forte controle das condicionantes geológicas, tanto das

estruturas dúcteis e rúpteis, como da litologia, aliadas, na maioria das vezes, às grandes amplitudes do relevo. Tais aspectos definem uma drenagem com forte incisão vertical, vales encaixados, perfis longitudinais escalonados, zonas preferenciais de capturas, sedimentação em alvéolos escalonados e em bacias embutidas, controladas pelas falhas de borda do *Gráben* do Rio Santana (Penha *et al.* 1997, Gontijo, *et al.* 2004; Gontijo *et al.*, 2008, no prelo), como por exemplo, as bacias de Conrado e Japeri.

Embora, em termos gerais, a drenagem apresente padrões semelhantes, a análise do mapa de drenagem (**APENDICE G**) permitiu identificar quatro segmentos principais cuja trama e densidade apresentam-se com particularidades associadas às características geológicas e geomorfológicas subjacentes. Estes segmentos, mostrados no mapa do **APENDICE F**, foram definidos e descritos da seguinte maneira:

- **Segmento I:** subdividido em três setores, **la**, **lb** e **lc**, localiza-se na porção central da área, definindo um polígono de direção NE, onde se observam as maiores amplitudes topográficas, marcadas por serras e escarpas cujas altitudes podem variar na ordem de 20 a 1500 metros. A amplitude topográfica é responsável, ainda, por outras anomalias, como as assimetrias nos canais afluentes do vale principal, indicando abatimentos e basculamentos de blocos. Outra importante anomalia relacionada aos padrões da drenagem é o fato da superimposição dos padrões paralelos e retilíneos aos esperados padrões treliças, típicos de zonas de cisalhamento e rochas miloníticas, como ocorre na maior parte da área. A orientação preferencial dos canais principais obedece à estruturação pré-cambriana de direção NE-SW.

O **Setor la**, localizado à sudoeste da área, compreende a porção de jusantado rio Santana, que aloja o *gráben* homônimo de direção NE. O padrão predominante é paralelo, marcado pelas drenagens que descem pelas escarpas que delimitam o *gráben*, superimpondo-se à zona de cisalhamento que define os milonitos do Domínio Arcádia - Areal.

A drenagem é controlada pelas escarpas de falhas que delimitam o *gráben* e condicionam o relevo escalonado. Os cursos que vertem do flanco sudeste são maiores, e apenas seus segmentos menores (cabeceiras de zero a primeira ordem)

possuem tendência a um padrão treliça, paralela à foliação milonítica das rochas do Domínio Piraí-Bemposta, à nordeste, e dos granodioritos foliados do Domínio Rio Negro, à sudeste.

O **Setor Ib** correspondente à porção central, é marcado por padrões paralelos e retilíneos devidos aos fortes truncamentos de estruturas rúpteis, preferencialmente de direção NW e NE. Morfologicamente, as estruturas rúpteis provavelmente são responsáveis pelos abatimentos, basculamentos e embutimentos de dois blocos, entre a cidade de Miguel Pereira e o distrito de Santa Branca.

Esses blocos são delimitados por três proeminentes escarpas de falhas normais, de direção NW, que truncam a área, e que são identificadas como Falha de Miguel Pereira (FMP), no distrito de Miguel Pereira, Falha do Morro Azul (FMA), no distrito de Arcádia, e Falha de Santa Branca (FSB), que atravessa a localidade homônima e, a partir da qual, começa a intensa sedimentação do *gráben* do rio Santana, na bacia de Conrado. Caracteriza-se, portanto, como um setor onde ocorrem os mais pronunciados encaixamentos fluviais, gerando vales em “v”, tanto na direção NE como NW, e pela maior variação entre as drenagens das margens esquerda e direita do rio Santana.

Na margem esquerda, os cursos mostram-se em maiores em quantidade, comprimento, amplitude topográfica (aproximadamente entre 120 e 800 m) e variações no perfil longitudinal, drenando sobre os granodioritos e tonalitos do Domínio Rio Negro. Na margem direita, os canais são curtos, com amplitudes entre 120 e 300 metros, drenando preferencialmente sobre a escarpa de Falha da Serra do Pau Ferro (FSPF), de direção NE, desenvolvida ao longo dos milonitos do Domínio Arcádia - Areal, onde encaixa-se o rio Santana.

Já o **Setor Ic**, localizado à nordeste da área, incluindo parte da porção montante do rio Santana, define um polígono com forma quadrada, cuja geometria é controlada por estruturas NE e NW, ao longo do planalto, com altitudes médias de 550 metros, podendo chegar a mais de 1000 metros nas serras ou, até mesmochegando a cerca de 1500 metros, na serra do Couto, nascente do rio Santana.

Este setor abrange drenagens que seguem em direção à bacia do rio Paraíba do Sul, destacando o rio do Saco, paralelo à estrada entre Miguel Pereira e Paty do Alferes, com vergência de fluxos preferencialmente para NE. Já a porção

pertencente ao rio Santana, apresenta fluência de fluxo para NW. A discussão sobre o motivo das diferenças de direções de fluxos será feita mais adiante, no sub-item referente às capturas de drenagem.

De uma maneira geral, a drenagem do Setor Ic apresenta padrões com tendência a sub-retilíneos, associados, preferencialmente, às estruturas rúpteis de direções NE, NNW, ENE, NE e, ENE e E-W, e sub-treliças, sobretudo, quando encaixadas ao longo das zonas de cisalhamento do domínio Piraí-Bemposta. A porção montante do rio Santana apresenta segmentos bem marcados de direção NE, ENE, WNW gerando proeminentes encaixamentos devido à maior amplitude do relevo, destacando a serra do Couto, com altitudes de 1500 metros, nascente deste rio.

É possível observar o nítido controle estrutural na nascente do rio Santana, adaptado a uma falha de direção L-W, e no seu tributário, o rio Sapucaia, adaptado a uma estrutura de direção NW-SE. Os demais canais apresentam segmentos retilíneos e/ou sinuosos, o que também pode ser considerado como mais um indicativo da influência da tectônica na rede de drenagem. Apresenta alta densidade de canais em todo o setor, relacionado com o fato de ser uma área de grande atividade tectônica, e com áreas de retomada de erosão.

- **Segmento II:** localiza-se na porção oeste da área, onde são observados padrões de drenagem sub-retilíneo e sub-treliça. Os canais encontram-se dispostos de acordo com as direções preferenciais das falhas e fraturas NE e NW e, secundariamente, N-S e L-W. O segmento como um todo possui alta densidade de canais, associada a um intenso fraturamento que aí ocorre, coincidente com o proeminente desnivelamento de blocos que culmina na confluência entre as drenagens dos rios Santana e Ribeirão das Lajes, quando se forma o rio Guandu, na cidade de Japeri.

- **Segmento III:** localiza-se na porção norte e noroeste da área, sendo marcada por padrões de drenagem sub-treliça a sub-dendrítico. Nota-se a presença de estruturas rúpteis e dúcteis, sobretudo de direções NNW e NW truncando as mesmas, ao longo das quais segmentos da drenagem se encaixam.

- **Segmento IV:** localiza-se na porção sul-sudeste da área, caracterizada por padrão predominante radial, com segmentos retilíneos de direção NE e NW truncando e condicionando alguns canais principais. Este padrão é definido pela estrutura circular do maciço alcalino do Tinguá, que confere grandes elevações na região, em torno de 1500 metros. Através da análise mais detalhada no mapa, nota-se que, além da estrutura circular principal, ocorrem outras, menores, algumas truncadas, sugerindo variações nas características do corpo magmático como, por exemplo, tipo de magma, presença de condutos distintos e outros, necessitando de estudos mais aprofundados para sua compreensão.

- **Segmento V:** localiza-se na porção leste-sudeste da área, compreendendo parte da escarpa de falha da borda ocidental do graben da Guanabara. Aloja as nascentes de várias drenagens que drenam para a Baía da Guanabara. Possui padrões que variam de treliças a retilíneos.

A distribuição espacial e os padrões da rede de drenagem observados na área são concordantes com aqueles reconhecidos na literatura internacional que ocorrem em áreas de *grábens*, onde a drenagem principal, o rio Santana em sua porção de baixo-médio curso, encaixa-se ao longo da extensão do *gráben*, paralelo às suas ombreiras, e as drenagens perpendiculares drenam as escarpas de falha escalonadas em direção ao eixo de abatimento (Melo *et al.* 2001; Gontijo *et al.* 2002; Melo *et al.*, 2002ab; Gontijo *et al.*, 2007; Melo - Lopes *et al.*, no prelo).

◆ Perfis Longitudinais

A análise do perfil longitudinal de rios pode fornecer importantes informações quanto ao estado de equilíbrio da paisagem a qual está associado. Segundo Christofoleti (1980), o perfil longitudinal de um rio corresponde a sua declividade, ou gradiente, sendo a representação visual da relação entre a altimetria e o comprimento do curso de água. A designação do perfil longitudinal está associada ao equilíbrio do curso de água, e os cursos que apresentam um perfil característico côncavo para o céu, com declividades maiores em direção à nascente e valores

cada vez menores em direção ao nível de base são considerados como equilibrados. Gilbert (1987 *apud* Guerra, 1995) foi quem primeiro empregou o termo rio equilibrado, assinalando o ajustamento entre os setores de um mesmo rio e entre os elementos da rede de drenagem.

Estudos associados à dinâmica fluvial apontam a relação entre condições de instabilidade tectônica, sejam elas pretéritas ou recentes, a alterações no nível de base e no traçado do perfil longitudinal dos rios (Schumm, 1993; Keller & Pinter, 1996; Gontijo, 1999), e que podem ser identificadas por rupturas bruscas no perfil longitudinal (Magalhães Jr. & Trindade, 1996). As feições que podem ser encontradas em tais rupturas no perfil longitudinal associadas ao desnivelamento são chamadas *knickpoints*, e têm sua gênese atribuída a variações litológicas ou a presença de estruturas resultantes de movimentações tectônicas (Meis *et al*, 1982).

Com o intuito de analisar o estilo dos canais fluviais foram elaborados alguns perfis longitudinais (**APENDICE H**). Analisando o comportamento dos rios a partir da observação desses perfis foi possível constatar que todos os canais afluentes exibem trechos que indicam as condições e as características dos soerguimentos e abatimentos de blocos da bacia. Destaca-se que tais condições se encontram em concordância com as estruturas medidas em campo e inferidas a partir de imagens e mapas.

Com exceção do rio Santana, que possui direção de NE para SW, todos os outros perfis, foram traçados na direção NW. São drenagens que nascem nas serras que bordejam o *gráben* e drenam em direção ao rio Santana, com exceção do perfil 3, que drena para o rio do Saco.

O comportamento do rio Santana, assim como seus afluentes analisados através dos perfis, exhibe condições vinculadas a um controle da litologia, e principalmente das estruturas, promovendo alterações em determinados trechos do rio, representados por rupturas no perfil (**APENDICE F**). Tais desnivelamentos, especialmente no caso do rio Santana, atuam significativamente no controle da sedimentação do canal. (Melo *et al*. 2001; Gontijo *et al*. 2002, Gontijo *et al*., 2003; Melo *et al*, 2002ab; Gontijo *et al* 2007; Melo-Lopes 2008, no prelo).

◆ Capturas da rede de drenagem

As capturas de drenagem mapeadas na área ocorrem definindo zonas de alinhamentos preferenciais, associadas tanto a fatores litológicos como tectônicos **(APENDICE G)**. A distribuição das capturas ocorre preferencialmente ao longo de lineamentos, falhas ou juntas, destacando a direção NW-SW, onde são definidos seis marcantes segmentos, e a direção NE-SW que, apesar de ser concordante com a estruturação subjacente, mostra-se mais descontínua e pouco coincidente com os contatos litológicos. Ocorrem, ainda, capturas que definem lineamentos N-S e, de maneira mais esparsa, a direção E-W.

A presença de lagos isolados, entre drenagens de sentidos de fluxos distintos ou com fortes deflexões, tem sido descrita na literatura como zonas de capturas de drenagem, que podem estar associadas a processos neotectônicos conforme descrevem vários autores (ex. Ollier, 1981; Ouich, 1985, Schumm, 1986; Hancock, 1988; Schumm *et al*, 2000; Bishop, 1995; Borges *et al.*, 1995)

Dentre as capturas mapeadas, a mais proeminente é a que ocorre no rio do Saco, entre as cidades de Miguel Pereira e Paty do Alferes, cujo testemunho é o Lago de Javary, em Miguel Pereira. O fato de estas cidades localizarem-se sobre um vale suspenso com intensa colmatação fluvial coluvial, destoantes do atual volume do rio do Saco, levaram a considerar que parte desta drenagem poderia fazer parte do rio Santana.

O Lago de Javary, localizado no distrito de Governador Portela, em Miguel Pereira, chamou atenção de Ruellan em 1944, por sua forma em manjedoura e sua posição topográfica em tempos quaternários. De acordo com o autor (*op. cit.*), esse lago seria a mais expressiva relíquia dessa captura, juntamente com o vale suspenso observado ao longo da principal via da cidade.

No setor norte-nordeste da área, que abrange os municípios de Miguel Pereira, Paty do Alferes e o distrito de Alto dos Coqueiros, a presença de falhas normais de direção NW-SE, denominadas de falha de Miguel Pereira (FMP), falha de Paty do Alferes (FPA) e falha do Alto dos Coqueiros (FAC), aparentemente truncadas pela falha do rio do Saco (FRS), com componentes normal e oblíqua, de direção NE-SW, são responsáveis pela ocorrência das capturas de drenagem, especificamente dos indícios de arrastos da drenagem provocados por falhas transcorrentes. Porém, estudos mais detalhados sobre a datação das falhas fazem-se necessários, tanto para uma correta interpretação dos truncamentos das estruturas rúpteis, quanto para a análise da história evolutiva de tais estruturas.

No setor central da área, devido à coalescência de drenagens, e intensa atividade tectônica provocada pelas falhas de direção NW-SE, a falha de Morro Azul (FMA) e a falha de Miguel Pereira (FMP), aliadas às falhas de direção NE-SW, as falhas do rio Santana (FS), falha da Serra do Pau Ferro (FSPF), falha do rio do saco (FRS), e falha da Serra da Bandeira (FSEB), há um nítido alinhamento de capturas na direção NW-SE, principalmente nas bordas da bacia. Esse alinhamento pode estar relacionado à sua forma, estreita nas porções de jusante e montante, e larga na porção central.

No setor sul-sudoeste, a junção das estruturas rúpteis de direção NW-SE, ao longo das falhas de Morro Azul (FMA), Santa Branca (FSB), Paulo de Frontin (FPF) e Paracambi-Japerí (FPJ), com as estruturas rúpteis de direção NE-SW, representada pelas falhas da Serra do Pau Ferro (FSPF), do rio Santana (FS), da Serra da Bandeira (FSEB) e do rio São Pedro (FRSP) coincidem com a localização das capturas de drenagem ocorrentes na área, principalmente nos segmentos oeste e da terminação noroeste e sudoeste. Estas falhas podem ser responsáveis por outras anomalias de drenagem como, por exemplo, a fluência dos canais contrária ao abatimento dos blocos de rochas, que, a sul da falha de Paulo de Frontin, onde os cursos drenam preferencialmente para norte, no centro, entre esta falha e a do Morro Azul, os cursos acompanham o abatimento do bloco, fluindo para sudoeste; no trecho a nordeste, a direção dos cursos é preferencialmente nordeste, norte-noroeste e, localmente leste-oeste. (Gontijo *et al* , no prelo; Melo – Lopes *et al*, no prelo).

A presença dessas anomalias de drenagem, e sua distribuição principalmente ao longo das estruturas rúpteis reativadas como falhas, representa um importante indício da movimentação tectônica na área, sendo a sua investigação fundamental para o entendimento do quadro evolutivo da dinâmica fluvial.

5.2 – Microbacias de drenagem

A morfologia e espacialização das microbacias configuram-se como importante indicativo de movimentação tectônica, visto ser a drenagem a feição mais sensível da paisagem, e que por isso tende a se adaptar rapidamente ao novo nível

de base (Mayer, 1986 e Jacksos & Leeder, 1994).

Segundo os autores acima, quando a drenagem principal (ou parte) está situada ao longo de uma falha normal, e há uma reativação dessa falha, a tendência é que haja um rearranjo da drenagem nesse novo espaço, com os canais fluviais produzindo uma nova microbacia, através da escavação de um novo leito de drenagem. Essa escavação do novo leito produz formas tectônicas na paisagem, como as facetas triangulares, presentes na base das escarpas de falha e entre as microbacias.

A forma das bacias possui relação direta com a intensidade da dissecação e a posição topográfica que se encontram. O processo de dissecação dado pelas drenagens nas vertentes das encostas forma cabeceiras de vários tipos, sendo as mais comuns as clássicas, que são as microbacias alongadas; as grandes, localizadas nas zonas de interseção e as pequenas cabeceiras, localizadas na base das escarpas reativadas como falhas.

Para um melhor entendimento dessas microbacias, foi elaborado o mapa de Microbacias de drenagem (**APENDICE H**), onde foram indentificados o rio principal e seus afluentes, seguida do traçado da linha de divisores da drenagem. Na área estudada, as microbacias encontram-se distribuídas de forma contínua ao longo do rio principal, e suas morfologias são alongadas e retilíneas e curtas. Essa configuração é coincidente com a morfologia de áreas de reativações de falhas, onde a retomada erosiva, causada pela mudança no nível de base, gera uma nova concavidade para o alojamento da drenagem.

A localização do *gráben* do rio Santana condiciona e aprisiona a drenagem principal, dificultando a ocorrência de capturas ao longo da mesma. Já as microbacias localizadas em áreas de altitudes elevadas, principalmente em trechos de alto e médio curso, possuem uma maior extensão, maior avanço erosivo e, mais suscetíveis à maior ocorrência de capturas.

As microbacias localizadas nas bacias do rio Paraíba do Sul, ao norte e nordeste da área de estudo, configuram-se como clássicas, possuindo formas arredondadas, de porte médio, estando dispersas ao longo das drenagens principais de direções preferenciais NE.

No setor oeste da área, acima da área de confluência formadora do Guandu, são em grande número, pequenas e, de certa maneira, sem orientação preferencial de eixo. Trata-se de uma área que se encontram intensamente afetada por

estruturas rúpteis de direções NE-SW, NW-SE, preferencial, e N-S e E-W, secundariamente, que truncam zonas de cisalhamento.

Já as microbacias localizadas no sudoeste da área estão condicionadas às estruturas rúpteis de direção NE-SW e NW-SE, são pequenas, com formas alongadas e localizadas ao longo das principais falhas. A presença desse tipo de microbacia é indicativa de atividades tectônicas, inclusive com presença de zonas de brechação e trituração.

As microbacias que drenam para a Baía da Guanabara são influenciadas tanto pelas estruturas subjacentes (Maciço do Tinguá), de tamanho médio e formas alongadas, estando dispostas de forma circular, quanto pelos lineamentos da drenagem, de tamanhos menores e formas alongadas e paralelas aos principais lineamentos da drenagem.

Assim, observa-se que as subbacias das regiões planálticas são maiores e mais alargadas do que as que drenam o relevo escarpado. Aquelas que apresentam um alargamento maior da área geralmente são coincidentes com as os setores de maior capturas de drenagem, como pode ser visto nos **APENDICES G e H**.

As sub-bacias são maiores e mais largas no domínio Rio Negro. Esse fator pode ser interpretado como a grande resistência dos ortognaisses e granitóides desse domínio, que dificulta a incisão vertical da drenagem no caso de ocorrência de possíveis capturas. Nos outros domínios as sub-bacias encontram-se mais alongadas e menores, geralmente alinhadas al canal principal da drenagem.

Nas bases das escarpas, onde há maior encaixamento da drenagem, observa-se a presença de pequenas bacias, perpendiculares à drenagem principal, denotando retomadas erosivas associadas à reativação das falhas. Nestas áreas, observam-se as retomadas erosivas também através de pequenas facetas que se interpõem às maiores. Caso típico como este é relatado na *Wasatch Fault*, na borda oeste do Basin Range (Utah-EUA), conforme demonstram vários autores, destacando Mayer (1986), Jacksos & Leeder (1994), Hamblin, (1992) e o Utah Geological Survey Public Information Series 40 1996 (<http://geologyindy.byu.edu/earthquake/WasFt.pdf> http).

Na área, da Falha do Morro Azul, a Figura 32 ilustra esta retomada erosiva ao longo de escarpa de falha reativada, gerando novas pequenas cabeceiras e novas facetas triangulares, desenvolvidas sobre outras que já se encontravam em estágio de evolução.

Figura 32: Facetas triangulares na base da Falha do Morro Azul. Destacam-se duas fases de evolução com duas seqüências de facetas e de bacias em processos erosivos.



Fonte: A autora, 2008.

5.3 - Fator de Simetria Topográfica Transversa da bacia do rio Santana

Buscando avaliar a influência da tectônica no arranjo da rede de drenagem, foi aplicada a técnica proposta por Cox (1994) e Keller & Pinter (1996), na análise do rio Santana, principal drenagem da área.

Essa técnica define o basculamento de blocos e deslocamento de rios causados devido à tectônica a partir do Fator de Simetria Topográfica Transversa (FSTT). De acordo com esse procedimento, a análise foi feita em diferentes segmentos do rio, buscando avaliar o comportamento do rio ao longo do seu curso. Segundo tal procedimento, valores próximos ou iguais a zero (0) indicam simetria e valores próximos ou iguais a um (1) se referem à assimetria e a uma maior influência da tectônica.

Os valores obtidos para a bacia do rio Santana, como pode ser observado no **APENDICE A**, indicam um forte basculamento na porção de montante da bacia, assim como na porção de jusante.

A assimetria da bacia na porção de montante pode ser interpretada como resultado da atividade tectônica na área. Ali observa-se a coincidência com as

falhas NW-SE e L-W, responsáveis pela esculturação e remodelagem da paisagem. A grande ocorrência de capturas de drenagem nesse setor reitera a influência da atuação tectônica.

Já na porção de jusante, a assimetria da bacia deve-se principalmente ao controle das estruturas N-S e NW-SE e ao intenso processo erosivo atuante. Ali observa-se muitas zonas de brechas de falhas e farinha de falhas, indicativas da intensa atividade tectônica na área, provocando dissecações no relevo em grande e pequena escala (*spurs ridges* e facetas triangulares, por exemplo). Outra feição resultante do processo de basculamento são os campos de matacões, caracterizados pelo grande número de blocos de rochas que afloram nas encostas, provenientes da trituração das rochas.

5.4 - Lineamentos da drenagem adensada

O Mapa de Lineamentos da Drenagem (Melo *et al.* 2001; Melo *et al.*, 2002ab) foi elaborado traçando-se retas geradas através da compilação de segmentos retos da drenagem que apresentam continuidade e extensão, obtidos através do Mapa da Drenagem Adensada. A elaboração deste mapa teve com apoio metodológico os trabalhos de Deffontaines (1992), Borges *et al.* (1998), Gontijo (1999), Neves & Morales (2003).

A análise dos lineamentos de drenagem totais (**APENDICE J**) mostrou estreita relação com as estruturas subjacentes, tanto no que se refere às orientações e deflexões de canais, quanto à definição de zonas de sedimentação e de erosão. Seguindo uma ordem de grandeza decrescente com relação à distribuição espacial e aos comprimentos dos canais, as direções da drenagem apresentaram variações entre NNE, NE, ENE, NNW, NW e WNW.

Os lineamentos de primeira ordem, que representam as direções de dissecação e o remodelamento atual da paisagem, apresentam feixes bem definidos nas direções NNW, NW, WNW, NNE, NE, ENE. As direções E-W e N-S são também marcantes, embora com feixes mais dispersos e segmentos menores.

Outros importantes feixes de falhas normais, algumas vezes com componentes oblíquas preferencialmente dextrais, com intensa brechação e

cataclase bem marcantes, são definidos por direções N40W, NW-SE, N50W, N60W e N70W. Um destes feixes, o NW-SE, com estrias indicando queda de bloco abatido para SW, é responsável pelo mais proeminente desnivelamento de blocos perpendicular ao *gráben*, nas adjacências do distrito de Arcádia, promovendo variação nas orientações locais dos canais de drenagem. Em outros locais, falhamentos NW promoveram deslocamentos dextrais, e algumas vezes sinistrais, ao longo da área, sendo o encaixamento do Rio Guandu, após a confluência do rio Santana, o exemplo mais contundente dessa movimentação.

Com objetivo de melhor mostrar a influência das estruturas geológicas na dinâmica fluvial, optou-se por separar os lineamentos de drenagem em 4 quadrantes/direções: norte-sul, leste-oeste, nordeste-sudoeste e noroeste-sudeste (**APENDICE K**).

Os lineamentos de direção nordeste-sudoeste (NE-SW) são os mais marcantes. Possuem feixes alongados, distribuídos ao longo de toda a área, marcando os contatos litológicos e as estruturas rúpteis reativadas como falhas.

Os lineamentos de direção noroeste-sudeste (NW-SE) possuem feixes bem marcados, com grande extensão e continuidade. Esses lineamentos são fundamentais na dinâmica fluvial e do relevo, pois truncam as estruturas NE, Pré-Cambrianas, promovendo a remodelagem e esculturação da paisagem. Alguns lineamentos estruturais dessa direção são marcados como falhas reativadas, como mostra o **APENDICE B**.

Os lineamentos de direção norte-sul (N-S) possuem feixes bem marcados na porção em toda a área, sendo importantes na emolduração do relevo.

Os lineamentos de direção leste-oeste ocorrem em segmentos mais curtos e espaçados, mas não menos importantes que os outros, pois são capazes de desviar drenagens, promovendo capturas em toda a área.

Os lineamentos da drenagem são importantes porque atuam no condicionamento da drenagem e relevo, promovendo o rearranjo resultando na ocorrência de feições morfotectônicas, mais detalhadas no próximo capítulo.

6 – COMPARTIMENTAÇÃO MORFOTECTÔNICA

A compartimentação morfotectônica aqui apresentada constitui uma análise integrada entre os aspectos geológicos: litologia, distribuição espacial dos corpos rochosos e estruturas dúcteis e rúpteis, e os aspectos geomorfológicos: topografia e morfologia, sobretudo associadas à dinâmica fluvial. Assim, como a área apresentou uma estreita relação entre estes aspectos, o Mapa de Compartimentação Morfotectônica (**APENDICE M**) foi individualizado em 3 unidades de relevo e em 4 blocos estruturais.

As 3 unidades de relevo denominadas de Superfícies Embutidas, Superfícies de Escarpas Escalonadas e Superfícies de Cimeira as quais, foram, por sua vez, subdivididas em compartimentos menores, de acordo com as peculiaridades geomorfológicas de cada compartimento. Estes compartimentos definem polígonos alongados de direção NE a ENE, acompanhando, geralmente, o *strike* precambriano subjacente e as principais falhas, sendo identificados da seguinte maneira:

- CI) Superfícies embutidas.
- CII) Escarpas escalonadas.
- CIII) Superfícies de cimeira.

Os 4 blocos foram individualizados de acordo com as estruturas rúpteis de direções NW do Mesozóico e Cenozóico mais marcantes (ver o mapa geológico), como as falhas de Morro Azul (FMA), que individualiza os blocos B4 e B3; de Santa Branca (FSB), que separa os blocos B3 e B2; e de Paracambi-Japeri (FPJ), que limita os blocos B2 e B1. Estes blocos possuem escalonamentos ocasionados pelas fortes rupturas no relevo, gerados pelas falhas normais com abatimentos voltados para SW.

Em alguns casos, essas estruturas rúpteis sugerem deslocamentos laterais de compartimentos, como por exemplo, entre os compartimentos CId e Cle, associados a falhas direcionais, com movimento sinistral. Este deslocamento é dado pela falha do Morro Azul onde é possível visualizar estrias normais e direcionais/obliquas além de feições de relevos tectônicos. Reativações destas falhas NW são mapeadas em outras partes da área, como pode ser visto na foto 10,

do **APENDICE M**, e nas regiões adjacentes (Riccomini, 1986, 1989; Ferrari, 1990, 2001, Gontijo, 1999 e outros). Próximo à borda leste da bacia Volta Redonda de borda oeste da bacia de Resende e, duas importantes estruturas de direção NW, foram identificadas como Zona de Transferência de Volta Redonda (Valeriano & Heilbron, 1993), e Zona de Transferência do Funil (Almeida, 2001, *apud* Gontijo *et al*, 2008), respectivamente.

Os blocos identificados caracterizam-se por setores que apresentam variações na morfologia, marcando importantes rupturas no relevo e no perfil longitudinal da drenagem, sobretudo no rio Santana (ver perfil longitudinal do **APENDICE M**), algumas mudanças em padrões de drenagens (ver **APENDICE E**), promovendo retomadas erosivas, que culminam na geração de novas cabeceiras de drenagem (ver **APENDICE I**), na evolução das principais zonas de capturas de drenagens (ver **APENDICE G**) e na definição de zonas preferenciais de sedimentação e de erosão (ver **APENDICE C**). Assim, os blocos são os seguintes:

- BI) Bloco da Baixada do rio Guandu.
- BII) Bloco do Gráben do rio Santana.
- BIII) Bloco das Superfícies Embutidas Conrado-Arcádia.
- BIV) Bloco das Superfícies de Cimeira.

A descrição do mapa será feita de acordo com os compartimentos, destacando os blocos ao longo do texto.

CI: Superfícies embutidas

Constitui um segmento de relevo embutido de direção NE ao longo do qual drenam as principais bacias da área, como a porção de médio e baixo curso do Santana e Guandu e, o rio do Saco, na porção norte da área. Estas superfícies são bordejadas pelos compartimentos das escarpas escalonadas e das superfícies de cimeira, e são desniveladas, apresentam rupturas de relevo, associadas às principais zonas de falhas NW com caimento para SW, concordantes com os 4

blocos definidos. Devido às características morfológicas e de processos entre setores deste compartimento, o mesmo foi subdividido em 5 outros:

- Cla: Superfície embutida do rio Guandu;
- Clb: Superfície embutida do Graben do Rio Santana;
- Clc: Superfície embutida intermediária de cunha erosiva;
- Cld: Superfície embutida intermediária de cimeira;
- Cle: Superfície embutida de cimeira.

Os compartimentos Cla e Clb (Fotos 1, 2 e 12 do **APENDICE M**) são constituídos por planícies, onde localizam-se grande parte dos sedimentos quaternários da área, sendo a primeira, na confluência formadora do rio Guandu a altitudes de 10 a 20 metros e, a segunda, nas bacias sedimentares de Japeri e Conrado, na área do gráben do rio Santana, a altitudes de 20 a 30 metros. São bordejados a sudeste e noroeste pelas escarpas do gráben e, a sudoeste e nordeste pelas falhas Paracambi-Japeri e Paulo de Frontin, respectivamente. Além das escarpas escalonadas, apresentam no seu interior relevos de pequenas serras, morro e colinas intensamente dissecadas, sobretudo no Cla (**APENDICE M**).

Intensa colmatação aluvial e fluxos de massas lentos e rápidos, como colúvios, tálus e quedas de blocos, são marcantes na região gerando leques coalescentes sobre as bordas dos sedimentos fluviais, denotando intensa morfogênese. A drenagem é influenciada principalmente pelas estruturas rúpteis de direção NE e NW (ver **APENDICE K**) que, por sua vez, controlam as microbacias alinhadas perpendicular ou paralelas ao canal principal.

Destaca-se nestas bacias, de Conrado e Japeri, sobretudo na primeira, a mudança de direção do rio Santana. Este fato é evidenciado por dois elementos principais, a migração lateral do canal e a mudança de localização da zona de junção fluvial entre as duas bacias. A presença de meandros abandonados, indicando migração lateral do canal em direção ao eixo da falha da serra do Pau Ferro e de Paracambi (ver foto 13 do **APENDICE M**) que culminou com a mudança de direção deste rio na bacia de Conrado. O antigo leito do rio mudava sua curva para a Bacia de Japeri, na área localmente conhecida como “curva da Igrejinha”. Atualmente, ele alcança esta bacia através de uma profunda incisão vertical,

epigenia, mais a sudoeste, na área localmente denominada de “extração de areia” (ver foto 2 do **APENDICE M**).

Os compartimentos Clc e Cld (Fotos 4 e 10 do **APENDICE M**) caracterizam por dois imponentes embutimentos de superfícies delimitados pelas falhas NW, com caimento para SW, de Conrado (FC) e do Morro Azul (FMA). Destaca-se que foram individualizados somente devido ao aspecto erosivo, já que o Cic, caracteriza-se pelo segmento erodido da borda do Cld, ao longo da Falha do Morro Azul, pelo Córrego São João da Barra. A porção sudeste é delimitada pela falha do Lineamento Jacuacanga-Conrado (Penha *et al.*, 1997) ou CTB (Almeida, 2001), o qual apresenta pelo menos três estrias indicativas de reativações tectônicas, incluindo neotectônica (Gontijo *et al.*, 2007, e Gontijo *et al.*, no prelo). A foto 24 ilustra estas reativações. Na base das escarpas de falha, é comum a ocorrência de depósitos de tálus e quedas de blocos. Caracteriza-se por um relevo com morros e colinas assimétricas, intensamente dissecadas desenvolvidas sobre as rochas do Domínio Arcádea-Areal. Possui altitudes médias de 600 m, com relevo e drenagens fortemente influenciadas pelos lineamentos de direção NW e NE, apresentando pequena sedimentação fluvial em alvéolos. O Rio Santana, quando encaixa na segmento do Lineamento Jacuanga-Conrado ou CTB, promove uma forte incisão vertical na drenagem, configurando outra feição que pode ser interpretada com gênese em processos tectônicos.

O Compartimento Cle configura-se como um planalto de embutido e elevado em cotas médias de 800 m (Foto 9 do APENDICE M) ao longo do qual se instala o rio do Saco, entre as cidades de Miguel Pereira e Paty do Alferes. Esta drenagem, ao contrario do rio Santana possui vergência de fluxo em direção NE, até as adjacências de Paty do Alferes onde, capturas, promovem mudança de fluxo para NW e N.

No seu limite sudoeste, em contato com os compartimentos Clc e Cld, possui uma quebra abrupta do relevo dado pelos dois segmentos escalonados da Falha de Miguel Pereira (FMP), paralela à falha de Morro Azul (FMA). Observa-se profunda incisão vertical da drenagem e intensos depósitos de tálus e quedas de blocos. Este relevo, assim como estrias de falhas indicam o movimento normal desta falha porem, a distribuição espacial deste compartimento e, a presença de estrias com movimentos transcorrentes, sugerem um deslocamento direcional, sinistral, deste compartimento. Estudos mais detalhados deverão ser feitos para definir e confirmar

esta superposição temporal. Porém, a partir de análises regionais e locais, as falhas NW sugerem movimentações mais recentes, conforme proposto na área por Gontijo *et al.*, (2007 e no prelo).

Esta reativação tectônica seria responsável pela retomada erosiva e inversão do rio do Saco, ou parte dele, levando de uma importante captura de drenagem tanto na região de Governador Portela (Miguel Pereira) como em Paty do alferes. O lago do Javari seria uma importante feição remanescente desta captura. Gontijo *et al* (op cit) descrevem a ocorrência de restos de sedimentos terciários preenchendo paleocanais com dimensões aflorantes entre 10 a 20 metros de comprimento e 2 a 6 metros de altura. O Rio do Saco é marcado por sedimentação fluvial alveolar com intensos processos de coluvionamentos e depósitos de tálus colmatando o vale. Constitui um vale soerguido ao longo do qual, as cidades de Miguel Pereira e Japeri se desenvolveram. Possui média densidade de drenagem devido à resistência dos metapelitos e granitóides do Domínio Piraí-Bemposta. Localiza-se no bloco das Superfícies de Cimeira, e é embutida entre o Compartimento das Superfícies de cimeira com serras e morros residuais (CIIIa) e a Superfície serrana de cimeira (CIII d).

CII: Serras escalonadas

Constituem um compartimento de serras alongadas e contínuas de direção NE, escalonadas em direção ao eixo do vale do rio Santana, apresentando caimentos para NW e para SE (ver APENDICE M). Foi subdividido em oito sub-compartimentos, de acordo com suas características e com a localização das escarpas em relação à bacia do rio Santana. São eles:

- CIIa: 1º nível de serras escalonadas a noroeste do Graben do rio Santana.
- CIIb: 2º nível de serras escalonadas a noroeste do Graben do rio Santana.
- CIIc: 1º nível de serras escalonadas a sudeste do Graben do rio Santana.
- CIId: 2º nível de serras escalonadas a noroeste do vale do rio Santana.
- CIIe: 3º nível de serras escalonadas a noroeste do vale do rio Santana.
- CII f: 4º nível de serras escalonadas a noroeste do vale do rio Santana.
- CIIg: 5º nível de serras escalonadas a noroeste do vale do rio Santana.

- CIIh: Segmento da escarpa de borda ocidental do graben da Guanabara.

Os compartimentos CIIa e CIIb localizam-se a noroeste do graben do rio Santana, englobando a Serra do Pau Ferro, caracterizando-se por degraus escalonados com abatimento voltados para SE em direção ao graben homônimo (ver foto 11 do **APENDICE M**) portanto, contrário ao mergulho principal da foliação neste setor do Domínio Piraí-Bemposta que é preferencialmente para NW. Assim, além das falhas e da retilinidade e escalonamento do relevo, destacam feições morfotectônicas indicativas de retomadas erosivas em decorrência de reativações neotectônicas como facetas triangulares em diferentes dimensões e posições topográficas, sobretudo aquelas localizadas na base das escarpas já em processo de recuo erosivo, deslocamentos de segmentos dos pequenos divisores que dissecam sua escarpa (*spurs ridges*) e depósitos de tálus e quedas de blocos. As serras e morrotes estão intensamente festonados, com indícios de retomada erosiva caracterizados pelas microbacias de drenagens alongadas e paralelas ao córrego João Corrêa (ver **APENDICE H**). O padrão predominantemente é o paralelo, com alta densidade de drenagem.

Os compartimentos CIIc, CII d, CIIe, CII f e CII g localizam-se a sudeste do vale do rio Santana, englobando as Serras da Bandeira e de São Pedro (ver fotos 1, 2, 4 e 5 do **APENDICE M**) sobre rochas do Domínio rio Negro e Serra dos Órgãos. Configuram-se como serras escalonadas com caimento para noroeste, que abatem em direção ao eixo do vale. Esta direção do caimento das serras é concordante com os das foliações embora, algumas vezes ocorram falhas que evidenciam reativação que truncam a xistosidade. As drenagens de direção NW presentes nesses compartimentos dissecam as escarpas, causando o festonamento do relevo através da incisão vertical dos canais de drenagem. A sedimentação quaternária nesses compartimentos encontra-se distribuída em alvéolos, geralmente possuem direção NE, acompanhando a direção preferencial do substrato rochoso, ou NW, acompanhando as zonas de fraqueza das estruturas rúpteis do mesozóico-cenozóico (ver **APENDICE C**).

A porção sudoeste do compartimento CIIc configura-se como a escarpa de falha do gráben do rio Santana, como mostra a foto 2 do **APENDICE M**. É bordejado pelas falhas da Serra da Bandeira (FSB) a sudeste e pelo lineamento Jacuacanga-Conrado, a nordeste (ver **APENDICE B**). O compartimento CIIh

caracteriza-se como um segmento da escarpa de borda ocidental do graben da Guanabara, constituindo-se como o divisor de drenagem das bacias do rio Santana e da Baía da Guanabara. Suas drenagens fluem em direção a Baía da Guanabara.

CIII: Superfícies de cimeira

Conjunto homogêneo topograficamente, com serras alongadas de direção NE, onde concentram as maiores altitudes de relevo. Localiza-se nos blocos das Superfícies de Cimeira, com destaque para as serras do Macuco, do Couto, da Cruz das Almas, de Miguel Pereira e do Pau Ferro e do Maciço do Tinguá, com altitudes entre 800 a 1500 m aproximadamente. Possui relevo fortemente dissecado, com alta densidade de drenagem e grande incisão vertical. É um compartimento soerguido que bordejia as superfícies embutidas e as serras escalonadas. Encontra-se subdividido em seis outros, individualizados de acordo com as características geomorfológicas e localização espacial.

Os compartimentos da porção noroeste, CIIIa, CIIIb e CIIIc, encontram-se escalonados em direção à baixada do rio Guandu (ver fotos 4 do **APENDICE M**), com altitudes que variam de 1000 a 300 m e abatimentos para nordeste. Já os compartimentos CIIId, CIIIe e CIIIf, localizados na porção sudeste da área, caracterizam-se como divisores de drenagem, superfície de cimeira da borda ocidental do graben da Guanabara e Maciço alcalino do Tinguá, respectivamente (fotos 3, 4 e 6 do **APENDICE C**).

A compartimentação morfotectônica realizada procurou relacionar a atividade tectônica das estruturas rúpteis, algumas reativadas, com as modificações ocorridas na crosta terrestre, especificamente na drenagem e no relevo. Buscou-se com isso individualizar a paisagem em compartimentos de características morfológicas semelhantes, para no futuro compreender melhor os processos atuantes em cada compartimento e as transformações na paisagem geomorfológica acarretadas por estes processos.

7 – CONCLUSÕES

De acordo com os dados pesquisados e os resultados desse trabalho, podemos considerar a importância da estrutura geológica e da rede de drenagem para a compartimentação morfotectônica da área. A litologia e as estruturas rúpteis e dúcteis ajudaram a compreender as anomalias da drenagem e de relevo, características de áreas com atividade tectônica.

O conhecimento da geologia da área permitiu relacionar as estruturas rúpteis e os lineamentos estruturais às feições morfotectônicas ocorridas, como os *spurs ridges*, facetas triangulares, alinhamento de microbacias e capturas de drenagem, alterações nos perfis longitudinais de canais, entre outras.

A configuração da drenagem e do relevo, associada à caracterização das estruturas rúpteis e aos mapeamentos geomorfológicos e geológicos, definem a existência de um *gráben* na região, o *gráben* do Santana. O referido *gráben* encontra-se totalmente desenvolvido dentro de uma zona de cisalhamento de direção NE, possuindo cerca de 20 km de comprimento e 2 km de largura, podendo ser observado principalmente pelos abatimentos de blocos associados a falhas em direção ao eixo do vale, com direções preferenciais NE-SW e N30E e desnivelamentos de blocos perpendiculares, decorrentes de falhas normais/obliquas de direção NW-SE, com abatimentos voltados para SW. A presença de direções NW, de transferência ou normal, sub-compartimentam o *gráben*. Falhas direcionais E-W e N-S são expressivas, embora não definam relevo. O *gráben* forma depressão alongada NE que consiste em dois depocentros (bacias de Japeri e Conrado), separados por alto intrabacinal.

O comportamento do rio Santana, assim como de seus afluentes analisados através dos perfis, exhibe condições vinculadas a um controle de estruturas que promovem alterações em determinados trechos do rio, representados por rupturas no perfil. Tais desnivelamentos, especialmente no caso do rio Santana, atuam significativamente no controle da sedimentação do canal. As capturas de drenagem mapeadas ocorrem definindo zonas de alinhamentos preferenciais, associadas tanto a fatores litológicos como tectônicos.

A influência da tectônica na rede de drenagem da área em estudo pode ser destacada através de feições de anomalias, como basculamentos, drenagens retilíneas associadas aos escarpamentos, vales suspensos do tipo *gullies* delimitados pelas facetas triangulares, deslocamentos de canais ao longo da linha de falhas, capturas de drenagens, cotovelo de capturas, vales abandonados, anfiteatros (interpretadas como prelúdio da captura), lagos suspensos e, a alta densidade de drenagem em determinados locais, que indica que existem sítios potenciais de captura (Melo *et al.* 2001; Melo *et al.*, 2002 a, b; Melo - Lopes 2008, no prelo). Nota-se o condicionamento tectônico e estrutural nas orientações preferenciais dos lineamentos de drenagem e nas feições de anomalias de drenagem.

A sedimentação quaternária também é condicionada pelas estruturas rúpteis e pela morfologia, visto a disposição dos depósitos localizar-se nas áreas de baixada ou embutidos em alvéolos escalonados nos degraus escarpados das bordas do graben do rio Santana ou nos fundos dos vales dos principais canais de drenagem.

As capturas de drenagem mapeadas na área ocorrem definindo zonas de alinhamentos preferenciais, associadas tanto a fatores litológicos como tectônicos **(APENDICE G)**. A distribuição das capturas ocorre preferencialmente ao longo de lineamentos, falhas ou juntas, destacando a direção NW-SW, onde são definidos seis marcantes segmentos, e a direção NE-SW que, apesar de ser concordante com a estruturação subjacente, mostra-se mais descontínua e pouco coincidente com os contatos litológicos. Ocorrem, ainda, capturas que definem lineamentos N-S e, de maneira mais esparsa, a direção E-W.

Dentre as capturas mapeadas, a mais proeminente é a que ocorre no rio do Saco, entre as cidades de Miguel Pereira e Paty do Alferes, cujo testemunho é o Lago de Javary, em Miguel Pereira.. O fato de estas cidades localizarem-se sobre um vale suspenso com intensa colmatação fluvial coluvial, destoantes do atual volume do rio do Saco, levou a considerar que parte desta drenagem poderia fazer parte do rio Santana. Porém, estudos mais detalhados fazem-se necessários para o melhor entendimento dessa possível captura.

A distribuição das microbacias ocorreu preferencialmente ao longo de lineamentos, falhas ou juntas, destacando a direção NW-SW, e a direção NE-SW, que, apesar de ser concordante com a estruturação subjacente, mostra-se mais descontínua e pouco coincidente com os contatos litológicos. A localização do

gráben do rio Santana condiciona e aprisiona a drenagem principal, dificultando a ocorrência de capturas ao longo da mesma. Já as microbacias localizadas em áreas de altitudes elevadas, principalmente em trechos de alto e médio curso, possuem uma maior extensão, maior avanço erosivo e, mais suscetíveis à maior ocorrência de capturas.

A análise dos lineamentos da drenagem mostrou estreita relação com as estruturas subjacentes, tanto no que se refere às orientações e deflexões de canais, quanto à definição de zonas de sedimentação e de erosão. Seguindo uma ordem de grandeza decrescente com relação à distribuição espacial e aos comprimentos dos canais, as direções da drenagem apresentaram variações entre NNE, NE, ENE, NNW, NW e WNW.

Os valores obtidos através da técnica do fator de simetria topográfica transversa realizada na bacia do rio Santana indicaram forte basculamento na porção de montante da bacia, interpretada como resultado da atividade tectônica, assim como na porção de jusante, onde o basculamento de blocos deve-se principalmente ao controle das estruturas N-S e NW-SE e ao intenso processo erosivo atuante. Outra feição resultante do processo de basculamento são os campos de matacões, caracterizados pelo grande número de blocos de rochas que afloram nas encostas, provenientes da trituração das rochas.

A compartimentação morfotectônica aqui apresentada constituiu uma análise integrada entre os aspectos geológicos: litologia, distribuição espacial dos corpos rochosos e estruturas dúcteis e rúpteis, e os aspectos geomorfológicos: topografia e morfologia, sobretudo associadas à dinâmica fluvial. Buscou-se com isso individualizar a paisagem em compartimentos de características morfológicas semelhantes, para no futuro compreender melhor os processos atuantes em cada compartimento e as transformações na paisagem geomorfológica acarretadas por estes processos. Assim, como a área apresentou uma estreita relação entre estes aspectos, a compartimentação morfotectônica foi individualizado em 3 unidades de relevo e em 4 blocos estruturais.

As 3 unidades de relevo foram denominadas de Superfícies Embutidas, Superfícies de Escarpas Escalonadas e Superfícies de Cimeira. Estes compartimentos definem polígonos alongados de direção NE a ENE, acompanhando, geralmente, o *strike* precambriano subjacente e as principais falhas.

Os 4 blocos identificados caracterizaram-se por setores que apresentam variações na morfologia, marcando importantes rupturas no relevo e no perfil longitudinal da drenagem, algumas mudanças em padrões de drenagem, na evolução das principais zonas de capturas de drenagens e na definição de zonas preferenciais de sedimentação e de erosão. Os blocos foram denominados de Bloco da Baixada do rio Guandu, Bloco do Gráben do rio Santana, Bloco das Superfícies Embutidas Conrado-Arcádia e Bloco das Superfícies de Cimeira.

A compartimentação morfotectônica realizada procurou relacionar a atividade tectônica das estruturas rúpteis, algumas reativadas, com as modificações ocorridas na crosta terrestre, especificamente na drenagem e no relevo. Buscou-se com isso individualizar a paisagem em compartimentos de características morfológicas semelhantes, para no futuro compreender melhor os processos atuantes em cada compartimento e as transformações na paisagem geomorfológica acarretadas por estes processos.

Os dados geomorfológicos e geológicos obtidos até o momento não deixam dúvidas quanto à importância da tectônica mesozóico-cenozóica na evolução morfotectônica, morfoestrutural e morfodinâmica da área em estudo.

Sendo assim, podemos considerar os estudos das características da drenagem, das formas de relevo tectônicas e das estruturas rúpteis e dúcteis como fundamentais para a compartimentação morfotectônica da área e para a compreensão da evolução das áreas de erosão e sedimentação.

8 – PROPOSTAS DE ESTUDOS FUTUROS

Considerando os estudos realizados para o desenvolvimento da pesquisa apresentada no âmbito da dissertação, constata-se que existem possibilidades para o desdobramento de alguns aspectos discutidos. Entre eles, destaca-se um aprofundamento da análise das coberturas sedimentares observadas na área, com vistas a um melhor conhecimento no que se refere a sua configuração estratigráfica e sua relação com condições de deposição, já relacionadas em alguns trabalhos, que refletem a evolução tectônica do Sudeste brasileiro.

Outro importante eixo de estudos refere-se a análise das microbacias, visto ser sua disposição, tamanho e forma, uma ferramenta nos estudos referentes às estruturas e neotectônica, principalmente quanto aos aspectos da localização e reativação de falhas.

Uma outra possibilidade corresponde a um melhor entendimento das condições de evolução da paisagem, sobretudo no aspecto da geofísica. A possibilidade de conhecimento da espessura do pacote sedimentar e a datação desses sedimentos contribuiria para as ciências geomorfológica, estratigráfica e geofísica da área, e para o aspecto econômico, visto que as bacias de Conrado e Japeri configuram-se como uma área produtora de tijolos e extração de areias.

Além da importância no aspecto científico-acadêmico, pelos motivos já citados, a área também apresenta relevância no que se refere ao uso e ocupação do solo, e principalmente administração dos recursos naturais. Devido a presença de resquícios de Mata Atlântica, e de várias nascentes de rios, a área é de suma importância para a captação dos recursos hídricos, visto ser o rio Santana o principal afluente do rio Guandu, que abastece de água a região metropolitana do Rio de Janeiro.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. F. M. 1967. Origem e Evolução da Plataforma Brasileira. *DNPM/DGM. Bol.*, 241.
- ALMEIDA, F. F. M. 1976. The system of continental rifts bordering the Santos Basin, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. Rio de Janeiro. 48(Supl):15-26.
- ALMEIDA, F. F. M. ; 1983. Relações tectônicas das rochas alcalinas na região meridional da Plataforma Sul-Americas. *Revista Brasileira de Geociências*, 13(3) – 139-158.
- ALMEIDA, F. F. M. 1986. Distribuição regional e relações tectônicas do magmatismo pós-paleozóico no Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 16(4) – 325-349.
- ALMEIDA, F. F. M. & CARNEIRO. C. D. L. Origem e evolução da Serra do Mar. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 28, n.2, p. 135-150. *et al.*, 1998.
- ALMEIDA, J. C. H. 2000. Zonas de Cizalhamento Dúctil de Alto Grau do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, *Tese de Doutorado*, 168 p.
- AMADOR, E. S. & PONZI, V. R. A. 1974. Evolução geomorfológica da Baía de Guanabara no Quaternário. In. *Congresso Brasileiro de Geologia*, 28, 1974, Porto Alegre. *Volume de Comunicações...* Porto Alegre: SBG. p. 6-9.
- ASMUS, H.E.; FERRARI, A.L. 1978. Hipótese sobre a causa do tectonismo cenozóico na região Sudeste do Brasil. Petrobrás. In: *Aspectos Estruturais da Margem Continental Leste e Sudeste do Brasil*. Rio de Janeiro, CENPES/DINTEP, 75-88 (Série Projeto REMAC, 4).
- BANNISTER, E. 1980. Joint and drainage orientation of S.W. Pennsylvania. *Zeitschrift fur Geomorphologie Supp. N. F.* , Stuttgart, v. 24, p. 273-286.
- BISHOP. P. (1995). Drainage rearrangement by river capture, beheading and diversion. *Progress in Physical Geography*, 19(4): 449-473.
- BORGES et al., 1995. A esculturação da paisagem do litoral do Brasil e sua relação com os movimentos neotectônicos do Quaternário. In: SBG/RS e CPGQ/UFRGS,

Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, 5, Gramado, *Resumos Expandidos*, 423-424.

BORGES, M.S., *et al* (1998). Compartimentação neotectônica do Sudeste do Brasil. XL Cong.Bras.Geol., Anais Belo Horizonte, p.74.

CALDERANO, S. B. *et al* 2000. Relict tertiary sediments in Paty do Alferes country, mountainous regions of the state of Rio de Janeiro, Brazil. In: *31st International Geological Congress*, Rio de Janeiro, Brazil, Anais Multimidia ou CD, pg. G2800079.pdf.

CALDERANO, S. B. *et al* 2001. Sedimentos terciários reliquiais em Paty do Alferes, região serrana do estado do Rio de Janeiro. *Simpósio de Geologia do Sudeste*, 7, Rio de Janeiro, *Boletim de Resumos*, p. 87

CIDE, 1987. Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro. Mapas Temáticos do estado do Rio de Janeiro.

CHRISTOFOLETTI, A. 1980. Geomorfologia. Capítulo 3: Geomorfologia Fluvial. Páginas 65 – 101.

COTTON, C.A. 1968. *Geomorphology*. 7a ed., Witcombe & Tombs Limited., London, 154-187.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil, Brasília, 2001. Mapa Geomorfológico do Estado do Rio de Janeiro.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil, Brasília, 2001. Mapa Geológico do Estado do Rio de Janeiro.

CRAVINHO, F. F. 2001. Mapeamento de Relevos Decorrentes da Atividade Neotectônica na Porção Serrana do Centro-Sul do Estado do Rio de Janeiro. *XXIII Jornada de Iniciação Científica UFRJ*.

CRAVINHO, F. F. 2002. Relevos Morfotectônicos Associados à Reativação Neotectônica na Bacia do Rio Santana (RJ). *IV SINAGEO-Simpósio Nacional de Geomorfologia*. São Luís, MA.

CRAVINHO, F. F. 2002. Relevos Morfotectônicos e Suas Relações com as Estruturas Geológicas na Bacia do Rio Santana (RJ). *XXIV Jornada de Iniciação Científica UFRJ*.

- CRAVINHO, F. F; GONTIJO-PASCUTTI, A. H. F. & MELO, P. B. 2003. Relevos tectônicos no gráben do rio Santana (RJ). *Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos*, 9. , Búzios. Boletim de Resumos. Rio de Janeiro: SBG, 2003, p. 299 -301.
- COX, R. T. 1994. Analysis of drainage – basin symmetry as a rapid technique to identify areas of possible Quaternary tilt block tectonics: as example from the Mississippi Embayment. *Geological Society of America Bulletin*, Boulder, v. 106, n. 5, p. 571-581.
- DE MARTONE, E. 1950. Abruptos de falha e capturas recentes: A Serra do Mar de Santos e a “Espinouse”. *Boletim Geográfico*, Rio de Janeiro, (83):1283-1287.
- DEFFONTAINES, B. 1992. Contribution of the drainage network analysis to neotectonic: method and application in France. *Bulletin INQUA Neotectonic Commission*, 14: 16-17.
- DOORKAMP, J.C. 1986. Geomorphological approaches to the study of Neotectonics. *Journal of the Geological Society of London*, 143: 335-342.
- DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral. 1998. Mapa Geológico do Estado do Rio de Janeiro, escala 1:400. 000.
- EIRADO SILVA, L.G. 2006. Evolução Tectônica e Geomorfológica da Serra da Bocaina. Sudeste do Brasil. *Tese de Doutorado*. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, UERJ, Brasil. 2006.
- FERRARI, A.L. 1990. A geologia do *rift* da Guanabara (RJ) na sua porção centro-ocidental e sua relação com o embasamento pré-cambriano. In: *Congresso Brasileiro de Geologia*, 36, 1990, Natal. *Anais...* Natal: SBG. 6:2813-2826.
- FERRARI, A. L. 2001a. *Evolução Tectônica do Graben da Guanabara*. Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Tese de Doutorado, 412 p.
- FERRARI, A. L., RICCOMINI, C. 2001b. Ocorrências de rochas vulcânicas na porção central do Graben da Guanabara (RJ) e suas implicações para a evolução do relevo no sudeste do Brasil. VII Simpósio de Geologia do Sudeste, Rio de Janeiro: 82.
- FREITAS, R. O. 1951. Ensaio sobre a tectônica moderna no Brasil. São Paulo: FFCL/USP, Boletim 130, *Série Geologia*, Nº 6, 120 p.
- FREITAS, R. O. 1956. Ensaio sobre a tectônica moderna no Brasil. São Paulo: FFCL/USP, Boletim 130, *Série Geologia*, Nº 6, 120 p.

- GOY, J. L. *et al* (1991). Modelo of morphotectonic map and legend. INQUA Neotectonics Bulletin, Oxford, v. 12, p. 19-31.
- GONTIJO, A. H. F. 1999. Morfotectônica do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul: Região da Serra da Bocaina, Estados de São Paulo e Rio de Janeiro. *Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, Tese de Doutorado*, 259p.
- GONTIJO, A. H. F. *et al.* 2002. Morfotectônica e Geometria de Falhas no Graben do Rio Santana (RJ). In *Congresso Brasileiro de Geologia*, 16, João Pessoa, *Anais*, p. 358.
- GONTIJO, A.H.F., *et al.*, 2003. Falhas, fraturas e relevos associados no Graben do Rio Santana, porção ocidental do Graben da Guanabara (RJ). VIII Simpósio de Geologia do Sudeste. 21-24/10/2003, São Pedro, SP.
- GONTIJO-PASCUTTI, A. H. F., *et al.* 2007. *Evidências de deformação neógena no gráben do rio Santana, RJ. XIV Simpósio de Geologia de Minas Gerais e X Simpósio de Geologia do Sudeste. 1-4/11/2007, Diamantina, MG, Anais. pg. 161*
- GONTIJO-PASCUTTI, A. H. F., *et al.* 2008. Brittle reactivation of the Arcádia-Areal shear zone and the origin of the Rio Santana graben, southeastern Brazil. Submitted to *Journal of South American Earth Sciences*.
- HAMBLIN, W. K., 1992. Earth's dynamic systems: New York, Macmillan Publishing Company, 647 p.
- HASUI, Y. *et al* 1978. *Geologia da Região Administrativa 3 (Vale do Paraíba) e parte da Região Administrativa 2 (litoral do Estado de São Paulo)*. IPT, São Paulo. 78 p. (Série Monografias, 1).
- HASUI, Y. 1990. Neotectônica e aspectos fundamentais da tectônica ressurgente no Brasil. In: *SBG/MG, Workshop Sobre Neotectônica e Sedimentação Cenozóica Continental no Sudeste Brasileiro*, 1, Belo Horizonte, *Anais*, 766-771.
- HASUI, Y., COSTA, J.B.S. 1996. Neotectônica: Fundamentos, métodos e técnicas de análise. In: *SBG/Núcleo Norte, Simpósio de Geologia da Amazônia*, 5. Belém, *Notas de curso*, 19 p.
- HASUI, Y. *et al* 1998. Evolução morfotectônica do Sudeste do Brasil. In: *SBG / Minas Gerais, Congresso Brasileiro de Geologia*, 40, Belo Horizonte, *Anais*, p.78.
- HEILBRON, M. *et al* 1993. Compartimentação tectônica e evolução geológica do segmento central da Faixa Ribeira, ao sul do Cráton do São Francisco. In II Simpósio

sobre o Craton do São Francisco, Salvador. *Anais...* Salvador : SBG - Núcleo Bahia/Sergipe, p.263-265, 1993.

HEILBRON, M. *et al* 1995. A orogênese brasileira no segmento central da Faixa Ribeira, Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 25(4):249/266.

HEILBRON, M. ; MACHADO, N. 2003. Timing of terrane accretion in the Neoproterozoic-Eopaleozoic Ribeira belt (se Brazil). *Precambrian Research, Amsterdam*, v. 125, n. 1-2, p. 87-112.

HIRUMA, S.T., RICCOMINI, C., MONDENESI-GAUTTIERI, M.C., 2001. Neotectônica no Planalto de Campos de Jordão, SP. *Revista Brasileira de Geociências*, 31, 375-384.

HOWARD, A. D. 1967. Drainage analysis in geologic interpretation : a summation. *American Association of Petroleum Geology Bulletin*, Tulsa, v. 51, n. 11, p. 2246-2259.

IBGE. Cartas topográficas em papel e em meio digital, escala 1:50000. Cava (SF. 23-Z-B-IV-1); Vassouras (SF. 23-Z-A-III-4); Miguel Pereira (SF. 23-Z-B-I-3); Paracambi (SF. 23-Z-A-IV-2).

JACKSON, J. & LEEDER, M. 1994. Drainage systems and the development of normal faults: an example from Pleasant Valley, Nevada. *Journal of Structural Geology*, Amsterdam, v. 16, n. 8, p. 1041-1059.

KING, L. C. 1956. A Geomorfologia do Brasil Oriental. *Rev. Bras. Geog.* Rio de Janeiro. 18(2):147-266.

KELLER, E. A., PINTER, N. 1996. Active Tectonics. Earthquakes, uplift and landscape. New Jersey: Prentice Hall, 338 p.

LAMEGO, A. R. 1945. A geologia de Niterói na tectônica da Guanabara. Boletim 115, Divisão de Geologia e Mineralogia, RJ.

LAMEGO, A. R. 1964. O homem e a Guanabara. Biblioteca Geográfica Brasileira, Rio de Janeiro, 408 p.

MADEIRA & BORGHI, E. 1999. Estrutura dos Depósitos Sedimentares Quaternários da Bacia Hidrográfica do Rio Santana, Miguel Pereira, Estado do Rio de Janeiro. Anuário do Instituto de Geociências, UFRJ, vol.22.

- MAGALHÃES JR., A. P., TRINDADE, E. S. 1996. Condicionamento Tectônico da dinâmica fluvial cenozóica do vale do rio Cervo – sul de Minas gerais. *Revista Sociedade e Natureza, Uberlândia*, v. 15, p. 81-86.
- MAYER, L. 1986. Tectonic geomorphology of escarpments and mountain fronts. In: *Active Tectonics: Impact on Society*. National Academy press. Cap. 7, pg. 125-135.
- MELO, P. B., GONTIJO, A.H.F., MOURA, J. R. S. 2001. Mapeamento das Anomalias de Drenagem Indicativas da Neotectônica na Porção Serrana do Centro-sul do Estado do Rio de Janeiro. *XXIII Jornada de Iniciação Científica, UFRJ*.
- MELO, P. B. et al 2002a. O controle da Reativação Neotectônica na Bacia do Rio Santana(RJ). *IV Sinageo-Simpósio Nacional de Geomorfologia, São Luís, MA*.
- MELO, P. B. et al 2002b. O controle da Estrutura Geológica na Rede de Drenagem da Bacia do Rio Santana (RJ). *XXIV Jornada de Iniciação Científica, UFRJ*.
- MEIS, M.R.M., MIRANDA, L.H.G., FERNANDES, N.F. 1982. Desnivelamento de altitude como parâmetro para compartimentação do relevo: bacia do médio-baixo Paraíba do Sul. *Congresso Brasileiro de Geologia, 32, 1982, Salvador. Anais...SBG-BA, 4:1489-1509*.
- MORNER, N. A. (ed.) 1989. Paleoseismicity and neotectonics. Bull. *INQUA Neotectonics Comission*, n 12.
- NEVES, M.A., MORALES, N. 2003. Compartimentação morfotectônica da região de Jundiaí (SP). *Revista Brasileira de Geociências*, v. 33(2) p 167-176.
- OLLIER, C. D. 1981. *Tectonics and Landforms*. London: Longman Inc., 324 p. (Geomorphology texts).
- OUICH, S. 1985. Response of alluvial rivers to slow active tectonic movement. *Geological Society of American Bulletin*, 96: 504-515.
- PANIZZA, M. et al. 1987 Neotectonic reserach in applied geomorphologicasl studies. *Z. Geoorphologie N.F., Suppl. Bd – 63, p. 173-211*.
- PAVLIDES, S. B. 1989. Looking for a definition of neotectonics. *Terra Nova*, 1(3): 233-235.
- PENHA, H.M., Barand, R. 1989. Atividade sísmica na região de Monsuaba, Angra dos Reis, Rio de Janeiro, uma avaliação geológica/geofísica. *Simpósio de Geologia do Sudeste, 1. Rio de janeiro. 1989. Bol. de Resumos...Rio de Janeiro, SBG. p.136*.

- PENHA, H. M. *et al* 1997. Indicativos de eventos tectônicos cenozóicos no Lineamento Jacuacanga-Conrado. O exemplo da região do médio/baixo curso do Rio Santana, RJ. In: SBG / Núcleos Rio de Janeiro, Espírito Santo e São Paulo, *Simp. Geol. do Sud.*, 5, Penedo, *Anais*, p. 71 - 73.
- PONÇANO, W.L. *et al*. 1981. *Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo*. IPT, São Paulo. 94p. Monografias do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 5.
- RADAM BRASIL. 1983. Secretaria Geral Ministério de Minas e Energia. *Projeto Radam Brasil*; folhas SF. 23/24, Rio de Janeiro/Vitória. V. 32.
- RICCOMINI *et al.*, 1989. Neotectonic activity in the Serra do Mar rift system (Southeastern Brazil). *J. South Am. Earth Sci.*, 2(2):191-97.
- RICCOMINI, C., SANTANA, L.G., FERRARI, A. 2004. Evolução geológica do Rift Continental do Sudeste do Brasil. *Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da obra de Fernando Flavio Marques de Almeida*. Ed. Beca. Cap. XXIII pg. 351-406
- RUELLAN, F. 1944. Evolução geomorfológica da Baía da Guanabara e das regiões vizinhas. *Revista Brasileira de Geografia*, 4: 445-508.
- SAADI, A. 1990. Elementos de discussão da neotectônica brasileira. In: *SICEG, Semana de Estudos Geológicos*, 31, Belo Horizonte, *Anais*, 1-12.
- SAADI, A. 1991. Ensaio sobre a morfotectônica de Minas Gerais. Belo Horizonte. Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências. *Tese de Professor Titular*, 150 p.
- SAADI, A. 1993. Neotectônica da Plataforma Brasileira: esboço e interpretação preliminares. *Geonomos, Revista de Geociências*, 1(1): 1-15.
- SCHUMM, S.A. 1986. Alluvial river response to active tectonics. In: Wallace R.E. ed., *Active Tectonics*, National Academy Press, 80-94.
- SCHUMM, S.A. 1993. A river response to baselevel change: implications for sequence stratigraphy. *The journal of Geology*, v. 101, n. 2, p. 279-294.
- SCHUMM, S.A. *et al*, 2000. *Active tectonics an alluvial rivers*. Cambridge Univerity Press. Cambridge, 276p.
- SILVA, T. M. 2002. A Estruturação Geomorfológica do Planalto Atlântico no Estado do Rio de Janeiro. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, *Tese de Doutorado*, 265 p.

STEWART, I. S., HANCOCK, P. L. 1994. Neotectonics. In: Hancock, P. L. (editor). Continental Deformation. New York. *Pergamon Press*. p. 370-409.

SUAREZ, B.E.S. 2005. Análise morfoestrutural e morfométrica do município de Niterói, RJ. Universidade Federal Fluminense, Laboratório de Geologia Marinha. *Dissertação de Mestrado*. 125 p.

SUGUIO, K., BIGARELLA, J.J. 1979. Ambientes de Sedimentação, sua interpretação e importância – Ambiente Fluvial. In: *Bigarella, Suguió & Becker Eds.* Editora da UFPR. Curitiba. Cap. 3. p 13-24.

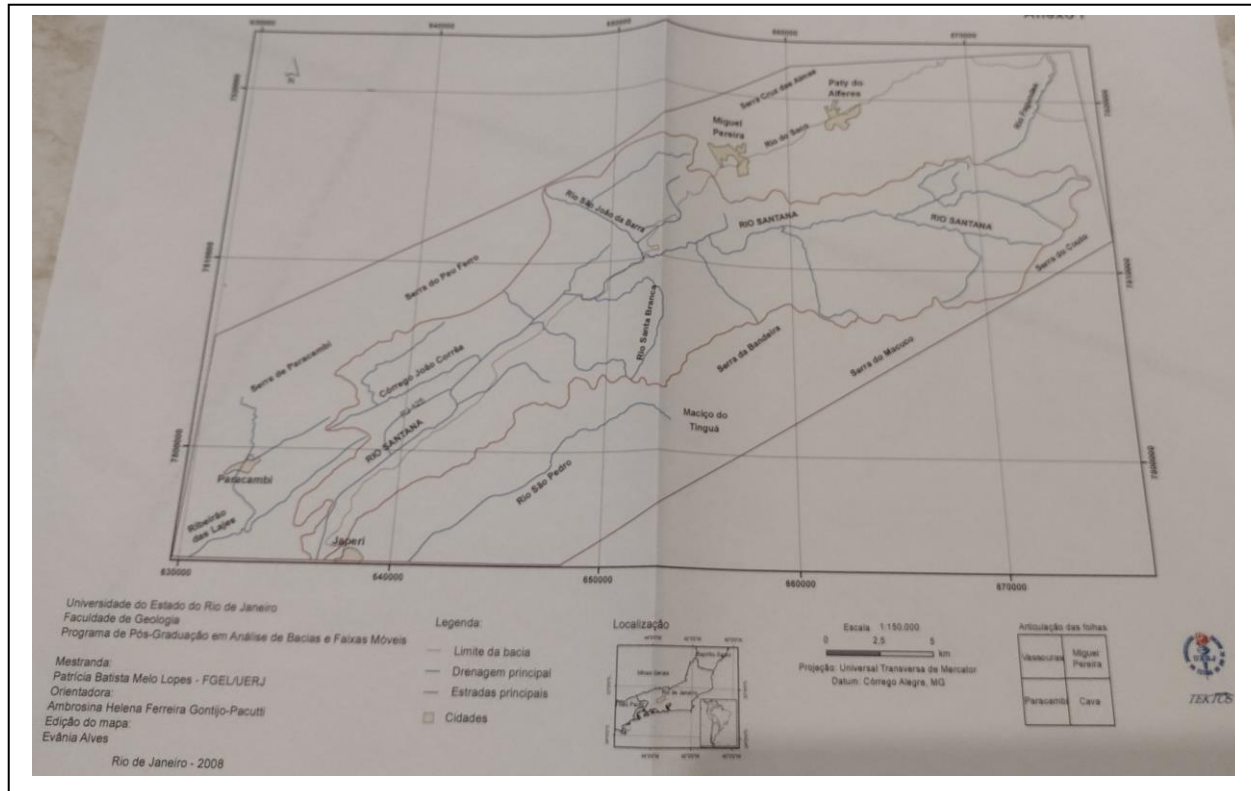
SUGUIO, K. 1999. Geologia do Quaternário e mudanças ambientais. São Paulo: Paulos Comunicações e Artes Gráficas, 366 p.

SUMMERFIELD, M.A. 1991. Global Geomorphology: Na introduction tote study of landforms. *Longman Press*.

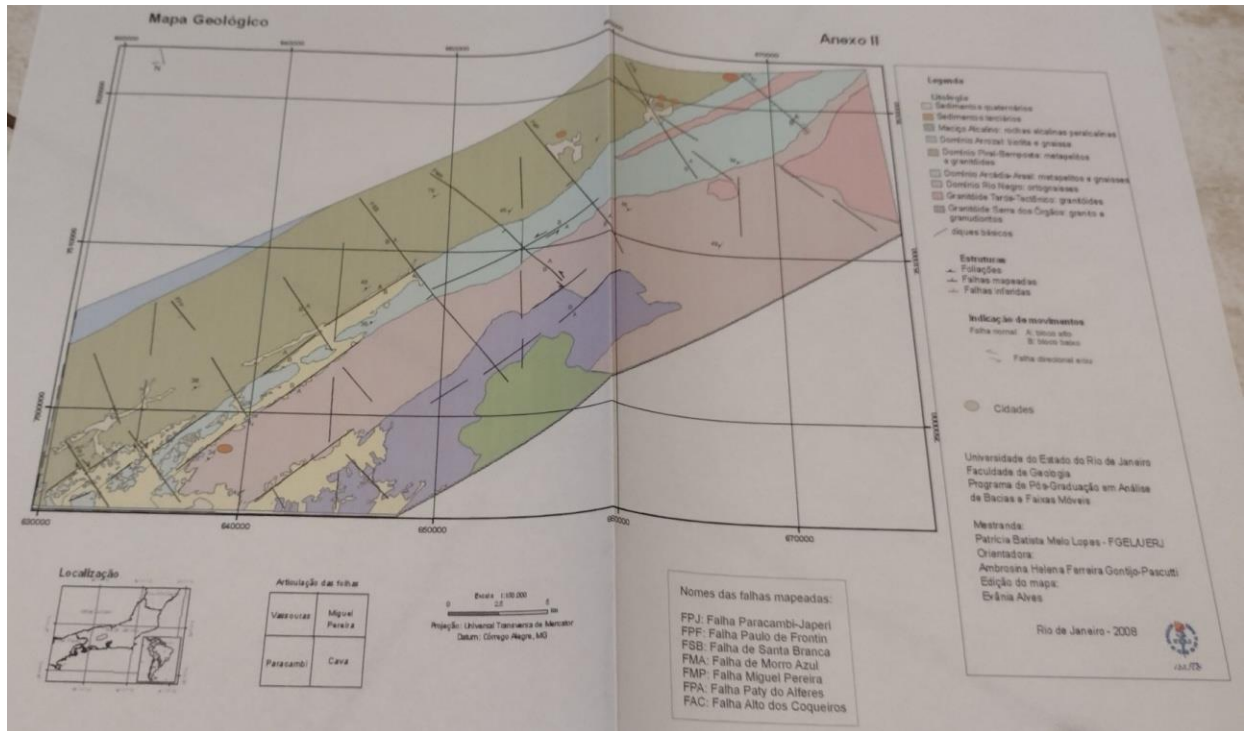
TUPINAMBÁ, M., TEIXEIRA, W., HEILBRON, M. 2000. Neoproterozoic westernGondwana assembly and subduction-relats plutonism: the role of the rio Negro complex in the Ribeita belt. *Revista Brasileira de Geociências*, 30(1):007/011.

SITE: Utah Geological Survey Public Information Series 40 1996
(<http://geologyindy.byu.edu/earthquake/WasFt.pdf> http).

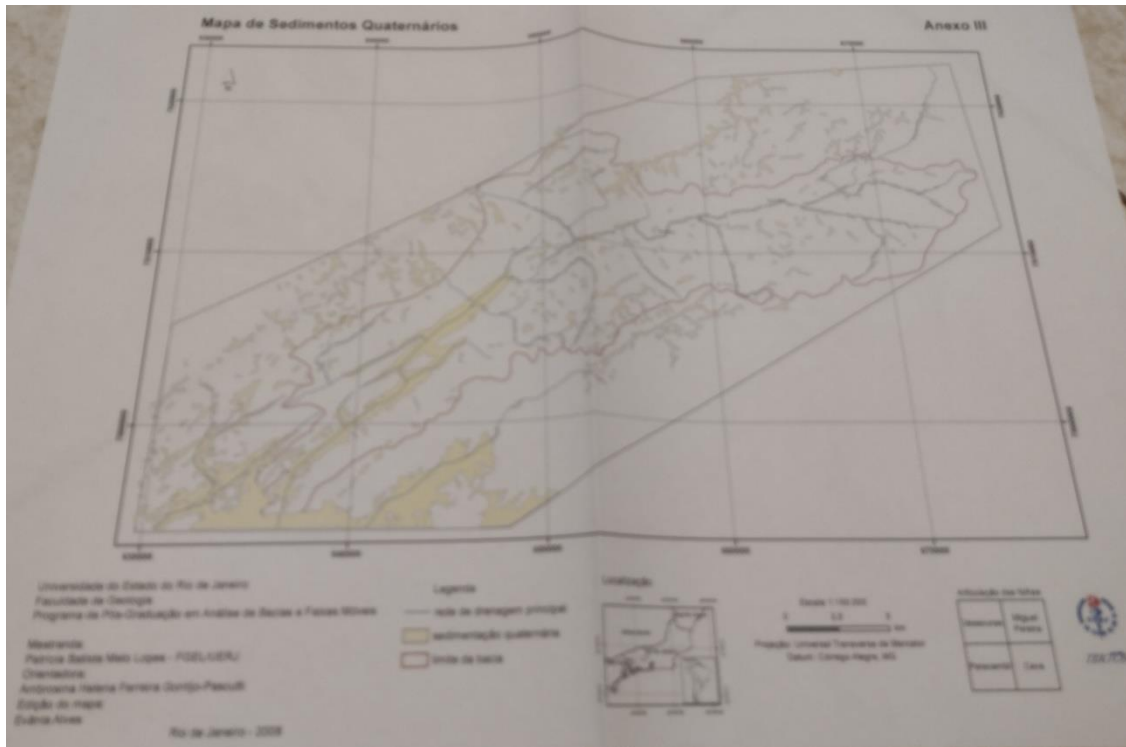
APÊNDICE A - Mapa de localização da área



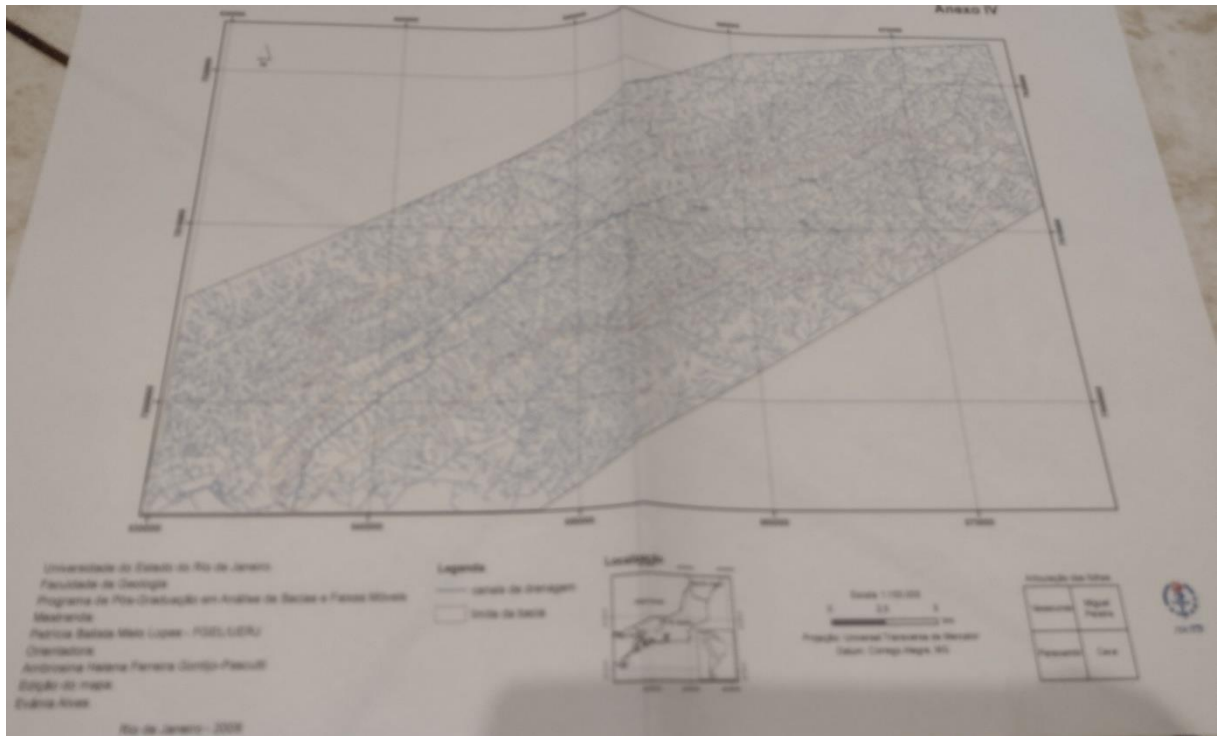
APENDICE B - Mapa Geológico



APENDICE C MAPA DE SEDIMENTOS QUATERNÁRIOS

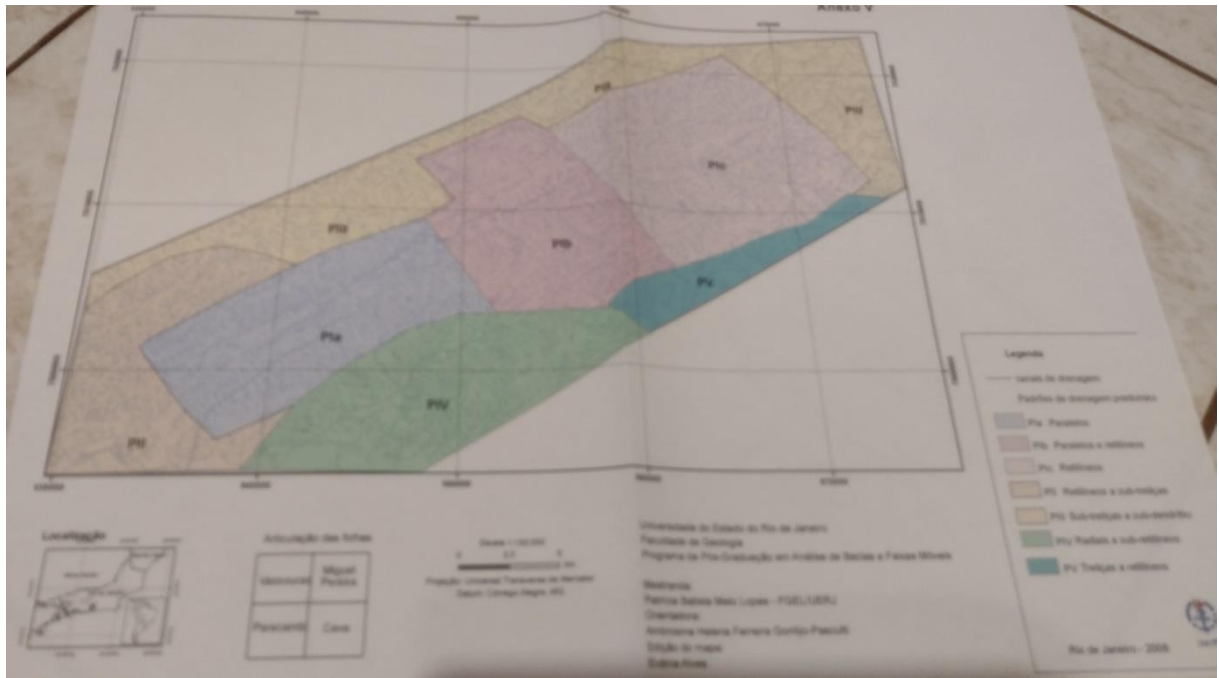


Fonte: A autora, 2008.

APENDICE D MAPA DA REDE DE DRENAGEM ADENSADA

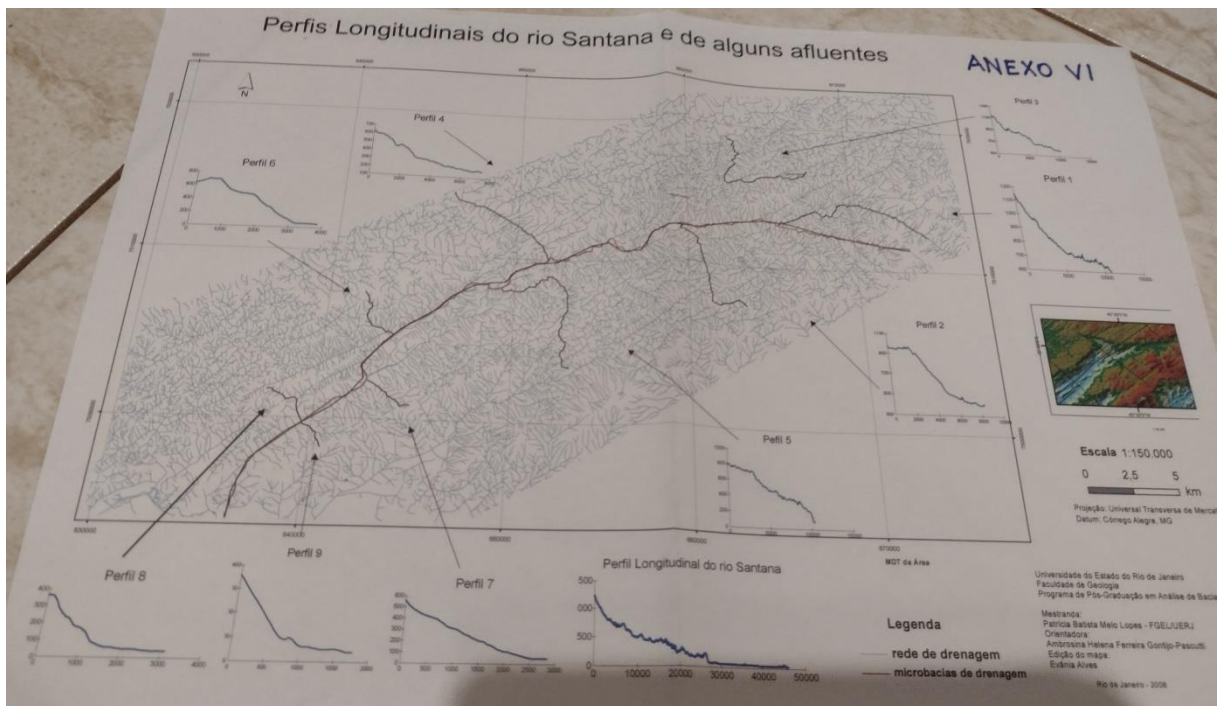
Fonte: A autora, 2008.

APENDICE E MAPA DOS PADRÕES DE DRENAGEM



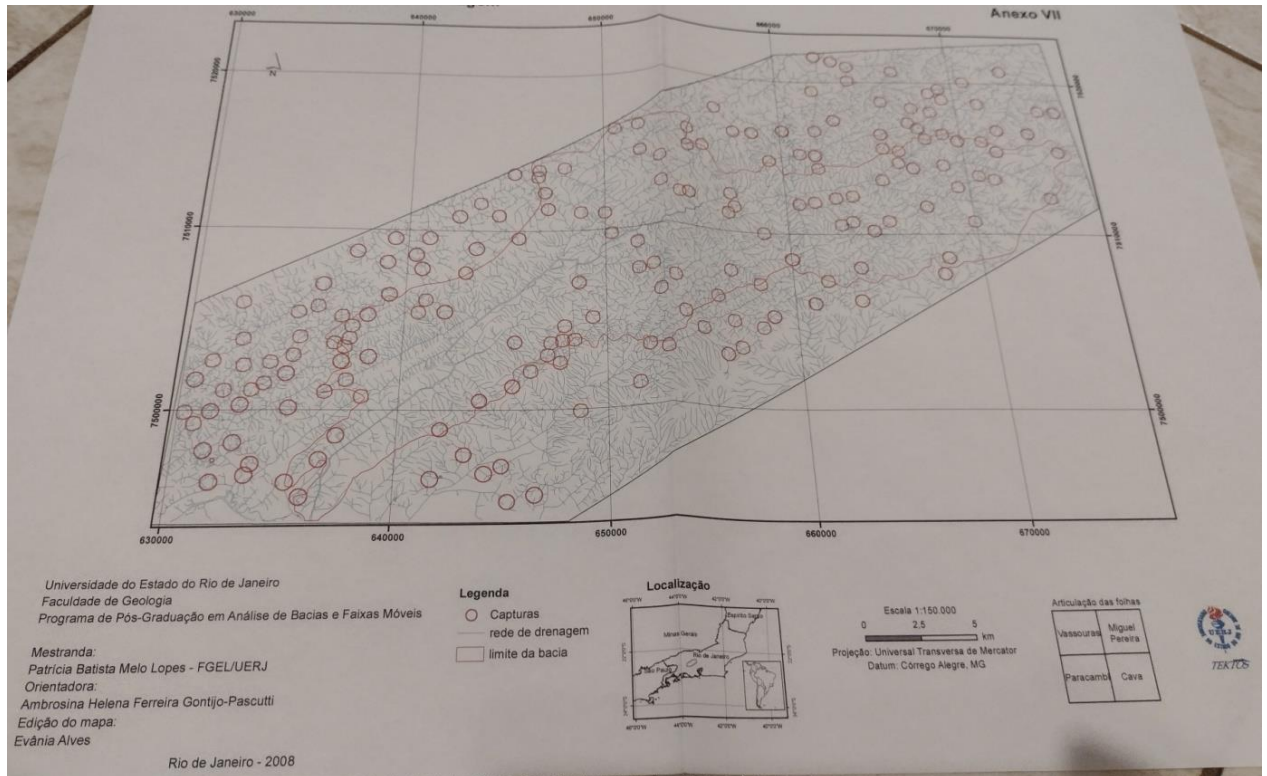
Fonte: A autora, 2008.

APENDICE F PERFIS LONGITUDINAIS DO RIO SANTANA E DE ALGUNS AFLUENTES



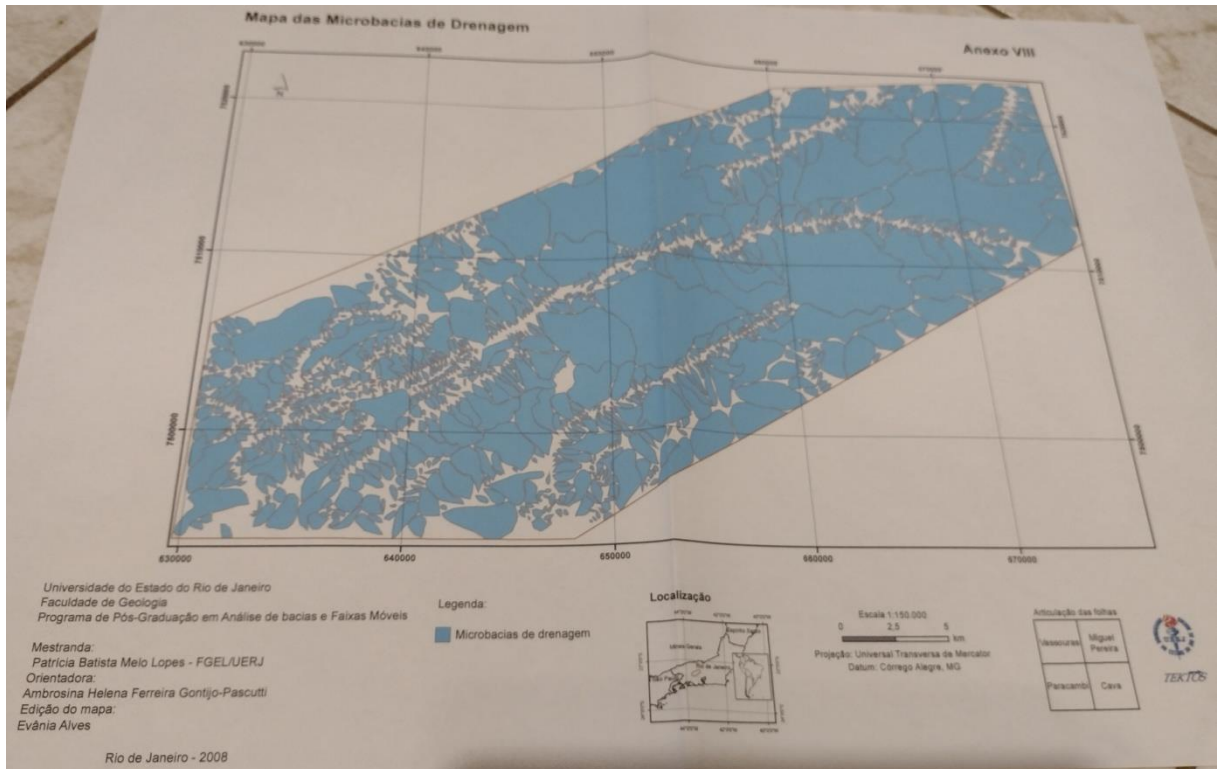
Fonte: A autora, 2008.

APENDICE G MAPA DE CAPTURAS DA REDE DE DRENAGEM



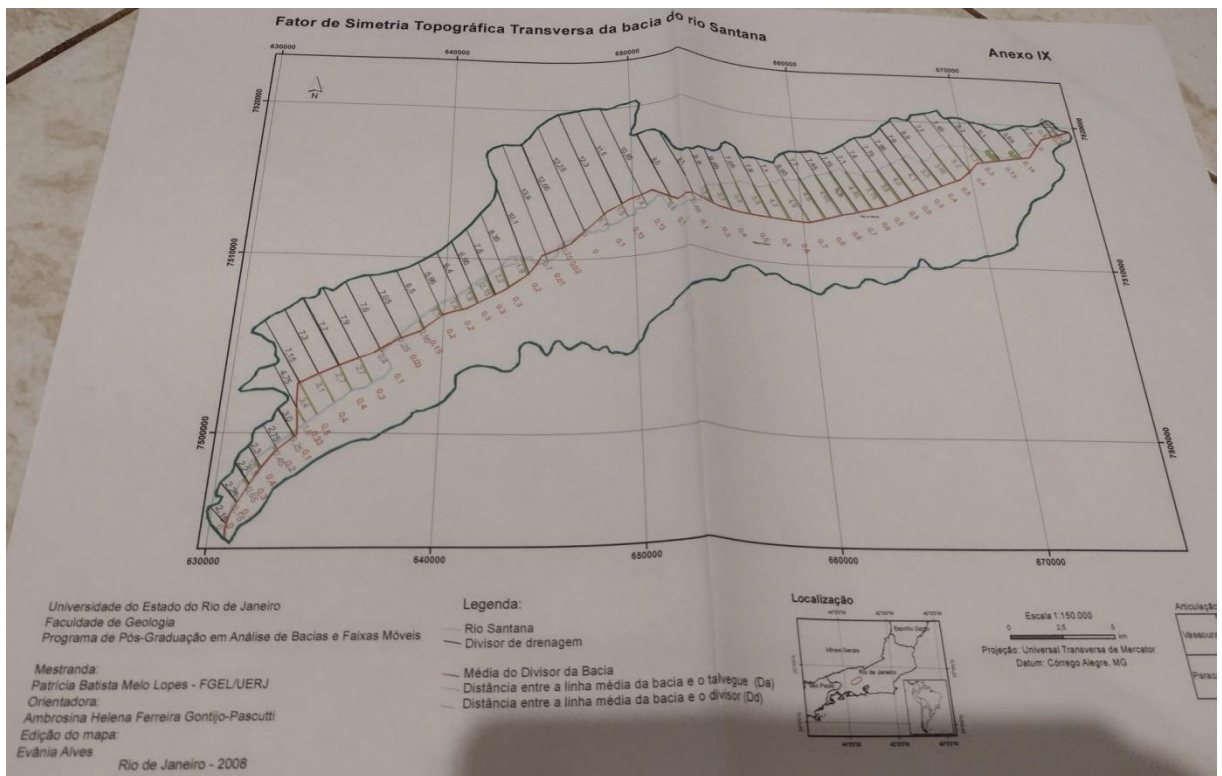
Fonte: A autora, 2008.

APENDICE H MAPA DAS MICROBACIAS DE DRENAGEM



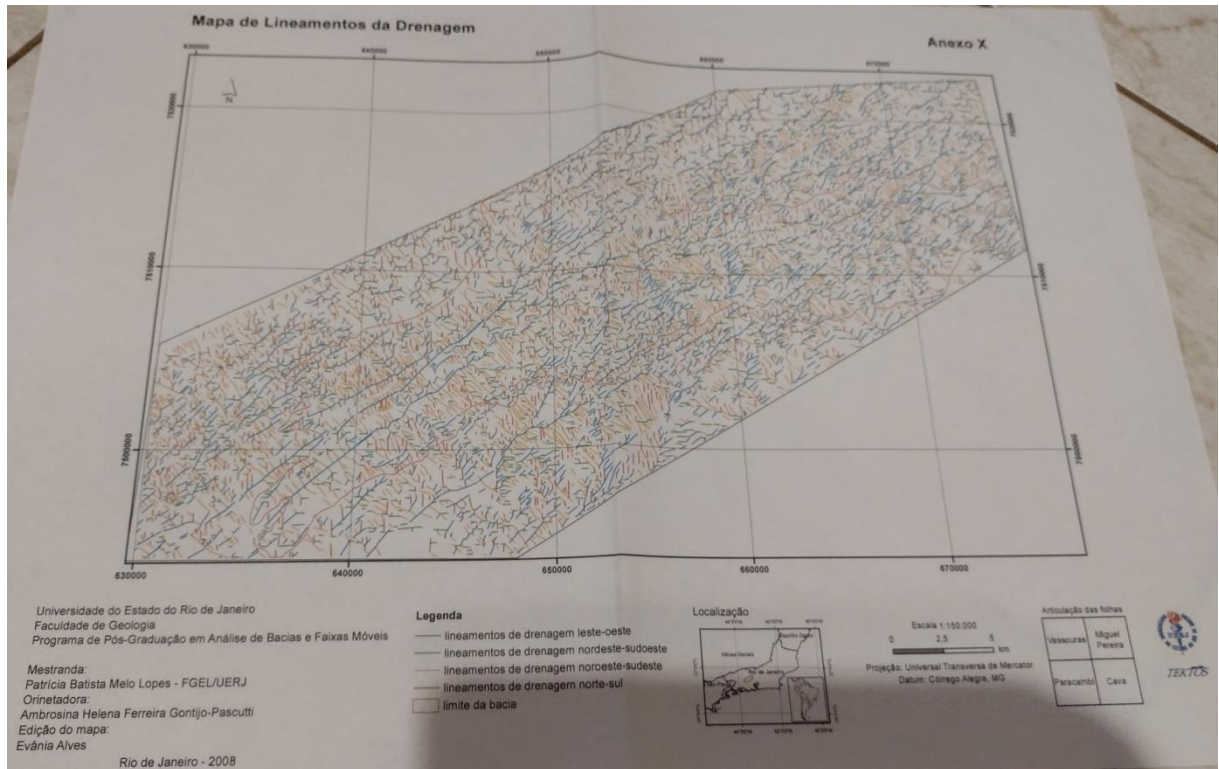
Fonte: A autora, 2008.

APENDICE I FATOR DE SIMETRIA TOPOGRÁFICA TRANSVERSA DA BACIA DO RIO SANTANA



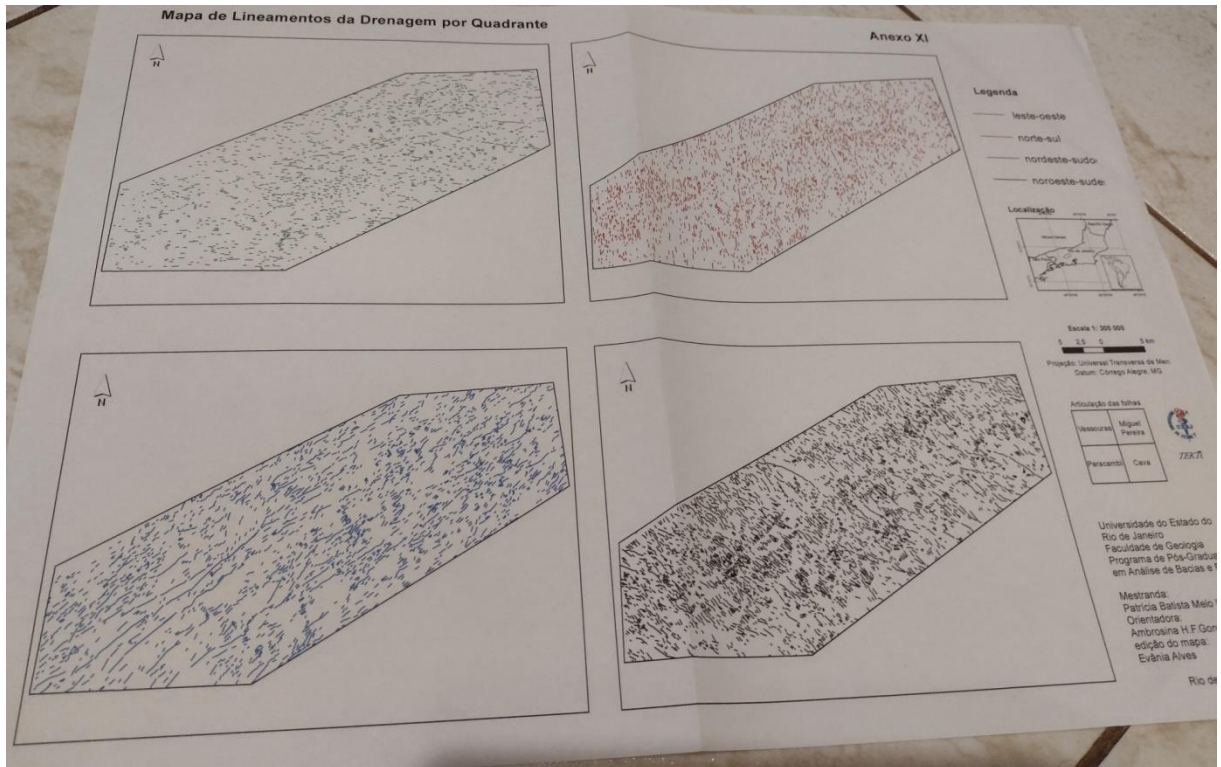
Fonte: A autora, 2008.

APENDICE J MAPA DE LINEAMENTOS DE DRENAGEM



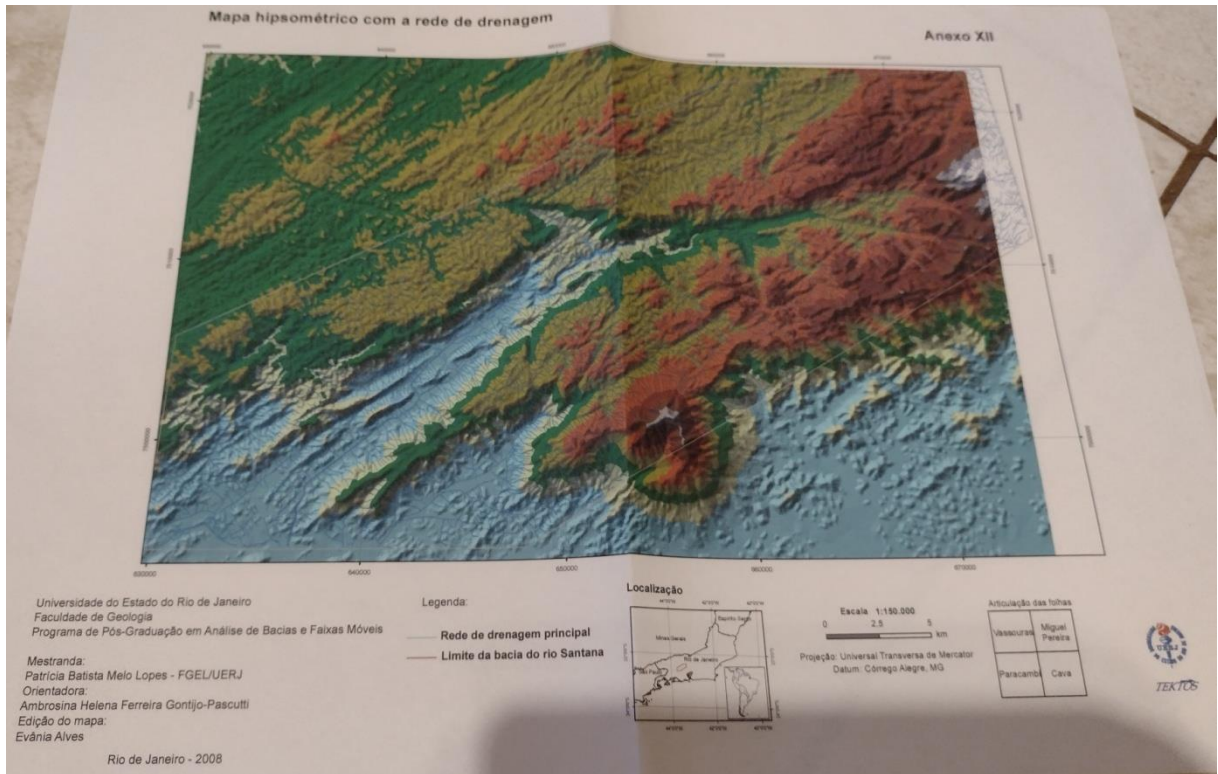
Fonte: A autora, 2008.

APENDICE K MAPA DE LINEAMENTOS DE DRENAGEM POR QUADRANTE



Fonte: A autora, 2008.

APENDICE L MAPA HIPSOMÉTRICO COM A REDE DE DRENAGEM



APENDICE M - Mapa Da Compartimentação Morfotectônica Do Vale Do Rio Santana E Adjacências

