

MODELO DE EVOLUÇÃO GEOLÓGICA DA REGIÃO DO ATUAL MUNICÍPIO DE ATIBAIA (SP) DURANTE O CENOZÓICO***GEOLOGIC EVOLUTION MODEL FOR THE ATIBAIA MUNICIPALITY REGION, SÃO PAULO STATE, BRAZIL, DURING THE CENOZOIC***

Mario Lincoln ETCHEBEHERE¹; Antonio Roberto SAAD^{1,2}; Carlos Alberto BISTRICHI³; Maria Judite GARCIA¹; Marte Ferreira da SILVA¹; Elza de Fátima BEDANI¹.

Resumo: Este trabalho objetiva delinear um modelo de evolução geológica da região do município de Atibaia (SP) durante o Cenozóico, baseado no registro geológico, na conformação geomorfológica e nos dados paleontológicos disponíveis. A região estudada é constituída por um substrato rochoso pré-Cambriano, onde se destacam gnaisses, migmatitos, granulitos, rochas metassedimentares e metaígneas, enfeixadas no chamado Complexo Amparo, granitóides diversificados do Domínio Socorro, e, como destaque, o Granito Atibaia. Este embasamento é recoberto, de modo localizado, por unidades sedimentares cenozóicas, que abarcam aluviões recentes, terraços fluviais, mantos coluvionares e remanescentes de depósitos neogênicos e paleogênicos, estes portadores de expressivo registro fóssilífero. O relevo da região é amorceado, com serras entremeadas, que podem alcançar altitudes superiores a 1.400 m; as áreas de agradação restringem-se à planície aluvial do rio Atibaia e do baixo curso de seus principais afluentes. As estruturas do embasamento

Abstract: This paper aims to present a geologic evolution model to the Cenozoic scenery of the Atibaia region, based in geologic, geomorphologic and paleontologic data. This region is characterized by a Precambrian basement formed by migmatites, gnaisses, granites, granulites, and metasedimentary and metaigneous rocks, highly deformed, encompassed by Amparo Complex, Socorro Domain, and Atibaia Pluton. Locally, this basement is covered by Cenozoic sediments that include Recent fluvial deposits, terraces, coluvion aprons, and Neogenic and Paleogenic remain deposits, with an expressive paleontologic record. The geomorphology of the region is characterized by a hilly terrain, with some ridges that could attain relatively high altitudes (more than 1.400 m in the Itapetinga Ridge). The basement rocks are cut by high dip shear zones that appear to control the Cenozoic deposits occurrences and seem suffering vertical movements during Cenozoic, in a revitalized tectonic behavior, also known as 'resurgent tectonics'. The proposed evolution scenery comprises four

cristalino, em especial as faixas de cisalhamento de alto grau de mergulho, aparentam controlar a disposição dos depósitos sedimentares cenozóicos e apresentar movimentações relativas mais jovens, configurando um quadro de tectônica ressurgente. O modelo aqui proposto compreende 4 estágios principais: (1) Aptiano-Albiano – delgado capeamento de rochas sedimentares e ígneas da Bacia do Paraná, área em processo de alçamento, regime tectônico distensional; (2) Cretáceo superior – Alçamento e erosão dos remanescentes da Bacia do Paraná, denudação e estabelecimento da Superfície Sul-americana (ápice no Eopaleógeno); (3) Paleógeno – estágio distensivo, com dissecação da Superfície Sul-americana e formação de pequenas bacias tafrogênicas (e.g., Tanque); e (4) Mioceno – Recente – regime tectônico compressivo (atuação da Cordilheira Andina), pequenos depósitos miocênicos e atividade neotectônica.

Palavras-chave: Cenozóico. Atibaia. Neotectônica. Evolução cenozóica. Evolução da paisagem.

stages, as follow: (1) Aptian-Albian times – the area was covered by a thin sedimentary and igneous rock sheet correlated to the Paraná Basin and the tectonic regime had tensional style; (2) Late Cretaceous – uplifting and erosion are the predominant effects that resulted in the huge South-American pediplane, that, probably developed until Early Paleogene times; (3) Paleogene – The South-American surface was dissected and some small taphrogenic basins were developed (e.g., Tanque deposits); and (4) Miocene – Recent – the tectonic regime has a compressional style due to the Andes Cordillera appearance, that counterbalances the westward drift of the South-American plate, resulting in a more complex tectonic action, with some tiny sedimentary deposition areas. As considered in this paper, this 4th stage corresponds to the Neotectonics realm.

Keywords: Cenozoic. Atibaia Municipality. Neotectonics. Cenozoic evolution history. Landscape evolution.

¹Centro de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão – CEPPE, Universidade Guarulhos. Rua Nilo Peçanha, 81 – Guarulhos – Centro. E-mail do primeiro autor: metchebehere@prof.ung.br

²Departamento de Geologia Aplicada – IGCE, UNESP – Rio Claro.

³Pontifícia Universidade Católica – PUC, São Paulo.

INTRODUÇÃO

O propósito deste artigo é apresentar um modelo de evolução geológica para a região do município de Atibaia (SP), com ênfase no Cenozóico, baseado em sínteses de informações geológicas, geomorfológicas, paleontológicas e neotectônicas. Este trabalho reflete o entendimento atual que os autores têm de evolução da paisagem nesta região, calcado no desenvolvimento de diversos projetos de pesquisa na área (e.g., BISTRICHI, 2001; SILVA, 2007; BUENO, 2007; SANCHES, 2007) e no contexto maior onde ela se insere (e.g., BEDDANI; SAAD, 2006; DANIELI; GARCIA, 2006; MACIEL; ETCHEBEHERE, 2007; SILVA; ETCHEBEHERE, 2007)

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Atibaia está localizado no Planalto Atlântico, dentro de uma extensa faixa de terras elevadas e montanhosas, que em sua maior parte, situa-se acima dos 800 m de altitude, numa região de característica serrana inserida no domínio morfoclimático e fitogeográfico denominado “mar de morros”. A área de estudo está inserida na região do comitê das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (Figura 1), localizando-se na porção centro-oriental do Estado de São Paulo, região administrativa de Campinas, inserida na sub-região administrativa de Bragança Paulista. Atibaia faz parte ainda da A.P.A. (Área de Proteção Ambiental) do Sistema Cantareira, compondo a Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo (RBCVCSP), sendo delimitada pelas coordenadas 23°00’ a 23°15’, de latitude Sul, e 46°30’ a 46°45’, de longitude Oeste de Greenwich. Possui como municípios limítrofes: Bragança Paulista e Piracaia, ao norte; Franco da Rocha, Mairiporã e Francisco Morato, ao sul; Bom Jesus dos Perdões, ao leste; Jarinú e Campo Limpo Paulista, a oeste. O acesso à região pode ser feito pela Rodovia Federal Fernão Dias (Br-381), que liga a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) ao Estado de Minas Gerais, e pela Rodovia Estadual Dom Pedro I (SP-065), que corta a região no sentido leste-oeste.

CONTEXTO GEOLÓGICO

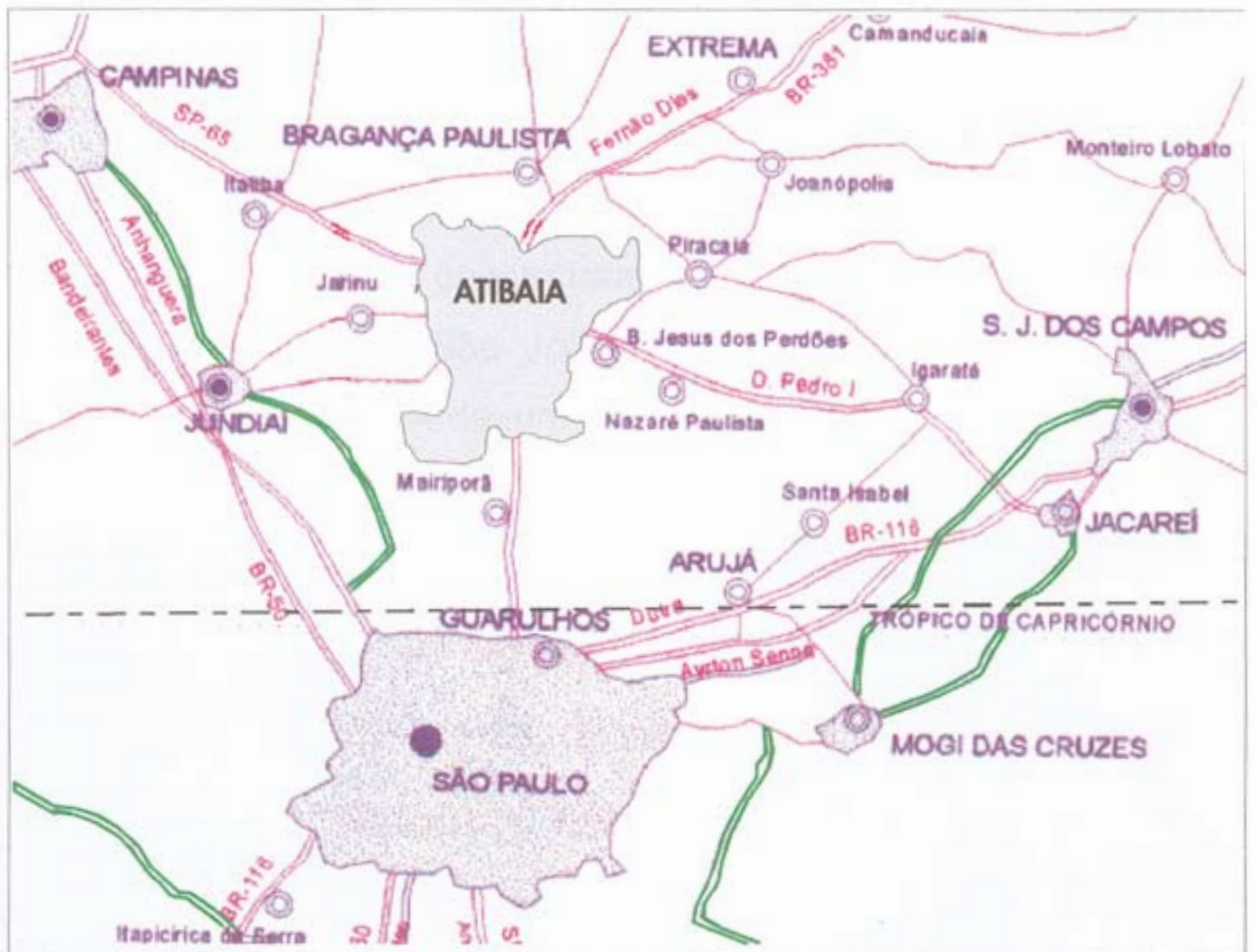
O município de Atibaia apresenta um substrato majoritariamente formado por rochas metamórficas e ígneas

pré-cambrianas, recobertas, de modo localizado, por unidades sedimentares cenozóicas, que abarcam aluviões recentes, terraços fluviais, mantos coluvionares e remanescentes de depósitos neogênicos e paleogênicos. As descrições das rochas do embasamento cristalino que se seguem nos subitens abaixo baseiam-se no mapeamento geológico de semi-detulhe (escala 1:50.000) elaborado por Oliveira et al. (1985), com atualização de idades das rochas fornecidas por outros autores, nominados nas citações específicas. Por sua vez, as unidades sedimentares cenozóicas tiveram suas descrições complementadas com dados de Fulfaro et al. (1985), Garcia et al. (2000), Bistricchi (2001) e Lourenço Jr. (2001), bem como com informações adicionais de campo.

Panorama Regional

O substrato rochoso pré-Cambriano do Município de Atibaia pode ser inserido no âmbito do setor central da chamada Província Mantiqueira (HASUI; OLIVEIRA, 1984) ou Província Tectônica Mantiqueira (HASUI et al., 1989). Trata-se de um extenso e complexo conjunto de rochas metamórficas e ígneas, altamente deformadas e freqüentemente migmatizadas. As relações estratigráficas das unidades mapeadas, as idades e a história evolutiva desses terrenos ainda não estão estabelecidas consensualmente, o que se reflete na diversidade de sistematizações e modelos evolutivos propostos (e.g., BISTRICHI et al, 1981; HASUI et al., op.cit.; HEILBRON et al., 2004; SADOWSKI; CAMPANHA, 2004; CPRM, 2005). Apesar da elevada quantidade de estudos sobre o embasamento pré-Cambriano da região Sudeste do Brasil, ainda há inúmeras divergências também quanto à evolução geológica regional. Porém, ocorre uma certa concordância quanto à origem vinculada a colisões e interações entre placas continentais antigas, com a formação de cinturões de faixas móveis ao longo do Arqueano e Proterozóico (ALMEIDA et al., 2000 apud NEVES et al., 2003).

Para os propósitos desta síntese, o contexto geológico regional pode ser visto na Figura 2, destacando-se, ao oeste, a cobertura fanerozóica da Bacia do Paraná (seqüências sedimentares que se estendem do Ordoviciano ao Cretáceo, entremeadas por derrames e intrusões basálticas de 132 Ma), ao sul, destacando-se do embasamento pré-Cambriano, ocorrem as bacias sedimentares cenozóicas, enfeixadas por Riccomini (1989) no chamado *Rift* Continental do Sudeste do Brasil – RCSB.



0 25 50 km

LEGENDA

- | | | | |
|---|---------------------------|--|--------------------|
|  | ÁREA DE ESTUDOS |  | FERROVIAS |
|  | RODOVIAS PRINCIPAIS |  | RODOVIA SECUNDÁRIA |
|  | CAPITAL DO ESTADO |  | SEDE DE MUNICÍPIO |
|  | SEDE DE REGIÃO DE GOVERNO | | |

FIGURA 1: Localização da área de estudo.
FIGURE 1: Location of the studied area.



FIGURA 2: Contexto geológico regional simplificado (modificado de Riccomini et al., 2004). 1) embasamento pré-cambriano; 2) rochas sedimentares paleozóicas da Bacia do Paraná; 3) rochas vulcânicas toleíticas eocretáceas da Formação Serra Geral; 4) rochas alcalinas mesozóicas ou cenozóicas; 5) bacias cenozóicas vinculadas ao Rift Continental do Sudeste do Brasil (1- Itaboraí; 2- Gráben de Barra de São João; 3- Macacu; 4- Volta Redonda; 5- Resende; 6- Taubaté; 7- São Paulo; 8- Gráben de Sete Barras; 9- Formação Pariquêra-açu; 10- Formação Alessandra e Gráben de Guaraqueçaba; 11- Curitiba; 12- Gráben de Cananéia); 6) zonas de cisalhamento pré-cambrianas, em parte reativadas durante o Mesozóico e Cenozóico. O quadrado negro demarca, aproximadamente, a área de estudo deste trabalho.

FIGURE 2: Simplified regional geologic context (after RICCOMINI et al., 2004). 1) Precambrian basement; 2) Paleozoic sedimentary units of the Paraná Sedimentary Basin; 3) Lower Cretaceous tholeiitic igneous rocks of the Serra Geral Formation; 4) Mesozoic or Cenozoic alkaline complexes; 5) Cenozoic basins referred to the Southeast Brazil Continental Rift System (1- Itaboraí; 2- Barra de São João graben; 3- Macacu; 4- Volta Redonda; 5- Resende; 6- Taubaté Basin; 7- São Paulo Basin; 8- Sete Barras graben; 9- Pariquêra-açu Formation; 10- Alessandra Formation and Guaraqueçaba graben; 11- Curitiba Basin; 12- Cananéia graben); 6) Precambrian shear zones, partially reactivated during Mesozoic and Cenozoic times. The black square marks the Atibaia Quadrangle.

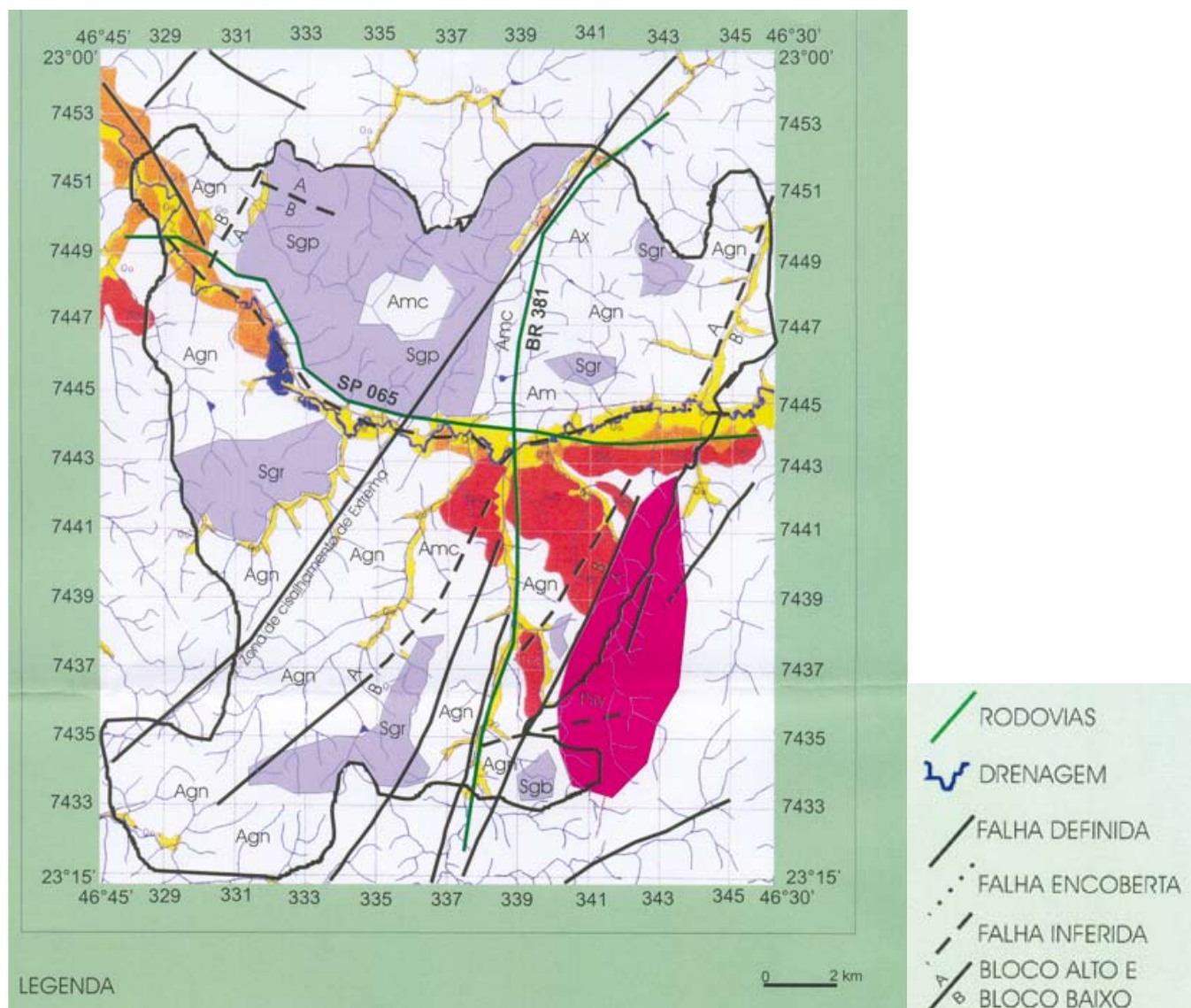
Destaque-se, igualmente, a presença de numerosas intrusões alcalinas de idades que variam do Mesozóico ao Cenozóico, com destaque para o Maciço Alcalino de Poços de Caldas, ao norte. Da mesma forma, pode ser salientada a Bacia de Santos, fruto da ruptura do Continente Gondwana e do desenvolvimento do Oceano Atlântico, considerada como uma das novas fronteiras exploratórias para petróleo na margem continental brasileira.

Embasamento Pré-Cambriano

Como já informado, o embasamento pré-Cambriano ocupa a maior parte do substrato rochoso do Município de Atibaia (cerca de 85% do território), sendo representado pelo Complexo Amparo, o Domínio Socorro e o Maciço

Granítico de Atibaia (*vide* esboço geológico na Figura 3); o percentual remanescente é representado pelas coberturas sedimentares cenozóicas. O arcabouço estratigráfico regional é mostrado no QUADRO 1, de acordo com a concepção de Bistrichi (2001), conquanto sujeita a questionamentos, dado o alto grau de simplificação e as já mencionadas numerosas sistematizações propostas na literatura geológica.

Conforme redefinido por Hasui e Oliveira (1984), o **Complexo Amparo** corresponde às unidades Amparo, Itapira e Socorro de Cavalcante et al. (1979) e foi originalmente designado por Ebert (1968), na categoria de Grupo, para as rochas gnáissicas migmatizadas, correlacionáveis ao Grupo Barbacena, que formariam o embasamento cristalino, de idade arqueana, desta porção do território paulista. O Complexo Amparo compreende unidades metamórficas, em grande



SEDIMENTOS QUATERNÁRIOS

Qa – Areias, siltes e cascalhos

Qt – Terraços de acumulação

SEDIMENTOS TERCIÁRIOS-QUATERNÁRIOS

TQc – Coberturas coluviais, aluviais e lacustres

GRANITO ATIBAIA (Proterozóico superior)

Ps – Granitos róseos equigranulares

DOMÍNIO SOCORRO (Proterozóico)

Sgb – Granitos brancos

Sgp – Granitos róseos porfiríticos

Sgr – Granitos róseos de granulação fina

COMPLEXO AMPARO (Arqueano)

Agn – Granada-biotita gnaiss

Am – Migmatitos bandados

Amc – Granada migmatito

Ax – Moscovita-biotita xisto

FIGURA 3: Mapa geológico simplificado do município de Atibaia (OLIVEIRA et al. 1985; SILVA, 2007).

FIGURE 3: Simplified geologic map of the city of Atibaia (After OLIVEIRA et al., 1985; SILVA, 2007).

CRONOLOGIA		DOMÍNIO	UNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA	TIPOS LITOLÓGICOS
Cenozóico	Quaternário Terciário	—	Coberturas Quaternárias	Sedimentos diversos
		—	Coberturas Terciárias	
Cambro-ordoviciano		—	Intrusões	Rochas Granitóides
Neoproterozóico/ Mesoproterozóico		São Roque	Grupo São Roque	Metassedimentos Subordinadamente Metavulcânicas
			Grupo Serra do Itaberaba	Metassedimentos e Metavulcânicas
			Complexo Embu	Migmatitos diversos
Neoproterozóico/ Paleoproterozóico		Faixa Alto Rio Grande	Complexo Amparo	Gnaisses e Migmatitos (Orto e Metaderivados)
Arqueano/ Neoproterozóico		Socorro Guaxupé	Complexo Paraíso Complexo Piracaia	Gnaisses e Migmatitos

QUADRO 1: Coluna estratigráfica da região da área de estudo (Fonte: BISTRICHI, 2001).

TABLE 1: Stratigraphic column of the studied area (After BISTRICHI, 2001).

parte migmatizadas (Fotos 1 e 2), sendo representadas por gnaisses e xistos de derivação sedimentar (paraderivados) ou vulcano-sedimentar; as porções migmatizadas chegam a representar *stocks* de rochas granitóides ou granito-gnáissicas. Formam cerca de 50% da superfície do município atibaiano. Associam-se ao Complexo Amparo, igualmente, granulitos enderbíticos, com textura homogênea, com passagens graduais para as encaixantes gnáissicas ou migmatíticas, e que representam as rochas de maior grau metamórfico da área.

O **Domínio Socorro**, no Município de Atibaia, possui uma extensão aproximada de 135 km², num percentual de 28% da área estudada, com predomínio na porção setentrional. A constituição lítica varia de granitos róseos porfíricos a equigranulares (representando a já

mencionada Suíte Bragança Paulista), granitos róseos de granulação fina, inequigranulares a equigranulares, granitos brancos, hololeucocráticos, e granitos porfíricos bastante deformados, situados, estes, próximos às principais zonas de cisalhamento dúctil pré-cambrianas (Foto 3).

No mapa geológico elaborado por Oliveira et al. (1985), as rochas granitóides (exclusive o batólito de Atibaia), envolvendo os tipos róseos porfíricos a equigranulares (Suíte Bragança Paulista de CAMPOS NETO et al., 1984), os granitos inequigranulares e os granitóides deformados, foram enfeixadas no Maciço Socorro, equivalente, grosso modo, ao Complexo Granítico de Socorro (WERNICK, 1978). De acordo com Heilbron et al. (2004), esses terrenos corresponderiam à chamada *Nappe* Socorro-Guaxupé, que se constituiria numa espessa lasca crustal (ca. 15 km



FOTO 1: Gnaiss migmatizado do Complexo Amparo. Notar a textura pegmatóide das porções neossomáticas (Rodovia Fernão Dias, proximidades de Tanque; Coordenadas UTM: 339.750 – 7.450.248).

PHOTO 1: Migmatitic gneiss of the Amparo Complex. Note the pegmatoid texture in the neosomatic portions (Fernão Dias Road, near Tanque; UTM Coordinates: 339.750 – 7.450.248).



FOTO 2: Gnaisses migmatizados e falhados do Complexo Amparo. Os neossomas mostram-se de colorações esbranquiçadas e o paleossoma apresenta-se sob a forma de blocos (tipo agmatítico ou placóide). Rodovia SP-065; Coordenadas UTM: 346.528 – 7.443.675).

PHOTO 2: Faulted migmatitic gneiss of the Amparo Complex. The neosomatic portions show whitening colours and the paleosomatic ones show agmatitic or block structural style. SP-065 Road, UTM Coordinates: 346.528 – 7.443.675.



FOTO 3: Campo de matacões em encosta, no âmbito do Domínio Socorro (foto tomada na Rodovia Fernão Dias, rumo NE, a partir do ponto de coordenadas UTM 339.750 – 7.450.248).

PHOTO 3: Boulder field in the Socorro Domain. This picture was shot from a point with UTM Coordinates 346.528 – 7.443.675 in the Fernão Dias Road border.

neoproterozóica, alóctone, segmentada em dois lobos, sendo o de posição meridional correspondente a Socorro. Esta megaestrutura inclui granulitos, ortognaisses metaluminosos, migmatitos e rochas metassedimentares submetidas a variados graus de anatexia; as idades Sm-Nd oscilam entre 1,4 e 1,7 Ga, podendo chegar até 2 Ga.

Inúmeros corpos granitóides, abarcados no Domínio Socorro, cortam o Complexo Amparo, rejuvenescendo suas rochas durante o Neoproterozóico (ARTUR, 1980; WERNICK et al., 1981). As rochas granitóides são muito comuns na região de estudo e constituem corpos de diversos tamanhos, com geometria representada por pequenas intrusões, *stocks* maiores, até batólitos, com a composição e a textura dos corpos se apresentando igualmente variada (BISTRICHI, 2001).

O **Maciço Granítico de Atibaia** (que corresponde à região da Serra de Itapetinga ou Serra da Pedra Grande) compreende uma área de 52 km² e situa-se na região sudeste do município, sustentando a maior expressão topográfica da área, com altitudes superiores a 1.400 m (Foto 4).

O Granito Atibaia é bastante homogêneo, dominando os tipos 3a e 3b, compostos essencialmente por quartzo, microclíneo, oligoclásio, biotita e hornblenda. Sua granulação é média a grossa, podendo chegar a muito grossa, geralmente inequigranular sem chegar a ser porfiróide. A textura mostra

marcas de catáclase, com estiramento leve dos cristais de quartzo e de feldspato, sendo a coloração predominante rósea (Foto 5). Próximo ao contato, Oliveira et al. (1985) notaram um aumento na frequência de xenólitos, de formas e tamanhos variados (centimétricos a métricos), de composição gnáissica, com a foliação orientada paralelamente à orientação do granito.

Conforme ilustrado no Mapa Geológico do Estado de São Paulo editado em 2005 pela CPRM, o Granito Atibaia é do tipo peralcalino (tipo A), de idade neoproterozóica (ca. 600 Ma), vinculado ao magmatismo do Orógeno Socorro-Guaxupé. Heilbron et al. (2004) correlacionaram o Granito Atibaia com a Província Granítica Itu, a qual corresponderia às manifestações plutônicas mais jovens no contexto da *Nappe* Socorro-Guaxupé, configurando intrusivas relativamente rasas (<3kbar), posicionadas após o deslocamento vertical mais expressivo daquela *nappe*.

Aspectos Estruturais e Tectônicos do Embasamento

O embasamento metamórfico pré-cambriano no Município de Atibaia exibe uma marcante foliação de baixo ângulo de mergulho, com atitude média em torno de EW/30°S, caracterizada por um paralelismo com o bandamento



FOTO 4: Vista do flanco noroeste da Pedra Grande, com ampla exposição do Granito Atibaia (foto tomada a partir da Rodovia Fernão Dias, a partir do ponto de coordenadas UTM 338.750 – 7.439.760).

PHOTO 4: Northwest scarp of the Pedra Grande ridge showing large outcrop area of the Atibaia Granite (This picture was shot from a point with UTM Coordinates 338.750 – 7.439.760, in the Fernão Dias Road border).



FOTO 5: Detalhe da textura e da coloração do Granito Atibaia, próximo ao cume da Serra da Pedra Grande (Coordenadas UTM: 343.582 – 7.436.984).

PHOTO 5: Detail of the texture and color of the Atibaia Granite near the Pedra Grande Ridge summit (UTM Coordinates: 343.582 – 7.436.984).

litológico, a orientação dos schillierens e o estiramento e achatamento dos minerais. As bandas caracterizam-se pela alternância decimétrica a centimétrica de diferentes composições líticas, que se destacam ainda mais quando essas rochas se apresentam intemperizadas pelo contraste de cores de alteração. A constância da espessura das bandas e a ritmicidade composicional em alguns pontos lembram um acamamento reliquiar, principalmente nas faixas de menor grau metamórfico. À medida que aumenta o grau de anatexia, as bandas claras (neossoma) formam lentes ou bolsões alongados com espessuras mais irregulares (OLIVEIRA et al., 1985).

A foliação apresenta diversos tipos de dobra, que vão desde feições centimétricas a decimétricas, com espessamento apical e adelgaçamento dos flancos até ondulações sinformais e antiformalis de porte quilométrico, não-raro abrigando núcleos graníticos (MORALES et al., 1985). Dobras mais antigas podem se apresentar rotacionadas até a direção de máximo estiramento, ao passo que aquelas formadas tardiamente tendem a ser mais abertas, permanecendo oblíquas ou até mesmo perpendiculares à direção de maior estiramento. Tais características levaram diversos autores (e.g., FIORI et al., 1978; CAMPOS NETO et al., 1984) a interpretar uma evolução geológica policíclica desses terrenos, com reativações e episódios sucessivos de metamorfismo, granitogênese e deformações. Todavia, outros autores interpretaram os diversos redobramentos como fruto de um único processo de cisalhamento dúctil progressivo, com a foliação gerada sendo sucessivamente dobrada e transposta até a consolidação final do terreno (cf. MORALES et al., 1985).

O embasamento pré-cambriano, no âmbito do Município de Atibaia, encontra-se seccionado, adicionalmente, por grandes zonas de cisalhamento subverticais, e direção NNE-SSW, que aparentam ter tido caráter transcorrente durante processo de cisalhamento dúctil superimposto à foliação de baixo ângulo acima descrita. Estas zonas de cisalhamento caracterizam-se pela presença de faixas miloníticas, com superfícies estriadas (estrias N30E/10SW e N45E/45SW), com espessuras métricas a hectométricas. A feição de maior destaque situa-se na porção ocidental do município, constituindo a chamada zona de cisalhamento de Extrema, em cujas proximidades foram mapeados alguns corpos de sedimentos cenozóicos, constituindo os remanescentes da Bacia de Tanque (LARANJEIRA, 1999). Ou seja, esta Zona de Cisalhamento

pré-cambriana, que teve atuação transcorrente em regime deformacional dúctil, indica ter sofrido reativação em regime rúptil durante o Cenozóico, vindo a controlar, pelo menos, a preservação de sedimentos cenozóicos. Na parte centro-oriental ocorre um conjunto de falhas de direção também NNE-SSW, subparalelas, que aparentam, à parte terem atuado como zonas de cisalhamento dúctil subverticais nos tempos pré-cambrianos, mostram evidências de movimentação vertical durante o Cenozóico, configurando uma feição em forma de graben, com eixo marcado pelo vale do Córrego do Onofre.

Depósitos Terciários

Depósitos cenozóicos são conhecidos na região de Atibaia desde o século passado, tendo sido mencionados por Florence; Pacheco (1929) junto à estação ferroviária de Tanque. Diversos autores já a eles se reportaram (e.g., MEZZALIRA, 1948; ALMEIDA, 1952; MEZZALIRA, 1966; PENALVA, 1971; BISTRICHI et al., 1981; MELO; PONÇANO, 1983; OLIVEIRA et al., 1985; FULFARO et al., 1985; RIBEIRO, 1996), mencionando, inclusive, ocorrências de restos vegetais e icnofósseis, de difícil identificação taxonômica e escassa precisão temporal.

As coberturas cenozóicas, segundo Bistrichi (2001), são representadas por depósitos sedimentares terciários e quaternários, distribuídos, quase sempre, nas proximidades das calhas de drenagem atuais (Figura 4), afora corpos coluviais e de tálus, esparramados pelas vertentes e ainda mal sistematizados.

Nos trabalhos de mapeamento geológico da Quadricula Atibaia, Oliveira et al. (1985) distinguiram duas unidades sedimentares terciárias: a primeira, interpretada como tendo origem fluvial, teria idade miocena e seria correlacionável às formações São Paulo e Caçapava (no âmbito das bacias sedimentares de São Paulo e Taubaté, respectivamente); a segunda, de idade pliocena, apresentaria características de leques aluviais. Estudos posteriores, conduzidos pela equipe de palinologia do Laboratório de Geociências da UnG e publicados por Bistrichi (2001), indicaram sedimentos com idades Eoceno Superior/Oligoceno Inferior e Mioceno Superior. De acordo com Bistrichi (op.cit.), os depósitos paleogênicos seriam efetivamente correlacionáveis aos da Bacia de Taubaté, tanto do ponto de vista cronológico, quanto litoestratigráfico e bioestratigráfico, sugerindo a possibilidade de terem feito parte de um único palco de sedimentação,

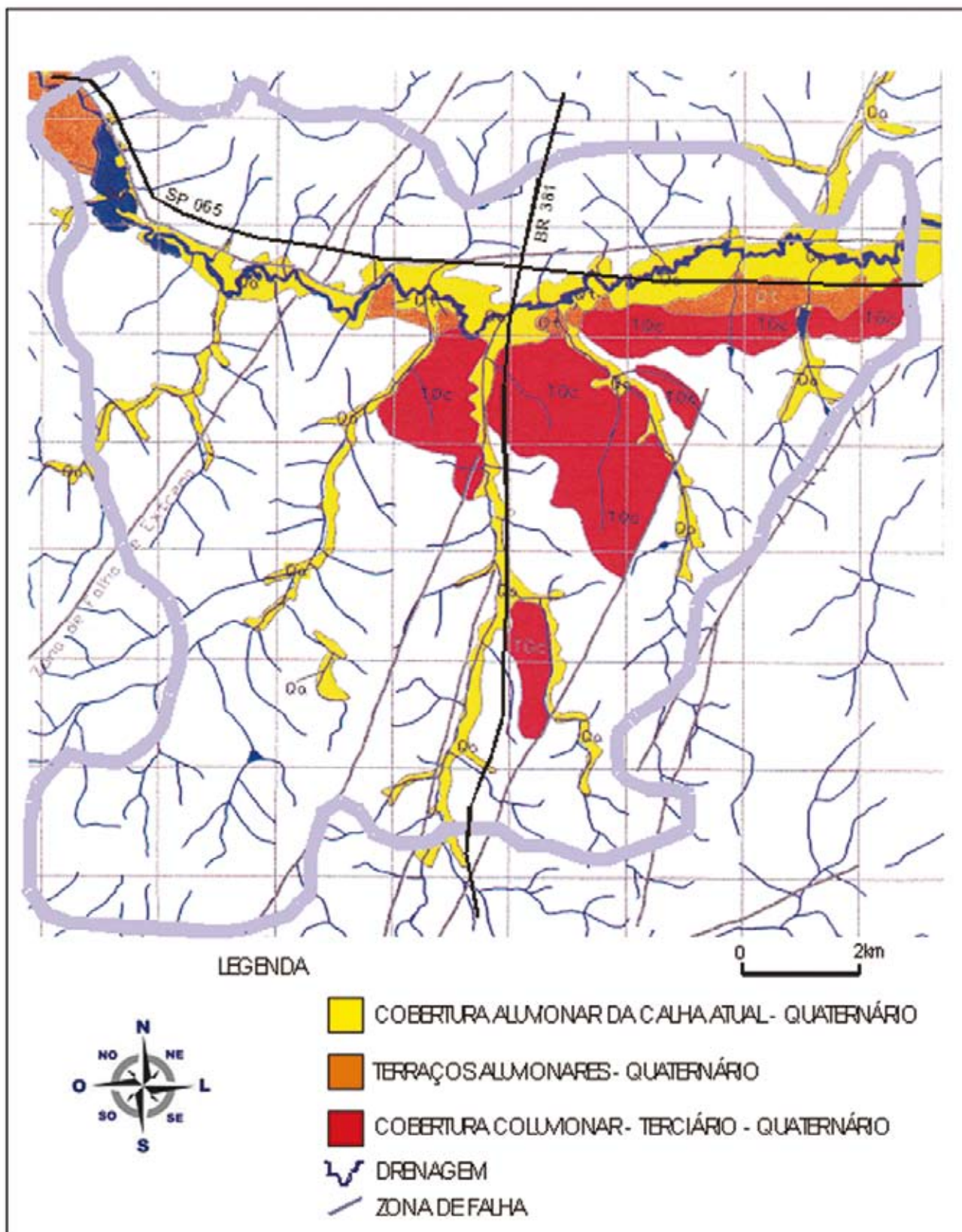


FIGURA 4: Coberturas cenozóicas na área de estudo (Fonte: LOURENÇO Jr., 2001).

FIGURE 4: Cenozoic units in the study area (After LOURENÇO Jr., 2001).

fragmentado por movimentos tectônicos subseqüentes. A tal conjunto paleogênico, denominou “Bacia de Tanque”. Os depósitos miocenos, por outro lado, teriam se formado em diversas bacias, decorrentes da tectônica compressiva predominante. Dadas as semelhanças faciológicas, optou-se, no presente artigo, por sua descrição conjunta, sob o título de depósitos terciários.

Os sedimentos terciários são descontínuos e ocupam diferentes altitudes, com ocorrências situadas a mais de 200 m dos níveis atuais da rede de drenagem. Apresentam espessuras métricas, podendo alcançar até 20 m em Bom Jesus dos Perdões e Igaratá, localidades vizinhas a Atibaia. Os restos fossilíferos encontrados nesses sedimentos são representados por restos de folhas, esporos e gravetos, freqüentemente carbonizados (Foto 6), assim como estruturas de escavação de animais perfuradores (FULFARO et al., 1985). Bistrichi (2001) arrolou, também, em termos de macrofósseis, impressões de escama de peixe e moldes de ossos indeterminados, que poderiam pertencer tanto a répteis quanto a mamíferos. O material paleobotânico, ainda segundo este autor, inclui megarrestos de dicotiledôneas, pínulas de Marattiales, de Cyatheaceae e de Aspleniaceae, fragmentos de folhas de Liliopsida e Malvales, sugerindo climas subtropicais úmidos, com invernos secos e frios (GARCIA et al., 2000).

As fácies predominantes nos depósitos terciários são: (a) diamictitos, com matriz argilosa, predominantemente caulínica, grãos e fragmentos irregulares de quartzo e rochas metamórficas, maciços ou levemente acamados, formando bancos decimétricos a métricos; (b) lamitos com laminação plano-paralela, chegando a constituir autênticos folhelhos, cores que variam do bege ao avermelhado, espessuras decimétricas a métricas; (c) areias mal selecionadas, finas a muito grossas, com estratificações cruzadas, cores esbranquiçadas, avermelhadas ou beges, podendo gradar para cascalhos ou lamitos, mostrando, não-raro, finning upwards; e (d) cascalheiras de espessuras decimétricas, seixos predominantemente quartzosos, mal arredondados, com acamamento grosseiro e, por vezes, finning upwards. As observações de campo indicam que as fácies (a) e (c) são predominantes. Os corpos sedimentares podem constituir formas acanaladas, cavadas no embasamento pré-cambriano, ou entrecortadas, no âmbito da própria seqüência (Fotos 7, 8 e 9).

Lourenço Jr. (2001) anotou ocorrência de pequenas camadas de carvão no contato e entre as fácies arenosas e

conglomeráticas, bem como lâminas de limonita in situ. As observações de campo permitem afirmar que a laterização é um processo bastante extenso, tingindo de cores ocre ou avermelhadas boa parte dos corpos de sedimentos terciários.

Em termos de interpretação paleoambiental, a sedimentação terciária mostra-se de alta energia, com predomínio de fluxo de detritos e alguma gradação para sistemas fluviais organizados, do tipo entrelaçado. A ocorrência de depósitos de decantação de espessuras decimétricas a métricas pode indicar canais ou segmentos abandonados do sistema fluvial pretérito ou, o que parece mais plausível, corpos lacustres, condicionados por barramentos tectônicos ou depósitos de escorregamento. A Figura 5 representa um modelo paleoambiental para os depósitos terciários, que congrega as fácies sedimentares predominantes e o contexto tectônico admitido para aquele período.

Depósitos Quaternários

Os depósitos quaternários são constituídos por aluviões pré-atuais, atuais, depósitos coluviais e depósitos de tálus, configurando os únicos ambientes de agradação hodierna.

Os aluviões distribuem-se ao longo das drenagens, em planícies aluviais e terraços, com destaque para os canais do rio Atibaia e do Córrego do Onofre os depósitos aluvionares representam uma área de aproximadamente 46 km². São sedimentos inconsolidados compostos por cascalhos, areias, siltes e argilas e, mais raramente, por depósitos orgânicos (turfeiras) (BISTRICHI, 2001). Os terraços aluviais são comuns ao longo da calha do rio Atibaia (Foto 10), alçados de poucos metros sobre a planície atual, sendo interessante notar que, ao norte da Serra de Itapetinga, os corpos reconhecidos estão na margem esquerda, indicando uma migração do talvegue para norte. Este fato é corroborado pela disposição do canal do rio Atibaia junto à encosta setentrional.

Os demais tipos de depósitos quaternários estão associados às vertentes, onde formam corpos coluviais ou de tálus. Os colúvios, de acordo com Bistrichi (2001), são argilo-arenosos ou areno-argilosos, amarronzados, maciços, com espessuras variáveis, sobrepostos, regra geral, a uma cascalheira basal (stone line) de espessura decimétrica. Lourenço Jr. (2001) descreveu esta cascalheira basal como sendo composta, em grande parte, por fragmentos de quartzo anguloso, de dimensões variadas, não-estratificados; bem como fragmentos de rochas do embasamento, evidenciando pequeno ou nenhum transporte.



FOTO 6: Remanescentes vegetais, em parte carbonizados, em lâmina de siltito da Bacia de Tanque (Rodovia Fernão Dias; Coordenadas UTM: 339.750 – 7.450.248).

PHOTO 6: Partially carbonified plant remains in silt lamina from Tanque Basin (Fernão Dias Road, UTM Coordinates: 339.750 – 7.450.248)

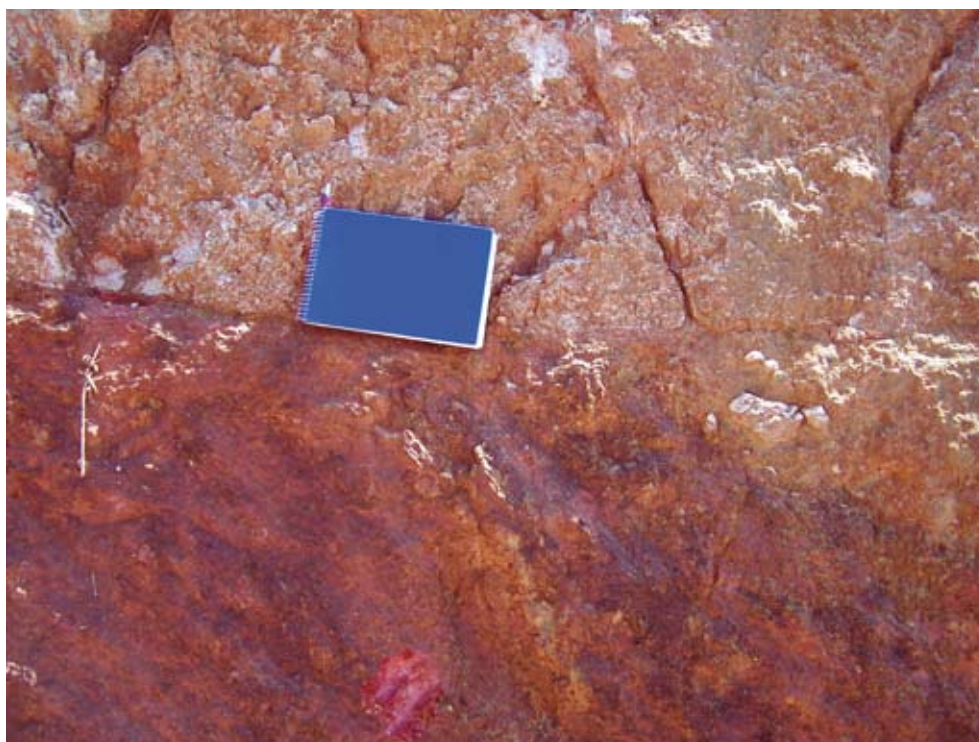


FOTO 7: Contato basal dos sedimentos da Bacia de Tanque (diamictito com matriz caulínica) com gnaisses alterados (coloração avermelhada) do embasamento pré-Cambriano. Coordenadas UTM do ponto: 339.408 – 7.447.981.

PHOTO 7: Basal contact of the caulinitic diamictites of the Tanque Basin with reddish wheathered Precambrian gneisses. UTM Coordinates: 339.408 – 7.447.981.



FOTO 8: Fácies de siltito laminado, rica em fósseis vegetais. A altura abrangida pela foto é de aproximadamente 1 m (Coordenadas UTM: 339.750 – 7.450.248).

PHOTO 8: Laminated silt facies with plant remains. This picture represents about 1 m high. (UTM Coordinates: 339.750 – 7.450.248).



FOTO 9: Ocorrência de fácies diamictito maciço, formando bancos de espessuras decimétricas. Notar o acamamento destacado pelas diferentes cores da matriz argilosa (Coordenadas UTM: 340.572 – 7.451.351).

PHOTO 9: Massive diamictite facies showing decimetric beds of different colors due to clay matrix (UTM Coordinates: 340.572 – 7.451.351).

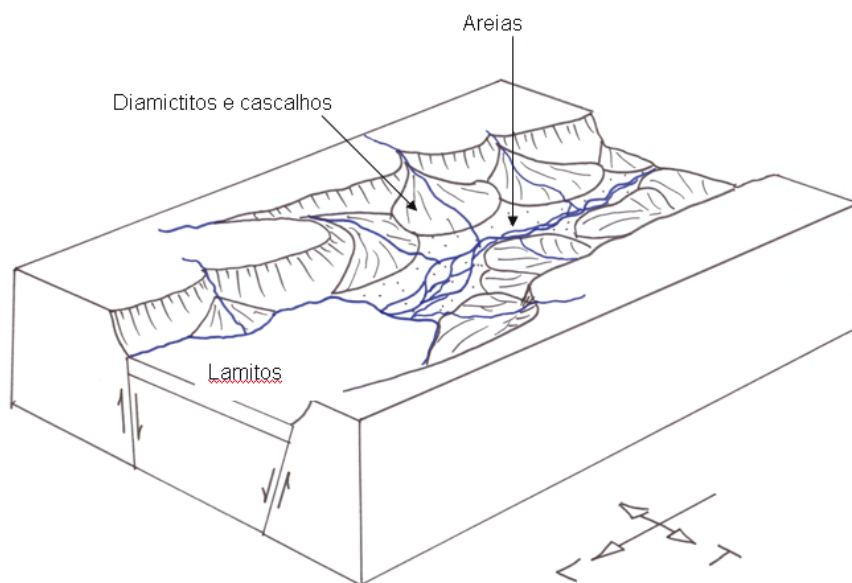


FIGURA 5: Modelo de sedimentação para os depósitos cenozóicos da região de Atibaia (Modificado de MIAL, 1990). L – Eixo longitudinal; T – Eixo transversal.
FIGURE 5: Fill basin model for the Cenozoic sedimentary deposits of the Atibaia region (Modified from MIAL, 1990). L – Longitudinal axis; T – Transversal axis.



FOTO 10: Em primeiro plano, destaca-se a planície atual do rio Atibaia, seguida do nível de terraço (arvoredo e primeiras casas); mais adiante, implantado em depósitos terciários, o Bairro Morumbi, e, ao fundo, a Serra de Itapetinga, sustentada pelo Granito Atibaia. Foto tomada a partir da Rodovia D. Pedro I, no rumo sul, a cerca de 2 km a leste do cruzamento com a Rodovia Fernão Dias.

PHOTO 10: Picture showing, in the near foreground, the actual plain of the Atibaia River; in the foreground (trees and first houses), the terrace deposits; in the hilly portion ahead, the Morumbi Neighbour of Atibaia Town, with Tertiary deposits substrate; and, in the background, the Itapetinga Ridge, sustained by the Atibaia Granite. This photo was shot from D. Pedro I Road border, 2 km east from the crossroad with Fernão Dias Road.

Bistrichi (op.cit.) reportou, também, cascalheiras constituídas por fragmentos angulosos de canga limonítica.

Os depósitos de tálus associam-se a vertentes mais íngremes e incluem matacões, blocos e seixos de rochas variadas, imersos em matriz argilo-arenosa ou areno-argilosa. De acordo com Bistrichi (op.cit.) os depósitos de tálus “...em geral, apresentam-se como corpos espessos”.

CONTEXTO GEOMORFOLÓGICO

A área do município de Atibaia está inserida no Planalto Atlântico (ALMEIDA, 1964), ocupando parte do chamado Planalto de Jundiá, que corresponde a uma zona geomorfológica rebaixada em relação às serras adjacentes. Em seu interior, os topos dos morros apresentam-se nivelados em torno de 820-870 m, destacando-se dos assoalhos dos principais cursos d’água, que, geralmente, se encontram entre as cotas 750-800 m. O Planalto de Jundiá representa o que Ab’Saber (2003) chamou de “mares de morros”, pois configuram uma expressiva ondulação topográfica, desenvolvida sobre rochas do embasamento pré-cambriano (Foto 11). Estão também presentes na área, representantes

da Serrania de São Roque, que se destacam pelo relevo mais movimentado, com gradientes topográficos pronunciados, como também relevos mais suaves, implantados sobre sedimentos cenozóicos, incluindo as planícies aluviais recentes (Foto 12).

As unidades geomorfológicas predominantes consistem em relevos de degradação, sendo representados por um relevo montanhoso, com altitudes de 1.000 a 1.450 m, e um relevo colinoso, com altitudes que variam de 800 a 1.000 m, sendo caracterizado por colinas médias, serras alongadas, morros com serras restritas e colinas amplas, de superfície bastante erodida e ondulada. Em tais tipos de relevo, são freqüentes afloramentos do embasamento cristalino, ora na forma de matacões, ora na de rocha nua ou lajeada (Foto 13). Existem ainda os relevos de agradação ou de acumulação, caracterizados por várzeas atuais, com altitudes inferiores a 800 m e planícies, formados por terrenos baixos e planos, junto às calhas dos rios e sujeitos a inundações periódicas (CARVALHO et al., 1975).

O Planalto de Jundiá, segundo Silva (2001), corresponde a maior parte da área de estudo, abrangendo uma extensa área de morros, cuja drenagem é feita pelas



FOTO 11: Relevo de Atibaia, visada sul a partir da entrada do Parque da Grota Funda, ilustrando a paisagem do tipo “mares de morros”.
PHOTO 11: “Mares de morros” (“hill sea”) relief in the Atibaia area. This photo was taken in the Grota Funda Park entrance.



FOTO 12: Vista panorâmica, tomada no rumo noroeste, a partir do domo rochoso da Pedra Grande, ponto culminante do município de Atibaia (1.450 m). Notar a área urbana da cidade ocupando majoritariamente um setor de relevo suavizado, com altitudes ao redor de 800 m.

PHOTO 12: Panoramic landscape of the Atibaia Town as viewed from the summit of Pedra Grande granitic dome, the highest point of the area, with 1.450 m of altitude. Note the low relief hilly urban area, with altitudes around 800 m.



FOTO 13: Campo de matacões em morro adjacente à Serra da Pedra Grande. Notar, ao fundo, o relevo suave da planície do rio Atibaia. Foto tomada, no rumo nordeste, a partir do domo rochoso da Pedra Grande.

PHOTO 13: Boulder field in a slope near the Pedra Grande Ridge. Note the low relief characteristic of the Atibaia River valley in the background. This photo was shot in the northeast sight from Pedra Grande Ridge summit.

bacias hidrográficas dos rios Jundiá, Atibaia e Jaguari, tratando-se assim, de um planalto rebaixado em relação as zonas geomorfológicas vizinhas do Planalto Atlântico, mas, com elevação de 100 m acima da zona do Médio Tietê e da Depressão Periférica.

Segundo Bistrichi (2001), as Serras de São Roque apresentam uma topografia muito diversificada e compartimentada por relevos escarpados, que acompanham as margens dos rios Atibainha, Juqueri e Juqueri-Mirim desenvolvendo escarpas voltadas para o sul e caracterizando-se através de uma grande variedade de formas de relevo que estão condicionadas a diferentes tipos litológicos.

Pires Neto (1996) – através do estudo das características morfométricas, numa escala maior de abordagem, procurando relacionar o papel do substrato rochoso e das estruturas geológicas que contribuem para a formação do relevo – redefiniu e estabeleceu novos grupos relacionados a alguns sistemas de relevo. Desta forma, em termos de Planalto Atlântico, aquele autor procurou separar quatro grupos de relevos, levando em consideração as suas amplitudes. Esta classificação pode ser vista no Quadro 2; a distribuição em planta dessas várias unidades no município de Atibaia, por sua vez, perfaz a Figura 6.

O território de Atibaia, segundo Silva (op.cit.), apresenta diversas elevações ou serras que fazem parte dos primeiros contrafortes da Serra da Mantiqueira, localizando-se preferencialmente nas porções leste e sul do município, cujas denominações são: Serra do Botujuru, com elevação máxima de 1.000 m de altitude, a sudoeste; Serra da Pedra Vermelha que, juntamente com o Morro dos Pintos, possui elevação de 1.200 m de altitude; ao sul; Serra de Itapetinga, cujo pico possui uma elevação de 1.450 m de altitude; a sudeste; Morro Grande, com 1.000 m de altitude; ao norte, nas divisas de Itatiba, a leste, o Morro Azul com 900 m de altitude; e, entre o bairro Ribeirão dos Porcos e a Serra de Itapetinga, o Morro da Bandeira com 1.000 m de altitude. Em algumas encostas, é possível delinear feições sugestivas de movimentos tectônicos recentes, caracterizadas por facetas triangulares, não-raro escalonadas (Foto 14). A tais indícios, somam-se a presença de vales assimétricos, com indicação de basculamento de rampas (Foto 15), bem como a arquitetura das planícies aluviais recentes, como a do rio Atibaia, ao norte da Serra de Itapetinga, que tem o talvegue encostado na vertente setentrional, e aluviões atuais e terraços concentrados expressivamente na margem esquerda.

Ainda com referência ao relevo regional onde se

insere o Município de Atibaia e à evolução da paisagem durante o Cenozóico, há que se mencionar a questão das superfícies de aplanamento, estudadas em detalhe por Bistrichi (2001). Segundo o conceito de Ollier (1981), as superfícies de aplanamento são entendidas como áreas de dimensões continentais, planas ou levemente onduladas, resultantes da erosão subaérea que trunca, indistintamente, rochas e estruturas geológicas de origem e resistência diferentes. Vários modelos foram propostos, na literatura geomorfológica, para explicar a origem e o desenvolvimento de tais superfícies (e.g., DAVIS, 1899; PENK, 1953; KING, 1956; ALMEIDA, 1964; BIGARELLA; ANDRADE, 1965; BIGARELLA; MOUSINHO, 1965; MODENESI, 1974; VALADÃO, 1998), envolvendo tanto conotações climáticas quanto tectônicas. No âmbito do Planalto Atlântico, as superfícies de aplanamento foram objeto de revisão e síntese por parte de Ponçano; Almeida (1993). Para os propósitos deste artigo, acredita-se que a síntese elaborada por Bistrichi (2001) seja suficiente e esclarecedora para se entender o quadro geomorfológico atual e a sua evolução desde o Mesozóico. Em tal trabalho se fundam os argumentos fornecidos a seguir.

Duas grandes superfícies de aplanamento demarcam a região: a Superfície Sul-americana, ou Japi, ou ainda, Pd₃ e a Superfície Velhas, ou Pd₂. A primeira, mais antiga, encontra-se melhor preservada no Planalto de Monte Verde, sul de Minas Gerais, onde situa-se nas cotas 1.600-1.700 m, com caimento para sudeste e para noroeste. Seus remanescentes na região de Atibaia, no âmbito da Serrania de São Roque, são reconhecidos na Serra de Itapetinga (ponto culminante do Município de Atibaia, com 1.450 m), nas serras do Ribeirão Acima (1.145 m) e da Pedra Branca (1.200 m), no Serrote da Guaripocaba (1.258 m) e no Morro Grande da Boa Vista (1.135 m). Acredita-se que esta superfície tenha se estabelecido no limite Cretáceo Superior/Eoceno, possivelmente sob influência de clima semi-árido.

Por sua vez, a Superfície Velhas, ou Pd₂, acha-se representada em toda a área, estando esculpida em rochas do embasamento pré-Cambriano, bem como em sedimentos terciários. Atualmente, é demarcada pelo nivelamento dos topos de morrotes, ao redor das altitudes 700-800 m, com leve caimento de leste para oeste. Nas porções mais bem preservadas, nota-se a presença de latossolos bem desenvolvidos, espessos de até 30 m. Desnívelamentos verificados entre os planaltos de Jundiá e de Pinhalzinho e do primeiro com o planalto de Santa Isabel-Igaratá podem

Tipo de Relevo	Símbolo	Amplitude (m)	Comprimento de Rampa (m)	Declividade (%)	Substrato Rochoso
Escarpa	E	120 – 480	300-1500	23-49	Gnaisses, xistos e anfibolitos.
Escarpa dissecada	Ed	60 – 180	300-1800	10-26	Gnaisses, metassedimentos pelíticos (argilitos e silitos).
Morros e Montanhas	MmM	130 – 400	200-1400	25-56	Gnaisses, xistos, granitóides, filitos, quartzitos, anfibolitos.
Cristas	Cr	100 – 300	300-1100	23-50	Gnaisses homogêneos e quartzitos.
Morros angulosos	Ma	80 – 300	300-1100	16-50	Gnaisses homogêneos e bandados, xistos e filitos.
Morros dissecados	Md	70 – 340	200-1100	16-53	Gnaisses, filitos e quartzitos.
Morros paralelos	Mp	70 – 150	250-600	17-45	Gnaisses
Morros e morrotes paralelos	MMTp	60 - 120	100-450	11-40	Xistos, filitos, quartzitos e gnaisses.
Morrotes e Morros	MTM	60 - 200	200-900	12-34	Gnaisses, granitóides, filitos e quartzitos.
Morrotes dissecados	MTd	30 - 140	200-800	8-40	Gnaisses, filitos e xistos.
Morrotes paralelos	MTp	30 - 120	200-700	13-40	Filitos, xistos e gnaisses.
Morrotes de cimeira	MTc	30 - 120	150-800	6-40	Granitóides, quartzitos e gnaisses
Morrotes	MT	20 - 120	200-800	6-40	Gnaisses, xistos, anfibolitos e sedimentos terciários.
Morrotes pequenos	MTpq	30 - 80	200-400	10-40	Gnaisses finos, xistos e filitos.
Colinas e Morrotes	CMT	60 - 90	100-500	14-30	Gnaisses, granitóides e anfibolitos.
Colinas pequenas	Cp	25 - 100	150-1100	5-17	Gnaisses
Colinas médias	Cm	20 - 90	250-1700	4-18	Gnaisses, granitóides e sedimentos terciários
Terraços Fluviais	T	-	-	-	Areias e cascalhos
Planícies Fluviais	Pf	-	-	-	Siltos, argilas, areias e cascalho.

QUADRO 2: Tipos de relevo com suas características morfométricas e a composição do substrato rochoso (Fonte: PIRES NETO, 1996; modificado por BISTRICHI, 2001).

TABLE 2: Relief typology and rock substrate (After PIRES NETO, 1996, modified by BISTRICHI, 2001).

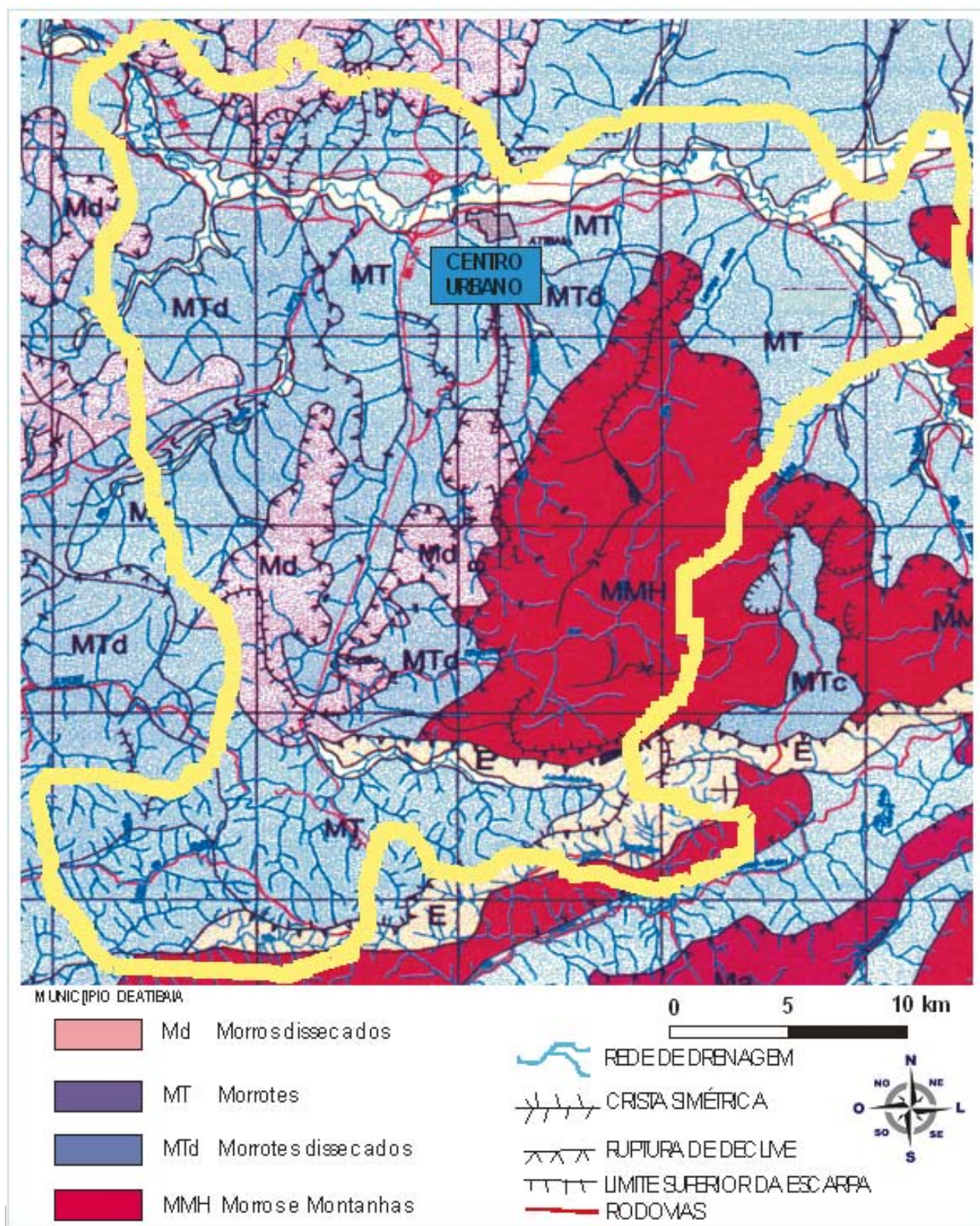


FIGURA 6: Características do relevo do município de Atibaia (Fonte: BISTRICHI, 2001). Ver texto e QUADRO 2 para caracterização dos diversos tipos de relevo.
FIGURE 6: Geomorphologic units in the Atibaia área (After BISTRICHI, 2001). See text and TABLE 2 for the relief characterization.



FOTO 14: Feições de escarpa com facetas sinusóides escalonadas na encosta oeste da Serra do Itapetinga, Bairro Retiro das Fontes.
PHOTO 14: Triangular faced scarps in the western flank of the Itapetinga Serra, Retiro das Fontes Suburb.



FOTO 15: Foto tomada a partir do alto da Pedra Grande, mostrando parte da cidade de Atibaia assentada em rampa de vale assimétrico (o flanco mais íngreme apresenta remanescentes de mata).
PHOTO 15: Picture taken from the Pedra Grande summit showing a portion of the city of Atibaia in an assymetric valley. Note the low angle slope occupied with the urban area and the oposite flank, with a high angle slope, occupied by wood.

estar associados a falhas neotectônicas, que, por vezes, separam sedimentos miocênios ou quaternários de depósitos ou rochas mais antigas. Além disso, informações auferidas em estudos flúvio-morfométricos indicam a presença de deformações recentes, tanto do tipo soerguimento, como subsidência ou falhamentos, demarcando os limites entre os dois setores planálticos.

EVOLUÇÃO CENOZÓICA

O território de Atibaia guarda, como visto, um significativo registro do Cenozóico, impresso na forma de depósitos sedimentares e em feições geomorfológicas, que podem fornecer valiosos parâmetros para se entender a história geológica da região nos últimos 65 milhões de anos.

Acredita-se que o entendimento e a correta sistematização dos registros geológico e geomorfológico cenozóicos da região de Atibaia sejam úteis não apenas ao entendimento da evolução paisagística local nos últimos 65 Ma e as decorrentes implicações para o uso e preservação dos seus recursos naturais, mas também para o entendimento da própria história geológica da região Sudeste do Brasil e sua conexão com a tectônica do setor meridional da Placa Tectônica da América do Sul.

As informações exploradas no presente tópico decorrem de observações de campo, acrescidas com dados coligidos na literatura geológica e geomorfológica. Todavia, as interpretações estão calcadas no entendimento que os autores têm sintetizado em projetos de pesquisa e em publicações mais recentes (e.g., ETCHEBEHERE; CASADO, 2006; GARCIA; SANTOS, 2006; SAAD; BEDANI, 2006). É importante salientar que a síntese aqui elaborada guarda, ainda, muitas facetas especulativas, dada a complexidade da história cenozóica da Região Sudeste do Brasil. Apesar desses fatores, acredita-se que tal síntese contribua para as discussões científicas sobre a evolução dessa parte do território nacional e também para mostrar a importância geocoturística da região atibaiana (cf. SILVA, 2007).

Outro ponto que demanda uma conceituação prévia, refere-se à questão da Neotectônica, vertente relativamente jovem do ramo das Geociências conhecido como Tectônica, que trata dos movimentos e das deformações da crosta terrestre, guiados pela dinâmica interna do Planeta. O conceito de Neotectônica ainda não é consensual nas Geociências, desde que foi introduzido na literatura geológica por Obruchev

(1948, apud MELLO, 1997) para designar movimentos da crosta terrestre ocorridos no Neoterciário e no Quaternário. Para os propósitos do presente trabalho dissertação, adota-se a definição da International Union for Quaternary Research (INQUA), na qual o termo é entendido como *qualquer movimento da Terra ou deformação do nível de referência geodésico, seus mecanismos, sua origem, independentemente de sua idade de início* (cf. ETCHEBEHERE, 2000). Dessa forma, as deformações neotectônicas teriam início a partir da implantação de um novo quadro de tensões, estabelecido após a última reorganização tectônica regional.

No caso da Região Sudeste do Brasil, pairam dúvidas quanto ao início efetivo do regime neotectônico. Assim, de acordo com Neves et al. (2003), as manifestações neotectônicas ocorrem a partir dos meados do Terciário, período em que cessa o regime distensivo relacionado à separação continental e se instalam os processos de migração e rotação da Placa Sul-Americana para oeste. Nesse processo de migração da placa para oeste, alguns autores (e.g., SAADI, 1993; RICCOMINI, 1989) admitiram uma alternância de regimes de tensão, relacionados às taxas de abertura da Cadeia Meso-Atlântica e de subducção da Placa de Nazca sob a Placa Sul-americana. Quando aquela taxa excede esta última, tenderia a haver predomínio de transcorrência dextral, e, na situação oposta, o predomínio passaria a ser de transcorrência sinistral. Hasui (1990), por sua vez, definiu a atividade neotectônica atuante na Plataforma Sul-americana como aquela que abrange os tempos cenozóicos a partir do Neógeno, com eixos de máxima tensão com direções gerais E-W a NNW-SSE. A partir do final do Oligoceno - início do Mioceno, a migração da Placa Sul-americana para oeste passa a se deparar com a nascente Cordilheira Andina, gerando um novo jogo de forças. Nesta passagem, o regime tectônico deixa de ser exclusivamente distensional e passa a ser compressional, com a implantação do quadro de tensões proposto por Hasui (op.cit.). Esta é, por conseguinte, a época em que tem início o quadro neotectônico da região sudeste.

Um último ponto a ser destacado refere-se à questão da chamada tectônica ressurgente (HASUI, op.cit.), onde as estruturas crustais pré-existentes, em especial as grandes zonas de cisalhamento pré-cambrianas, podem sofrer novas deformações, condicionadas pelos quadros de tensão que se sucedem no tempo geológico, culminando com o neotectônico. Desse aspecto decorre a grande complexidade na história geológica da Região Sudeste, fazendo com que as feições herdadas do embasamento pré-cambriano

acabem sendo elementos estruturais-chave na conformação da paisagem, controlando compartimentos geomórficos, as áreas sujeitas à erosão e aquelas que configuram palco de sedimentação transitória ou perene.

Um ponto-de-partida para o entendimento da evolução geológica cenozóica do Município de Atibaia pode ser a ruptura ou quebra do Continente Gondwana, ainda no Cretáceo Inferior (Albiano-Aptiano), quando surgiram o Oceano Atlântico, as bacias sedimentares da margem continental e deu-se início à migração da Placa Sul-americana para oeste, afastando-se de sua congênere: a Placa Africana. Vale ressaltar que a crosta sílica nessa porção do território sul-americano já havia sido exposta longamente à erosão, o que fez aflorar rochas metamórficas pré-cambrianas de graus médio a alto, formadas a grandes profundidades crustais, como pode ser constatado pela ampla ocorrência de granulitos, migmatitos e gnaisses migmatizados do Complexo Amparo na região de Atibaia. Sobre esse embasamento exumado, foram depositados sedimentos da Bacia do Paraná, culminados por magmatismo basáltico (132 Ma, cf. RENNE et al., 1992). É provável que no âmbito do atual território atibaiano tenha existido um delgado capeamento de basaltos — e até mesmo de rochas sedimentares da Bacia do Paraná —, que se estenderia para leste e hoje acha-se sepultado por sedimentos mais jovens das bacias de Campos e Santos, na margem continental brasileira, e por sedimentos dos grupos Caiuá e Bauru, no interior continental. Tal substrato poderia ser, então, considerado como o ponto-de-partida para a evolução cenozóica da área aqui estudada. Uma síntese tentativa dessa evolução é mostrada na Figura 7, adaptada de Almeida (1976) e Mohriak (2004). As etapas, mostradas nesta figura, e que comporiam os principais estágios evolutivos da região, são descritas na sequência:

- **Etapas 1** (Aptiano-Albiano) – Compreende a situação descrita no parágrafo anterior; a região de Atibaia estaria capeada por pequena espessura rochas da Bacia do Paraná, entre elas derrames basálticos de 132 Ma; a área da atual Serra do Mar já se encontrava em processo de alçamento, bem como também tinha início a acumulação dos primeiros sedimentos (siliciclásticos e evaporíticos) da vizinha Bacia de Santos — achava-se em curso a deriva da Placa Sul-americana para oeste; o regime tectônico era distensional;

- **Etapas 2** (Cretáceo Superior) – Nesta etapa, o alçamento crustal avançara a ponto de provocar a

erosão dos remanescentes da Bacia do Paraná que cobriam a área, propiciando enorme carga sedimentar para os flancos adjacentes: a Bacia de Santos, a leste, cuja pilha já se encontra em pleno desenvolvimento; e, o Grupo Bauru, a oeste, recobrimo a Bacia do Paraná (cf. LIMA et al., 1986); manifestações ígneas alcalinas também aconteceram em diversos pontos desta porção da placa Sul-americana; o regime tectônico continuava sendo do tipo distensivo e o Oceano Atlântico apresentava-se cada vez mais extenso. A região correspondente ao atual território de Atibaia mostrava-se em processo de denudação, que culminaria com o estabelecimento da Superfície Sul-americana (cujo ápice poderia ter acontecido no Eopaleógeno);

- **Etapas 3** (Paleógeno) – Continua a predominar o regime tectônico distensivo e a deriva da Placa Sul-Americana para oeste, configurando um estágio pós-rift, onde o comportamento geodinâmico da margem continental passa a ser gradativamente comandado por um movimento de rotação, envolvendo a subsidência da Bacia de Santos, acarretada pelo peso da pilha sedimentar acumulada e o soerguimento isostático da porção continental adjacente, no âmbito das atuais serras do Mar e da Mantiqueira, decorrente da denudação (modelo de THOMAS; SUMMERFIELD, 1987). Este processo leva à importantes modificações geomórficas na região, dentre as quais a implantação do sistema de rifts do sudeste (bacias de Taubaté, São Paulo, Curitiba, Volta Redonda, entre outras), com espessuras de até centenas de metros, e o aparecimento da Depressão Periférica Paulista, produto do recuo, continente-adentro, da escarpa voltada para o Oceano Atlântico, que delimitava o flanco ocidental do grande rift. Depressões do tipo rift também ocorreriam em outros pontos da Região Sudeste, tornando-se, todavia, cada vez menores e mais delgadas rumo ao interior do continente. A região de Atibaia foi afetada pela dissecação da Superfície Sul-americana e deve ter sido palco de formação dessas bacias tafrogênicas, restritas, tal como os depósitos de Tanque (com palinórmofos de idade Eoceno Superior-Oligoceno Inferior). O desdobramento da Superfície Sul-americana, dando lugar a setores planálticos rebaixados, de menores extensões (cf. BISTRICHI, 2001), pode indicar que

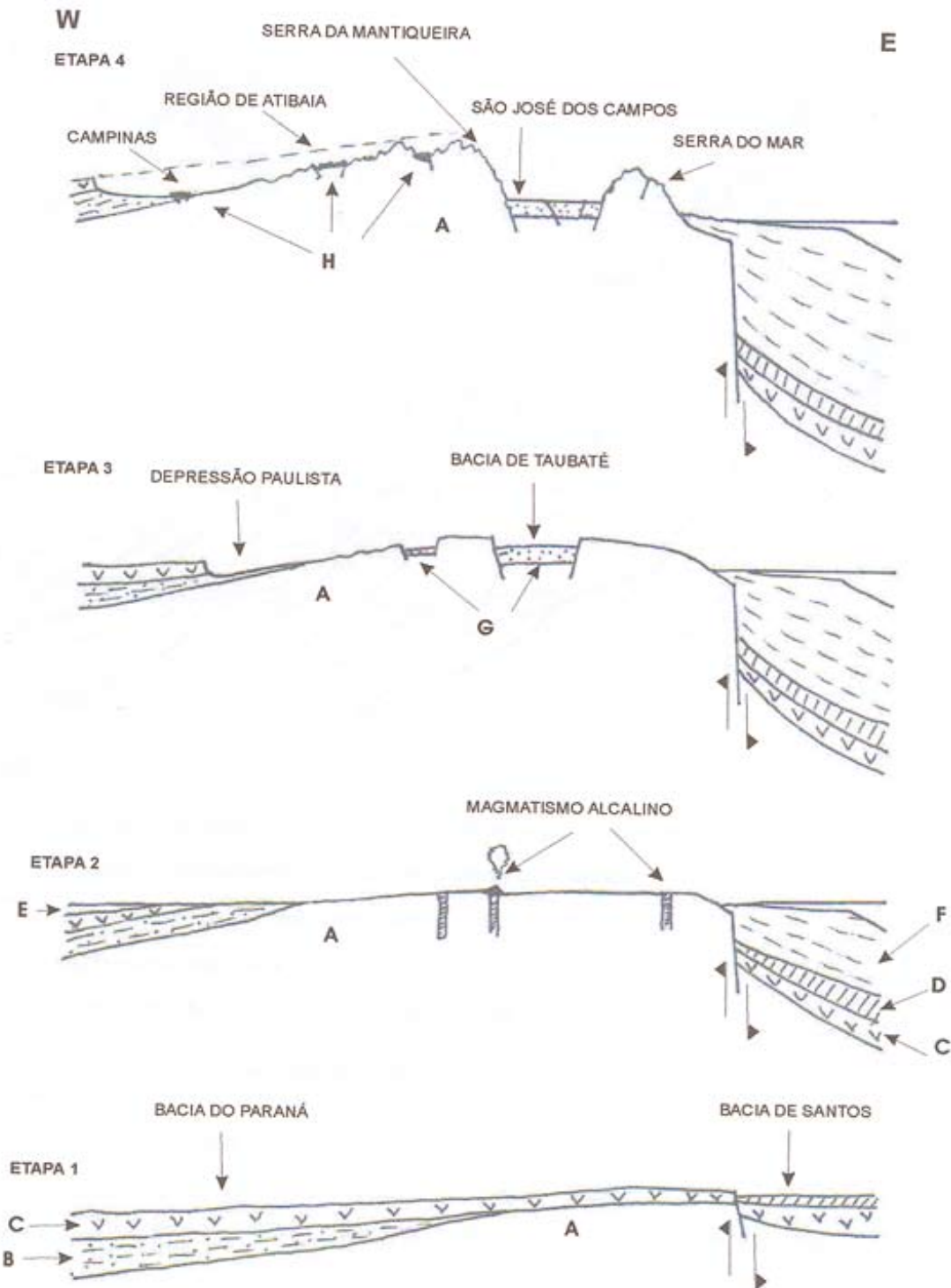


FIGURA 7: Possível evolução geológica da região de Atibaia, do Neocretáceo ao Recente, em uma seção E-W (Baseado em ALMEIDA, 1976; BISTRICHI, 2001; MOHRIAK, 2004). A) Embasamento pré-Cambriano; B) Sequências sedimentares pré-basaltos da Bacia do Paraná; C) Basaltos da Formação Serra Geral – 132 Ma; D) Evaporitos e rochas siliciclásticas do Cretáceo Inferior da Bacia de Santos; E) Grupo Bauru – Cretáceo Superior; F) Sedimentos do Cretáceo Superior ao Recente da Bacia de Santos; G) Sedimentos da Bacia de Taubaté e correlatos; H) Depósitos pós-Oligoceno.

FIGURE 7: Possible geologic evolution of the Atibaia region, from the Upper Cretaceous to the Recent, showed in a E-W section (After ALMEIDA, 1976; BISTRICHI, 2001; MOHRIAK, 2004). A) Precambrian basement; B) Sedimentary sequences of the Paraná Basin older than basaltic volcanism; C) Serra Geral Formation basalts – 132 Ma; D) Lower Cretaceous evaporites and siliciclastic rocks of the Santos Basin; E) Bauru Group – Upper Cretaceous; F) Upper Cretaceous-Recent sedimentary sequences of the Santos Basin; G) Taubaté Basin and correlated deposits; H) Post-Oligocene sedimentary deposits.

esta evolução ocorreu por pulsos. As estruturas pré-cambrianas, tais como zonas de cisalhamento, podem ter sido reativadas sob a forma de falhas normais, propiciando a formação e a preservação de sedimentos paleogênicos;

- **Etapas 4** (Mioceno-Recente) – Um novo fator surge no cenário tectônico da porção meridional da Placa Sul-americana no Mioceno: a Cordilheira dos Andes, decorrência do processo de subducção da Placa de Nazca (provida de oeste), contrapondo forças com a expansão do assoalho oceânico a partir da dorsal meso-atlântica. O regime tectônico torna-se compressivo e a Região Sudeste passa a configurar um grande mosaico de blocos, com áreas transpressivas, sendo soerguidas, e outras, transtensivas, propiciando embaciamentos para a deposição de carga sedimentar provinda dos blocos altos adjacentes. Na Bacia de Santos, esta etapa é marcada por uma ampla discordância no limite Oligoceno-Mioceno (ca. 24 Ma). Na região de Atibaia, por outro lado, esta etapa é registrada nos depósitos sedimentares miocênicos, que compreendem fácies lacustres (níveis de base locais, condicionados pela tectônica) e fácies de alta energia (diamictitos), formadas por processos de natureza gravitacional e/ou fluvial pouco organizado. Nesta etapa, teria início, então, o regime de deformação neotectônico, i.e., que perdura até o presente, o que é corroborado pelos seguintes indícios:

- Sismicidade intraplaca, destacando-se, para o caso de Atibaia, a proximidade com as zonas sismogênicas de Pinhal (sismos registrados com magnitude de até 5,1) e Cunha (idem até 4,4). Vale ressaltar, igualmente, a constatação de sismos de magnitudes ainda mais expressivas no interior continental brasileiro durante o Quaternário (e.g., terremoto do Serra do Tombador, com

magnitude 6,6 – MIOTO, 1996; sismos neoquaternários na região do vale do Rio do Peixe, oeste paulista, com magnitudes semelhantes, depreendidas por análise de sismos – ETCHEBEHERE; SAAD, 2002);

- Anomalias flúvio-morfométricas determinadas por Bistrichi (2001), com base no Índice RDE (Relação Declividade vs. Extensão; cf. ETCHEBEHERE et al., 2004; ETCHEBEHERE et al., 2006), indicativas de processos neotectônicos. Na região de Atibaia, tais anomalias se concentram no âmbito da Serra do Itapetinga, em especial, em seus flancos, indicando áreas em processos de soerguimento. Sendo assim, pode-se entender a curvatura do rio Atibaia, contornando a extremidade setentrional da serra, como também tendo o seu talvegue encostado no flanco norte do vale, deixando, na margem esquerda, depósitos aluviais atuais e sob a forma de terraços, testemunhos desse alçamento (Figura 8); e

- Controle tectônico da rede de drenagem, manifestado no rearranjo da rede hidrográfica por processos de captura, desvios, decapitações, bem como dos processos erosivos (cf. BISTRICHI, 2001).

Durante o Holoceno, conforme salientou Bistrichi (op. cit.), a atividade tectônica transcorrente persiste, com soerguimento generalizado na região — a dissecação é predominante na Região Sudeste, marcada por relativamente poucos depósitos recentes expressivos em contraposição com a porção norte do território brasileiro —, todavia heterogêneo, como atesta o comportamento diferencial de blocos morfotectônicos. Em alguns setores localizados, como o trecho da planície atual do rio Atibaia, no município homônimo, registra-se o desenvolvimento hodierno de relevos de agradação.

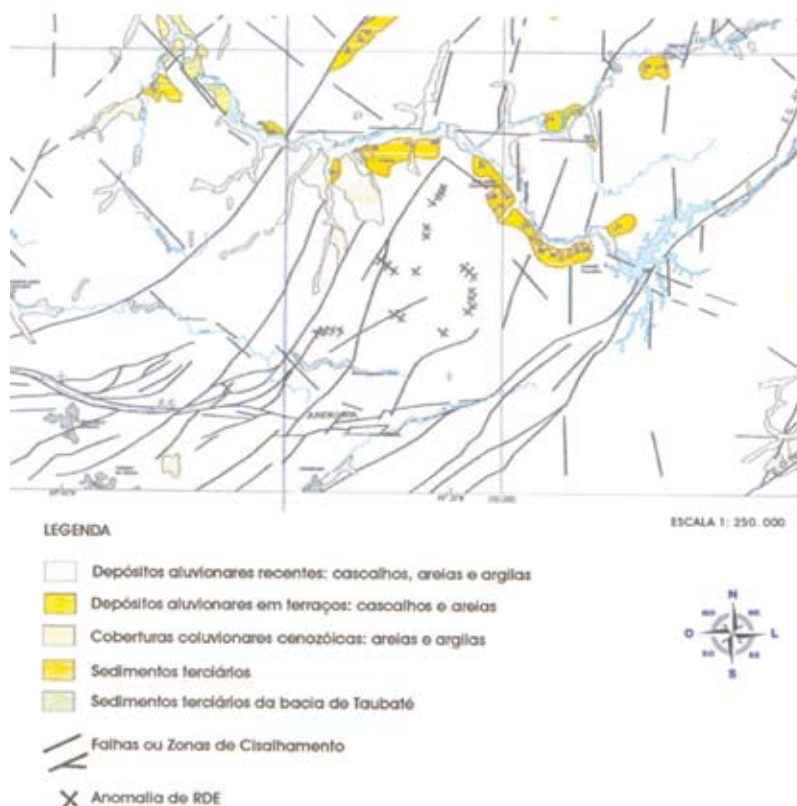


FIGURA 8: Distribuição dos principais depósitos cenozóicos na região de Atibaia (BISTRICHI, 2001).

FIGURE 8: Main sedimentary deposits of the Atibaia region (After BISTRICHI, 2001).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A. N. *Os Domínios da Natureza no Brasil: Potencialidades Paisagísticas*. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- ALMEIDA, F. F. M. Novas ocorrências de camadas supostas pliocênicas nos Estados de São Paulo e Paraná. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, v. I, n. 1, p. 53:58, 1952.
- ALMEIDA, F. F. M.. Fundamentos Geológico do Relevo Paulista. *Boletim do Instituto Geológico*, n. 41, p. 167-263, 1964.
- ALMEIDA, F.F.M. The system of continental rifts bordering the Santos Basin, Br. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 48, p. 15-26. 1976. Suplemento.
- ARTUR, A. C. *Rochas Metamórficas dos Arredores de Itapira*. 1980. 193f. Dissertação de Mestrado – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1980.
- BIGARELLA, J. J.; ANDRADE, G. O. Contribution to the study of the Brazilian quaternary. In: WRIGHT JR., H. E.; FREY, D. G. (ed.) *International studies on the Quaternary*. New York: Geological Society of America 1965. p. 443-451 (GSA. Special Paper, 84).
- BIGARELLA, J. J.; MOUSINHO, M. R. Contribuição ao estudo da Formação Pariquera-Açu, Estado de São Paulo. *Boletim Paranaense de Geografia*, n.16-17, p. 17-41, 1965.
- BISTRICHI, C. A. et al. A. *Mapa Geológico do Estado de São Paulo*. São Paulo: IPT, 1981. Mapa Escala 1:500.000 (Publicação IPT, 1184. Monografias, 6).
- BISTRICHI, C. A. *Análise Estratigráfica e Geomorfológica do Cenozóico da Região de Atibaia – Bragança Paulista, Estado de São Paulo*. 2001. 160f. Tese (Doutorado em Geologia Regional) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.
- BUENO, R.C.S. *Análise da influência dos atributos físicos e bióticos da paisagem no desenvolvimento socioeconômico de Bragança Paulista, Estado de São Paulo*. 2007. 101 f. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) – Centro de Pós-graduação, Pesquisa e Extensão. Universidade Guarulhos. 2007.
- CARVALHO, A. et a. Levantamento pedológico Semidetalhado do Município de Atibaia, S.P. *Revista Científica do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo*. Campinas, v.34, n.1, p. 1-58, jan. 1975.
- CAVALCANTE, J. C. et al. *Projeto Sapucaí*. Brasília: MME/DNPM, 1979. 299p. (Relatório Final).

- CPRM – Serviço Geológico do Brasil. *Mapa geológico do Brasil ao milionésimo*. Rio de Janeiro: CPRM, 2005.
- DAVIS, W. M. The geographical cycle. *Geographical Journal*, n. 14, p. 481-504, 1899.
- EBERT, H. Ocorrências da fácies granulítica no sul de Minas Gerais e em áreas adjacentes, em dependência da estrutura orogênica: hipóteses sobre sua origem. *Anais Academia Brasileira de Ciências*, v. 40, p. 215-229, 1968. Suplemento.
- ETCHEBEHERE, M.L.C. *Terraços neóquaternários no vale do Rio do Peixe, Planalto Ocidental Paulista: Implicações estratigráficas e tectônicas*. 2000. 2v. (Tese de Doutorado), Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.
- ETCHEBEHERE, M.L.C.; SAAD, A.R. Feições de liquefação em sedimentos quaternários no vale do Rio do Peixe, região ocidental paulista – Implicações paleossísmicas. *Geociências*, v. 21, n. 1/2, p. 43-56, 2002.
- ETCHEBEHERE, M.L.C.; CASADO, F.C. *Caracterização estrutural e evolução geológica da Soleira de Arujá (SP)*. Guarulhos, 2006. (Projeto de pesquisa do Centro de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão – CEPPE, Universidade Guarulhos – UnG).
- ETCHEBEHERE, M.L.C. et al. Aplicação do Índice “Relação Declividade-Extensão – RDE” na bacia do Rio do Peixe (SP) para detecção de deformações neotectônicas. *Geologia USP – Série Científica*, v. 4, n. 2, p. 43-56, 2004.
- ETCHEBEHERE, M.L.C. et al. Detecção de prováveis deformações neotectônicas no vale do Rio do Peixe, região ocidental paulista, mediante aplicação de índices RDE (Relação Declividade-Extensão) em segmentos de drenagem. *Geociências*, v. 25, p. 271 – 289, 2006.
- FIORI, A. P. et al. Evolução policíclica na região Nordeste do estado de São Paulo e áreas vizinhas do Estado de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, XXX, Recife, 1978. *Anais...Recife: SBG*, 1978. v. 1, p. 309-320.
- FLORENCE, G.; PACHECO, J. *Carta Geológica do Estado de São Paulo*, Brasil. São Paulo, 1929. Escala 1:2.000.000.
- FULFARO, V. J. et al. Evolução Cenozóica da Região de Atibaia, SP. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 5., 1985, São Paulo. *Anais...* São Paulo, 1985. p. 315-22.
- GARCIA, M.J.; SANTOS, D.B. *A paleopalínologia na reconstrução da paisagem paleógena na Formação Itaquaquecetuba (Mineradora Itaquareia I e IV), Bacia de São Paulo, Brasil*. Guarulhos: CEPPE, Universidade Guarulhos, 2006. (Projeto de Pesquisa).
- GARCIA, M.J. et al. Palinologia e idade dos depósitos terciários da Bacia do Tanque – Bom Jesus dos Perdões, Estado de São Paulo, Brasil. *Revista UnG – Geociências*, v.5, n. especial, p. 258, 2000.
- HASUI, Y. et al. *Compartimentação estrutural e evolução tectônica do Estado de São Paulo*. São Paulo: IPT, 1989, 289 p. (Relatório IPT, 23794).
- HASUI, Y. Neotectônica e Aspectos Fundamentais da Tectônica Ressurgente no Brasil. In: WORKSHOP NEOTECTÔNICA CONTINENTAL CENOZÓICA DO SUDESTE BRASILEIRO, 1., 1990. Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: SBG/MG, 1990. Boletim 11, p. 1-31.
- HASUI, Y.; OLIVEIRA, M. A. F. Província Mantiqueira – Setor Central. In: ALMEIDA, F.F.M.; HASUY, Y. (Coord.), *O Pré-Cambriano do Brasil*. São Paulo: Edgar Blücher, 1984. p. 308-44.
- HEILBRON, M. et al. Província Mantiqueira. In: *Geologia do Continente Sul-Americano*, Evolução da Obra de ALMEIDA, F. F. M.; MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C.D.R., BRITO-NEVES, B.B. (Orgs.). São Paulo: Beca, 2004. p. 203-234.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT). *Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo*. São Paulo, 1981. Escala 1:1.000.000.
- KING, L. C. A geomorfologia do Brasil Oriental. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, p. 147-265, 1956.
- LARANJEIRA, L. R. *Aplicação de sensoriamento remoto orbital e sistemas de informações geográficas na engenharia rodoviária: região de Atibaia – SP*. Rio Claro: UNESP, IGCE, 1999. 68p. (Relatório Final).
- LIMA, M.R. et al. Descoberta de microflora em sedimentos do Grupo Bauru, Cretáceo do Estado de São Paulo, Brasil. *Revista do Instituto Geológico*, v.7, n.1-2, p. 5-9, 1986.
- LOURENÇO JUNIOR, J. C. R. *Mapeamento Estrutural, Estratigráfico e Caracterização Neotectônica das Coberturas Terciárias da Região de Atibaia – SP*. 2001. 71p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso). Instituto de Geociências e Ciências Exatas. UNESP. 2001.
- MACIEL, D.L.P.; ETCHEBEHERE, M.L.C. *Aplicação de parâmetros morfométricos de elementos de drenagem para a caracterização da Soleira de Arujá (SP) e a análise de processos neotectônicos*. 2007. 10 p. (Projeto de Dissertação de Mestrado), Centro de Pós-graduação, Pesquisa e Extensão – CEPPE, Universidade Guarulhos – UnG. 2007.
- MELLO, C.L. *Sedimentação e tectônica cenozóica no médio vale do Rio Doce (MG, Sudeste do Brasil) e suas implicações na evolução de um sistema de lagos*. 1997. 288 f. (Tese de Doutorado), Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo – IGUSP, São Paulo, 1997.
- MELO, M. S.; PONÇANO, W. L. 1983. *Gênese, distribuição e estratigrafia dos depósitos cenozóicos no Estado de São Paulo*. São Paulo: IPT. 74 p. (Publicação IPT 1364, Monografia, 9).
- MEZALLIRA, S. *Phylloblatta pauloi* sp. nov. *Boletim do Instituto Geológico*, v. 4, n. 2, p. 1-3, 1948.
- MEZZALIRA, S. *Os fósseis do Estado de São Paulo*. São Paulo: OIGG, 1966, v. 45, 132 p.
- MIALL, A.D. *Principles of sedimentary basin analysis*. London: Springer-Verlag, 1990. 668 p.
- MIOTO, J.A. Excertos sobre risco sísmico no Estado de São Paulo. *Revista UnG – Geociências*, v. 1, n. 3, p. 18-23, 1996.

- MODENESI, M. C. Níveis de erosão e formações superficiais na região de Itu-Salto, SP. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 4, n. 4, p. 228-246, 1974.
- MOHRIAK, W.U. Recursos energéticos associados à ativação tectônica mesozóico-cenozóica da América do Sul. In: MANTESSO-NETO, V. et al. (orgs.) *Geologia do Continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo: Beca, p. 293-318.
- MORALES, N. et al. As estruturas dobradas da região de Atibaia, SP. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 5., 1985, São Paulo. *Atas...* São Paulo: SBG-Núcleo São Paulo, 1985. v.1, p. 159-168.
- NEVES, M.A. et al. Compartimentação morfotectônica da região de Jundiá – SP. São Paulo. *Revista Brasileira de Geociências*, n. 33, 167-176, 2003.
- OLIVEIRA, M. A. F. et al. *Projeto Atibaia: geologia da quadrícula de Atibaia*. São Paulo: Pró-Minério, 1985. 2v. (Relatório Final).
- OLLIER, C. D. *Tectonic and landforms*. London: Longman, 1981. 324 p.
- PENALVA, F. Sedimentos neocenozóicos nos vales dos rios Jundiá, Atibaia e Jaguari. *Boletim Paulista de Geografia*, n. 46, p. 107-138, 1971.
- PENCK, W. *Morphological analysis of landforms: a contribution of Physical Geology*. London: MacMillan. 1953. 429 p.
- PIRES NETO, A. G. *Estudo morfotectônico das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari, Jundiá e áreas adjacentes no Planalto Atlântico e Depressão Periférica*. Rio Claro: IGCE-UNESP, 1996. 71p. Mapas.
- PONÇANO, W. L.; ALMEIDA, F.F.M. Superfícies erosivas nos planaltos cristalinos do leste paulista e adjacências: uma revisão. *Cadernos IG/UNICAMP*, Campinas, v. 3, n. 1, p. 55-90, 1993.
- RENNE, P.R. et al. The age of the Paraná flood volcanism, rifting of Gondwanaland, and the Jurassic-Cretaceous boundary. *Science*, v. 258, p. 975-979, 1992.
- RIBEIRO, L. F. B. *Tectônica ressurgente da borda sul da Serra da Mantiqueira: geologia estrutural e geocronologia por traços de fissão*. 1996. 121f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista – IGCE-UNESP, Campus Rio Claro, Rio Claro, 1996.
- RICCOMINI, C. *O rift continental do Sudeste do Brasil*. 1989. 256f. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. São Paulo. 1989.
- RICCOMINI C. et al. Evolução Geológica do rift Continental do Sudeste do Brasil. In: MANTESSO-NETO V. et al. (Org.) *Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo: Beca, 2004. p. 383-405.
- SAAD, A.R.; BEDANI, E.F. *Análise geoambiental aplicada ao entendimento da evolução da paisagem natural cenozóica das regiões compreendidas pelos municípios de Guarulhos e Itaquaquecetuba, Estado de São Paulo*. Guarulhos: Universidade Guarulhos, Guarulhos, 2006. Projeto de pesquisa do Centro de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão – CEPPE, 2006.
- SAADI, A. Neotectônica da plataforma brasileira: esboço e interpretação preliminar. *Geonomos*, v. 1, n.1, p. 1-15, 1993.
- SADOWSKI, G.R.; CAMPANHA, G.A.C. Grandes falhas no Brasil continental. In: MANTESSO-NETO, V. et al. (Org.) *Geologia do continente Sul-Americano: Evolução da Obra de ALMEIDA, F. F. M.* São Paulo: Beca, 2004. p.407-421.
- SANCHES, R.C. *Análise da alteração da paisagem através de sensoriamento remoto entre os anos de 1984 e 2006: Estado de São Paulo, Brasil*. 2007. 67f. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) – Centro de Pós-graduação, Pesquisa e Extensão. Universidade Guarulhos. 2007.
- SILVA, G.P.; ETCHEBEHERE, M.L.C. *Análise flúvio-morfométrica da bacia do rio Jaguari, Município de Bragança Paulista (SP) para detecção de deformações neotectônicas*. 2007. 12f. (Projeto de Dissertação de Mestrado), Centro de Pós-graduação, Pesquisa e Extensão – CEPPE, Universidade Guarulhos – UnG. 2007.
- SILVA, M.F. da. *Avaliação do potencial geocoturístico do Município de Atibaia, Estado de São Paulo*. 2007. 166f. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) – Centro de Pós-graduação, Pesquisa e Extensão, Universidade Guarulhos. Guarulhos. 2007).
- THOMAS, M.F.; SUMMERFIELD, M.A. Long-term landform development: editorial introduction. In: GARDINER, V. (Ed.) *International Geomorphology*. John Wiley & Sons, 1987. Pt II, p. 927-933.
- VALADÃO, R. C. *Evolução de longo termo do relevo do Brasil Oriental: desnudação, superfícies de aplanamento e soerguimentos crustais*. 1998. 243 f.(Tese de Doutorado) – UFBA, Salvador – BA, 1998.
- WERNICK, E. Contribuição à estratigrafia do Pré-Cambriano do leste do Estado de São Paulo e áreas vizinhas. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 8, n.3, p. 206-16, 1978.
- WERNICK, E. et al. Reavaliação de dados geocronológicos da região nordeste do Estado de São Paulo e unidades equivalentes dos Estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3. 1981. Curitiba. *Anais...* Curitiba: SBG, 1981. v. 1, p. 328-341.