

O CARSTE NAS CABECEIRAS DOS RIOS DAS ALMAS, SÃO JOSÉ DE GUAPIARA (PLANALTO DE GUAPIARA) E DO RIO PILÕES (SERRA DE PARANAPIACABA), SP.

Bruno Daniel LENHARE¹ & William SALLUN FILHO²

(1) Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. Rua do Lago, 562, Butantã, CEP 05508-080, São Paulo, SP. Endereço eletrônico: brunolenhare@gmail.com.

(2) Instituto Geológico, Secretária de Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Rua Joaquim Távora, 822, 04015-001, São Paulo SP. Endereço eletrônico: wsallun@gmail.com

Introdução
Contexto regional
Materiais e métodos
Caracterização do carste
 Bacias dos rios São José de Guapiara e das Almas - Planalto de Guapiara
 Corpos Norte A, B, C e D
 Corpo Oeste
 Corpo Central Norte
 Serra deParanapiacaba
Considerações finais
Agradecimentos
Referências bibliográficas

RESUMO – Na região das cabeceiras dos rios das Almas, São José de Guapiara (Bacia do Rio Paranapanema - Planalto de Guapiara) e Rio Pilões (Bacia do Rio Ribeira de Iguape - Serra de Paranapiacaba) ocorrem corpos carbonáticos neoproterozoicos (Supergrupo Açungui) com desenvolvimento de sistemas cársticos e feições associadas. Informações levantadas em trabalhos de campo permitem observar que, apesar de contínuos entre o Planalto de Guapiara e a Serra de Paranapiacaba, os corpos carbonáticos apresentam feições cársticas com características distintas entre estes dois compartimentos, sugerindo que geomorfologia pode ter contribuído para esta dissimilaridade entre os setores abordados. O Planalto de Guapiara apresenta relevo mais suavizado, baixo gradiente hidráulico, com regime hídrico predominantemente fluvial, exibindo um sistema cárstico com feições menos desenvolvidas e mais dispersas em relação à região da serra. Na Serra de Paranapiacaba, compartimento que predomina a topografia mais acidentada, altos gradientes hidráulicos e regime fluvio-cárstico, permitiram o desenvolvimento de um sistema cárstico mais expressivo com presença de rede de condutos e feições associadas com maior densidade de ocorrência em relação à região do Planalto de Guapiara.

Palavras-chave: carste, geomorfologia cárstica, Planalto de Guapiara, Serra de Paranapiacaba.

ABSTRACT – *Karst at the headwaters of Rio das Almas, São José de Guapiara rivers (Guapiara Plateau) and Pilões River (Paranapiacaba Ridge), SP.* In the region of the headwaters of Almas, São José de Guapiara rivers (Paranapanema River Basin - Guapiara Plateau) and Pilões river (Ribeira de Iguape River Basin - Paranapiacaba Ridge) Neoproterozoic carbonate bodies (Açungui Supergroup) occur the development of a karst system and associated features. Information gathered in fieldwork allowed to observe that, despite continuous between Guapiara Plateau and the Paranapiacaba, the carbonate bodies exhibit karst features with distinct characteristics between these two compartments, suggesting that geomorphology may have contributed to this dissimilarity between sectors addressed. The Guapiara Plateau shows a smooth relief, low hydraulic gradient, predominant flow regime, displaying a karst system less developed and features more dispersed relative to the mountain region. At the Paranapiacaba Ridge, the compartment that predominates more rugged topography, high hydraulic gradients and fluvio-karstic regime, allowed the development of a karst system with more expressive presence of the duct network and features associated with the highest density of occurrence in relation to the Plateau region of Guapiara.

Keywords: karst, karst geomorphology, Guapiara plateau, Paranapiacaba ridge

INTRODUÇÃO

No sudeste do estado de São Paulo ocorrem áreas cársticas entre as áreas de cabeceiras dos rios Paranapanema e Ribeira de Iguape. De maneira geral, terrenos cársticos são paisagens contendo cavernas e extensos sistemas de água subterrânea desenvolvido em rochas solúveis, como calcário, mármore e gesso (Ford & Williams, 2007).

A região compreende corpos carbonáticos do Subgrupo Lajeado (Neoproterozoico), que geomorfologicamente se localizam entre

Planalto de Guapiara e a Província Costeira (Ponçano et al., 1981). A área de estudo situa-se entre as bacias dos rios das Almas, São José de Guapiara (Bacia do Rio Paranapanema – Planalto de Guapiara) e Pilões (Bacia do Rio Ribeira de Iguape – Serra de Paranapiacaba), entre os municípios de Capão Bonito, Guapiara, Iporanga e Ribeirão Grande, no sudeste do Estado de São Paulo (Figura 1). Está inserida no contexto da "Província Espeleológica do Vale do Ribeira", caracterizada por apresentar

feições cársticas típicas, como cavernas, paredões rochosos, dolinas, sumidouros, depressões poligonais, cones e torres cársticas (Karmann & Sanchez, 1979, 1986).

Os corpos de rochas carbonáticas ocorrem de forma contínua entre o Planalto de Guapiara e a Serra de Paranapiacaba (Figura 1). Na região do planalto o relevo se apresenta mais suavizado, com baixo gradiente hidráulico com drenagens predominantemente superficiais, enquanto que na região da Serra de Paranapiacaba o relevo é mais acidentado proporcionando gradientes hidráulicos maiores em relação ao planalto, além de apresentar drenagens com trechos superficiais e subterrâneos.

De forma geral, os corpos carbonáticos da região apresentam relevos bastante irregulares e estão mais rebaixados em relação às unidades subjacentes, compostas por rochas metavulcanossedimentares do Supergrupo Açungui, acarretando sistemas cársticos de recarga mista e injeção alóctone (Karmann & Sanchez, 1979, 1986; Campanha, 2002; Karmann & Ferrari, 2002).

A geologia da região foi alvo de diversos estudos por conta da ocorrência de minérios, como calcário, dolomito, chumbo, ouro entre outros, cujo início da exploração remonta as

primeiras décadas do século XX (Shimada et al., 2004). É justamente nas rochas carbonáticas mais favoráveis ao desenvolvimento de sistemas cársticos (mais calcíticas e com menos sílica) que há grande potencial para a indústria de cimento e cal na região (Sallun & Sallun Filho, 2009). Contudo, o carste neste setor não foi objeto de estudos específicos, e a carência de material relacionada ao tema perfaz dificuldade para o entendimento da situação e evolução do mesmo. Parte desta área situa-se nas unidades de conservação do Parque Estadual Intervales (PEI) e Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR) que juntamente com outras unidades (Parque Estadual Nascentes do Paranapanema – PENAP, Estação Ecológica Xituê, Parque Estadual Carlos Botelho, além da APA da Serra do Mar), compõem o *continuum* ecológico da Serra de Paranapiacaba, que configura um extenso corredor de unidades de conservação.

Assim, este trabalho visa o mapeamento de detalhe das feições cársticas presentes na área em questão, associado às informações espeleológicas levantadas durante trabalhos de campo, para compreensão da evolução do carste neste setor e para suporte a futuros estudos e programas ambientais na região.

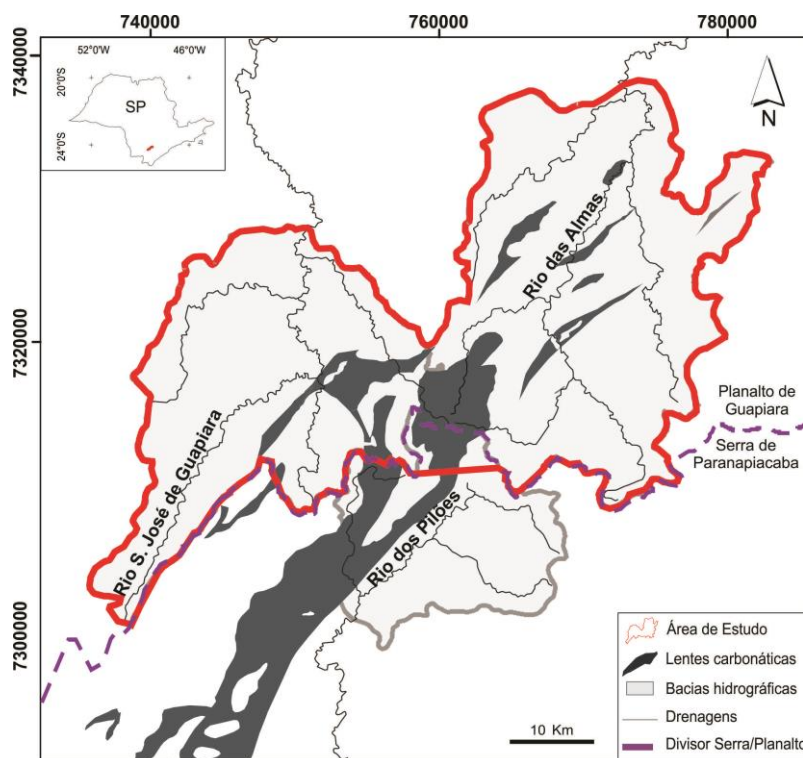


Figura 1. Localização da área de estudo no estado de São Paulo (mapa de detalhe) e em relação às rochas carbonáticas e principais bacias hidrográficas.

CONTEXTO REGIONAL

O contexto geológico da região é composto por unidades litoestratigráficas originadas em ambientes sedimentares e vulcânicos, que compreendem o Subgrupo Lajeado, do Supergrupo Açungui (Campanha & Sadowski, 1999) (Figura 2a). De acordo com Campanha (2002) esta unidade é composta por uma sequência de cinturões dispostos longitudinalmente segundo a direção NE, cujos contatos são em geral tectônicos. As subdivisões do Supergrupo Açungui com empilhamento e sucessões estratigráficas internas a cada uma dessas unidades foram reconhecidas por Campanha e Sadowski (1999). Campanha (2002) interpreta que a correlação entre elas é essencialmente lateral e não vertical. Dessa forma os corpos carbonáticos ocorrem justapostos entre as unidades metapelíticas e metavulcânicas do Supergrupo Açungui, muitas vezes dispostos em sinclinais (Campanha e Sadowski, 1999; Campanha, 2002).

As rochas carbonáticas do Subgrupo Lajeado foram depositadas em ambiente plataformar de mar aberto composto por alternância de rochas clásticas e carbonáticas (Campanha & Sadowski, 1999). Esta unidade é subdividida em sete outras, sendo que as de interesse para este estudo são as formações Bairro da Serra (metacalcarenitos e metacalcilutitos impuros calcíticos e dolomíticos), Mina de Furnas (metacalcarenitos e calcilutitos laminados) e Passa Vinte (metacalcarenitos dolomíticos) (Campanha et al., 1987; Campanha, 2002).

As unidades que compõem a área de estudo foram sujeitas a processos tectônicos durante o ciclo brasileiro, no estabelecimento do Cinturão Ribeira, por volta de 650 a 540 Ma (Almeida, 1964; Campanha, 2002). Posteriormente a este período de tectonismo, registra-se um período de relativa estabilidade tectônica, onde houve o início da deposição dos sedimentos da Bacia do Paraná (Formação Furnas, Ponta Grossa e Subgrupo Itararé) (Campanha & Sadowski, 1999; Campanha, 2002).

Entre o Permiano Superior e o Triássico Médio, a Bacia do Paraná passou por expressivos processos tectônicos e erosivos causando um levantamento generalizado

relacionado com a ruptura do Gondwana e a abertura do Oceano Atlântico Sul (Almeida, 1980; Riccomini, 1995). A instalação do enxame de diques do Arco de Ponta Grossa e do Alinhamento de Guapiara, associado a corpos de rochas ígneas alcalinas, acarretou o soerguimento do relevo da região (Riccomini, 1995). A atividade tectônica mesozoica relacionada ao Arco de Ponta Grossa e seus alinhamentos magmáticos, entre os quais o de Guapiara, ocorreu entre 134 e 130 Ma (Turner et al., 1994; Riccomini, 1995).

O contexto geomorfológico em que se insere a área deste estudo é a transição do Planalto Atlântico (Planalto de Guapiara) para a Província Costeira (Serra de Paranapiacaba e Serrania do Ribeira), além de uma pequena porção de ocorrência da Depressão Periférica (Depressão do Paranapanema) (Figura 2b) (Ponçano et al., 1981). Durante o Cenozóico (do Paleógeno ao Mioceno) a evolução geomorfológica da região está associada a um processo de erosão diferencial regressiva da Serra de Paranapiacaba (em direção ao Planalto de Guapiara) e ao controle tectônico quando da abertura do Atlântico Sul e à evolução da margem continental brasileira (Almeida, 1964; Almeida & Carneiro, 1998; Ross, 2002).

A Serra de Paranapiacaba está desenvolvida na Unidade Morfoescultural do Baixo Ribeira (Ross & Moroz, 1997), apresentando relevo montanhoso, escarpas retilíneas e perfis íngremes, com baixo grau de dissecação e com desníveis entre 700 e 900 m entre fundos de vales e topos de cristas (Karmann, 1994). As escarpas desta serra são limitadas em sua porção SE pela baixada litorânea na sua base, e a norte e noroeste, pelo Planalto de Guapiara. As escarpas desta serra foram originadas por reativações tectônicas de grande expressão, controlando também a evolução dos grábens de Sete Barras e Ribeira de Iguape durante o Quaternário, o que explica a baixa dissecação desta unidade (Riccomini & Coimbra, 1992; Riccomini et al., 2004).

No estado de São Paulo, o Planalto de Guapiara está limitado pela Depressão Periférica Paulista em sua porção norte, pelo Planalto do Ribeira/Turvo a leste e pela Serra de Paranapiacaba a sudeste (Ross & Moroz,

1997). O relevo desta unidade é composto por morros baixos com topos convexos, cujas

altitudes variam entre 700 e 1.000 m com declividade mediana (20 a 30%).

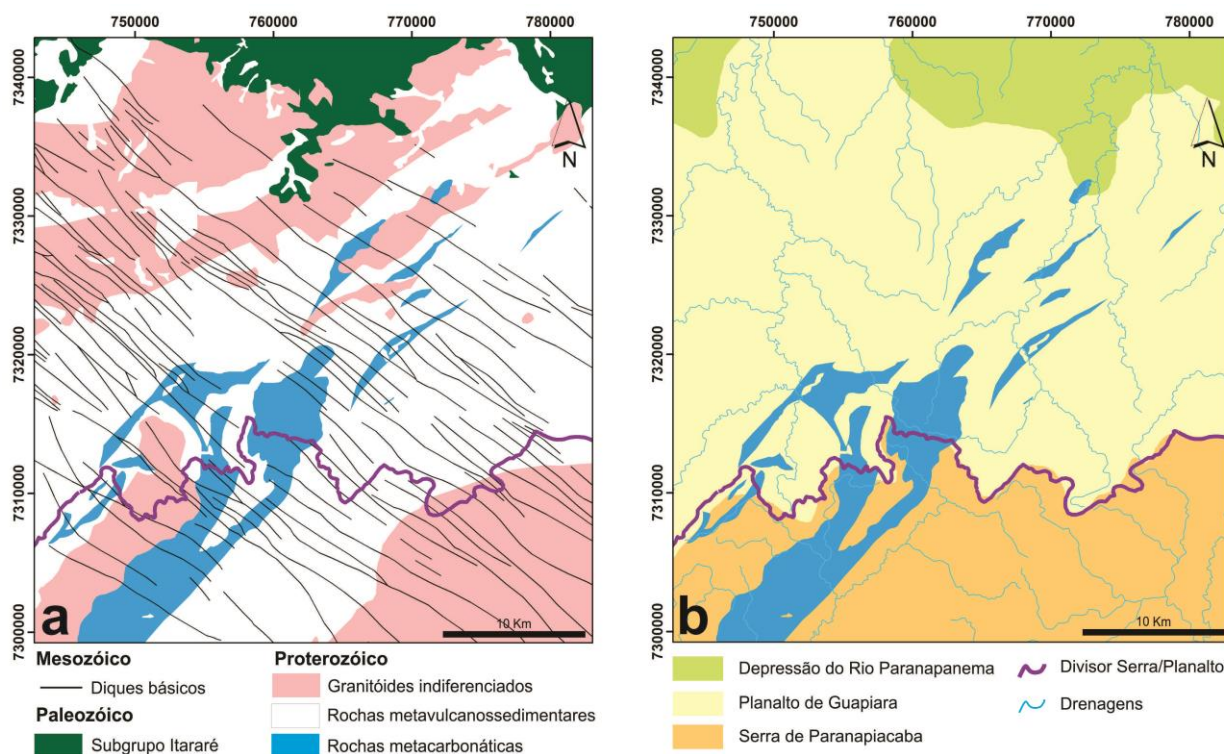


Figura 2. a: contexto geológico regional simplificado da área de estudo com destaque para as rochas metacarbonáticas (adaptado de Campanha, 2002); b: mapa geomorfológico regional mostrando as principais unidades abrangidas pela área de estudo (adaptado de Ponçano et al., 1981).

MATERIAIS E MÉTODOS

A caracterização geomorfológica do carste na área de estudo envolveu trabalhos em gabinete e em campo, onde foram levantadas informações sobre o carste e cavernas, além de mapas geológicos, geomorfológicos, bases topográficas e interpretação de fotografias aéreas.

Os trabalhos de gabinete envolveram utilização de diversos sensores e técnicas para o reconhecimento de feições cársticas que por vezes não são facilmente reconhecidas em campo, como depressões ou mesmo cones cársticos. Para fotointerpretação utilizou-se fotografias aéreas 1:25.000, obtidas pela Secretaria de Agricultura do Estado de SP em 1973. Utilizaram-se também imagens LANDSAT 7 +ETM e Google Earth (Google Earth™ serviço de mapa). A partir da delimitação das depressões por fotografias aéreas e imagens, foi feita a comparação da morfometria com curvas de nível geradas pelo software Global Mapper 15, a partir de dados do SRTM. Além disso, foram analisadas e

demarcadas depressões e sumidouros na base topográfica 1:10.000 do ano de 1957 do DAEE. Os corpos de rochas carbonáticas foram delimitados a partir do mapa de Campanha (2002) em escala 1:250.000. Desta forma, existe uma limitação de escala e existem muitos corpos menores não representados.

Para diferenciação do relevo foram utilizados dois parâmetros: o gradiente de rios e a razão fundo-altura de vale (V_f). O gradiente foi calculado pela razão entre o desnível topográfico e o comprimento do canal em metros. A razão fundo-altura de vale (V_f) foi calculada segundo (Keller & Pinter 1996), utilizando os parâmetros largura do vale (V_{fw}), altitude da margem esquerda (E_{ld}), altitude da margem direita (E_{rd}) e altitude do fundo do vale (E_{sc}), através da Equação 1. Além desses parâmetros, foram elaborados perfis topográficos baseados no SRTM para se obter uma visão geral da posição dos corpos carbonáticos no relevo e perfis dos rios principais.

$$Vf = \frac{2Vfw}{((Eld - Esc) + (Erd - Esc))}$$

Equação 1. Cálculo da razão fundo-altura do vale, proposto por Keller & Pinter (1996).

Os trabalhos de campo foram desenvolvidos com a determinação da localização e descrição das feições cársticas em toda a área abordada, com o uso de mapas e GPS. Foi realizada checagem em campo de todas as depressões observadas em gabinete para confirmação de sua existência.

As cavernas foram levantadas e seus dados foram checados a partir dos cadastros existentes

da Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE) e Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV). Posteriormente, a maioria delas foi novamente localizada em campo com localização mais acurada e algumas foram mapeadas.

Após as etapas de campo e pesquisa prévia em bibliografia relacionada, todos os dados coletados foram compilados em uma base desenvolvida em ambiente SIG. O produto desta compilação contém informações a respeito da geologia, geomorfologia e localização das principais feições cársticas observadas.

CARACTERIZAÇÃO DO CARSTE

As feições cársticas da região estudada foram descritas de forma individualizada em Corpo Oeste; Corpo Norte, Corpo A, Corpo B, Corpo C, Corpo D; e Corpo Central (subdividido em Norte e Sul) (Figura 3). Contudo, desde o início dos estudos e em trabalhos anteriores (Sallun Filho et al., 2010) foi observado que há uma grande diferença entre o carste dos dois compartimentos geomorfológicos principais, o Planalto de

Guapiara e a Serra de Paranapiacaba (Figura 4). A descrição e interpretação das feições cársticas, portanto, foram agrupadas segundo o contexto destes dois compartimentos, cujas similaridades e diferenças relativas à presença e distribuição destas ficaram mais evidentes através da elaboração de perfis topográficos, perfis longitudinais de rios e análise espacial dos dados levantados.

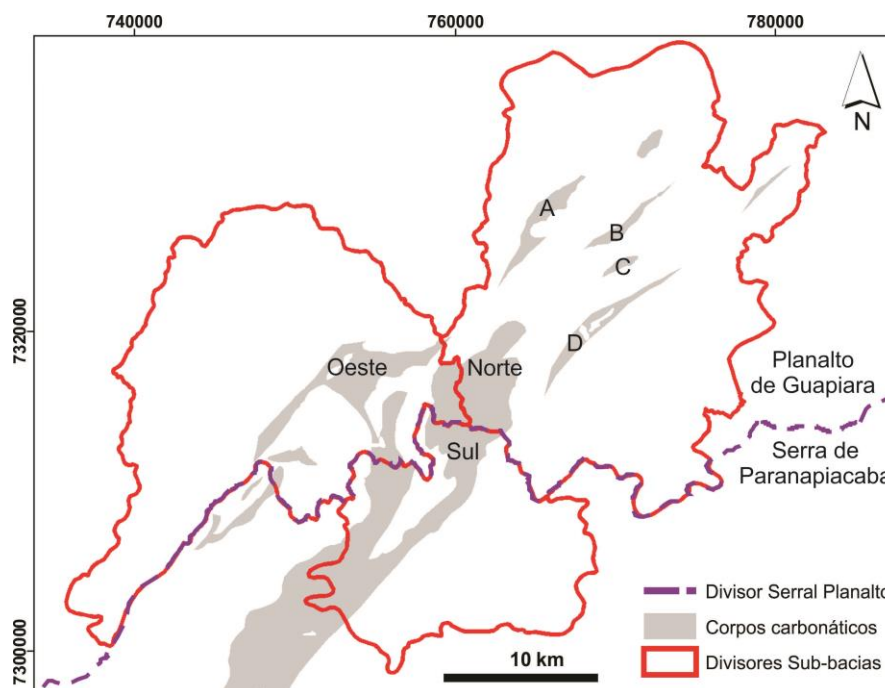


Figura 3. Localização e denominação dos corpos carbonáticos estudados em cada compartimento geomorfológico.

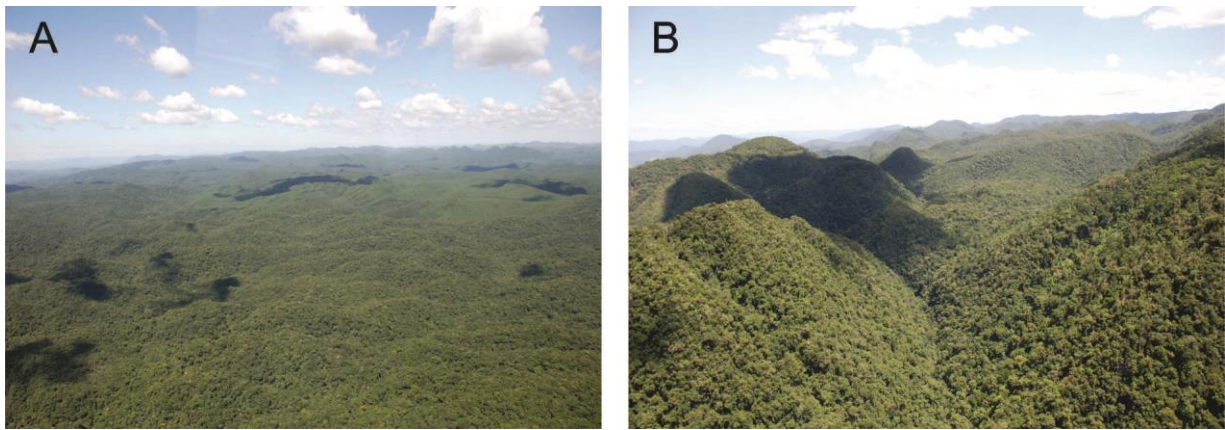


Figura 4. Fotografias aéreas oblíquas da região. A- Relevo mais suavizado e com menor grau de entalhamento na região do Planalto de Guapiara; B- Relevo mais entalhado na região da Serra de Paranapiacaba, com gradientes mais elevados.

Bacias dos rios São José de Guapiara e das Almas - Planalto de Guapiara

Neste compartimento foram descritos os corpos Norte A, B, C e D (Bacia do Rio das Almas) que se situam predominantemente na

região do Planalto de Guapiara e Oeste (Bacia do Rio São José de Guapiara) e Central Norte, também no planalto, mas que apresentam continuidade para Serra de Paranapiacaba (Figura 3, 5).

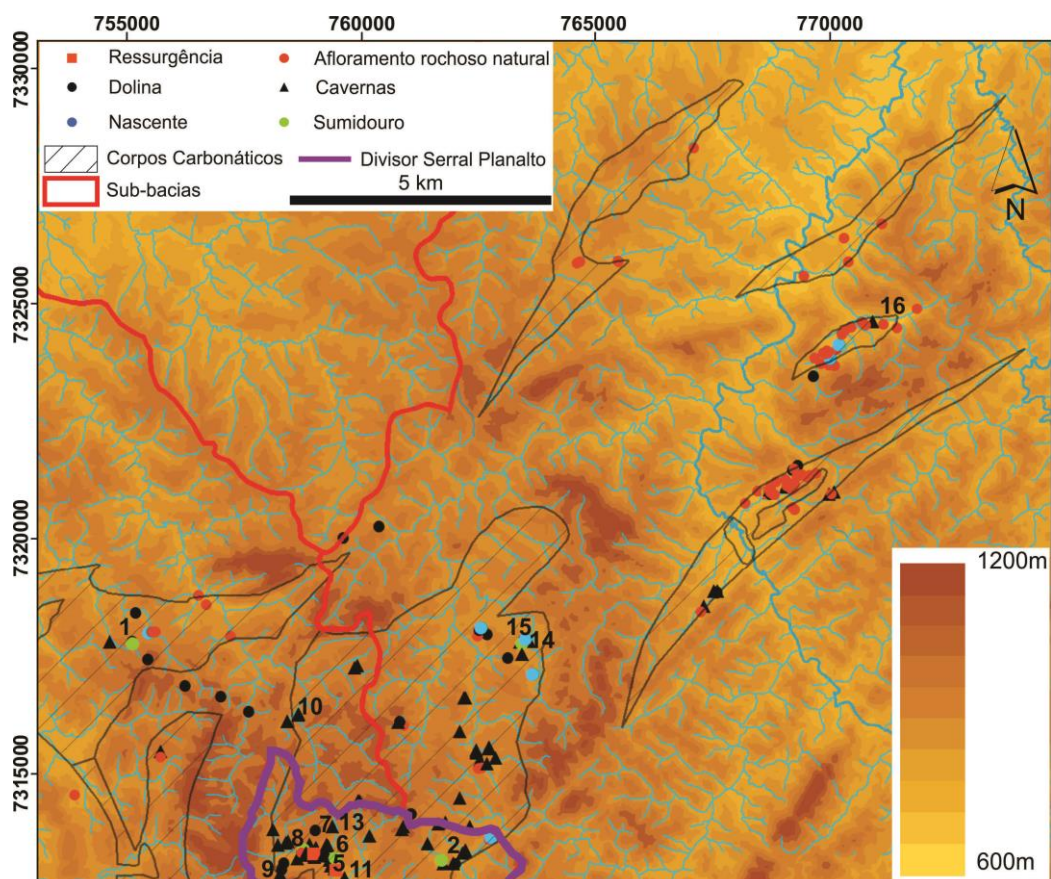


Figura 5. Localização e distribuição das feições cársticas reconhecidas e analisadas no compartimento do Planalto de Guapiara. Cavernas principais: 1 – Gruta dos Planos; 2 – Gruta Colorida; 5 – Gruta do Bocão; 6 – Gruta do Fendão, 7 – Gruta do Fendãozinho; 8 – Gruta do Flóido; 9 – Gruta do Minotauro; 10 – Gruta do Minotauro II; 11 – Gruta dos Paiva; 13 – Gruta Jane Mansfield; 14 – Gruta da Carioca I; 15 – Gruta da Carioca II; 16 – Gruta do Sumidouro.

Corpos Norte A, B, C e D

Os corpos Norte A, B, C e D apresentam dimensões menores em relação aos outros

corpos descritos e estão dispostos paralelamente entre si, segundo a direção NE-SW.

O Corpo A apresenta a maior área deste setor, com 5,9 km², comprimento de 8,7 km e largura de 1,7 km. As altitudes variam entre 703,2 e 952,3 m acima do nível do mar, com média em 832,5 m e com declividade média de 15,8° (Tabela 1). Neste corpo ocorrem poucos afloramentos de rochas carbonáticas e nenhuma feição cárstica expressiva, a não ser pela presença de poucas caneluras de dissolução de dimensões centimétricas isoladas nestas exposições. A composição das rochas carbonáticas varia entre dolomítico e calcítico, com composição média de CaO<42%; MgO<1% (Gonzalez et al., 1972). Segundo a classificação de Chilingar (1957) as rochas carbonáticas deste setor são classificadas como calcários levemente dolomíticos. Analisando a razão média de CaO/MgO das rochas carbonáticas do Corpo A, esta confere 64,1 de teor, o que justifica sua exploração do calcário como cimento (Gonzalez et al. 1972).

O Corpo B apresenta área de 2,8 km², comprimento de 6,9 km e largura de 0,7 km. As altitudes variam entre 659,7 a 863,8 m, com média em 751,2 m, com declividade média de 15,8° (Tabela 1). Assim com no Corpo B foram observados poucos afloramentos naturais de rochas carbonáticas e nenhuma feição de carstificação. A geoquímica deste corpo é desconhecida, uma vez que este não foi abrangido por Gonzalez et al. (1972).

O Corpo C possui área de 1,1 km², comprimento de 2,6 km, largura de 0,5 km, altitudes entre 637,7 a 881,4 m, com média em 756,4 m e com declividade média de 19,8° (Tabela 1). Apesar de ser o mais discreto em dimensões deste setor apresenta feições cársticas com desenvolvimento de um epicarste. Em lavras ativas, foi observado que o pacote de rocha carbonática é bastante espesso (mais de 100 m) e está deformado em uma sinclinal. Foram observadas neste corpo fendas de dissolução e lapiás. Durante a pesquisa bibliográfica foi encontrado o registro em mapa da Gruta do Sumidouro, com mais de 510 m de desenvolvimento linear e 12 m de desnível, contudo esta já não existe mais, pois foi suprimida pela lavra do metacalcário. A geoquímica deste corpo é desconhecida, uma vez que esta não foi abrangida por Gonzalez et al. (1972).

O Corpo D, que se localiza na porção leste deste setor, apresenta área de 5,8 km², comprimento de 11,8 km e largura de 1,2 km; altitudes entre 718,1 a 973,8 m, com média em 801,8 m, e declividade média de 18,9° (Tabela 1).

Deste setor é o corpo que mais apresenta feições cársticas, em relação às outras. Foram observados afloramentos naturais de rocha, dolinas de pequenas dimensões (até 4 m de diâmetro), sumidouros e ressurgências ativos (Gruta da Passagem, Gruta do Assentamento e Gruta do Cheirol), nascentes além de 11 cavernas, das quais três delas descobertas durante os trabalhos de campo, conferindo uma densidade de 1,88 caverna/km². Estas cavernas apresentam desenvolvimento linear máximo de 150 m (Gruta do Cheirol) e mínimo de 8 m (Toca do Felício e Fenda do Córrego, ambas sem cadastro na SBE e CECAV), com média em 68,50 m. O desnível máximo das cavernas deste corpo é de 9 m (Gruta do Jairo) e o mínimo é de 0,50 m (Toca do Felício), com média em 4,75 m. Para Gonzalez et al. (1972), as características geoquímicas refletem uma rocha com teor levemente mais magnesiano (composição dolomítica, CaO<19%; MgO<22%) com a razão média de CaO/MgO em 24,25. Segundo a classificação de Chilingar (1957) estes corpos se enquadram como calcário dolomítico.

Os corpos A, B, C e D são topograficamente mais rebaixados em relação às rochas metassedimentares adjacentes, como observado através dos perfis A-A' e B-B' da Figura 6. Através dos perfis longitudinais dos rios, é possível observar que o Rio das Almas, importante curso regional, chega a entalhar bem o relevo interceptando os corpos D e B sem que o mesmo seja infiltrado no sistema cárstico, somente desenvolvendo um vale fluvial típico.

A Bacia do Rio das Almas neste setor apresenta padrão de drenagem dendrítico, com densidade média, sem vales de entalhamento expressivos, cujos rios apresentam perfis longitudinais típicos de regiões com relevos suaves, podendo apresentar trechos meandantes e com gradientes hidráulicos baixos, como é o caso do Rio das Almas (GH: 0,0046) (Figura 7). A Bacia do Rio das Almas apresenta vales fluviais amplos, que superam a

ordem de 2 km e amplitudes que variam entre 239 e 92 m (Tabela 2).

Tabela 1. Características geomorfológicas do carste e das cavernas em cada corpo carbonático estudado. Abrangência dos dados a partir do divisor Serra/Planalto a norte 10 km e a sul 4 km.

Parâmetros	Planalto						Serra	
	B. do Rio São José de Guapiara		Bacia do Rio das Almas				B. do Rio Pilões	
	Oeste	Norte	A	B	C	D	Sul	
Geoquímica								
Razão média de CaO/MgO*	103,9	18,8	64,1	-	-	24,3	46,4	
Tipo de calcário**	CLD**	CD**	CLD**	-	-	CD**	CD**	
Teor médio de sílica (%)*	0,0	2,3	4,8	-	-	0,3	3,5	
Geomorfologia								
Altitude (m)***	máxima	985,5	1018,6	952,3	863,8	881,4	973,8	1108,5
	mínima	730,6	817,8	703,2	659,7	637,7	718,1	678,2
Amplitude (m)***	média	841,3	888,2	832,5	751,2	756,4	801,8	892
	média	254,9	200,8	249,1	204,1	243,7	255,7	430,3
Declividade (graus)***	máxima	54,1	47,8	44,5	43,6	64,8	43,9	58,2
	média	16,7	14,6	15,8	15,8	19,8	18,9	18,7
Área da lente de calcário (km ²)****		14,8	24,6	24,6	2,8	1,1	5,8	10,2
Comprimento da lente de calcário (km)*****		10,8	7,2	7,2	6,9	2,6	11,8	2,9
Largura da lente de calcário (km)*****		4,1	5,7	5,7	0,7	0,5	1,2	4,7
Feições								
Nº de dolinas		8,0	6,0	0,0	0,0	1,0	4,0	5,0
Densidade de dolinas (nº/km ²)		0,5	0,2	0,0	0,0	1,0	0,7	0,5
Nº de sumidouros		2,0	1,0	0,0	0,0	0,0	3,0	4,0
Densidade de sumidouros (nº/km ²)		0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,4
Nº de depressões poligonais		2,0	1,0	0,0	0,0	0,0	3,0	4,0
Densidade de dep. poligonais (nº/km ²)		0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,4
Cavernas								
Nº de cavernas		2,0	24,0	0,0	0,0	1,0	11,0	40,0
Densidade de cavernas (nº/km ²)		0,1	1,0	0,0	0,0	1,0	1,9	3,9
Desenvolvimento (m)	máximo	192,0	100,0	0,0	0,0	510,0	150,0	3808,0
	mínimo	192,0	12,0	0,0	0,0	510,0	8,0	5,0
	médio	192,0	55,3	0,0	0,0	510,0	68,5	342,9
Desnível (m)	máximo	62,0	25,0	0,0	0,0	12,0	9,0	51,0
	mínimo	62,0	2,0	0,0	0,0	12,0	0,5	1,0
	médio	62,0	7,1	0,0	0,0	12,0	4,8	12,8

*Gonzalez et al. (1972); **** CLD: calcário levemente dolomítico, CD: calcário dolomítico (Chilingar, 1957); *** baseada em SRTM; ***** Campanha (2002).

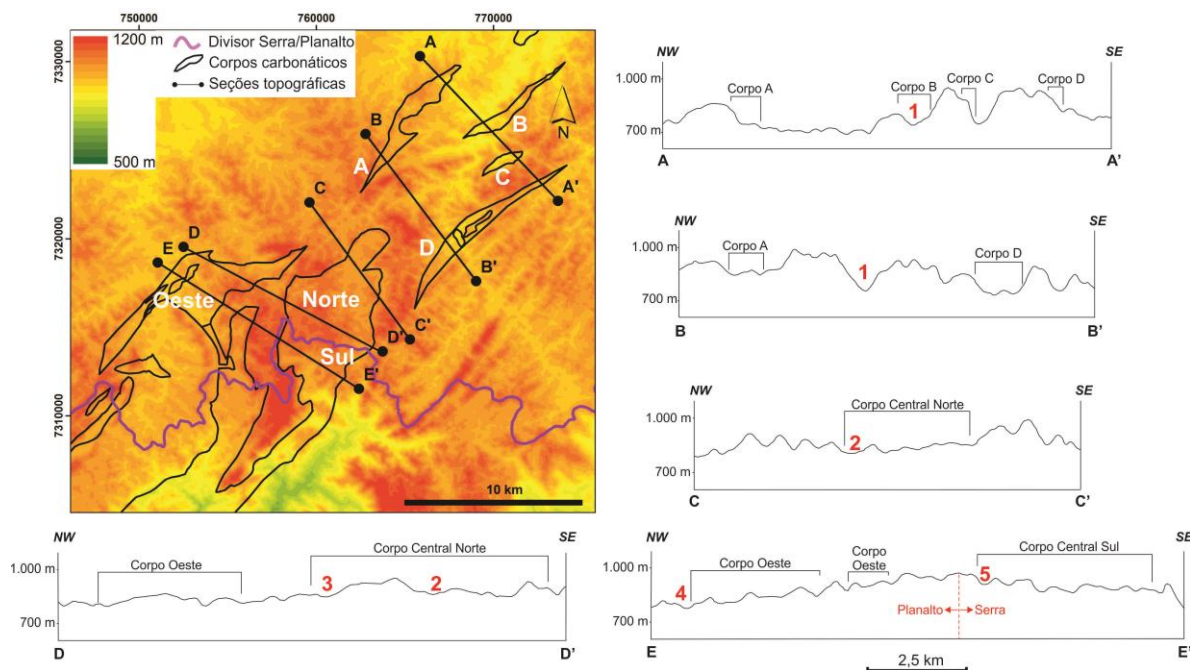


Figura 6. Perfis topográficos com localização dos corpos carbonáticos no contexto geomorfológico no divisor entre o Planalto de Guapiara e a Serra de Paranapiacaba. Nos perfis: (1) Rio das Almas; (2) Ribeirão das Bateias; (3) Rio Pinheiro dos Nunes; (4) Rio São José de Guapiara e (5) Rio Bocaina-Lageado.

Tabela 2. Valores de razão fundo-altura de vale fundo de vale (Vf), altitude e amplitude e litologia principal, em seções aleatórias selecionadas nos rios São José de Guapiara, das Almas e Pilões, e afluentes.

Rio	Vfw	Eld	Erd	Esc	Vf	Altitude máxima	Altitude mínima	Amplitude máxima	Amplitude mínima	Litologia
Rio São José de Guapiara										
SJG	1130	1035	974	916	13	1035	974	119	58	Outra
	1518	870	925	771	12	925	870	154	99	Outra
	2169	700	755	693	63	755	700	62	7	Outra
	1049	700	712	666	26	712	700	46	34	Outra
PN	2996	910	907	799	27	910	907	111	108	Carbonato
	1111	874	826	766	13	874	826	108	60	Outra
Rio das Almas										
AL	1002	935	886	764	7	935	886	171	122	Outra
	2518	854	815	723	23	854	815	131	92	Carbonato
	2697	813	915	676	14	915	813	239	137	Misto
	2630	705	735	642	34	735	705	93	63	Outra
BT	671	900	910	834	9	910	900	76	66	Carbonato
	1468	868	865	753	13	868	865	115	112	Outra
Rio dos Pilões										
PI	2866	855	795	440	7	855	795	415	355	Outra
	2594	645	656	226	6	656	645	430	419	Outra
	3236	427	478	125	10	478	427	353	302	Outra
BC	3075	978	1070	823	15	1070	978	247	155	Misto
CP	1661	857	875	822	38	875	857	53	35	Carbonato
	2010	624	628	412	9	628	624	216	212	Carbonato

Vf: razão fundo-altura de vale; Vfw: largura do vale; Eld: altitude da margem esquerda; Erd: altitude da margem direita; Esc: altitude do fundo do vale. SJG: Rio São José de Guapiara; PN: Rio Pinheiro Nunes; AL: Rio das Almas; BT: Rio Bateias; PI: Rio Pilões; BC: Rio Bocaina; CP: RIO Córrego da Campina. Todos os valores em metros (m).

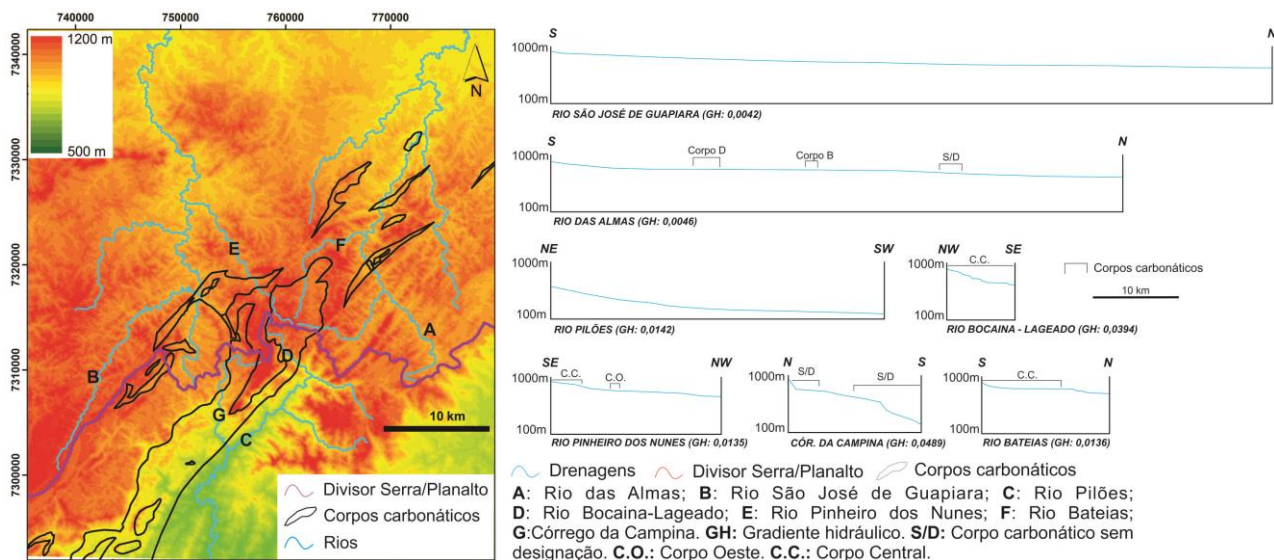


Figura 7. Perfis longitudinais dos principais rios abrangidos pelas rochas carbonáticas estudadas.

Corpo Oeste

O Corpo Oeste está inserido integralmente na Bacia do Rio São José de Guapiara, que apresenta escoamento para norte, no Rio Paranapanema. Este corpo está localizado na porção oeste da área de estudo, conferindo uma área de 14,8 km², com comprimento médio de 10, 8 km e largura média de 4,1 km. As altitudes variam entre 730,6 e 985,5 m, com declividade média de 16,7° (Tabela 1). Foram observadas feições cársticas em menor densidade se comparados os tamanhos da área deste setor com o setor dos Corpos do Norte (Figura 8). Também foram descritas três depressões poligonais (leste, centro e norte) de grandes dimensões, todas com mais de 250 m de amplitude e duas cavernas. A depressão do leste abriga o sumidouro da Gruta dos Planos, com mais de 770 m de amplitude. A depressão do centro apresenta mais de 370 m de amplitude com aproximadamente 32 m de profundidade, e durante o levantamento de campo foi constatado que não havia água no fundo ou sumidouro. A depressão do norte é a menor (320 m no eixo maior) com aproximadamente 16 m de profundidade e assim como a anterior, sem acúmulo de água no fundo ou presença de sumidouro. Além destas feições foram observadas boas exposições de rochas carbonáticas em pedreiras já desativadas e em atividades, onde se constatou que estas ocorrem com pouca ou nenhuma feição de dissolução. Nas minerações observou-se que o corpo carbonático é espesso (ultrapassando os

100 m de espessura), fraturado e deformado, com acamamento inclinado e por vezes é possível distinguir a forma da sinclinal.

Os trabalhos de campo revelaram a presença de duas cavidades neste corpo, sendo a Gruta dos Planos e a Gruta Sabará. A Gruta dos Planos foi mapeada pelos autores, e apresenta desenvolvimento linear de 192 m e desnível de 62 m sendo uma das maiores cavernas de toda a região. Maiores detalhes desta caverna serão discutidos mais a frente. A geoquímica deste corpo revelou uma composição mais calcítica que dolomítica (CaO>42%; MgO<4%), com a razão média de CaO/MgO em 103,89 (Gonzalez et al., 1972), contudo segundo a classificação de Chilingar (1957) este corpo recebe se enquadra como calcário levemente dolomítico (Tabela 1).

O relevo no Corpo Oeste de maneira geral se apresenta mais suave em relação aos corpos do Norte, com menores amplitudes (Figura 6). O Rio São José de Guapiara que, entre os rios principais das bacias analisadas é o que apresenta o menor gradiente hidráulico (GH: 0,0042) não chega a interceptar este corpo carbonático (Figura 7). Contudo, o Rio Pinheiro dos Nunes, afluente do Rio São José de Guapiara pela margem direita, intercepta o Corpo Central Norte (onde ele nasce) e o Corpo Oeste, também sem infiltrar no sistema cárstico. Este rio, assim como o São José de Guapiara, apresenta vales fluviais amplos, que superam a ordem de 1000 m (Tabela 2).

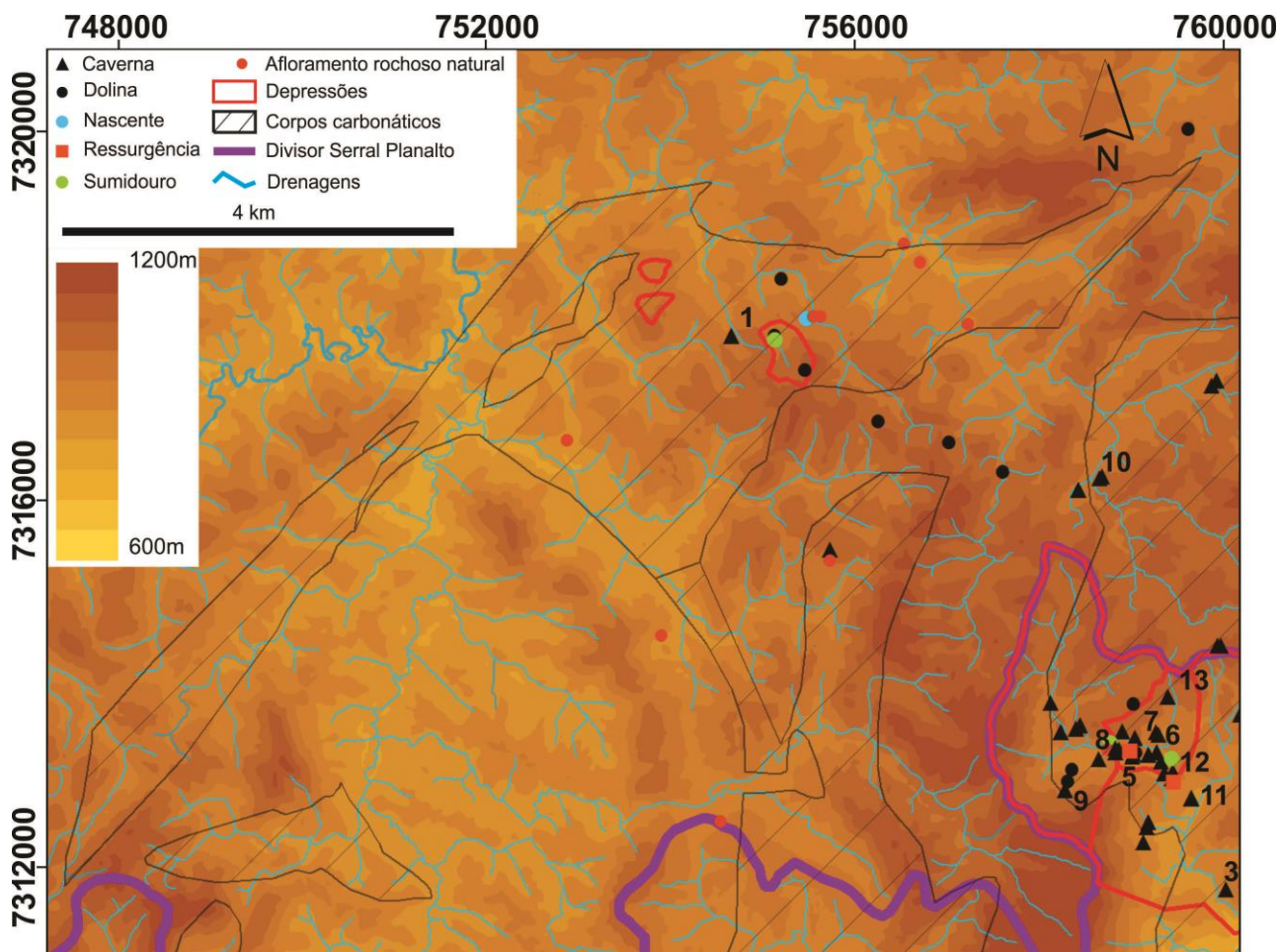


Figura 8. Localização das feições cársticas descritas no Corpo Oeste. Cavernas principais: 1 – Gruta dos Planos; 3 – Gruta da Água Luminosa; 5 – Gruta do Bocão; 6 – Gruta do Fendão, 7 – Gruta do Fendãozinho; 8 – Gruta do Flóido; 9 – Gruta do Minotauro; 10 – Gruta do Minotauro II; 11 – Gruta dos Paiva; 12 – Gruta dos Rodrigues; 13 – Gruta Jane Mansfield.

Corpo Central Norte

O Corpo Central é contínuo entre os dois compartimentos analisados, portanto ele foi subdividido em Norte (região do planalto) e Sul (região da serra). Este corpo está inserido nas bacias dos rios das Almas e São José de Guapiara. As drenagens da porção Norte tem seu escoamento preferencialmente para a direção norte desaguardo no Rio Paranapanema, tendo os rios das Almas e São José de Guapiara como principais rios.

Este corpo apresenta área de 24,6 km², comprimento máximo de 7,2 km e 5,7 km de largura máxima, com altitudes variando entre 817,8 e 1.018,6 m e declividade média de 14,6° (Tabela 1). As feições cársticas neste setor já ocorrem com maior frequência em relação aos outros já descritos, compreendendo sumidouros, dolinas e cavernas, além de afloramentos de rochas carbonáticas com feições de dissolução (caneluras e fendas de dissolução, além de blocos lapiesados). Foram

encontradas 3 depressões de pequeno porte e duas destas com acúmulo de água no fundo. Ao todo foram descritas 24 cavernas cujas dimensões podem ser consideradas expressivas para toda a área de estudo. Essas cavernas apresentam desenvolvimento linear máximo de 100 m (Gruta Abismo da Chuva) e mínimo de 12m (Gruta da Serrinha), com média em 55,2 m e desnível máximo de 25 m (Gruta Abismo da Chuva) e mínimo de 2 m (Toca Kifexo), com média em 7,1. A geoquímica deste corpo reflete composições predominantemente calcíticas (composição média CaO ≥ 42%; MgO ≤ 4%), com a razão média de CaO/MgO em 18,77 (Gonzalez et al., 1972), enquanto que a classificação proposta por Chilingar (1957) enquadra este corpo como calcário dolomítico (Tabela 1).

O Corpo Central apresenta topografia com altitudes que superam os 1.100 m, mas mais suave e com declividade menor em relação aos outros corpos carbonáticos (perfis C-C' e D-D',

Figura 6). Os principais cursos d'água deste corpo, como os rios Bateias e Pinheiro dos Nunes, que apesar de pertencerem à bacias diferentes apresentam gradientes hidráulicos muito parecidos (0,0136 e 0,0135, respectivamente), denotando rios com perfis longitudinais suaves, típicos de regiões planas (Figura 9). O Rio Bateia apresenta vales fluviais amplos, porém menores que o Rio das Almas, enquanto que o Rio Pinheiro dos Nunes chega a ter vales fluviais mais amplos que o Rio São José de Guapiara (Tabela 2).

Serra de Paranapiacaba

As feições cársticas descritas no compartimento da Serra de Paranapiacaba ocorrem com maior densidade e quantidade em relação ao Planalto de Guapiara. O Corpo Central Sul, localizado integralmente na bacia do Rio Pilões, apresenta drenagens com escoamento preferencialmente para sul, em direção ao Rio Ribeira de Iguape (Figuras 3, 9).

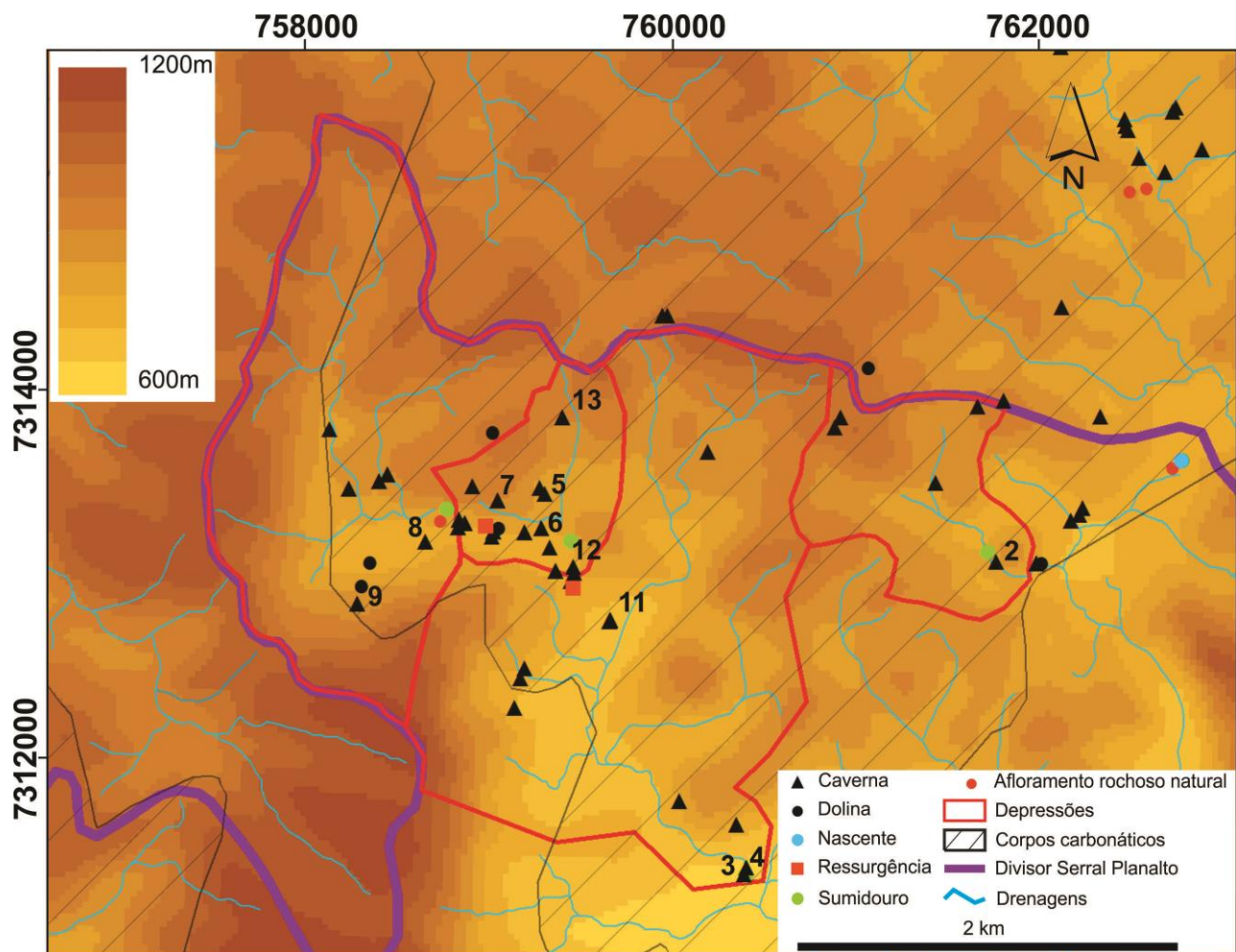


Figura 9. Localização das feições cársticas descritas no Corpo Central Sul. A densidade e quantidade de feições descritas neste setor é maior em relação ao Planalto de Guapiara. Cavernas principais: 2 – Gruta Colorida; 3 – Gruta da Água Luminosa; 4 – Gruta do Arcão; 5 – Gruta do Bocão; 6 – Gruta do Fendão; 7 – Gruta do Fendãozinho; 8 – Gruta do Flóido; 9 – Gruta do Minotauro; 11 – Gruta dos Paiva; 12 – Gruta dos Rodrigues; 13 – Gruta Jane Mansfield.

O relevo deste setor é mais acidentado com altitudes variando entre 678,2 e 1.108,5 m, com média em 892 m e declividade média 18,7° e dimensões de 10,21 km², comprimento de 2,9 km e 4,7 km de largura (Tabela 1). Nesta porção foram descritas muitas feições cársticas como dolinas, sumidouros, ressurgências, nascentes, depressões, feições de dissolução,

além de cavernas e depósitos de tufa calcárea. As cavernas neste setor são as mais expressivas em termos de quantidade e dimensões em toda a área estudada. Foram identificadas 40 cavernas, sendo que destas seis foram descobertas durante a execução dos trabalhos de campo. As cavernas apresentam desenvolvimento máximo de 3.808 m (Gruta dos Paiva) e mínimo de 5 m

(Gruta da Cabeça de Bagre), com média 342 m, e desnível máximo de 51 m (Gruta dos Paiva) e mínimo de 1 m (Gruta de Cabeça de Bagre), com média em 12,82 m. Segundo Gonzalez et al. (1972), a geoquímica desta porção sul reflete composição calcítica para a maior parte da área amostrada, sendo que a razão média de CaO/MgO é de 46,39, enquanto que segundo a classificação de Chilingar (1957) constituem calcários dolomíticos (Tabela 1).

A diferença da topografia da região da serra quando comparada com o Planalto de Guapiara fica clara quando se observa o perfil E-E' (Figura 6). Nota-se que o divisor de água entre estes dois compartimentos é a região mais elevada e que a região da serra é mais íngreme e escarpada. Esta característica é evidenciada pelos perfis longitudinais dos rios Pilões e seu afluentes, o Rio Bocaina-Lajeado (formador do

Rio Pilões) e o Córrego da Campina (margem esquerda), cujos gradientes hidráulicos são elevados (Figura 7).

Trata-se de uma bacia onde os vales são amplos porém mais encaixados, cujas margens podem ultrapassar os 900 m de altitude (Tabela 2).

Na região das cabeceiras desta bacia, na área de estudo, destaca-se o Rio Bocaina-Lajeado, que representa um dos principais agentes de desenvolvimento das cavidades mais expressivas da área de estudo que são as grutas do Sistema Fendão-Fendãozinho, Sistema Bocão-Paiva e finalmente a Gruta da Água Luminosa e Arcão. Contudo, este rio não adentra ao sistema cárstico em profundidade, agindo como agente de recarga de pouca expressão no aquífero (Figura 10).

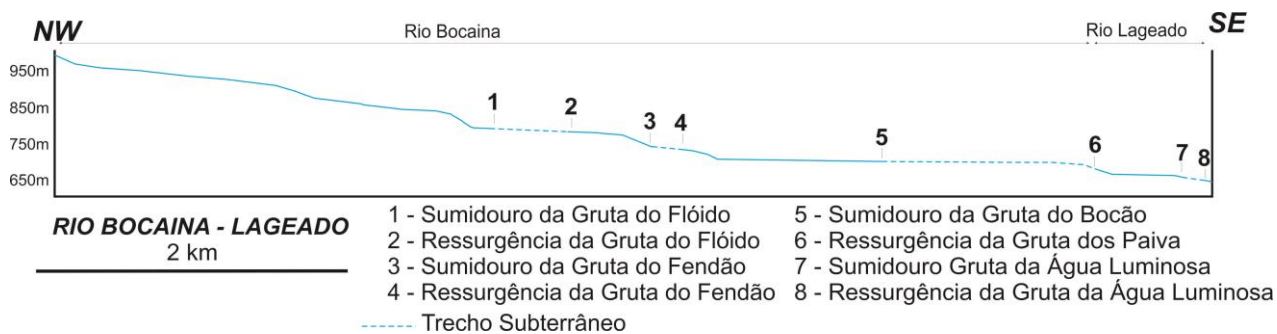


Figura 10. Perfil longitudinal de detalhe do Rio Bocaina- Lajeado. Este rio recebe o nome de Bocaina na serra homônima, assumindo trechos em superfície e subterrâneos, interceptando sistemas de cavernas, até a ressurgência na Gruta dos Paiva, onde a partir de então recebe o nome de Rio Lajeado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os processos tectônicos mesozoicos que acometeram a região entre o Permiano Superior e o Triássico Médio, que resultaram na abertura do Oceano Atlântico Sul e soergimento da Serra do Mar, ajudaram a definir a compartimentação geomorfológica no Planalto de Guapiara e na Serra de Paranapiacaba (Almeida, 1980; Riccomini, 1995; Hiruma 2010; Cherem 2012). Os dados e observações coletados durante os trabalhos de campo apontam para uma clara diferença das feições geomorfológicas e cársticas entre estes dois compartimentos.

Na região do Planalto de Guapiara o relevo é mais suave em relação aos domínios da Serra de Paranapiacaba, onde se observa uma topografia mais acidentada (Figura 6). Esta característica do relevo também é refletida na

análise dos perfis longitudinais dos rios da região (Figura 7). Os rios das Almas e São José de Guapiara e seus respectivos afluentes, que se caracterizam como sendo de planalto, apresentam uma declividade praticamente bem suave próxima às suas cabeceiras, que aumenta sutil e gradativamente até chegar próximo à foz onde se torna suave novamente (Tabela 2). Para o Rio dos Pilões e seus afluentes, nota-se que a declividade tem seus valores praticamente dobrados em relação aos rios do Planalto de Guapiara, situação que reflete o relevo escarpado da Serra de Paranapiacaba (Tabela 2).

O Corpo Oeste, apesar de ser o segundo maior em área, é o que apresenta a menor densidade e ocorrência de feições cársticas entre os estudados (Tabela 1). Neste corpo o

regime fluvial típico é predominante, e a topografia mais suavizada e a química levemente dolomítica das rochas carbonáticas, associados aos baixos gradientes hidráulicos não permitiram o pleno desenvolvimento de uma rede cárstica. Contudo, foram descritas depressões poligonais reconhecidas através de imagens de satélite e confirmadas em campo, e foi realizado o levantamento topográfico da Gruta dos Pianos, que configurou a maior caverna do compartimento do planalto, com 192 m de desenvolvimento. A posição geográfica deste corpo, associada ao processo de denudação das rochas que superpõem as rochas carbonáticas pode indicar que se trata de um carste menos expressivo, cujas feições ainda estão em desenvolvimento.

Os corpos do norte são os mais delgados e os menores em área e apresentam poucas feições cársticas expressivas, à exceção do Corpo D, cuja densidade de feições reconhecidas é a maior entre todos os corpos estudados, além de ser o único deste setor onde foram reconhecidas 11 cavernas (Tabela 1). No Corpo C existe uma mineração e o corpo carbonático pode ser analisado em profundidade, contudo nenhuma feição cárstica foi observada. A Gruta do Sumidouro, que foi destruída pelo avanço desta mineração constituía a maior caverna da região, com mais de 510 m de desenvolvimento, se localizava no Corpo C. Assim como no Corpo Oeste, predomina nos corpos do Norte um regime predominantemente fluvial e, o relevo típico de planalto, associado ao baixo gradiente hidráulico dos rios, e à pouca área de exposição das rochas carbonáticas não permitiu o pleno desenvolvimento do carste.

O Corpo Central é o maior entre os estudados, sendo contínuo na região do Planalto e da Serra o que permitiu a comparação da ocorrência das feições em ambos os compartimentos, o que justifica a sua

subdivisão em Corpo Norte e Sul. O Corpo Central Norte, o maior em área entre os corpos analisados, registra poucas feições cársticas em relação ao Corpo Central Sul (Tabela 1). As drenagens neste setor são superficiais, predominando um regime fluvial, enquanto que ao sul, existem rios que possuem trechos subterrâneos e superficiais, como é o caso do Rio Bocaina-Lageado (Figura 9).

O Corpo Central Sul, apesar das poucas dimensões em relação ao norte é o que apresentou maiores densidades de feições cársticas (Tabela 1). O relevo mais acidentado (situação de escarpa), associado aos rios com maiores gradientes hidráulicos, à química das rochas carbonáticas, e o maior tempo de exposição das rochas carbonáticas permitiram o desenvolvimento de feições cársticas mais expressivas em relação aos corpos ao norte do divisor.

De todo o exposto fica claro que a posição geomorfológica do carste, sua composição química e dimensões dos corpos carbonáticos influenciam diretamente no seu desenvolvimento. Os corpos posicionados ao norte do divisor de água e mais distantes deste, apresentam um carste pouco desenvolvido, dado o baixo gradiente hidráulico, composição química mais dolomítica e pouca área de exposição, o que dificulta a ação da água na dissolução destas rochas e formação de um sistema cárstico mais expressivo.

A dissecação do relevo da porção sul da área estudada que compreende o início das escarpas da Serra de Paranapiacaba associada aos corpos das rochas carbonáticas mais calcíticas favorecem o desenvolvimento de um carste mais expressivo, como é o caso do PETAR, localizado a sul da área de estudo, onde as cavernas apresentam dimensões e desníveis muito maiores que na região deste estudo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESP pelo suporte através de Auxílio à Pesquisa (proc. 12/05632-2) e bolsa (proc. 12/01424-6). Ao Grupo Pierre Martin de Espeleologia (GPME) pela contribuição no mapeamento e topografia das cavernas, além da disponibilização de mapas espeleológicos já existentes. A Fundação Florestal e à administração e monitores ambientais do Parque Estadual Intervales, pela autorização da pesquisa e constante apoio em campo. Aos revisores pelas correções e valiosas sugestões apresentadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, F.F.M. DE. Os Fundamentos Geológicos do Relevo Paulista. Rio de Janeiro, **DNPM/DGM**, Boletim 41, 1964.
2. ALMEIDA F.F.M. DE. Tectônica da Bacia do Paraná no Brasil. São Paulo. **Inst. Pesq. Tecnol. Est. S. Paulo (IPT)**. 187 pp. (Rel. 14.091). 1980.
3. ALMEIDA, F.F.M. DE & CARNEIRO, C.D.R. Origem e evolução da Serra do Mar. **Revista Brasileira de Geociências**, v.28, n. 2, p. 135-150, 1998.
4. AULER, A.; RUBBIOLI, E.; BRANDI, R. **As grandes cavernas do Brasil**. Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, 228 p. 2001.
5. CAMPANHA, G.A. DA. **O papel do sistema de zonas de cisalhamento transcorrentes na configuração da porção meridional da Faixa Ribeira**. São Paulo, 2002. 105 p. Tese (Livre-Docência) – Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo.
6. CAMPANHA, G.A. DA C.; BISTRICHI, C.A.; ALMEIDA, M.A. DE. Considerações sobre a organização litoestratigráfica e evolução tectônica da faixa de dobramentos Apiaí. In: **Simpósio Sul-Brasileiro de Geologia**, 3, Atas. Curitiba, SBG. v. 2, p. 725-742. 1987.
7. CAMPANHA, G.A.C. & SADOWSKI, G.R. Tectonics of the Southern Portion of the Ribeira Belt (Apiaí Domain). **Precambrian Research**, v. 98, n. 1-2, p. 31-51, 1999
8. CHEREM, L.F.S.; VARAJÃO, C.A.C.; BRAUCHER, R.; BOURLÉS, D.; SALGADO, A.A.R.; VARAJÃO, A.C. Long-term evolution of denudational escarpments in southeastern Brazil. **Geomorphology**, v. 173-174, p. 118-127, 2012.
9. CHILINGAR, G.V. Classification of limestones and dolomites on basis of Ca/Mg ratio. **Journal of Sedimentary Research**, v. 27, n. 2, p. 187-189, 1957.
10. FORD D.C. & WILLIAMS P.W., - **Karst Hydrogeology and Geomorphology**. Chichester, Wiley. 561 pp. 2007.
11. GONZALEZ, L.A.; CAVALCANTE, J.; PAIVA, I.; FRANCISCONI, Ó.; PINTO, G.G.; DRUMOND, J.B.V. **Projeto Calcário para Cimento**. São Paulo: DNPM/CPRM, v. 1 e 2, 151 p., 1972.
12. HIRUMA, S.T. Denudation history of the Bocaina Plateau, Serra do Mar, southeastern Brazil: relationships to Gondwana breakup and passive margin development. **Gondwana Research**, v. 18, n. 4, p. 674-87, 2010
13. IPT-INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS- **Mapa Geológico do Estado de São Paulo** – escala 1:500.000- São Paulo – 1981.
14. KARMANN, I. **Evolução e dinâmica atual do sistema cárstico do alto Vale do Rio Ribeira de Iguape, sudeste do estado de São Paulo**. São Paulo, 1994. 241 p. Tese (Doutorado em Geociências) Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. 1994.
15. KARMANN, I. & SANCHEZ, L.E. Distribuição das rochas carbonáticas e províncias espeleológicas do Brasil. **Espeleo-Tema**, n. 13, p. 105-167, 1979.
16. KARMANN, I. & SANCHEZ, L.E. Speleological Provinces in Brazil. **IX Congreso Internacional de Espeleologia**, vol.1, p.151-153, Barcelona. 1986.
17. KARMANN, I. & FERRARI, J.A. Carste e cavernas do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR), SP. In: Schobbenhaus, C.; Campos, D.A.; Queiroz, E.T.; Winge, M.; Berbert-Born, M.L.C. **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil** (eds.) p. 401-413. 2002
18. KELLER, E.A. & PINTER, N. **Active tectonics – Earthquakes, Uplift, and Landscape**. New Jersey, USA, Prentice Hall. 338 p. 1996.
19. PONÇANO, W.L.; CARNEIRO, C.D.R.; BISTRICHI, C.A.; ALMEIDA, F.F.M.; PRANDINI, F.L. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo, IPT, v. I, n. 1183, 1981.
20. RICCOMINI, C. Padrão de fraturamentos do Maciço Alcalino de Cananéia, Estado de São Paulo: relações com a tectônica mesozóico-cenozóica do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 25, n. 2, p. 79-84, 1995.
21. RICCOMINI, C. & COIMBRA, A.M. Geologia da bacia sedimentar. In: NEGRO JR., A.; FERREIRA, A.A.; ALONSO, U.R.; LUZ, P.A.C., eds., **Solos da Cidade de São Paulo**. São Paulo, ABMS/ABEF, p.37-94. 1992
22. RICCOMINI, C.; SANT'ANNA, L.G.; FERRARI, A.L. Evolução geológica do rift continental do Sudeste do Brasil. In: Mantesso-Neto V., Bartorelli A., Carneiro C.D.R., Brito-Neves B.B. orgs. 2004. **Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Ed. Beca. p. 383-405. 2004.
23. ROSS, J.L.S. A morfogênese da bacia do Ribeira do Iguape e os sistemas ambientais. **GEOUSP – Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 12, p. 21-46, 2002.
24. ROSS, J. L. S. & MOROZ, I. C. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo** – escala 1:500.000 – FFLCH-USP-IPT-FAPESP- São Paulo. 1997.
25. SALLUN, A.E.M. & SALUN FILHO, W. Geologia em planos de manejo: subsídios para zoneamento ambiental do Parque Estadual Intervalles (PEI), Estado de São Paulo. **Geociências**, n. 28, p. 91-107, 2009.
26. SALLUN FILHO, W.; FERRARI, J. A.; HIRUMA, S. T.; SALLUN, A. E. M.; KARMANN, I. O carste no plano de manejo do Parque Estadual Intervalles e zona de amortecimento, Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Escola de Minas**, v. 63, n. 3, p. 441-448, 2010.
27. SHIMADA, H.; NOGUEIRA, S. A. A.; & MONTANHEIRO, T J. Impactos da Mineração nas Áreas Cársticas dos Entornos dos Parques Estaduais Petar e de Intervalles, SP. In: I Encontro Brasileiro de Estudos do Carste. **Redespeleo**, p. 53-53, 2004.
28. TURNER, S.; REGELOUS, M.; KELLEY, S.; HAWKESWORTH, C.; MANTOVANI, M. Magmatism and continental break-up in the South Atlantic: high precision 40Ar-39Ar geochronology. **Earth and Planetary Science Letters**, v. 121, n. 3-4, p. 333-348, 1994.

*Manuscrito recebido em: 11 de Abril de 2014
Revisado e Aceito em: 17 de Novembro de 2014*