

## CAPÍTULO 7

### TERMOCRONOLOGIA POR TRAÇO DE FISSÃO EM APATITAS: UM ENSAIO SOBRE A DENUDAÇÃO DA SERRA DA BOCAINA

#### 7.1 INTRODUÇÃO

Como relatado nos Capítulos 3 e 4, a TTFA é um método bem estabelecido para avaliar a história térmica de baixa temperatura (~120°-60° C) da crosta continental e tem sido aplicado em diversos ambientes tectônicos. A variação das idades e a distribuição dos comprimentos dos traços de fissão em apatitas refletem essencialmente o padrão de resfriamento regional, controlado pelos eventos tectônicos e/ou superficiais que resultem na denudação da crosta. Mudanças no regime termal relacionadas, por exemplo, ao magmatismo, também influenciam o padrão de resfriamento, mesmo que não provoquem uma denudação aparente.

Estudos realizados na margem continental do sudeste do Brasil indicam o aumento das idades TFA em direção ao interior continental, isto é, a taxa de resfriamento (e denudação) é maior na faixa costeira (Figuras 4.12 e 4.14; Anexo 7) (Gallagher *et al.*, 1994, 1998; Gallagher & Brown, 1997, 1999; Brown *et al.*, 2000; Tello Saenz *et al.*, 2003; Carmo, 2005). Estudos estimam que desde a fase rifte do Atlântico Sul (ca. 130 Ma) cerca de 3 a 4km de crosta foi denudada junto a faixa costeira do SSE do Brasil, enquanto no interior continental<sup>1</sup> no máximo de 1,5km de crosta foi removida (Brown *et al.*, 2000). Esta característica também é verificada nas margens passivas elevadas de outros continentes, por exemplo, no SW da África, SE da Austrália e W da Índia (Gallagher *et al.*, 1998; Gallagher & Brown, 1999; Brown *et al.*, 1998; Kohn *et al.*, 2002; Gunnell *et al.*, 2003). De modo geral, esses trabalhos também mostram que os topos dos planaltos

---

<sup>1</sup> Corresponde a mais de 200 km continente adentro numa faixa transversal à costa.

elevados apresentam taxas de denudação relativamente menores, preservando níveis (ou paleo-ZAP<sup>2</sup>) com idades TFA mais antigas.

A revisão dos dados TFA na faixa costeira<sup>3</sup> do sudeste brasileiro revela o predomínio de idades entre 55 e 90 Ma (Anexo 7), indicando um resfriamento bem mais novo que a quebra do Gondwana e a formação dos riftes do Atlântico Sul, há ca. 130 Ma. Portanto, este padrão de resfriamento e denudação da margem continental não está somente relacionado ao rifteamento do Cretáceo Inferior, mas envolve outros processos importantes: a) soerguimento isostático em resposta à denudação da borda continental e sedimentação nas bacias marginais (Gilchrist & Summerfield, 1990; Gallagher *et al.*, 1994); b) reativações tectônicas pós-rifte com magmatismo associado (Gallagher & Brown, 1999; Brown *et al.*, 2000; Cobbold *et al.*, 2001; Tello Saenz *et al.*, 2003). Pulsos de denudação conduzidos pelas variações climáticas, gerando a queda do nível do mar (de base) e capturas nos sistemas de drenagens, também devem ser considerados (Summerfield & Brown, 1998).

Neste sentido, a Serra do Mar que compõe parte da borda da margem continental emersa do SE do Brasil, parece ter um caráter poligenético, isto é, sua origem estaria relacionada tanto ao contínuo recuo das ombreiras dos riftes do Atlântico Sul, quanto às reativações tectônicas neocretácicas a paleogênicas, destacando a formação do RCSB (p.ex. Ruellan, 1944; Almeida, 1976; Asmus & Ferrari, 1978; Almeida & Carneiro, 1998). Neste contexto, também deve-se ressaltar a importância da herança geológica da Faixa Ribeira, influenciando as reativações tectônicas e a denudação diferencial da margem continental.

Desta maneira, serão expostos neste capítulo os resultados e as interpretações geradas pelas análises TFA na região da Serra da Bocaina, constituindo um breve ensaio para o entendimento do soerguimento e da denudação deste segmento elevado do Planalto Atlântico. Estes resultados serão confrontados com os dados TFA de Gallagher *et al.* (1994) inseridos na

---

<sup>2</sup> ZAP = zona de apagamento parcial dos traços de fissão, situada entre ~120°-60°C para flúor-apatitas (ver Capítulo 3, item 3.6.1).

<sup>3</sup> A faixa costeira engloba as planícies e maciços costeiros e a escarpa atlântica da Serra do Mar.

região estudada, apoiando as interpretações. Uma lista contendo os dados TFA disponíveis na literatura para o SE do Brasil também é apresentada no Anexo 7, servindo de consulta para as correlações regionais.

## 7.2 RESULTADOS & INTERPRETAÇÕES

Foram analisadas quatro amostras do embasamento Pré-Cambriano (gnaisses e granitos) situadas em diferentes altitudes e domínios geomorfológicos da região da Serra da Bocaina. Os pontos amostrados para TFA estão localizados nos Anexos 1 e 6, assim como rebatidos no perfil topográfico E-F do Anexo 5. Foram utilizadas também cinco amostras de Gallagher *et al.* (1994), sendo três situadas dentro da área de estudo, no litoral da Baía da Ilha Grande e duas em áreas vizinhas no Vale do Paraíba (Figura 7.1; Anexo 6). Os dados TFA encontram-se sintetizados na Tabela 7.1.

Apesar do número limitado, as quatro amostras fecham uma seção transversal na Serra da Bocaina (Anexo 5, perfil E-F): a) CBL-02, situada no litoral da Baía da Ilha Grande (vertente sul); b) CBL-284, no Pico do Frade na borda sul do Planalto da Bocaina; c) RML-84, no Pico do Tira Chapéu na porção NNW do Planalto da Bocaina; d) F-2, nas colinas do Vale do Paraíba, na vertente norte (Tabela 7.1).

A amostra costeira CBL-02 forneceu idade central de  $60,7 \pm 3,4$  Ma. Esta, porém, ela não passou no teste do Chi-quadrado<sup>4</sup> e apresenta uma dispersão alta, indicando que a população de apatitas (22 cristais) é heterogênea e a idade central corresponde a uma mistura (Tabela 7.1; Figura 7.2a). A partir disto, identificou-se duas populações de apatitas, uma mais velha com idade central de  $86 \pm 6,2$  Ma (7 cristais) e outra mais jovem com idade central de  $52,9 \pm 2,3$  Ma (15 cristais). Estes dois componentes de idade foram aprovados pelo método estatístico do programa Popshare (Dunkl, 2002). Portanto, esta amostra registra uma história de resfriamento com dois pulsos, um neocretáceo

---

<sup>4</sup> Teste do Chi-quadrado é a probabilidade que as idades de cada grão da amostra constituir uma única população. Se  $P(\chi^2) < 5\%$  a amostra é reprovada e a idade representa uma mistura.

TABELA 7.1 - Dados das análises de traços de fissão em apatitas determinadas nesta tese e por Gallagher *et al.* (1994). C = número de cristais datados;  $\rho_e$  = densidade de traços espontâneos;  $\rho_i$  = densidade de traços induzidos;  $\rho_d$  = densidade de traços induzidos do dosímetro; Ne = número de traços espontâneos; Ni = nº de traços induzidos; Nd = nº de traços do dosímetro;  $P(\chi^2)$  = teste do Chi-quadrado; D = dispersão da idade; IC Max = idade central máxima; IC Min = idade central mínima; CMT = comprimento médio dos traços; DP = desvio padrão; Nt = nº de traços medidos.

Amostra	UTM E	UTM N	Altitude (m)	Domínio Geomorfológico	C	$\rho_e$ ( $\cdot 10^6 \text{ cm}^{-2}$ ) [Ne]	$\rho_i$ ( $\cdot 10^6 \text{ cm}^{-2}$ ) [Ni]	$\rho_d$ ( $\cdot 10^6 \text{ cm}^{-2}$ ) [Nd]	$P(\chi^2)$ %	D %	Idade Central $\pm 1\sigma$ (Ma) [IC Max] [IC Min]	CMT $\pm 1\sigma$ ( $\mu\text{m}$ )	DP ( $\mu\text{m}$ )	Nt
CBL-02 (1)*	557682	7458434	15	Vertente Sul <i>Litoral</i>	22	1,160 [2553]	1,850 [4037]	0,57196 [47644]	0	18	<b>60,7 <math>\pm</math> 3,4 *</b> [44,5] [105,1]	10,55 $\pm$ 0,35	2,77	61
CBL-284 (1)	552309	7461740	1592	Planalto da Bocaina <i>Pico do Frade</i>	29	0,839 [2434]	0,887 [2573]	0,57196 [47644]	85	0	<b>84,9 <math>\pm</math> 3,4</b> [60,7] [110,8]	13,02 $\pm$ 0,22	1,97	40
RML-84 (1)	534935	7481828	2088	Planalto da Bocaina <i>Pico do Tira Chapéu</i>	12	0,614 [737]	0,377 [452]	0,57196 [47644]	80	0	<b>145,7 <math>\pm</math> 9,7</b> [118,5] [201,3]	12,86 $\pm$ 0,31	1,95	28
F-2 (2)	544430	7508400	460	Vertente Norte <i>Vale do Paraíba</i>	30	0,670 [2010]	0,539 [1617]	0,2677 [29951]	97	0	<b>58,5 <math>\pm</math> 2,8</b> [43,8] [79,5]	13,46 $\pm$ 0,2	2,18	121
G-52 (3)	555387	7468522	190	Vertente Sul <i>Litoral</i>	20	0,949 [1008]	3,311 [3517]	1,476 [10219]	10	9	<b>78,3 <math>\pm</math> 3</b>	12,9 $\pm$ 0,16	1,60	101
G-53 (3)	547382	7450836	30	Vertente Sul <i>Litoral</i>	20	0,418 [641]	1,771 [2717]	1,476 [10219]	25	4	<b>64,5 <math>\pm</math> 3</b>	12,8 $\pm$ 0,2	2,03	102
G-54 (3)	545057	7444201	30	Vertente Sul <i>Litoral</i>	20	0,357 [468]	1,216 [1594]	1,337 [7410]	85	<0,5	<b>66,2 <math>\pm</math> 4</b>	13,3 $\pm$ 0,17	1,65	100
G-50 (4)	556589	7516120	366	Vertente Norte <i>Vale do Paraíba</i>	9	0,758 [189]	1,653 [412]	1,476 [10219]	20	10	<b>125,4 <math>\pm</math> 12</b>	13,1 $\pm$ 0,66	2,38	14
G-51 (4)	580162	7498302	396	Vertente Norte <i>Vale do Paraíba</i>	19	1,213 [852]	4,952 [3477]	1,476 [10219]	30	5	<b>67,2 <math>\pm</math> 3</b>	13,9 $\pm$ 0,18	1,39	60

(1) amostra contada nesta tese com  $\zeta$  (zeta) = 315,5 $\pm$ 9,5; (2) amostra contada anteriormente por Ana M. Netto com  $\zeta$  (zeta) = 294,6 $\pm$ 9,8;

(3) e (4) dados de Gallagher *et al.* (1994) com amostras inseridas na área de estudo ou vizinhas a ela, respectivamente; as coordenadas originais em Latitude e Longitude foram convertidas para o sistema UTM, zona 23 e datum Córrego Alegre.

\* Amostra CBL-02 não passou no teste do  $P(\chi^2)$ , possuindo duas populações de apatitas com idades centrais diferentes: 52,9 $\pm$  2,3 (C=15) e 86 $\pm$  6,2 Ma (C=7).

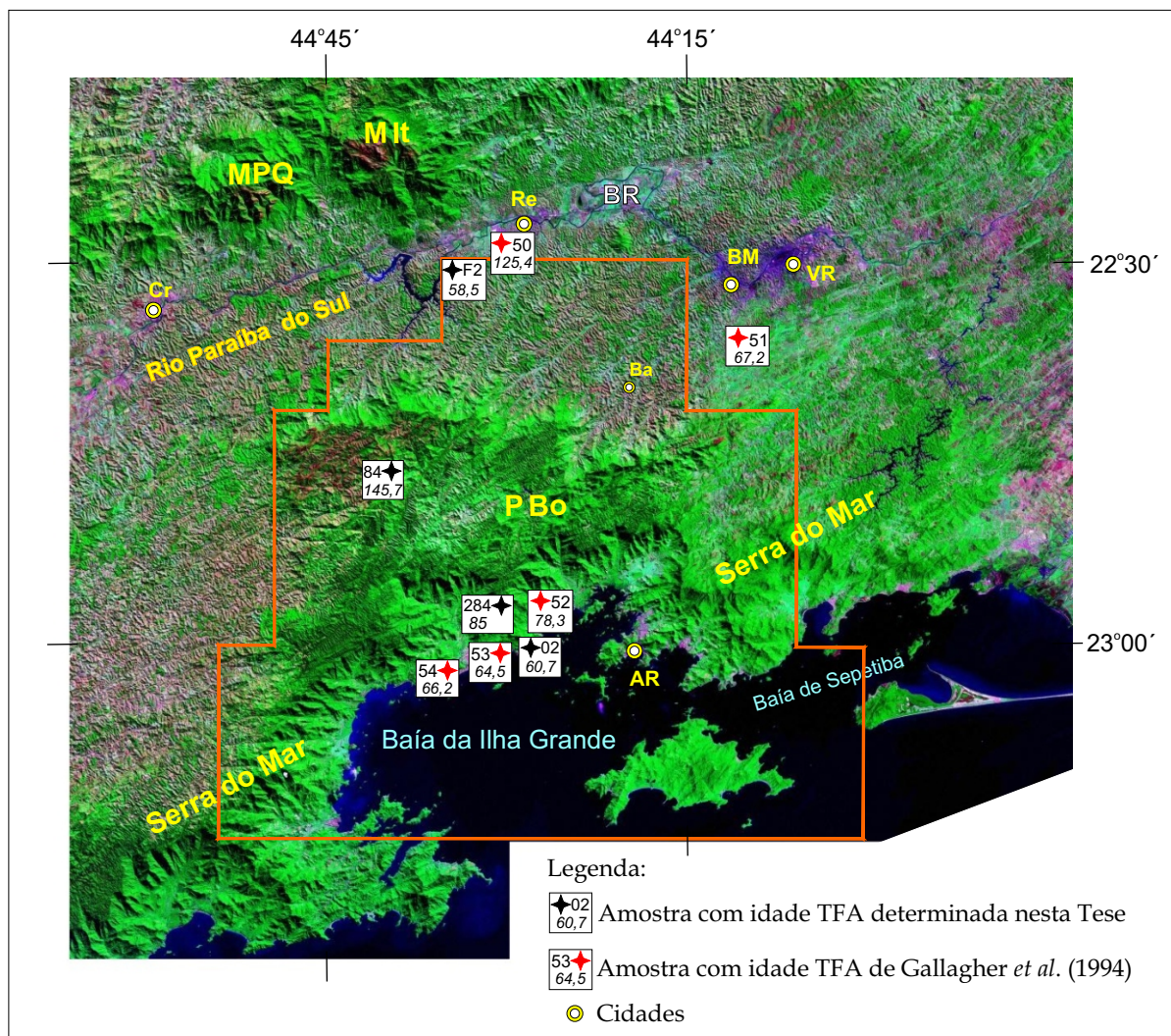


FIGURA 7.1 - Localização das amostras com idades de termocronologia por traço de fissão em apatitas (TFA). As estrelas pretas são as amostras analisadas nesta tese e as estrelas vermelhas são as amostras de Gallagher *et al.* (1994). O número ao lado da estrela é a amostra e o número abaixo é a idade TFA em Ma. O polígono laranja é a área de estudo. As coordenadas UTM e altitudes dos pontos datados encontram-se na Tabela 7.1. Abreviaturas: BR - Bacia de Resende; PBo - Planalto da Bocaina; MIt - Maciço de Itatiaia; MPQ - Maciço de Passa Quatro; AR - Angra dos Reis; Ba - Bananal; BM - Barra Mansa; Cr - Cruzeiro; Re - Resende; VR - Volta Redonda. Fonte: imagem *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)*, USGS-NASA, 2004.

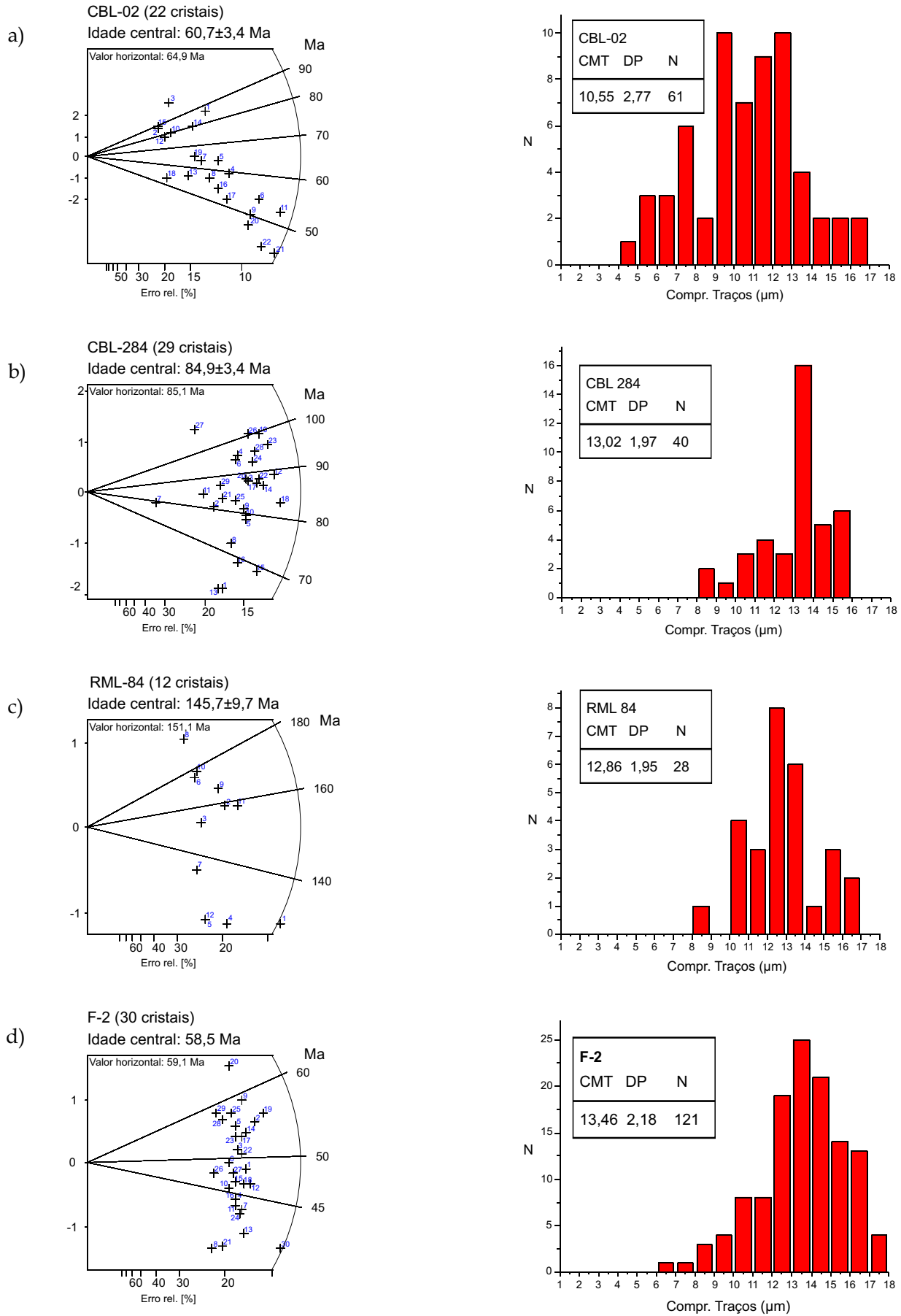


FIGURA 7.2 - Gráficos radiais das idades centrais e histogramas de comprimentos dos traços de fissão para as quatro amostras analisadas: a) CBL-02; b) CBL-284; c) RML-84; d) F-2. Abreviaturas nos histogramas: CMT = comprimento médio dos traços, DP = desvio padrão, N = número de traços.

e outro eocênico. Os traços confinados desta amostra são curtos, apresentando comprimento médio dos traços (CMT) de 10,6 mm <sup>5</sup>. A distribuição dos traços mostra uma tendência bimodal com máximos em 9-10 mm e 12-13 mm (Figura 7.2a). Este padrão parece refletir a idade mista, onde os traços curtos seriam relacionados ao componente mais antigo de resfriamento, com maior tempo residência na ZAP. Por outro lado, os traços mais longos estariam vinculados ao pulso de resfriamento mais novo e rápido.

A amostra CBL-284 localizada no limite entre o Planalto da Bocaina e a escarpa atlântica, forneceu idade central de  $84,9 \pm 3,4$  Ma (Tabela 7.1; Figura 7.2b). Esta idade neocretácica pós-rifte é muito próxima ao componente de idade mais velha da amostra CBL-02. Os poucos traços confinados (n=40) fornecidos apresentam frequência máxima entre 13-14 mm e CMT de 13 mm. O histograma sugere uma distribuição assimétrica negativa dos traços com uma cauda em direção aos comprimentos mais curtos (Figura 7.2b). Esta tendência sugere um pulso de resfriamento relativamente rápido, mas com herança de resfriamento precedente identificado pela presença de traços curtos.

A amostra RML-84 foi coletada no ponto mais elevado do planalto (Pico do Tira Chapéu, 2.088 m) e forneceu a idade central  $145,7 \pm 9,7$  Ma, a mais antiga do conjunto datado (Tabela 7.1; Figura 7.2c). Esta idade corresponde ao limite Jurássico e Cretáceo, antecedendo, portanto, ao rifteamento deste segmento do Gondwana Ocidental. Importante ressaltar que esta idade TFA de ca. 146 Ma, datando o resfriamento pré-abertura do Atlântico Sul, é inédita para os domínios da Serra do Mar (Anexo 7). Assim como a amostra anterior, poucos traços (n=28) foram medidos, possuindo CMT de 12,9 mm (Figura 7.2c). Mesmo com pouca consistência, o histograma de frequência indica uma tendência unimodal simétrica, sugerindo um resfriamento contínuo.

A amostra F-2 situada nas margens da represa do Funil, no extremo norte da área de estudo, forneceu uma idade central de  $58,5 \pm 2,8$  Ma (Figura 7.2d). Os traços são relativamente longos (CMT = 13,5 mm) e mostram um padrão de

---

<sup>5</sup> O comprimento inicial dos traços de fissão em apatitas é de  $16 \pm 1$  mm.

distribuição unimodal assimétrico com uma cauda em direção aos traços curtos, sugerindo um pulso de resfriamento relativamente rápido (Figura 7.2d). Esta amostra situa-se no limite entre o alto estrutural de Queluz e a Bacia de Resende, e a idade TFA é cerca de 10 Ma mais velha que idade de deposição dos sedimentos do segmento central do RCSB<sup>6</sup>.

As amostras G-52, G-53 e G-54 de Gallagher *et al.* (1994) estão localizadas na costa da Baía da Ilha Grande e são vizinhas ao ponto CB-L-02 (Figura 7.1; Anexo 6), possuindo, respectivamente, as seguintes idades centrais:  $78,3 \pm 3$ ,  $64,5 \pm 3$  e  $66,2 \pm 4$  Ma (Tabela 7.1). As duas últimas idades são próximas à idade mista da amostra CBL-02 ( $60,7 \pm 3,4$  Ma) e talvez possuam também mais de um componente de idade. No entanto, o CMT dessas amostras é maior e o padrão de distribuição dos comprimentos dos traços da amostra G-53 indica um resfriamento rápido (Gallagher *et al.*, 1994), o que difere da CBL-02.

Outras duas amostras de Gallagher, G-50 e G-51, estão situadas no Vale do Paraíba a norte da Serra da Bocaina (Figura 7.1), e apresentam idades de  $125,4 \pm 12$  e  $67,2 \pm 3$  Ma, respectivamente. A amostra G-50 localiza-se na borda da Bacia de Resende e sua idade concorda com a fase rifte do Atlântico Sul, enquanto a G-51 está situada nos arredores da ZFCBM<sup>7</sup> e possui idade semelhante ao grupo da Baía da Ilha Grande. Todas essas amostras compiladas de Gallagher *et al.* (1994) correspondem a rochas do embasamento.

A Figura 7.3 mostra a relação entre altitude e idade central das amostras, indicando, com algumas exceções, o aumento das idades com a elevação topográfica, o que é previsto na TTFA. A amostra G-50 vizinha a Bacia de Resende, é que mais foge desta tendência. Este gráfico revela ainda a falta de amostragem no intervalo entre 500 e 1500m de altitude, ou seja, nas escarpas atlântica e interior da Serra da Bocaina. Em relação ao grupo de amostras situadas abaixo dos 500m de altitude é importante separar as localizadas no Vale do Paraíba e no contexto do RCSB, daquelas da Baía da Ilha Grande que

---

<sup>6</sup> Em referência ao derrame vulcânico de ankaramito intercalado aos sedimentos da Bacia de Volta Redonda com idade Ar-Ar de ca. 48 Ma (Riccomini *et al.*, 2004).

<sup>7</sup> ZFCBM – Zona de Fraqueza Crustal de Barra Mansa



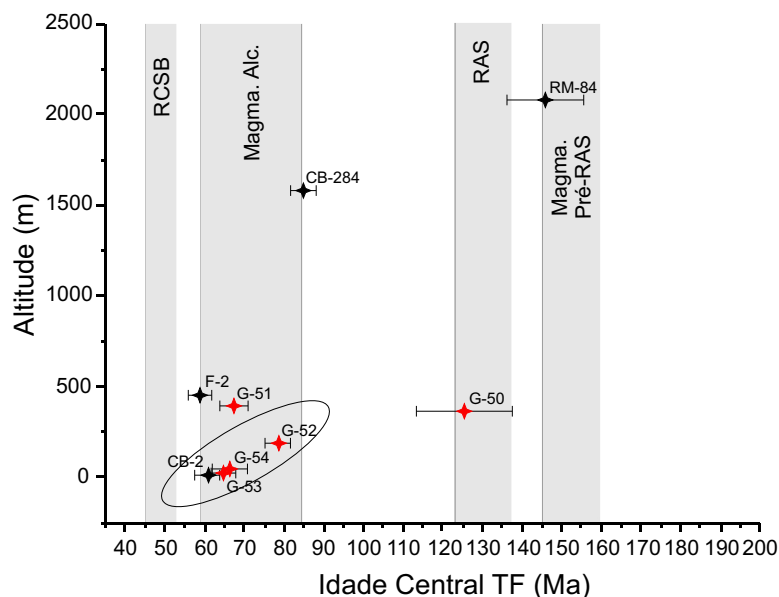


FIGURA 7.3 - Altitude em função da idade central de traço de fissão em apatita. As estrelas pretas são as amostras datadas nesta tese e as estrelas vermelhas são amostras de Gallagher *et al.* (1994) situadas na região estudada. As barras horizontais nas amostras correspondem aos erros das idades e a elipse agrupa as amostras da Baía da Ilha Grande. As faixas verticais são os eventos tectônico-magmáticos regionais, sendo: Magma. Pré-RAS - magmatismo toleítico pré-riftes do Atlântico Sul; RAS - riftes do Atlântico Sul com extenso magmatismo toleítico; Magma Alc. - magmatismo alcalino; RCSB - geração do segmento central dos Riftes Continentais do Sudeste do Brasil com vulcânicas alcalinas. Fonte dos eventos: Turner *et al.* (1994); Thomaz & Rodrigues (1998); Misuzaki & Thomaz Filho, 2004; Riccomini *et al.* (2004); Guedes *et al.* (2005).

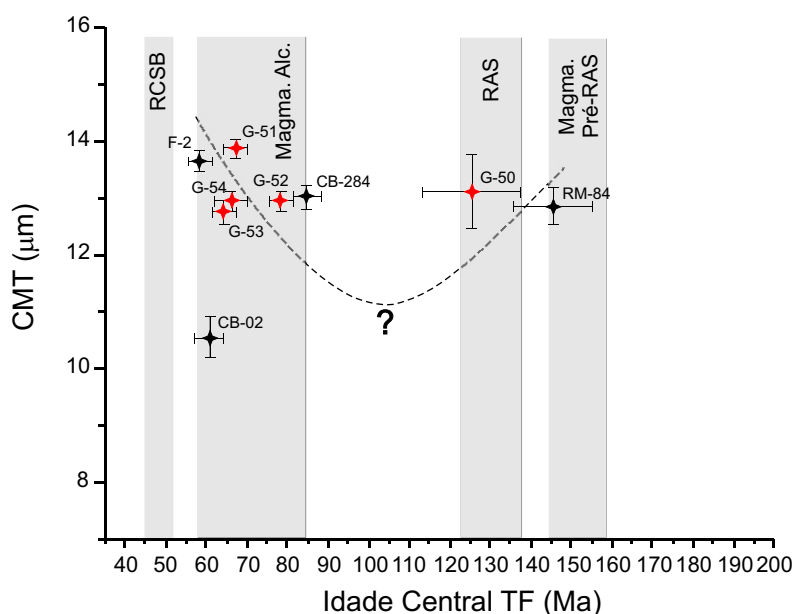


FIGURA 7.4 - Comprimento médio dos traços (CMT) em função da idade central dos traços de fissão em apatitas. As estrelas pretas são as amostras datadas nesta tese e as estrelas vermelhas são amostras de Gallagher *et al.* (1994) inseridas no contexto da área de estudo. A curva tracejada representa o boomerang plot de Gallagher & Brown (1997), um comportamento comum dos CMT para margens rifteadas, porém faltam as idades intermediárias com traços curtos. As faixas verticais são os eventos da Figura 7.3.

mostram claramente o aumento da idade com a elevação (Figura 7.3). As três amostras do Vale do Paraíba (F-2, G-50 e G-51) possuem um comportamento diferente, pois mesmo com idades de resfriamento distintas elas não possuem uma nítida variação altimétrica, estando situadas entre 360 e 460m (Tabela 7.1). Este fato sugere o efeito da tectônica cenozóica sobre o padrão de distribuição das idades TFA. As falhas que compartimentam as bacias e os altos estruturais (ou zonas de acomodação) do RCSB, o evento mais novo da Figura 7.3, podem ter colocado rochas com idades TFA diferentes num mesmo nível topográfico.

As duas amostras suspensas no Planalto da Bocaina (acima de 1500m) sugerem um evento de resfriamento próximo à idade mais nova situada no Pico do Frade (CBL-284, ca. 85 Ma), já que as amostras costeiras CBL-02 (com componente mais antigo ca. 86 Ma) e G-52 (ca. 78 Ma) possuem idades semelhantes (Tabela 7.1; Figura 7.3). Uma conexão entre estas amostras definiria uma curva de alto gradiente, indicando o pulso de soerguimento e resfriamento rápidos. Uma maior amostragem ao longo da escarpa atlântica é necessária para confirmar esta hipótese.

A correlação entre o comprimento médio dos traços (CMT) e a idade central mostrada na Figura 7.4, indica a tendência dos traços mais longos em idades mais jovens. Este gráfico revela ainda dois grupos associados a eventos de resfriamento distintos: a) mais novo com idades neocretácicas a paleogênicas, pré-RCSB; b) mais velho com idade pré a sin-abertura do Atlântico Sul. Estes dois grupos de amostras podem compor as extremidades de uma curva côncava para cima ou *boomerang plot* de Gallagher & Brown (1997), faltando, porém, amostras com idades intermediárias que combinariam traços formados antes e depois do evento de resfriamento rápido (Figura 7.4). Este comportamento entre os CMT e as idades TFA é comum nas margens continentais rifteadas (Figura 4.13).

A amostra CBL-02 que possui traços muito curtos (CMT < 12 mm) e idade jovem é anômala em relação às outras (Figura 7.4). Como descrito antes, isto pode ser decorrente da atuação de dois eventos de resfriamento nesta amostra

refletindo maior soma de *annealing* ou então a erros na medição dos tamanhos dos traços.

### 7.3 CONCLUSÃO

As seções esquemáticas da Figura 7.5 representam, de modo simplificado, a evolução das ZAPs na margem continental, desde o estágio anterior à quebra do Gondwana Ocidental, no Jurássico (Figura 7.5a). Portanto, cada ZAP indica um evento de formação dos traços de fissão, ou seja, uma etapa de resfriamento e denudação da crosta.

A porção NNW mais elevada do Planalto da Bocaina, onde está situada a amostra com idade mais antiga (RML-84, ca. 145 Ma) parece representar um testemunho de uma paleo-ZAP soerguida (Figura 7.5a). Este nível de resfriamento mais antigo suspenso na Serra da Bocaina foi preservado pela combinação de um pulso de soerguimento rápido subsequente e pelas baixas taxas de denudação nesta porção do planalto (Figura 7.5d). Esta idade é inédita no contexto da Serra do Mar e antecede a abertura do Atlântico Sul. Diques toleíticos NW que afloram a norte da Bacia de Resende foram datados por Guedes *et al.* (2005) e também forneceram idades Ar-Ar de ca. 145 Ma, marcando a transição entre os estágios pré-rifte e rifte (Figura 7.3).

Quanto à abertura do Atlântico Sul, somente a amostra G-50 de Gallagher *et al.* (1994) registra a fase rifte. A revisão dos dados TFA disponíveis no sudeste do Brasil (Anexo 7) mostra que as idades do estágio rifte (120-140 Ma) também não são determinadas nos domínios da Serra do Mar. Idades mais antigas que 120 Ma só foram registradas no interior a partir do Serra da Mantiqueira e em Minas Gerais (Gallagher *et al.*, 1994; Tello Saenz *et al.*, 2003; Carmo, 2005; Hackspacher *et al.*, 2005). Portanto, é necessário amostrar com maior detalhe uma seção entre 1000 e 2000m de altitude na Serra da Bocaina, para encontrar a ZAP associado ao evento rifte (Figura 7.5 b).

As idades centrais TFA (61-86 Ma) das amostras da Baía da Ilha Grande e do Pico do Frade (CBL-284) situadas entre o Cretáceo Superior e o Paleoceno,

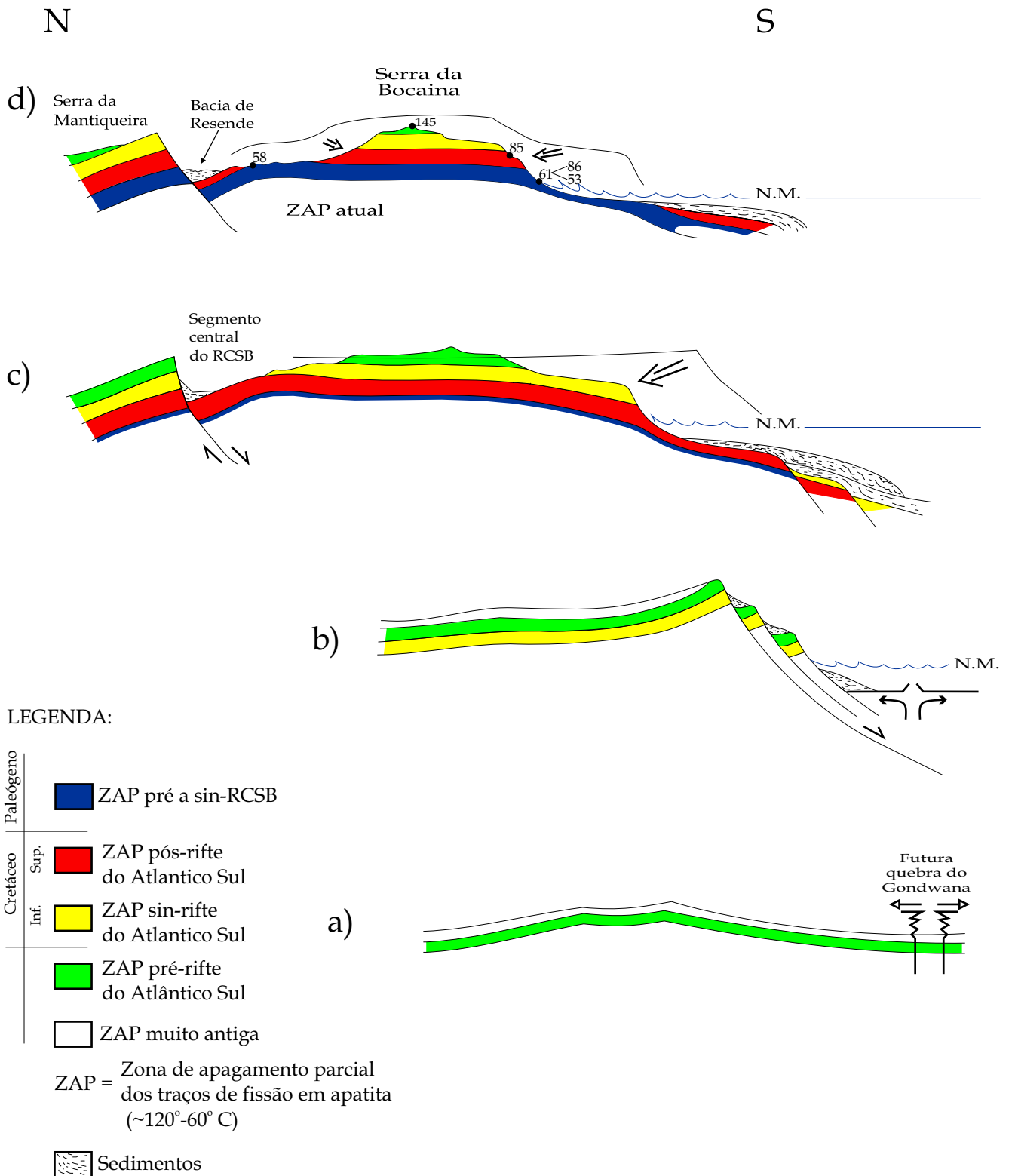


FIGURA 7.5 - Seções esquemáticas transversais à margem continental do sudeste do Brasil mostrando a formação e denudação das zonas de apagamento parcial (ZAP) dos traços de fissão em apatita, desde o Jurássico até o momento atual.

Períodos & eventos tectônicos:

- a) Jurássico - estágio pré-quebra do Gondwana Ocidental;
- b) Cretáceo Inferior - abertura do Atlântico Sul (estágio rifte);
- c) Cretáceo Superior e Paleógeno - soerguimento e denudação neocretácica, seguida da geração dos Riftes Continentais do Sudeste Brasileiro (RCSB) e contínuo recuo da escarpa atlântica;
- d) Momento atual, mostrando o recuo das escarpas atlântica e interior da Serra do Mar (da Bocaina); os números representam as idades TFA em Ma determinadas nesta tese.

concordam com a atuação do magmatismo alcalino no sudeste do Brasil (Figuras 7.3; 7.5b). Apesar não aflorar nenhum corpo alcalino na área amostrada, a região está situada entre alguns importantes maciços plutônicos<sup>8</sup> (Figura 2.4). Entretanto, nesse conjunto de idades TFA pode-se distinguir dois grupos: 61-66 Ma e 78-86 Ma. O grupo mais velho parece associado ao evento que soergueu uma paleo-Serra do Mar durante o Santoniano, entre 86-83 Ma (Almeida & Carneiro, 1998; Hackspacher *et al.*, 2003; Zalán, 2004). Este soerguimento provocou um pulso de denudação responsável pela deposição de turbiditos siliciclásticos na Bacia de Santos, ao sul da Ilha Grande, entre 80-65 Ma (Figura 8.1) (Pereira & Feijó, 1994; Mohriak, 2004). Trabalhos baseados na TTFA também têm mostrado a relação entre os pulsos de denudação e a sedimentação neocretácicos nas bacias marginais do sudeste do Brasil (Gallagher & Brown, 1999; Hadler Neto *et al.*, 2001; Tello Saenz *et al.*, 2003).

O magmatismo que atuou no Santoniano e Campaniano está registrado na Bacia de Santos, onde basaltos alcalinos forneceram idades Ar-Ar de 80-85 Ma (Szatmari *et al.*, 2000) e no continente, através de diques de lamprófiros e *stocks* alcalinos (Guedes *et al.*, 2005). O grupo com idades TFA mais novas marca a reativação e o resfriamento que ocorreu na passagem do Cretáceo para o Paleógeno com extenso magmatismo alcalino associado (Tabela 2.1).

O fluxo térmico do magmatismo alcalino, caso corresponda à pluma mantélica, poderia propagar-se numa extensão regional causando *reset* parcial nos traços de fissão antigos (sin-rifte do Atlântico Sul) e gerando novos. As idades TFA determinadas para a faixa costeira e escarpa atlântica confirmam os dados regionais (Anexo 7), indicando claramente um resfriamento associado às reativações tectono-magmáticas neocretácicas a paleogênicas que provocaram um soerguimento e denudação da margem continental (Figura 7.5 c).

Os dados TFA disponíveis para o Vale do Paraíba não registram idades <50 Ma (Anexo 7) e, portanto, não marcam precisamente a formação do

---

<sup>8</sup> Os corpos alcalinos mais próximos são: a oeste, o complexo da Ilha de São Sebastião com ca. 81 Ma; a norte, os maciços de Passa Quatro e Itatiaia entre 66-73 Ma e do Morro Redondo com ca. 65 Ma; e a leste, os maciços do Mendanha e Tinguá com ca. 65 Ma (referências vide Tabela 2.1).

segmento central do RCSB a partir do vulcanismo ankaramítico de ca. 48 Ma (Ar-Ar) que aflora na Bacia de Volta Redonda (Riccomini *et al.*, 2004). Isto indica três possibilidades: a) a ZAP relacionada a este evento foi pouco exposta pela denudação, isto é, ainda está encoberta; b) a reativação que gerou o RCSB começou mais cedo, talvez no limite Paleoceno-Eoceno<sup>9</sup> (Figura 8.1); c) as idades TFA representam uma mistura de eventos. Já no litoral, o componente de idade TFA mais jovem (ca. 52 Ma) da amostra CBL-02 indica um resfriamento eocênico relacionado à denudação gerada pelo recuo da escarpa atlântica, que pode estar associada a reativações sin-RCSB na faixa costeira (p.ex. no DRIG<sup>10</sup>). Na Serra do Mar do litoral norte paulista, Hackspacher *et al.* (2003) também registraram um resfriamento TFA eocênico, relacionado a um novo pulso de soerguimento.

O recuo das duas escarpas principais (atlântica e interior) da Serra da Bocaina, associadas a dois riftes distintos, tem degradado o planalto, através da expansão das cabeceiras de drenagens e capturas dos vales fluviais suspensos (Figura 6.47). No entanto, as porções mais elevadas das montanhas têm conservado idades TFA mais antigas, por exemplo, os planaltos da Bocaina e da Mantiqueira, indicando o comportamento diferencial da denudação (Figura 7.5d). As baixas taxas de denudação das elevações aplainadas contrastam com a maior erosão das escarpas. Entre as duas amostras datadas no Planalto da Bocaina (RM-84 e CB-284) aflora a ZCRG que apresenta evidências de reativações rúpteis (Anexo 6). Deste modo, possíveis movimentos verticais desta zona (com bloco sul abatido) durante o Cretáceo Superior e o Paleógeno, podem ter alçado o bloco NNW mais elevado do planalto, ajudando a preservação da ZAP pré-rifte do Atlântico Sul. Nesse contexto, os níveis de base locais ou *knickpoints* (litológicos, estruturais e tectônicos) também possuem um papel fundamental na preservação das paleo-ZAPs, barrando os pulsos de denudação propagados através das escarpas, desde a abertura do Atlântico e reativações subseqüentes da margem continental.

---

<sup>9</sup> Ramos (2003) sugeriu idade mais antiga para a Formação Quatis na base da Bacia de Resende.

<sup>10</sup> DRIG - Domínio Rúptil da Ilha Grande (Anexo 3)

## CAPÍTULO 8

### SÍNTESE E CONSIDERAÇÕES FINAIS

#### 8.1. A CONSTRUÇÃO DA SERRA DA BOCAINA NO CONTEXTO DA EVOLUÇÃO TECTÔNICA DO SUDESTE DO BRASIL

Orogênese Brasileira que gerou a Faixa Ribeira entre o Neoproterozóico e o Ordoviciano é o evento responsável pela formação da maior parte das unidades litológicas (rochas granitóides e metamórficas) e pelo retrabalhamento de rochas paleoproterozóicas, agrupadas em quatro terrenos tectônicos: Ocidental, Oriental, Paraíba do Sul e Embu. As etapas colisionais que amalgamaram esses terrenos produziram a foliação principal e zonas de cisalhamento dúcteis NE-SW com dobras associadas (Fases D1+D2), que foram reativadas em fases tardias da orogênese (Fases D3 e D4). A mudança para um regime distensional (D4) é marcada pelo magmatismo tardio e reativações tectônicas que geraram zonas de cisalhamento rúptil-dúcteis NW transversais à organização do orógeno (Heilbron *et al.*, 2004). Esta etapa corresponde ao colapso orogênico e deve ter propagado uma intensa denudação da *Cordilheira Ribeira*, porém seu conhecimento carece de pesquisas aprofundadas, especialmente do ponto de vista estrutural.

Consolidada a Faixa Ribeira e a sua herança litológica e estrutural, a região estudada parece ter experimentado um longo período de relativa *serenidade* tectônica<sup>1</sup>, entre 470 a 160 Ma, comparada aos tempos orogênicos. Deste modo, a Faixa Ribeira tornou-se um ambiente intraplaca do Gondwana Ocidental, sofrendo contínua denudação e servindo de área fonte para as bacias interiores e marginais deste continente. O principal exemplo é a Bacia do Paraná, situada a SW.

A partir do Jurássico são registrados os eventos magmáticos (190-145 Ma) representados por diques toleíticos NW no embasamento da Bacia de Resende,

---

<sup>1</sup> Porém, não se deve desconsiderar os possíveis efeitos intraplaca das orogenias paleozóicas na margem sul-ocidental do Gondwana.

segmento central do RCSB, constituindo de manifestações precursoras à quebra do Gondwana Ocidental (Guedes *et al.*, 2005). Na área de estudo, uma idade TFA ca. 145 Ma identifica um registro de resfriamento que marca a transição entre as fases pré-rifte e rifte do Atlântico Sul (Figura 8.1). Esta idade TFA não deve se relacionar diretamente ao resfriamento das intrusões precoces dos diques jurássicos que parecem estar concentradas na ZFCBM. A formação da paleo-ZAP preservada na parte mais elevada do Planalto da Bocaina (*Pico do Tira Chapéu*), pode estar associada ao um contínuo resfriamento. No entanto, tratando-se de apenas 1 idade esta paleo-ZAP deve ser melhor caracterizada por uma maior quantidade de datações. Neste contexto, a integração entre a TTFA e TTFZ (traço de fissão em zircão) seria interessante para investigar o regime termal do Mesozóico, pois como o zircão retém dados de temperaturas mais elevadas, permite datar eventos de resfriamento mais antigos<sup>2</sup>. Talvez, isto ajude a responder a seguinte questão: quanto restou de relevo residual da *Cordilheira Ribeira* até a quebra do Gondwana? Como era a topografia pré-rifte?

A abertura do Atlântico Sul entre 140 e 120 Ma constitui o segundo grande evento tectônico da área de estudo caracterizado pelo enxame de diques toleíticos NNE e ENE (Figura 8.1). Com a formação da margem continental elevada, estabeleceu-se um novo nível de base (o nível do mar) e uma frente de denudação a partir das bordas escarpadas dos riftes. Os dados estruturais *off-shore* das bacias marginais de Santos e Campos indicam que as falhas mestras da borda dos riftes produziram grandes deslocamentos verticais. No entanto, as idades TFA que datam o evento de resfriamento associado a esse soerguimento sin-rifte da margem continental, são registradas somente no interior continental não ocorrendo na faixa costeira. Isto indica o papel da intensa denudação provocada pela abertura do Atlântico e reativações subseqüentes na margem continental, causando a reorganização do sistema geomorfológico, especialmente da rede de drenagem, diante dos pulsos de soerguimento e variação dos níveis de base. Neste contexto, as fraturas e falhas NW mapeadas, transversais às bordas dos riftes e às estruturas da Faixa Ribeira, poderiam ter

---

<sup>2</sup> Eventos não mais registrados pelo TFA, pois os níveis crustais com apatitas foram denudados.



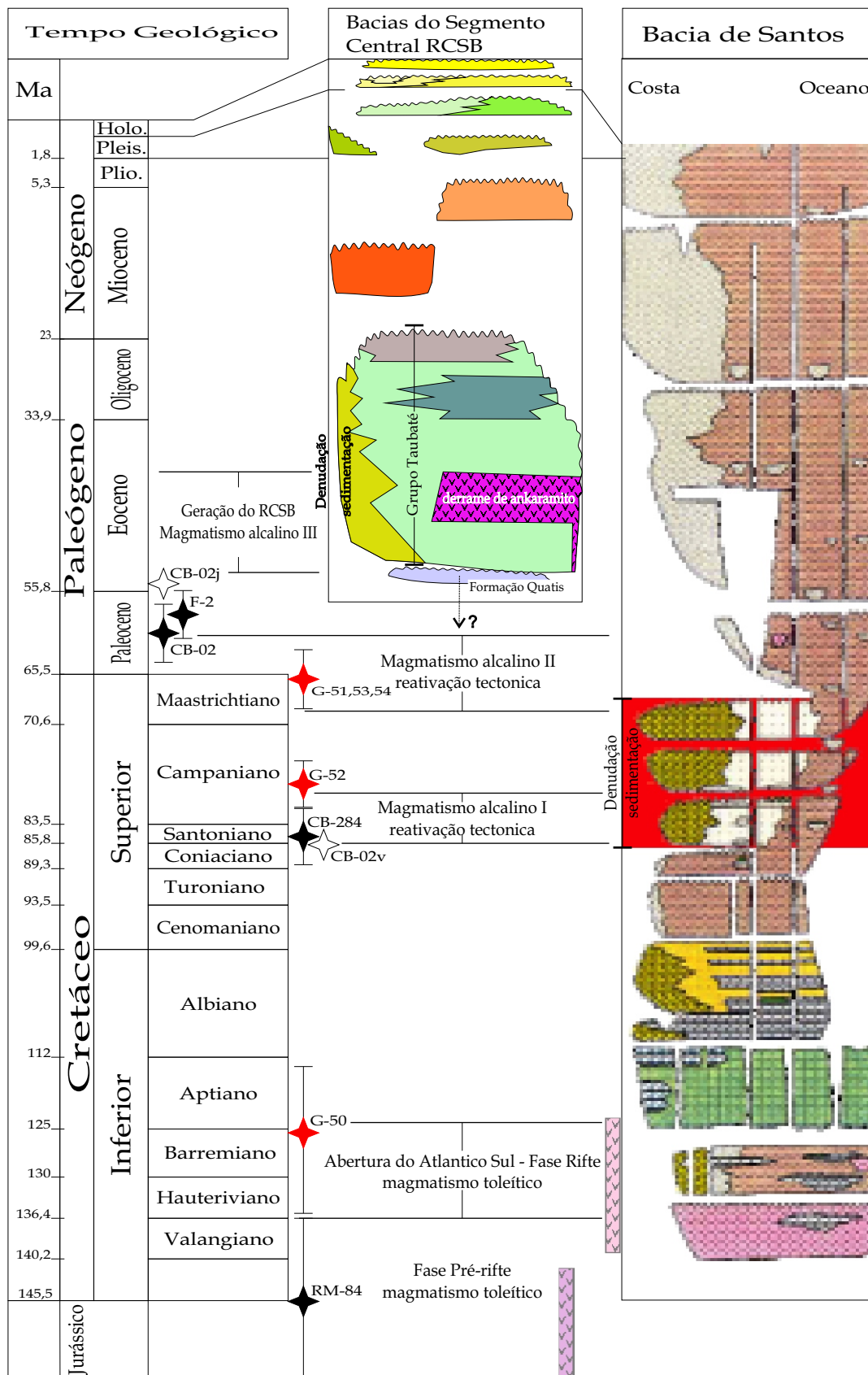


FIGURA 8.1 - Relação entre a sedimentação na Bacia de Santos e nos Riftes Continentais do Sudeste do Brasil (RCSB), os principais eventos tectônico-magmáticos e as idades de traços de fissão em apatita (TFA) da área de estudo. As colunas estratigráficas da Bacia de Santos e do segmento central do RCSB foram modificadas, respectivamente, de Meisling *et al.* (2001) a partir dos dados de Pereira & Feijó (1994) e de Riccomini *et al.* (2004) com adição da Fm. Quatis da Bacia de Resende (Ramos, 2003). As estrelas pretas são as amostras com idades TFA determinadas nesta tese, as estrelas brancas são os componentes de idades mais jovem e mais velha da amostra CB-02 e as estrelas vermelhas são as amostras de Gallagher *et al.* (1994). As referências dos eventos tectônicos são aquelas da Figura 7.3

sido geradas, em parte, desde a abertura do Atlântico Sul, conduzindo os canais responsáveis pela erosão continente adentro. A caracterização *on-shore* das estruturas geradas durante fase rifte e sua distinção daquelas formadas nos eventos subseqüentes é um campo fundamental a ser melhor explorado.

Os eventos relacionados às reativações tectônicas pós-rifte com duas gerações de magmatismo alcalino neocretácico a paleocênico são bem marcados pelo resfriamento do sistema TFA, apontando novos pulsos de soerguimento e denudação da margem continental. A Figura 8.1 mostra a estreita relação entre as idades TFA da faixa costeira e a sedimentação das espessas seqüências siliciclásticas na Bacia de Santos, entre Santoniano e o final do Maastrichtiano (Pereira e Feijó, 1994). Estes depósitos subdivididos em três seqüências limitadas por discordâncias, refletindo a descontinuidade da sedimentação, possivelmente relacionada à recorrência das reativações tectônicas com pulsos de soerguimento e denudação associados. As reativações neocretácicas parecem ter influenciado definitivamente na formação da Serra do Mar, já que a escarpa originada na borda do rifte<sup>3</sup> estaria mais próxima à atual linha de costa (p.ex. Almeida & Carneiro, 1998). Os soerguimentos das fases rifte e pós-rifte alçaram a paleo-ZAP pré-rifte, sendo responsáveis, em parte, pela sua preservação, além de deixar o interior da margem continental (Planalto Atlântico) sempre elevado.

A geração do RCSB no Paleógeno marca uma nova reativação e o último grande evento tectônico da região estudada. As idades TFA determinadas registram o estágio inicial do RCSB e são precoces à sedimentação principal e ao vulcanismo (Figura 8.1). Este evento quebrou o interior do Planalto Atlântico causando a queda o nível de base nas depressões dos riftes e o soerguimento da vertente sul da Serra da Mantiqueira e, em parte, da vertente norte da Serra do Mar. Uma nova e segmentada escarpa interior (ca. 50 Ma) foi gerada na Serra da Bocaina, concorrendo com a escarpa atlântica (ca. 130 Ma) pela erosão do planalto. Estruturas brasileiras NE foram reativadas (p.ex. ZCRG), assim como a formação e reativação de falhas/fraturas NW e E-W, gerando diversos níveis

---

<sup>3</sup> A charneira da Bacia de Santos (limite do rifte) situa-se entre 70-100 km da linha de costa atual.

de base locais. Portanto, o arcabouço lito-estrutural regional foi montado pelo acontecimento desses principais eventos, sendo que a Orogênese Brasileira responsável pela consolidação do corpo rochoso (Faixa Ribeira), que acolheu as deformações rúpteis mesozóica-cenozóicas. A leitura histórica dos eventos sugere a primeira vista, que a Serra da Bocaina constitui um relevo montanhoso desde a formação da Faixa Ribeira, sendo elevado pelos consecutivos soerguimentos das fases rifte e pós-rifte do Atlântico Sul e do RCSB.

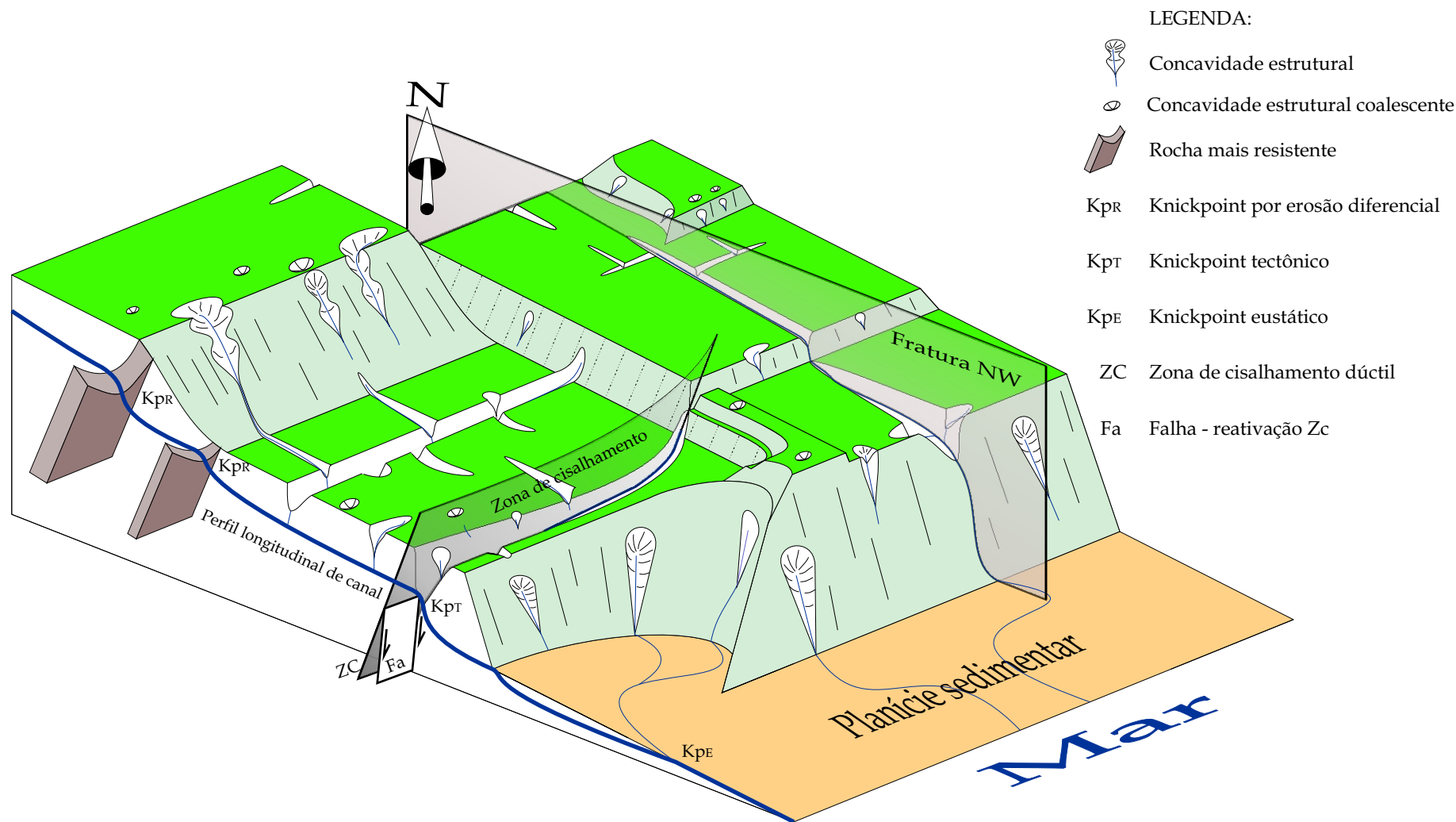
## 8.2. OS CAMINHOS DA DENUDAÇÃO DA SERRA DA BOCAINA

Os eventos tectônicos que construíram o relevo (soerguimento de rochas) geraram, ao mesmo tempo, os meios (estruturas) para atuação dos processos de denudação. A interação entre as diversas estruturas - *antigas e novas, dúcteis e rúpteis* - destacando o par foliação NE & fraturas (falhas) NW, condiciona junto com a anisotropia litológica<sup>4</sup> e as variações dos níveis de base (tectônica, erosão diferencial, eustática, climática), a evolução da rede de drenagem e das encostas da Serra da Bocaina. Deste modo, a dissecação diferencial do substrato rochoso aliada à diversidade de níveis de base<sup>5</sup>, modela a morfologia do Planalto da Bocaina caracterizada pela sucessão de vales suspensos que formam superfícies em diferentes níveis topográficos. A Figura 8.2 ilustra o controle geológico (estruturas NE-NW) sobre a rede de canais e os *knickpoints*, que junto aos eventos de soerguimento e variação dos níveis de base condicionam a formação e dissecação dos patamares suspensos do Planalto da Bocaina. Os pulsos de denudação têm rebaixado o relevo através da incisão fluvial e expansão das cabeceiras de drenagem, promovendo o recuo das encostas e a destruição dos divisores (p.ex. Meis & Monteiro, 1979; Coelho Netto, 2003). Deste modo, as superfícies colinosas têm sido dissecadas e formadas. Estas superfícies situadas em diferentes níveis topográficos não precisam ser geradas por eventos de soerguimento e denudação distintos, parte delas pode estar relacionada ao um único pulso atuando de modo diacrônico e com taxas de erosão diferenciadas ao longo do planalto, regulado por diferentes níveis de base<sup>5</sup> (Ver Figura 8.3).

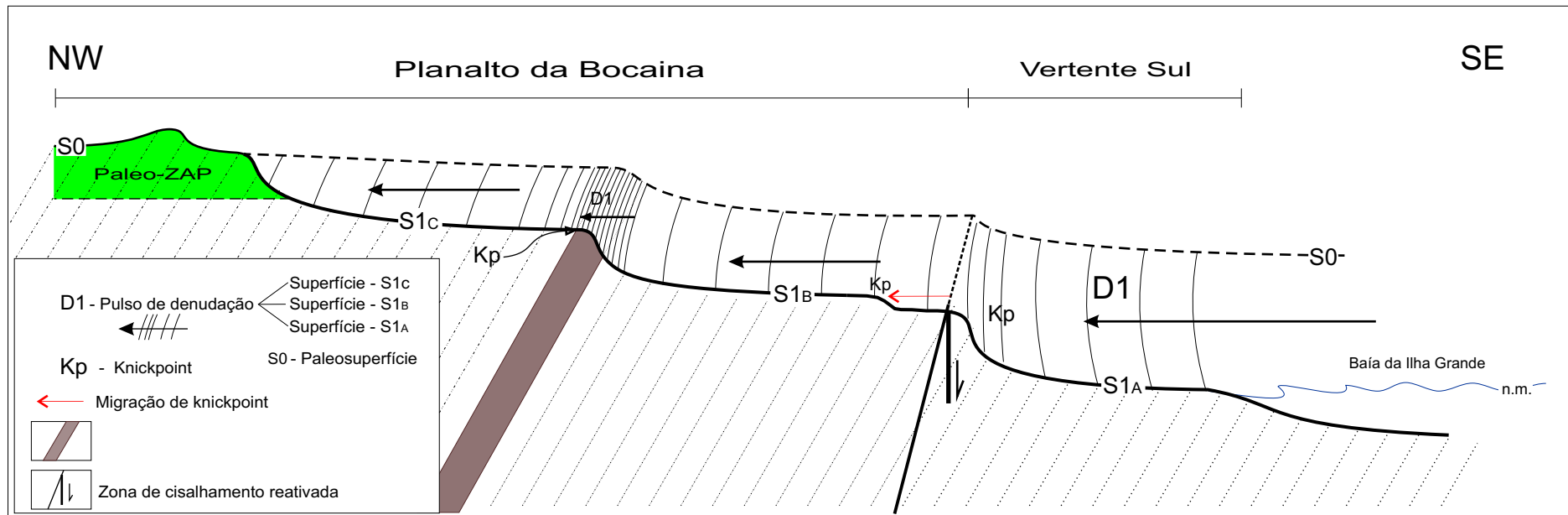
---

<sup>4</sup> Em relação ao intemperismo e à erosão diferencial.

<sup>5</sup> P.ex: Baía da Ilha Grande (nível do mar); rios Paraíba do Sul, Paraitinga; diversos *knickpoints*.



**FIGURA 8.2** - Modelo esquemático exemplificando os principais controles geológicos sobre o relevo do Planalto da Bocaina e da vertente sul. As estruturas geológicas NE (contatos litológicos, foliação, zona de cisalhamento reativada) e NW (fraturas, falhas) orientam a rede de drenagem principal, as concavidades estruturais (cabeceiras de canais) e os *knickpoints* de naturezas diferentes (ver legenda). A superfície mais rebaixada do planalto à esquerda (p.ex. médio vale do rio Mambucaba) está sendo intensamente dissecada através da expansão das cabeceiras de drenagens que geram a coalescências dos divisores e capturas fluviais, rebaixando o relevo. Este mesmo pulso de denudação pode ser retardado à montante (ver superfície mais alta à esquerda) devido, por exemplo, a presença de *knickpoints* relacionados às rochas mais resistentes; porém as concavidades estruturais (*a forma arquetípica*) já estão se expandindo à montante. Os vários níveis topográficos (vales suspensos) do Planalto da Bocaina são formados pela interação dos pulsos de denudação regulados pelos eventos de soerguimento (p.ex. abertura do Atlântico Sul, RCSB), a variação dos níveis de base principais (p.ex. nível do mar) e a formação dos níveis de base locais (*knickpoints*). Portanto, não é necessário que cada superfície (nível topográfico) seja formada por um evento distinto de soerguimento e denudação, um mesmo pulso pode formar superfícies em altitudes diferentes devido à anisotropia do substrato geológico, somado às reativações tectônicas.



**FIGURA 8.3** - Esquema mostrando o comportamento diferencial de um pulso de denudação (D1) a partir do perfil longitudinal de canal que drena o Planalto da Bocaina e a vertente sul (p.ex. o rio Mambucaba).

A superfície S0 foi desenvolvida em consequência de uma extensa denudação que se seguiu ao soerguimento de rochas (p.ex. a abertura do Atlântico Sul ou reativação neocretácica), mas que preservou uma paleo-ZAP (ver Figura 7.5). O novo pulso de denudação D1 relacionado ao contínuo recuo da escarpa atlântica regulado pelo nível de base principal (nível do mar), vem dissecando a superfície S0. No entanto, a propagação de D1 sofre interrupções nos *knickpoints* relacionados à reativação pré-D1 da zona de cisalhamento à jusante (p.ex. ZCRG), mas principalmente, nos *knickpoints* associados à erosão diferencial devido a rochas mais resistentes situadas à montante (p.ex. granitos, ortognaisses). Notar os intervalos entre as curvas de D1, quanto mais apertado menor a taxa de denudação, como ocorre no *knickpoint* formado pela rocha mais resistente.

Deste modo, um único pulso de denudação D1 pode gerar várias superfícies em níveis topográficos distintos (S1A, S1B, S1C) decorrente das barreiras impostas pelos *knickpoints*. Apesar das três superfícies possuírem entre si idades próximas comparadas à antiga S0, a superfície S1C mais elevada é mais nova que a superfície S1B, que por sua vez é mais nova que S1A. Isto contradiz o modelo tradicional de recuo de escarpas e formação de superfícies de erosão de L. King, onde as superfícies mais velhas situam-se nos níveis topográficos mais altos. Também não é necessária a relação 1:1 entre pulsos de soerguimento-denudação e a formação de superfícies aplainadas, em referência ao conceito *Davisiano* da evolução policíclica da paisagem (Gunnell, 1998). Por outro lado, o rebaixamento tectônico local do nível de base provocado pela reativação da zona de cisalhamento pode incrementar o pulso D1, gerando uma migração remontante dos *knickpoints* (seta vermelha) e a erosão na superfície S1b, suportando os clássicos modelos de evolução do relevo. Isto mostra a complexidade de evolução da paisagem que pode conjugar a interação de vários componentes que modificam os níveis de base (tectônico, erosão diferencial, climático) e que atuam em escalas diferentes, global (p.ex. abertura de oceano e a variação eustática), regional (p.ex. soerguimento crustal) e local (p.ex. falhamento) (Gunnell, 1998).

Obs: notar que a antiga superfície S0 também já podia ser desnivelada devido aos mesmos fatores de D1.

Paleo-ZAP = Zona de apagamento parcial dos traços de fissão em apatitas; ZCRG = Zona de Cisalhamento do Rio Gavião.

A preservação da paleo-ZAP nas *terras altas* do Planalto da Bocaina aliada ao suave gradiente topográfico (Figura 7.5) indica baixas taxas de denudação, um comportamento similar a um interior continental. Isto contrasta com as altas taxas da região costeira da escarpa atlântica, onde os dados TFA estimam 3-4 Km de crosta denudada desde à abertura do Atlântico Sul, 2 a 3 vezes mais que a denudação no interior dos continentes (Brown *et al.*, 2000). Apesar de óbvio, é interessante ressaltar que a erosão controlada pelas rochas e estruturas é concentrada nos fundos de vales em relação aos divisores, ou numa escala de encosta, nas concavidades em relação aos interflúvios convexos. Se isto for ampliado para a escala de uma cadeia montanhosa, pode refletir o comportamento diferencial da denudação ao longo do tempo geológico. Esta natureza da denudação é influenciada tanto pelos fatores internos (geológicos) como externos (climáticos), e tem permitido a sobrevivência de antigas paisagens num estado de *quasi* equilíbrio com baixas taxas de erosão (p.ex. Twindale, 1998; Gunnell, 1998; Kohn *et al.*, 2002). Na Serra da Bocaina as frentes de denudação propagadas pelo recuo das escarpas vem degradando as bordas e introduzindo a dissecação diferencial no interior do planalto a partir da reativação das cabeceiras de drenagens e capturas fluviais, destruindo os testemunhos de antigas paisagens (Figuras 8.2 e 8.3).

Concluindo, a evolução do relevo pode ser compreendida como mudanças de intensidade dos fenômenos que modelam o substrato geológico. Assim, as perspectivas como as Davisianas - *juventude, maturidade e velhice* - não marcam somente o começo, meio e fim dos fenômenos, expressam também a transformação das energias responsáveis pela denudação (tectônica, clima,...). As formas de relevo acompanham esta mudança. As superfícies de aplainamento revelam a baixa intensidade do sistema geomorfológico, que atingiu um ajuste ideal aos níveis de base. Apesar das flutuações essas paisagens indicam uma longa estabilidade e uma aparente liberdade em relação ao controle lito-estrutural. Por outro lado, a alta intensidade dos ambientes de escarpas expressa o potencial de modificar as paisagens dos planaltos estabilizados, bem como a tendência ao ajuste geológico.

Para encerrar esta tese eu escolhi o seguinte poema de Bert Hellinger que muito nos fala sobre a busca do conhecimento:

Um erudito perguntou a um sábio,  
como as partes se unem num todo  
e como o saber sobre muitas partes  
se diferencia sobre o todo.

O sábio respondeu:  
o disperso se agrega num todo  
quando encontra seu centro  
e passa a atuar.

Pois só tendo um centro,  
o muito torna-se essencial e real,  
e o todo então nos revela  
como algo simples  
quase como pouco,  
como força serena que segue a diante,  
uma força que tem peso  
e está contígua àquilo que sustenta.

Assim para conhecer  
ou transmitir o todo,  
não preciso  
saber, dizer,  
ter, fazer,  
tudo em detalhe.

Quem quer entrar na cidade  
passa por uma única porta.  
Quem dá uma badalada num sino  
faz retinir, com esse único som, muitos  
outros,  
E quem colhe a maçã madura  
não precisa averiguar a sua origem.  
Ele segura na mão e a come.

O erudito não concordou: quem quer a  
verdade  
tem que conhecer também todos os  
detalhes.

Mas o sábio contestou.  
Sabe-se muito apenas sobre a verdade  
que nos foi legada.  
A verdade que leva adiante é nova,  
e ousada.

Pois ela contém o seu fim  
assim como, uma semente, a árvore.  
Portanto, aquele que ainda hesita  
em agir,  
porque quer saber mais  
do que lhe permite o próximo passo,  
não aproveita o que atua.  
Ele toma a moeda,  
pela mercadoria,  
e transforma em lenha as árvores.

O erudito acha  
que essa só pode ser uma parte da  
resposta  
e pede-lhe um pouco mais.

Mas o sábio se recusa,  
pois o todo é, no princípio, como um  
barril de mosto:  
doce e turvo.  
E precisa fermentação durante um  
tempo suficiente,  
até ficar claro.  
Então, aquele que o bebe em vez de  
degustá-lo,  
Passa a cambalear embriagado.

*Bert Hellinger*

## 9. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F.F.M. 1964. Fundamentos geológicos do relevo paulista. São Paulo, Inst. Geogr. Geol., Boletim, 41: 167-263.
- ALMEIDA, F.F.M. 1967. A origem e evolução da plataforma brasileira. Rio de Janeiro, DNPM-DGM, Boletim, 241, 36 p.
- ALMEIDA, F.F.M. 1976. The system of continental rifts bordering the Santos Basin. *An. Acad. Bras. Cienc.* 48(supl): 15-26.
- ALMEIDA, F.F.M. 1983. Relações tectônicas das rochas alcalinas mesozóicas na região meridional da Plataforma Sul-americana. *Rev. Bras. Geoc.*, 13(3): 139-158.
- ALMEIDA F.F.M. 1986. Distribuição regional e relações tectônicas do magmatismo pós-paleozóico no Brasil. *Rev. Bras. Geoc.*, 16(4): 325-349.
- ALMEIDA, F.F.M. 1991. O alinhamento magmático de Cabo Frio. *In: II SIMP. GEOL. SUDESTE*, 1991. São Paulo, Atas...São Paulo, SBG, p. 423-428.
- ALMEIDA, F.F.M.; CARNEIRO, C.D.R. 1998. Origem e evolução da Serra do Mar. *Rev. Bras. Geoc.*, 28(2): 135-150.
- ALMEIDA, J.C.H.; SILVA, L.G.E.; VALLADARES, C. 1993. O Grupo Paraíba do Sul e rochas granitóides na região de Bananal-SP e Rio Claro-RJ: uma proposta de formalização litoestratigráfica. *In: SIMP. GEOL. SUDESTE*, 3, Rio de Janeiro, 1993. *Boletim de Resumos...* Rio de Janeiro, SBG, p. 155-160.
- ALMEIDA, J.C.H.; TUPINAMBÁ, M.; HEILBRON, M.; TROUW, R. 1998. Geometric and kinematic analysis at the Central Tectonic Boundary of the Ribeira Belt, Southeastern Brazil. *In: CONGR. BRAS. GEOL.*, 40, Belo Horizonte, 1998. *Anais...*Belo Horizonte, SBG, p. 32.
- ALMEIDA, J.; EIRADO, L.G.; DIOS, F.; GONTIJO, A.; HEILBRON M.; VALERIANO, C. 1999. A Zona de Fraqueza Crustal de Barra Mansa. *In: SIMP. GEOL. SUDESTE*, 4, São Pedro-SP, 1999. *Boletim de Resumos...* São Paulo, SBG, p.96.
- ALMEIDA, J.; HEILBRON, M.; VALERIANO C.; TUPINAMBÁ M.; EIRADO SILVA, L.G.; MORIAK, W. 2002. Tectônica mesozóico-cenozóica na margem continental sudeste emersa do Brasil. *In: CONGR. BRAS. GEOL.*, 41, João Pessoa, 2002. *Anais...* João Pessoa, SBG, p.376.
- ALMEIDA, S.H.S.; EBERT, H.D. 2003. Assinatura gravimétrica e arcabouço crustal ao longo da zona de transferência do Funil, região limítrofe entre São Paulo e Rio de Janeiro. *In: SIMP. NAC. ESTUDOS TECTÔNICOS*, 9, Arm. dos Búzios-RJ, 2003. *Boletim de Resumos...* Rio de Janeiro, SBG/UERJ, p. 423-425.
- ASMUS, H.E.; FERRARI, A.L. 1978. *Hipótese sobre a causa do tectonismo cenozoico na região sudeste do Brasil*. Rio de Janeiro, PETROBRÁS, Série Projeto REMAC, 4, p.57-88.
- AVELAR, A.S.; COELHO NETTO, A.L. 1992. Fraturas e desenvolvimento de unidades côncavas no médio vale do rio Paraíba do Sul. *Rev. Bras. Geoc.*, 22(2): 222-227.
- BABINSKI, M., TASSINARI, C.C.G., NUTMAN, A.P., SATO, K., MARTINS, P.R., IYER, S.S. 2001. U/Pb shrimp zircon ages of migmatites from the basement of the Embu



- Complex, Ribeira Fold Belt, Brazil: indications for ~1.4-1.3 Ga Pb-Pb and Rb-Sr "isochron" ages of no geological meaning. *In: SIMP. SUDAM. GEOL. ISOT. 3*, Pucon, 2001. *Abst. 9. CD-ROM.*
- BEAUMONT, C.; KOOI, H.; WILET, S. 2000. Coupled tectonic-surfaces process models with applications to rifted margins and collisional orogens. *In: SUMMERFIELD, M.A. ed., Geomorphology and Global Tectonics*. Chichester, John Wiley & Sons, cap. 3, p. 29-56.
- BIERMAN, P.R.; CAFFEE, M. 2001. Slow rates of rock surfaces erosion and sediment production across the Namib desert and escarpment, southern Africa. *Am. J. Sci.*, 301: 326-358.
- BIGARELLA, J.J.; AB'SABER, A.N. 1964. Palaogeographische und palaoklimatische aspekte des Kanozoikums in Sudbrasilien. *Z. Geomorph. N.F.*, 8: 286-312.
- BIGARELLA, J.J.; MOUSINHO, M.R.. 1965. Considerações a respeito da evolução das vertentes. *Bol. Parana. Geogr.*, 16-17: 153-197.
- BIGARELLA, J.J.; MOUSINHO, M.R.; SILVA, J.X. 1965. Pediplanos, pedimentos e seus depósitos correlativos no Brasil. *Bol. Parana. Geogr.*, 16-17: 117-151.
- BIGARELLA, J.J. & MOUSINHO, M.R. 1966. Slope development in southeastern and southern Brazil. *Z. Geomorph. N.F.*, 10: 150-160.
- BISHOP, P.; GOLDRICK, G. 2000. Geomorphological evolution of the East Australian continental margin. *In: SUMMERFIELD, M.A. ed., Geomorphology and Global Tectonics*. Chichester, John Wiley & Sons, cap. 11, p. 225-254.
- BROTZU, P.; BECCALUVA, L.; CONTE, A.; FONSECA, M.; GARBARINO, C.; GOMES, C.B.; LEONG, R.; MACCIOTTA, G.; MANSUR, R. L.; MELLUSO, L.; MORBIDELLI, L.; RUBERTI, E.; SIGOLO, J.B.; TRAVERSA, G.; VALENÇA, J.G. 1989. Petrological and geochemical studies of alkaline rocks from continental Brazil. 8. The syenitic intrusion of Morro Redondo, RJ. *Geochimica Brasiliensis*, 3: 63-80.
- BROWN, M.C. 2000. Cenozoic tectonics and landform evolution of the coast and adjacent highlands of southeast New South Wales. *Austr. J. Earth Sci.*, 47: 245-257.
- BROWN, R.W. 1991. Backstacking apatite fission-track "stratigraphy": a method for resolving the erosional and isostatic rebound components of tectonic uplift histories. *Geology*, 19: 74-77.
- BROWN, R.W., GALLAGHER, K., GLEADOW, A.J.W., SUMMERFIELD, M.A. 2000. Morphotectonic evolution of the South Atlantic margins of Africa and South America. *In: SUMMERFIELD, M.A. ed., Geomorphology and Global Tectonics*. Chichester, John Wiley & Sons, cap. 12, p.255-282.
- CAMPANHA, G.A.C.; RICCOMINI, C.; MELO, M.S.; HASUI, Y.; ALMEIDA, F.F.M.; DEHIRA, L.K. 1985. Análise do padrão de fraturamento mesozóico-cenozóico de bacias tafrogênicas continentais do sudeste do Brasil. *In: SIMP. GEOL. SUDESTE, 5*, São Paulo, 1985. *Atas...São Paulo, SBG*, v. 1, p. 332-350.
- CAMPOS NETO, M.C. 2000. Orogenic systems from southwestern Gondwana - an approach to Brasiliano-Panafrican cycle and orogenic collage in southeastern Brazil. *In: U.G. CORDANI; E.J. MILANI; A. THOMAZ FILHO; D.A. CAMPOS (eds.). Tectonic Evolution of South America. Intern. Geol. Congr., 31, Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências*, p.335-365.

- CAMPOS NETO, M.C.; FIGUEIREDO, M.C.H. 1995. The Rio Doce Orogeny, South-eastern Brazil. *J. S. Am. Earth Sci.*, 8: 143-162.
- CARMO, I.O. 1996. *Análise estratigráfica de depósitos pleistocênicos no médio vale do rio Paraíba do Sul (SP-RJ)*. Rio de Janeiro, 141p. Dissertação (Mestrado), Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- CARMO, I.O. 2004. *Geocronologia do intemperismo cenozóico no sudeste do Brasil*. Rio de Janeiro, 134p. Tese (Doutorado), Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- CARMO, I.O., VASCONCELOS, P.M., KOHN, B., LIMA, C.C., MELLO, C.L., RAZA, A. 2004. Termocronologia por traço de fissão em apatita e denudação na margem continental do sudeste do Brasil. *In: CONGR. BRAS. GEOL.*, 42, Araxá-MG, 2004. *Anais...* Belo Horizonte, SBG, CD-ROM.
- CASTRO, R.D. 2000. Tectonic-sedimentary sequences of Campos Basin and reconstruction of drainage evolution in southeastern Brazil. *In: INTERN. GEOL. CONGR.*, 31, Rio de Janeiro, 2000. *Abstracts Vol...*Rio de Janeiro, IUGS/SBG, CD-ROM.
- CASTRO, H.M.; ROCHA, R.L.S.; SPERLING, E.V.; BALTAZAR, O.F. 1984. Geologia das folhas Mangaratiba, Ilha Grande, Cunhambebe, Angra dos Reis, Rio Mambucaba/ Campos de Cunha, Parati, Cunha, Pinciguaba e Juatinga - RJ. *In: CONGR. BRAS. GEOL.*, 33, Rio de Janeiro, 1984. *Anais...*Rio de Janeiro, SBG, p. 2355-2367.
- COBBOLD, P.R.; MEISLING, K.E.; MOUNT, V.S. 2001. Reactivation of an obliquely rifted margin, Campos and Santos basins, southeastern Brazil. *AAPG Bulletin*, 85 (11): 1925-1944.
- COCKBURN, H.A.P.; BROWN, R.W.; SUMMERFIELD, M.A.; SEIDL, M.A. 2000. Quantifying passive margins denudation and landscape development using a combined fission-track thermochronology and cosmogenic isotope analysis approach. *Earth and Planetary Sci. Lett.*, 179: 429-435.
- COELHO NETTO, A.L. 1999. Catastrophic landscape evolution in a humid region (SE Brasil): inheritances from tectonic, climatic and land use induced changes. *Suppl. Geog. Fis. Dinam. Quat.* III, T.3: 21-48.
- COELHO NETTO, A.L. 2003. Evolução das cabeceiras no médio vale do rio Paraíba do Sul (RJ/SP): formação e crescimento da rede de canais sob controle estrutural. *Rev. Bras. Geomorf.*, 4(2): 69-100.
- COELHO NETTO, A. L. & FERNANDES, N. F. 1990. Hillslope erosion, sedimentation, and relief inversion in SE Brazil: Bananal, SP. *Research Needs and Applications to Reduce Erosion and Sedimentation in tropical Steeplands (proceedings of the Fiji Symp., 1990)*, IAHS-AISH Publ. 192: 174-182.
- COELHO NETTO, A.L.; FERNANDES, N.F.; DANTAS, M.E.; DIETRICH, W.E.; MONTGOMERY, D.; DAVIS, J.C.; PROCTOR, I.; VOGGEL, J. SOUTHON, J. 1994. <sup>14</sup>C AMS evidences of two Holocene erosion-sedimentation cycles in SE Brasil: stratigraphy and stratigraphic inversions. *In: INTERN. SEDIM. CONGR.*, 14, Recife, 1994. *Abstract...*Recife, IAS, p. 28-30.
- COELHO NETTO, A.L.; ALMEIDA, J.C.H.; AVELAR, A.S.; EIRADO SILVA, L.G. 1997a. Structurally controlled landscape evolution in Southeastern Brazil: channel

- formation, slope retreat and basin capture. *In: GERTEC/ IGU, INTERN. GEOMORPH. CONGR., 4, 1997. Abstract...Bologna, IAG.*
- COELHO NETTO, A.L.; EIRADO SILVA, L.G.; FREITAS, M.M.; AVELAR, A.S. 1997b. Sistemas de drenagem superpostos a estruturação do segmento central da Faixa Ribeira: médio vale do rio Paraíba do Sul (RJ/SP). *In: SIMP. GEOL. SUDESTE, 5, Penedo-RJ, 1985. Atas...São Paulo, SBG, v. 1, p. 86-88.*
- CORDANI, U.G.; TEIXEIRA, W. 1979. Comentários sobre as determinações geocronológicas existentes para as regiões das Folhas Rio de Janeiro, Vitória e Iguape. *In: FONSECA, M.J.G. et alii. Carta Geológica do Brasil ao milionésimo; folhas Rio de Janeiro (SF.23), Vitória (SF.24) e Iguape (SG.23). Brasília, DNPM, 1979, 240p., p.175-207.*
- CORDANI, U.G.; COUTINHO, J.M.V.; NUTMAN, A.P. 2002. Geochronological constraints on the evolution of the Embu Complex, São Paulo, Brazil. *J. S. Am. Earth Sci., 14: 903-910.*
- DANTAS, M.E.; COELHO NETTO, A.L. 1991. Morfologia dos fundos de vales da bacia do rio Bananal (RJ-SP): médio vale do rio Paraíba do Sul. *In: SIMP. GEOGR. FIS. APLIC., 4, Porto Alegre, 1991. Anais...P. Alegre, AGB, p.113-120.*
- DANTAS, M.E.; EIRADO, L.G.; COELHO NETTO, A.L. 1994. Spatially nonuniform sediment storage in fluvial systems: the role of bedrock knickpoints in the southeastern brazilian plateau. *In: INTERN. SEDIM. CONGR., 14, Recife, 1994. Abstract...Recife, IAS, p.12-13.*
- DANTAS, M.E.; EIRADO SILVA, L.G.; COELHO NETTO, A.L. 1995. Níveis de base locais e estocagem diferencial de sedimentos nas bacias dos rios Bananal (SP/RJ) e do Salto (RJ): controles geológicos e morfométricos. *In: CONGR. ASSOC. BRAS. EST. QUATER., 5, Niterói-RJ, Atas...Niterói, ABEQUA, p.176-182.*
- DAVIS, W.M. 1899. The geographical cycle. *Geogr. J., 14: 481-504.*
- DE BRUIJNE. 2001. Denudation, intraplate tectonics and far field effects - an integrated apatite fission track study in central Spain. Amsterdam, 164 p. Published PhD thesis Vrije Universiteit.
- DIAS, G.T.M.; PEREIRA, M.A.; DIAS, I.M. 1990. Mapa geológico-geomorfológico da Baía da Ilha Grande e zona costeira adjacente, escala: 1:80.000. Texto explicativo. Laboratório de Geologia Marinha. Publicação interna, LAGEMAR/UFF.
- DUNKL, I. 2002. TRACKKEY: a Windows program for calculation and graphical presentation of fission track data. *Computers and Geosciences, 28(1), 3-12.*
- DUNNE, T. 1970. *Runoff production in a humid area.* U.S. Department of Agriculture Report ARS, 41-160.
- EIRADO SILVA, L.G.; DANTAS, M.E.; COELHO NETTO, A.L. 1993. Condicionantes litoestruturais na formação de níveis de base locais (*knickpoints*) e implicações geomorfológicas no médio vale do rio Paraíba do Sul (RJ/SP). *In: SIMP. GEOL. SUDESTE, 3, Rio de Janeiro, 1993. Atas...Rio de Janeiro, SBG, p. 96-102.*
- EIRADO SILVA, L.G.; BARROS, M.S.; ALMEIDA, J.; HEILBRON, M. 2003a. Os terrenos tectônicos da Faixa Ribeira Central na Baía da Ilha Grande e Serra da Bocaina, sudeste do Brasil. *In: SIMP. NAC. ESTUDOS TECTÔNICOS, 9, Arm. dos Búzios-RJ, 2003. Boletim de Resumos...Rio de Janeiro, SBG/UERJ, p. 95-98.*

- EIRADO SILVA, L.G.; BEZERRA, S.; MEDEIROS, M.; HEILBRON, M. 2003b. A tectônica “antiga e nova” em interação e sua resposta na morfologia do relevo, Baía da Ilha Grande, sudeste do Brasil. *In: SIMP. NAC. ESTUDOS TECTÔNICOS*, 9, Arm. dos Búzios-RJ, 2003. *Boletim de Resumos...* Rio de Janeiro, SBG/UERJ, p. 295-298.
- ENGLAND, P.; MOLNAR, P. 1990. Surface uplift, uplift of rocks and exhumation of rocks. *Geology*, 18 (12), p. 1173-1177.
- FERNANDES, A.J. 1991. As unidades regionais do Complexo Embu e seu embasamento, no leste do Estado de São Paulo. *In: SIMP. GEOL. SUDESTE*, 2, São Paulo, 1991. *Atas...*São Paulo, SBG, p. 501-508.
- FERNANDES, A.J.; CAMPOS NETO, M.C.; FIGUEIREDO, M.C.H. 1990. O Complexo Embu no leste do Estado de São Paulo: limites e evolução geológica. *In: CONG. BRAS. GEOL.*, 36, Natal, 1990. *Anais...* Natal, SBG, p. 2755-2763.
- FERNANDES, G.A. 2000. *Contribuição ao Entendimento Geológico do Terreno Oriental da Faixa Ribeira na Baía da Ilha Grande, litoral sul fluminense, RJ*. Rio de Janeiro, 138 p., Dissertação (Mestrado), Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
- FERNANDES, F.L.; KIANG, C.H., 2003. Arcabouço estrutural da Bacia de Taubaté. *In: SIMP. NAC. ESTUDOS TECTÔNICOS*, 9, Arm. dos Búzios-RJ, 2003. *Boletim de Resumos...* Rio de Janeiro, SBG/UERJ, p. 367-370.
- FERNANDES DE MELLO, J.F. 2002. *Considerações a respeito da evolução geomorfológica do planalto da Serra da Bocaina e a influência da geologia nas formas resultantes da paisagem*. Rio de Janeiro 37p. Monografia (Graduação), Departamento de Geografia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.
- FERRARI, A.L. 2001. *Evolução tectônica do Graben da Guanabara*. Rift da Guanabara. São Paulo, 412p. Tese (Doutorado), Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- FILIPPOV M.; JANASI V.A. 2001. The Mauá granitic massif, Central Ribeira Belt, São Paulo: Petrography, geochemistry and U-Pb dating. *Rev. Bras. Geoc.*, 31: 341-348.
- FITZGERALD, P.G.; SORKHABI, R.B.; REDFIELD, T.F.; STUMP, E. 1995. Uplift and denudation of the central Alaska Range: a case study in the use of apatite fission track thermochronology to determine absolute uplift parameters. *J. Geophys. Res.*, 100: 20175-20191.
- GALBRAITH R.F. 1981. On Statistical Models for Fission Tracks Counts. *J. Mathem. Geol.*, 13: 471-478.
- GALBRAITH R.F. 1990. The radial plot: graphical assessment of spread in ages. *Nucl. Tracks*, 17: 207-14.
- GALBRAITH, R.F.; LASLETT, G. M. 1993. Statistical models for mixed fission track ages. *Nucl. Tracks Radiat. Meas.*, 21: 459-470.
- GALLAGHER, K.; HAWKESWORTH, C.J.; MANTOVANI, M.S.M. 1994. The denudation, history of the onshore continental margin of SE Brazil inferred from apatite fission track data. *J. Geoph. Res.*, 99 (B9): 18117-18145.
- GALLAGHER, K.; HAWKESWORTH, C.J.; MANTOVANI, M.S.M. 1995. Denudation, fission track analysis and long-term evolution of passive margin topography: application to the southeast Brazilian margin. *J. South Amer. Earth Sci.*, 8 (1): 65-77.

- GALLAGHER, K.; BROWN, R. 1997. The onshore record of passive margin evolution. *J. Geol. Soc. London*, 154: 451-457.
- GALLAGHER, K.; BROWN, R.; JOHNSON, C. 1998. Fission track analysis and its applications to geological problems. *Annu. Rev. Plan. Sci.*, 26: 519-572.
- GALLAGHER, K.; BROWN, R. 1999. The Mesozoic denudation history of Atlantic margins of southern Africa and southeast Brazil and relationship to offshore sedimentation. In: CAMERON, N.R.; BATE, R.H.; CLURE, V.S. eds. *The oil and gas habitats on the South Atlantic. Geol. Soc. London Special Publ.*, 153: 41-53.
- GILBERT, G.K. 1877. *Report on the geology of the Henry Mountains. Geographical and Geological Survey of the Rocky Mountains Region*, U.S. Government Printing Office, Washington D.C.
- GILCHRIST, A.R.; SUMMERFIELD, M.A. 1990. Differential denudation and flexural isostasy in formation of rifted-margin upwards. *Nature*, 346: 739-742.
- GILCHRIST, A.R.; KOOL, H.; BEAUMONT, C. 1994. Post-Gondwana geomorphic evolution of southwestern Africa: implications for controls on landscape development from observations and numerical experiments. *J. Geoph. Res.*, 99 (B6): 12211-12228.
- GLEADOW A.J.W.; DUDDY I. R.; GREEN P.F.; LOVERING J.F. 1986. Confined fission track lengths in apatite: a diagnostic tool for thermal history analysis. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 94: 405-415.
- GLEADOW, A.J.W. & BROWN, R.W. 2000. Fission-track thermochronology and the long-term denudational response to tectonics. In: SUMMERFIELD, M.A. ed., *Geomorphology and Global Tectonics*. Chichester, John Wiley & Sons, cap. 4, p.57-76.
- GONTIJO, A.H.F. 1999. Morfotectônica do médio vale do rio Paraíba do Sul: região da Serra da Bocaina, Estados de São Paulo e Rio de Janeiro. Rio Claro, 259 p. Tese (Doutorado), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
- GONTIJO, A.H.F.; CRAVINHO, F.F.; MELO,P.B.; MOURA, J.R.S.; MORALES, N.; HASUI, Y. 2002. Morfotectônica e geometria de falhas no grábem do rio Santana, RJ. In: CONGR. BRAS. GEOL., 41, João Pessoa, 2002. *Anais...*João Pessoa, SBG, p.358.
- GREEN P.F.; DUDDY I.R.; GLEADOW J.W.; TINGATE, P.R.; LASLETT, G.H. 1986. Thermal annealing of fission tracks in apatite: 1. a qualitative description. *Chemical Geology (Isotope Geoscience Section)*, 59: 237-253.
- GUEDES, E.; EIRADO, L.G.; DINIZ, S.; HEILBRON, M. 2004. O enxame de diques toleíticos da Baía da Ilha Grande. In: CONGR. BRAS. GEOL., 42, Araxá-MG, 2004. *Anais...* Belo Horizonte, SBG, CD-ROM.
- GUEDES, E.; HEILBRON, M.; VASCONCELOS, P.M.; VALERIANO, C.M.; ALMEIDA, J.C.H.; TEIXEIRA, W.; THOMAZ FILHO, A. 2005. K-Ar and  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  ages of dikes emplaced in the onshore basement of the Santos Basin (Resende area, SE-Brazil): implications for South Atlantic opening and tertiary reactivation. *South American Journal of Earth Sciences*, 18(3-4): 371-382.
- GUNNELL, Y. 1998. The interaction between geological structure and global tectonics in multistoreyed landscape development: a denudation chronology of the South Indian shield. *Basin Research*, 10(3): 281-310.

- GUNNELL, Y. 2000. Apatite fission track thermochronology: an overview of its potential and limitations in geomorphology. *Basin Research*, 12, p.115-132.
- GUNNELL, Y. 2004. Persistent escarpments are resistant escarpments. *Geophys. Res. Abs.*, EGU, 6, 05463.
- GUNNELL, Y.; GALLAGHER, K.; CARTER, M.; HURFORD, A.J. 2003. Denudation history of the continental margin of western peninsular India since the early Mesozoic - reconciling apatite fission-track data with geomorphology. *Earth Planet. Sci. Lett.* 215, 187-201.
- GUNNELL, Y. BRAUCHER, R., BOURLES, D., CARTER, A. 2004. Re-roofing the Indian subcontinent: multi-chronometric attempt at reconstructing ancient land surfaces. *Geophys. Res. Abs.*, EGU, 6, 05470.
- HACK, J.T. 1960. Interpretation of erosional topography in humid temperate regions. *Am. J. Science.*, 258-A, p.80-97.
- HACK, J.T. 1965. *Geomorphology of the Shenandoah Valley, Virginia and the origin of the residual ore deposits*. U.S. Geol. Survey Prof. Paper 484, 77p.
- HACKSPACHER, P.C.; RIBEIRO, L.F.B.; RIBEIRO, M.C.S.; HADLER NETO, J.C.; IUNES, P.J.; TELLO, C.A.S. 2003. A origem da Serra do Mar: termocronologia por traço de fissão em apatita *In: SIMP. NAC. ESTUDOS TECTÔNICOS*, 9, Arm. dos Búzios-RJ, 2003. *Boletim de Resumos...*Rio de Janeiro, SBG/UERJ, p. 384-386.
- HACKSPACHER, P.C.; GODOY, D.F.; RIBEIRO, L.F.B. 2005. Geologia, geomorfologia e modelagem térmica da borda sul do Cráton do São Francisco: termocronologia por traço de fissão em apatita *In: SIMP. CRÁTON DO SÃO FRANCISCO*, 3, Salvador, 2005. *Anais...*Salvador, SBG, p. 162-165.
- HADLER NETO, J.C.; TELLO SAENZ, C.A.; IUNES, P.J.; GUEDES, S.; HACKSPACHER, P.C.; PAULO, S.R.; RIBEIRO, L.F.B. 2001. Relationship between thermotectonic evolution of Serra do Mar Mountain Range and Santos Basin, SP, Brazil, accessed through fission track analysis in apatite. *In: SIMP. SUDAM. GEOL. ISOT.*, 3, Pucon, 2001. CD-ROM.
- HASUI, Y.; SADOWSKI, G.R. 1976. Evolução geológica do Pré-Cambriano na região sudeste do Estado de São Paulo. *Rev. Bras. Geoc.*, 6(3): 180-200.
- HEILBRON, M.; VALERIANO, C.M.; ALMEIDA, J.C.H.; TUPINAMBÁ, M. 1991. A megassinforma do rio Paraíba do Sul e sua implicação na compartimentação tectônica do setor central da Faixa Ribeira. *In: SIMP. GEOL. SUDESTE*, 2, São Paulo, 1991. *Atas...*São Paulo, SBG, p. 519-526.
- HEILBRON, M.; VALERIANO, C. ; VALLADARES, C.S.; MACHADO, N. 1995. A orogênese brasileira no segmento central da Faixa Ribeira, Brasil. *Rev. Bras. Geoc.*, 25 (4): 249-266.
- HEILBRON, M. ; MOHRIAK, W. ; VALERIANO, C.M. ; MILANI, E. ; ALMEIDA, J.C.H. ; TUPINAMBÁ, M. 2000. From Collision to Extension: The Roots of the Southeastern Continental Margin of Brazil. *In: TALWANI M.; MOHRIAK, W. eds., Atlantic Rifts and Continental Margins, Geophysical Monograph Series*, 115, America Geophysical Union, p.1-34.
- HEILBRON, M.; MACHADO, N. 2003. Timing of terrane accretion in the Neoproterozoic-Eopaleozoic Ribeira orogen (se Brazil). *Precambrian Res.*, 125: 87-112.

- HEILBRON, M.; PEDROSA-SOARES, A.C.; CAMPOS NETO, M.; SILVA, L.C.; TROUW, R.A.J.; JANASI, V. 2004. A Província Mantiqueira. In: V. MANTESSO-NETO, A. BARTORELLI, C.D.R. CARNEIRO, B.B. BRITO-NEVES, orgs. *Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*, São Paulo, Beca, p.203-234.
- HERZ, N. 1977. Timing of spreading in the South America : information from Brazilian alkaline rocks. *Geol. Soc. America Bulletin*, 88 :101-112.
- HIRUMA, S.T.; RICCOMINI, C.; MODENESI-GAUTTIERI, M.C. 2005. Níveis topográficos no Planalto da Bocaina e suas implicações tectônicas: considerações preliminares. In: SIMP. NAC. ESTUDOS TECTÔNICOS, 10, Curitiba, 2005. *Boletim de Resumos Exp...* Curitiba, SBG, p. 227-229.
- HODGES, K.V.; WOBUS, C.; RUHL, K.; SCHIDGEN, T.; WHIPPLE, K. 2004. Quaternary deformation, river steepening, and heavy precipitation at the front of the Higher Himalayan ranges. *Earth and Planetary Science Letters*, 220: 379-389.
- HURFORD A. J.; GREEN P. F. 1983. The zeta age calibration of fission track dating. *Chemical Geology (Isotope Geoscience Section)*, 41: 285-312.
- HURFORD A. J., 1990. Standardization of fission track dating calibration: recommendation by the Fission Track Working Group of the I.U.G.S. Subcommittee on Geochronology. *Chemical Geology (Isotope Geoscience Section)*, 80: 171-173.
- IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis. 2000. *Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina*. Brasília, IBAMA-MMA/ Associação Pró-Bocaina/UNICAMP.
- JANASI, V.A.; ALVES, A.; VLACH, S.R.F.; LEITE, R.J. 2003. Granitos peraluminosos da porção central da Faixa Ribeira, estado de São Paulo: sucessivos eventos de reciclagem da crosta continental no Neoproterozóico. *Geol. USP Sér. Cient.*, 3: 13-24.
- JENELIK, A.R.; BASTOS NETO, A.C.; POUPEAU, G. 2003. Análise por traços de fissão em apatitas no distrito fluorítico de Santa Catarina: relações entre hidrotermalismo e a evolução da margem continental. *Rev. Bras. Geoc.*, 33(3): 289-298.
- JUNHO, M.C.B. 1993. Granitóides Brasileiros da Região Central do Estado do Rio de Janeiro - Geoquímica preliminar, *An. Acad. Bras. Cienc.*, 65(2): 161-179
- KING, L.C. 1953. Canons of landscape evolution. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 64, p. 721-752.
- KING, L.C. 1956. A Geomorfologia do Brasil oriental. *Rev. Bras. Geogr.*, 18(2): 147-265.
- KING, L.C. 1962. *The morphology of the Earth*. Oliver and Boyd, Edinburgh, 726p.
- KOHN, B.P.; GLADOW, J. W.; BROWN, R.W.; GALLAGHER, K.; O'SULLIVAN, P.B.; FOSTER, D.A. 2002. Shaping the Australian crust over the last 300 million years: insights from fission track thermotectonic imaging and denudation of key terranes. *Australian Journal of Earth Sciences*. 49: 697-717
- KOOL, H.; BEAUMONT, C. 1994. Escarpment evolution on high-elevation rifted margins: Insights derived from a surface processes model that combines diffusion, advection and reaction. *J. Geophys. Res.*, 99 (B6): 12191-12209
- MACHADO, N.; VALLADARES, C.; HEILBRON, M.; VALERIANO, C., 1996. U-Pb geochronology of the Ribeira Belt (Brazil) and implications for the evolution of the Brazilian Orogeny. *Precambrian Res.*, 79: 347-361.

- MACHADO FILHO, L., RIBEIRO, M.W., GONZALEZ, S.R., SCHENINI, C.A., SANTOS NETO, A., PALMEIRA, R.C.B., PIRES, J.L., TEIXEIRA, W., CASTRO, H.E.F. 1983. Folhas SF.23/24 Rio de Janeiro/Vitória, Geologia. Projeto RADAMBRASIL, Rio de Janeiro, v.32, p.27-304.
- MAHIQUES, M.M. 1987. *Considerações sobre os sedimentos de superfície de fundo da Baía da Ilha Grande, Estado do Rio de Janeiro*. São Paulo, 2v. 139p. Dissertação (Mestrado), Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo.
- MAHIQUES, M.M.; FURTADO, V.V.; TESSLER, M.G. 1989. Origin and evolution of isolated depressions on the coastal region of São Paulo and Rio de Janeiro states. In: *INTERN. SYMP. ON GLOBAL CHANGES IN SOUTH AMERICA DURING THE QUATERNARY, Special Publication*, São Paulo, 1989. *Abstracts...*São Paulo, ABEQUA-INQUA. 1: 285-288.
- MARTONNE, E. De. 1943-44. Problemas morfológicos do Brasil tropical atlântico. *Rev. Brás. Geogr.*, 5(4):523-550, 6(2):155-178.
- MATMON, A.; BIERMAN, P.; ENZEL, Y. 2002. Pattern and tempo of great escarpment erosion. *Geology*, 30 (12): 1135-1138.
- MEDEIROS, M.F. 2003. *Geomorfologia Baía da Ilha Grande, litoral sul do RJ – o estudo dos condicionantes geológicos no desenvolvimento do relevo*. Rio de Janeiro, 88p. Monografia (Graduação), Instituto de Geociências, Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
- MEIS, M.R.M.; MONTEIRO, A.M.F. 1979. Upper Quaternary rampas: Doce river valley, SE Brazilian Plateau. *Z. Geomorph. NF.*, 23: 132-151.
- MEIS, M.R.M.; MOURA, J.S.; SILVA, T.J.O. 1981. Os “complexos de rampas” e a evolução das encostas no Planalto Sudeste do Brasil. *An. Acad. Bras. Cienc.*, 53(3): 605-615.
- MEIS, M.R.M.; MIRANDA, L.H.G.; FERNANDES, N.F. 1982. Desnívelamento de altitude como parâmetro para compartimentação do relevo: bacia do médio-baixo Paraíba do Sul. In: *CONGR. BRAS. GEOL.*, 32, Salvador, 1982. *Anais...*Salvador. SBG, 4: 1489-1509.
- MEIS, M.R.M.; MOURA, J.S. 1984. Upper quaternary sedimentation and hillslope evolution: southeastern brazilian plateau. *American Journal of Science*, 284: 241-254.
- MEIS, M.R.M.; COELHO NETTO, A.L.; MOURA, J.S. 1985. As descontinuidades nas formações colúvias como condicionantes dos processos hidrológicos e da erosão linear acelerada. In: *SIMP. NAC. CONTROLE EROSÃO*, 3, Maringá-PR, 1985. *Anais...* Curitiba, ABG, v.1, p. 179-195.
- MEISLING, K.E.; COBBOLD, P.R.; MOUNT, V.S. 2001. Segmentation of the obliquely rifted margin, Campos and Santos basins, southeastern Brazil. *AAPG Bulletin*, 85 (11): 1903-1924.
- MELO, M. S.; RICCOMINNI, C.; HASUI, Y.; ALMEIDA, F. F. M.; COIMBRA, A. M. 1985. Geologia e evolução do sistema de bacias tafrogênicas continentais do sudeste do Brasil. *Rev. Bras. Geoc.*, 15(3): 193-201.
- MELLO, C.L.; MOURA, J.R.S.; CARMO, I.O.; SILVA, T.M.; PEIXOTO, M.N.O. 1995. Eventos de sedimentação durante o Holoceno no médio vale do rio Paraíba do Sul (SP-RJ) – alostratigrafia e datações por radiocarbono. In: *CONGR. ASSOC. BRAS. EST. QUATER.*, 5, Niterói-RJ, Atas...Niterói, ABEQUA, p.193-200.



- MILANI, E.J. 2004. Comentários sobre a origem e evolução tectônica da Bacia do Paraná. In: V. MANTESSO-NETO, A. BARTORELLI, C.D.R. CARNEIRO, B.B. BRITO-NEVES, orgs. *Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*, São Paulo, Beca, p.265-279.
- MILLER, J.R. 1991. The influence of bedrock geology on knickpoint development and channel-bed degradation along downcutting streams in south-central Indiana. *Journal of Geology*, 99: 591-605.
- MIZUSAKI A.M.P.; MOHRIAK W.U. 1993. Sequências volcano-sedimentares na região da plataforma continental de Cabo Frio (RJ). In: SIMP. GEOL. SUDESTE, 3, Rio de Janeiro, 1993. *Boletim de Resumos...* Rio de Janeiro, SBG, p. 52-56.
- MIZUSAKI, A.M.P.; THOMAZ FILHO, A. 2004. O magmatismo pós-Paleozóico no Brasil. In: V. MANTESSO-NETO, A. BARTORELLI, C.D.R. CARNEIRO, B.B. BRITO-NEVES, orgs. *Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*, São Paulo, Beca, p.281-291.
- MIZUSAKI A.M.P.; THOMAZ-FILHO A.; CESERO P. 1998. Ages of the magmatism and the opening of the South Atlantic Ocean. *Pesquisas em Geociências*, IG-UFRGS, 25(2): 47-57.
- MOHRIAK, W.U. 2004. Recursos energéticos associados à ativação tectônica mesozóico-cenozóica da América do Sul. In: V. MANTESSO-NETO; A. BARTORELLI; C.D.R. CARNEIRO; B.B. BRITO-NEVES, orgs. *Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*, São Paulo, Beca, p.291-319.
- MOLNAR, P.; ENGLAND, P. 1990. Late Cenozoic uplift of mountain ranges and global climate change: chicken or egg? *Nature*, 346: 29-34.
- MONTGOMERY, D.R.; DIETRICH, W.E. 1992. Channel-initiation and the Problem of Landscape Scale. *Science*, 255: 826-830.
- MONTGOMERY, D.R.; DIETRICH, W.E. 1994. *Landscape Dissection and Drainage Area-Slope Thresholds*. In: KIRKBY, M.J. ed., *Process Models and Theoretical Geomorphology*. Chichester, John Wiley and Sons, p.221-246.
- MOURA, J.S.; MELLO, C.L. 1991. Classificação aloestratigráfica do Quaternário Superior na região de Bananal (SP/RJ). *Rev. Bras. Geoc.*, 21(3): 236-254.
- NAESSER, C.W. 1967. The use of apatite and sphene for fission track age determination. *Bull. Geol. Soc. America*. 78: 1523-1526.
- NETTO, A.M., TUPINAMBÁ, M., VALERIANO, C., POUPEAU, G., LABRIN, E. 2000. Preliminary apatite fission tracks ages at the Mantiqueira Range, SE Brazil continental rift system. In: INTERN. GEOL. CONGR., 31, Rio de Janeiro, 2000. *Abstracts Vol...*Rio de Janeiro, IUGS/SBG, CD-ROM.
- NETTO, A.M., VALERIANO, C., POUPEAU, G., LABRIN, E; EIRADO, L.G. 2000. Apatite fission-track Thermochronology of the Sugar Loaf, Rio de Janeiro. In: INTERN. GEOL. CONGR., 31, Rio de Janeiro, 2000. *Abstracts Vol...*Rio de Janeiro, IUGS/SBG, CD-ROM.
- NEVES, A. 2004. *Análise estrutural do contato tectônico central da Faixa Ribeira, entre os municípios de Japeri e Paraty, RJ*. Rio de Janeiro, p. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

- OLIVEIRA, S.G.; HACKSPACHER, P.C.; HADLER NETO, J.C.; IUNES, P.J.; PAULO, S.R.; RIBEIRO, L.F.B.; TELLO SAENZ, C.A. 2000. Constrains on the evolution and thermal history of the continental platform of southeast Brazil, São Paulo State, using apatite fission tracks analysis. *Rev. Bras. Geoc.*, 30, p. 107-109.
- OLLIER, C.D.; PAIN, C.F. 1997. Equating the basal unconformity with the palaeoplain: a model for passive margins. *Geomorphology*, 19: 1-15.
- PACIULLO, F.V.P., RIBEIRO, A., ANDREIS, R.R., TROUW, R.A.J. 2000. The Andrelândia Basin, a neoproterozoic intraplate continental margin, southern Brasília belt. *Rev. Bras. Geoc.*, 30(1): 200-202.
- PARTRIDGE, T.C.; MAUD, R.R. 1987. Geomorphic evolution of southern Africa since the Mesozoic. *South Afr. J. Geol.*, 90: 179-208.
- PAZZAGLIA, F.J.; BRANDON, M.T. 1996. Macrogeomorphic evolution of the post-Triassic Appalachian mountains determined by deconvolution of the offshore basin sedimentary record. *Basin Res.*, 8: 255-278.
- PENCK, W. 1953. *Morphological analysis of landforms*. London, Macmilland, 200p.
- PENHA, H.M. 1989. Geologia dos corpos granitóides do litoral oeste do Estado do Rio de Janeiro. RJ. In: SIMP. GEOL. SUDESTE, 1, Rio de Janeiro, 1989. *Bol. Res....Rio de Janeiro*, SBG, p. 165-166.
- PENHA, H.; FERRARI, A.L.; MORETTI, C.; PANAGOULIAS, T.I. 1997. Indicativos de eventos tectônicos cenozóicos no lineamento Jacuecanga-Conrado. O exemplo da região do médio-baixo curso do rio Santana, RJ. In: SIMP. GEOL. SUDESTE, 5, Penedo-RJ, 1985. *Atas...São Paulo*, SBG, v. 1, p. 71-73.
- PEREIRA M.J.; FEIJÓ F.J. 1994. Bacia de Santos. *Bol. Geociências. PETROBRAS*, 8(1): 219-234.
- PEREIRA, R.M. 2001. *Caracterização geocronológica, geoquímica, geofísica e metalogenética de alguns plutonitos graníticos da região do médio vale do rio Paraíba do Sul e alto rio Grande, segmento central da Faixa Ribeira*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 213 p.
- PEREIRA, R.M., ÁVILA, C.A., MOURA, C.A.V. 2001. Geologia da região entre Resende e São José do Barreiro e idade  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  do granito Funil, segmento central da Faixa Ribeira (RJ-SP), Brasil. *Geociências*, IG/UNESP, 20 (1/2): 37-48.
- PERSANO, C.; FINLAY, M.S.; BISHOP, P.; BARFOD, D.N. 2002. Apatite (U-Th)/He age constraints on the development of the Great Escarpment on the southeastern Australian passive margin. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 200: 79-90.
- PRICE, P.B.; WALKER, R.M. 1963. Fossil tracks of charged particules in mica and the age minerals. *J. Geophys. Res.* 68(16): 4847-4862.
- PONÇANO, W.L.; CARNEIRO, C.; BISTRICHI, C.A.; ALMEIDA, F.F.M.; PRANDINI, F.L. 1981. Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, Monografias 5, v.1, 94p.
- PONÇANO, W.L.; ALMEIDA, F.F.M. 1993. Superfícies erosivas nos planaltos cristalinos do leste paulista e adjacências: uma revisão. *Cadernos IG-UNICAMP*, 3 (1): 55-89.
- RAMOS, R.R.C. 1997. *Estratigrafia da sucessão sedimentar terciária da Bacia de Resende, entre Resende e Quatis (RJ), com ênfase na caracterização de litofácies, ciclicidade e*

- paleocorrentes*. Rio de Janeiro, 208p. Dissertação (Mestrado), Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- RAMOS, R.R.C. 2003. *Sistemas aluviais terciários da bacia de Resende, Estado do Rio de Janeiro, Brasil: análise de fácies e revisão estratigráfica*. Rio de Janeiro, 221p. Tese (Doutorado), Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- RENNE P.R.; DECKART K.; ERNESTO M.; FÉRAUD G.; PICCIRILLO E.M. 1996. Age of the Ponta Grossa Dike Swarm (Brazil), and implications to Paraná Flood Volcanism. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 144: 199-211.
- RIBEIRO, A.; TROUW, R.A.J; ANDREIS, R.R.; PACIULLO, F.V.P.; VALENÇA J.G. 1995. Evolução das bacias proterozóicas e o termo-tectonismo brasileiro na margem sul do Cráton do São Francisco. *Rev. Bras. Geoc.*, 25(4): 235-248.
- RIBEIRO A.; ÁVILA C.; VALENÇA J.G.; PACIULLO F.V.P.; TROUW R.A.J. 2003. Geologia da Folha São João del Rei (e mapa em escala 1:100.000). In: A.C. PEDROSA SOARES; C.M. NOCE; R.A.J. TROUW; M. HEILBRON, coords. *Projeto Sul de Minas - Etapa I: Geologia e Recursos Minerais do Sudeste Mineiro*. Belo Horizonte, COMIG/UFMG/UFRJ/UERJ, v.3., Cap. 11, 822p. (também em CD-ROM).
- RIBEIRO, M.C.S.; HACKSPACHER, P.C.; RIBEIRO, L.F.B.; HADLER NETO, J.C.; GUEDES, S. 2003. Reativação tectônica da zona de cisalhamento Taxaquara - Serra do Mar na região de Cunha, SP: aplicações pelo método de traços de fissão em apatitas. In: SIMP. NAC. ESTUDOS TECTÔNICOS, 9, Arm. dos Búzios-RJ, 2003. *Boletim de Resumos...* Rio de Janeiro, SBG/UERJ, p. 394-397.
- RIBEIRO, M.C.S.; HACKSPACHER, P.C.; RIBEIRO, L.F.B.; HADLER NETO, J.C.; GUEDES, S. 2005. Desequilíbrio dinâmico da paisagem na Serra do Mar e suas implicações com o rift continental do sudeste do Brasil. In: SIMP. NAC. ESTUDOS TECTÔNICOS, 10, Curitiba, 2005. *Boletim de Resumos Exp....* Curitiba, SBG, p. 230-232.
- RICCOMINI, C. 1989. *O rift continental do sudeste do Brasil*. São Paulo, 256 p. Tese (Doutorado), Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- RICCOMINI, C. 1993. Origem, evolução e inversão da Bacia do Pico de Itapeva, Neoproterozóico-Cambriano, São Paulo, Brasil. In: SIMP. INTERN. DEI NEOPROTEROZOICO-CAMBRICO de la CUENCA de la PLATA, 1, La Paloma, Uruguay, Resumenes Extensos, 1(16), s/p.
- RICCOMINI C.; MELO M.S.; ALMEIDA F.F.M.; MIOTO J.A.; HASUI Y. 1983. Sobre a ocorrência de um derrame de ankaramito na Bacia de Volta Redonda (RJ) e sua importância na datação das bacias tafrogênicas continentais do sudeste do brasileiro. In: SIMP. REG. GEOL., 4, São Paulo, 1983. *Resumos...* São Paulo, SBG, p. 23-24.
- RICCOMINI C., MELO M.S., ALMEIDA F.F.M., HASUI Y. 1985. Geologia da Bacia de Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brasil. *An. Acad. brasil. Ciênc.*, 57: 518-519.
- RICCOMINI C.; PELLOGLIA A.U.G.; SALONI J.C.L.; KOHENKE M.W.; FIGUEIRA R.M. 1989. Neotectonic activity in the Serra do Mar rift system (Southeastern Brazil). *J. South Am. Earth Sci.*, 2:191-197.

- RICCOMINI C.; RODRIGUES-FRANCISCO, B.H. 1992. Idade potássio-argônio do derrame de ankaramito da Bacia de Itaboraí, Rio de Janeiro, Brasil: implicações tectônicas. In: CONGR. BRAS. GEOL., 37, São Paulo, 1992. *Bol. Res. Exp...*, São Paulo, SBG, v.2, p. 469-470.
- RICCOMINI, C.; SANT'ANNA, L.G.; FERRARI, A.L. 2004. Evolução geológica do rift continental do sudeste do Brasil. In: V. MANTESSO-NETO, A. BARTORELLI, C.D.R. CARNEIRO, B.B. BRITO-NEVES (orgs.) *Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*, São Paulo, Beca, p.383-405.
- ROSENDAHL, B.R. 1987. Architecture of continental rifts with special reference to East Africa. *Annual Reviews of Earth and Planetary Science*, 5: 445-503.
- RUELLAN, F. 1944. Evolução geomorfológica da Baía da Guanabara e das regiões vizinhas. *Revista Brasileira de Geografia*, 4(4): 455-508.
- SABIL, N. 1995. *La datation par traces de fission: aspects methodologiques et applications thermochronologiques en contexte alpin et de marge continentale*. Grenoble, 216p. Thèse de Doctorat, Institut Dolomieu, Universite Joseph Fourier - Grenoble I.
- SADOWSKI G.R.; DIAS NETO C.M. 1981. O Lineamento sismo-tectônico de Cabo Frio. *Rev. Bras. Geoc.*, 11(4): 209-212.
- SALVADOR E.D.; RICCOMINI C. 1995. Neotectônica da região do Alto Estrutural de Queluz, SP-RJ, Brasil. *Rev. Bras. Geoc.*, 25: 151-164.
- SANDERS, C. 1998. Tectonics and erosion - competitive forces in a compressive orogen. A fission track study of the Romanian Carpathians. Amsterdam, 204 p. Published PhD thesis Vrije Universiteit.
- SANSON, M.S.R.; GOMES, L.C.; MELLO, C.L. 2005. Reativações neotectônicas ao longo de zonas de falhas neoproterozóica na região do médio vale do rio Paraíba do Sul, entre Volta Redonda (RJ) e Bananal (SP). In: SIMP. NAC. ESTUDOS TECTÔNICOS, 10, Curitiba, 2005. *Boletim de Resumos Exp...* Curitiba, SBG, p.213-215.
- SCHMITT, R.S.; TROUW, R.A.J.; VAN SCHMUS, W.R.; PIMENTEL, M.M. 2004. Late amalgamation in the central part of West Gondwana: new geochronological data and the characterization of a Cambrian collisional orogeny in the Ribeira Belt (SE Brazil). *Precambrian Research*, 133: 29-61.
- SCHUMM, S.S.; MOSLEY, M.P.; WEAVER, W.E. 1987. *Experimental fluvial geomorphology*. New York, John Wiley & Sons, 413p.
- SEIDL, M.A.; DIETRICH, W.E. 1992. The problem of channel erosion into bedrock. *Catena Supplement*, 23: 101-124.
- SEIDL, M.A.; DIETRICH, W.E.; KIRCHNER, J.W. 1994. Longitudinal profile development into bedrock: an analysis of Hawaiian channels. *Journal of Geology*, 102: 457-474.
- SEIDL, M.A.; WEISSEL, J.K.; PRATSON, L.F. 1996. The kinematics and pattern of escarpment retreat across the rifted continental margin of SE Australia. *Basin Res.*, 12: 301-316.
- SILVA, L.C.; McNAUGHTON, N.J.; ARMSTRONG, R.; HARTMANN, L.A.; FLETCHER, I. 2005. The neoproterozoic Mantiqueira province and its african connections: a zircon based U-Pb geochronologic subdivision for the Brasiliano-Panafrican systems of orogens. *Precambrian Research*, 166: 203-240.

- SILVA, T.M.; MELLO, C.L.; MOURA, J.R.S. 1993. Compartimentação morfoestrutural do médio vale do Rio Paraíba do Sul e áreas serranas adjacentes (RJ,SP,MG). In: SIMP. GEOL. SUDESTE, 3, Rio de Janeiro, 1993. *Boletim de Resumos...* Rio de Janeiro, SBG, p. 103-109.
- SILVA, A.C.O. 1999. *O controle litológico-estrutural na evolução da morfologia das bacias de drenagem da Ilha Grande, RJ*. Rio de Janeiro, 80p. Monografia (Graduação). Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
- SOS MATA ATLÂNTICA. 1998. *Atlas da evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas da Mata Atlântica no período 1990-1995*. Fundação SOS Mata Atlântica/ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/ Instituto Sócio-Ambiental.
- STRAHLER, A.N. 1952. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. *Geological Society America Bulletin*, 63: 1117-1142.
- SUMMERFIELD, M.A. 1991. *Global Geomorphology*. London, Longman Group, 537 p.
- SUMMERFIELD, M.A. (ed.). 2000. *Geomorphology and Global Tectonics*. Chichester, John Wiley & Sons, 367 p.
- SUMMERFIELD, M.A.; BROWN, R.W. 1998. Geomorphic factors in the interpretation of fission-track data. In: VAN DEN HAUTE, P.; DE CORTE, F. *Advances in fission-track geochronology*. 269-284p.
- SZATMARI P.; CONCEIÇÃO J.C.J.; DESTRO N.; SMITH P.E.; EVENSEN N.M.; YORK D. 2000. Tectonic and sedimentary effects of a hotspot track of alkali intrusions defined by Ar-Ar dating in SE Brazil. In: INTERN. GEOL. CONGR., 31, Rio de Janeiro, 2000. *Abstracts Vol...* Rio de Janeiro, IUGS/SBG, CD-ROM.
- TELLO SAENZ, C.A.; HACKSPACHER, P.C.; HADLER NETO, J.C.; IUNES, P.J.; GUEDES, S.; RIBEIRO, L.F.B.; PAULO, S.R. 2003. Recognition of Cretaceous, Paleocene, and Neogene tectonic reactivation through apatite fission-track analysis in Precambrian areas of southeast Brazil: association with the opening of the south Atlantic Ocean. *J. South Am. Earth Sci.*, 215, p. 187-201.
- TELLO SAENZ, C.A.; HADLER NETO, J.C.; IUNES, P.J.; GUEDES, S.; HACKSPACHER, P.C.; RIBEIRO, L.F.B.; PAULO, S.R.; OSÓRIO, A.M.A. 2004. Thermochronology of the South America platform in the state of São Paulo, through apatite fission tracks. In: SOUTH AM. SIMP. ISOT. GEOL., 4, Salvador, 2004. p. 124-127.
- TETZNER, W.; ALMEIDA, J. 2003. Registros da abertura do Oceano Atlântico Sul no Cabo de Búzios: os diques toleíticos. In: SIMP. NAC. ESTUDOS TECTÔNICOS, 9, Arm. dos Búzios-RJ, 2003. *Boletim de Resumos...* Rio de Janeiro, SBG/UERJ, p. 250-253.
- THOMAZ FILHO A., RODRIGUES A.L. 1999. O alinhamento de rochas alcalinas Poços de Caldas-Cabo Frio (RJ) e sua Continuidade na Cadeia Vitória-Trindade. *Rev. Bras. Geoc.*, 29(2): 189-194.
- TROUW, R.A.J.; HEILBRON, M.; RIBEIRO, A.; PACIULLO, F.V.P.; VALERIANO, C.M.; ALMEIDA, J.C.H.; TUPINAMBÁ, M.; ANDREIS, R.R. 2000. The central segment of the Ribeira Belt. In: U.G. CORDANI; E.J. MILANI; A. THOMAZ FILHO; D.A. CAMPOS, eds. *Tectonic Evolution of South America*. INTERN. GEOL. CONGR., 31, Rio de Janeiro, *Academia Brasileira de Ciências*, p.287-310.

- TUPINAMBÁ, M. 1999. *Evolução tectônica e magmática da Faixa Ribeira na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro*. São Paulo, 221 p. Tese (Doutorado), Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- TUPINAMBÁ, M.; TEIXEIRA, W.; HEILBRON, M. 2000. Neoproterozoic western Gondwana assembly and subduction-related plutonism: the role of the Rio Negro Complex in the Ribeira Belt, southeastern Brazil. *Rev. Bras. Geoc.*, 30(1): 7-11.
- TUPINAMBÁ, M.; EIRADO, L.G.; HEILBRON, M. 2003. O *graben* de Itaocara, Rio de Janeiro, Sudeste do Brasil. In: SIMP. NAC. ESTUDOS TECTÔNICOS, 9, Arm. dos Búzios-RJ, 2003. *Boletim de Resumos...* Rio de Janeiro, SBG/UERJ, p. 305-306.
- TURNER S.; REGELOUS, M.; KELLEY, S.; HAWKESWORTH, C.J.; MANTOVANI, M.S.M. 1994. Magmatism and continental break-up in the South Atlantic: high precision geochronology. *Earth Planet. Sci. Letters*, 121: 333-348.
- TWIDALE, C.R. 1998. Antiquity of landforms: an 'extremely unlikely' concept vindicated. *Australian Journal of Earth Sciences*. 48: 657-668.
- USGS. 2004. *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)*. USGS, NASA. URL: <http://www.srtm.usgs.gov>. Arquivo baixado em setembro de 2004.
- VALENÇA, J.G.; REIS, A.P.; CARVALHO FILHO, C.A.; SOARES FILHO, J.R.S.; BRAUN; P.V.C.B. 1983. Geologia do complexo ígneo alcalino do Morro Redondo (município de Resende, RJ). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 55: 135-136.
- VALERIANO, C.M.; HEILBRON, M. 1993. A zona de transtensão de Volta Redonda e sua implicação na junção entre os rifts do Vale do Rio Paraíba e o da Guanabara. In: SIMP. GEOL. SUDESTE, 3, Rio de Janeiro, 1993. *Atas...* Rio de Janeiro, SBG, p. 9-16.
- VALLADARES, C.S.; HEILBRON, M.; FIGUEIREDO, M.C.H.; TEIXEIRA, W. 1997. Geochemistry and geochronology of paleoproterozoic gneissic rocks of the Paraíba do Sul Complex (Quirino unit), Barra Mansa Region, Rio de Janeiro, Brasil. *Rev. Bras. Geoc.*, 27(1): 111-120.
- VALLADARES, C.S.; DUARTE, B.P.; HEILBRON, M. 2000. The tectono-magmatic evolution of the Occidental terrane and the Paraíba do Sul klippe within the neoproterozoic Ribeira orogenic belt, southeastern Brazil. *Rev. Bras. Geoc.*, 30(1): 001-006.
- VAN DER BEEK, P.A.; BRAUN J.; LAMBECK, K. 1999. Post-Paleaeozoic uplift history of southeastern Australia revisited: results from a process-based model of landscape evolution. *Austral. J. Earth Sci.*, 46, 157-172.
- VIGNOL-LERLAGE, M.L.M.; SOLÍAN Jr, E.; POUPEAU, G. 1994. Datação pelos do domínio meridional da Serra do Mar (Arco de Ponta Grossa - Brasil). In: CONGR. BRAS. GEOL., 38, Camburiú, 1994. *Bol. Res...* Camburiú, SBG, v.2, p.379-380.
- VLACH, S.R.F. 2001. Micropobe monazite constraints for an early (ca. 790 Ma) Brasiliano orogeny: the Embu terrane, southeastern Brazil. In: SOUTH AM. SYMP. ISOT. GEOL., 3, Pucón, 2001. *Ext. Abst.*, p.265-268.
- YOUNG, R.W.; WRAY, R.A.L. 2000. Contribution to the theory of scarpland development from observations in central Queensland, Australia. *Journal of Geology*, 108: 705-706.
- ZALÁN, P.V. 2004. Evolução fanerozóica das bacias sedimentares brasileiras. In: V. MANTESSO-NETO; A. BARTORELLI; C.D.R. CARNEIRO; B.B. BRITO-NEVES,

orgs. *Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*, São Paulo, Beca, p. 595-613.

**ANEXO 7** – Relação dos dados de traço de fissão em apatita (idades e CMT - comprimentos médios de traços) do Sudeste do Brasil, organizados segundo os grandes domínios geomorfológicos; dentro de cada domínio as amostras estão listadas por ordem crescente de idade. Grifadas de cinza são as amostras de Gallagher *et al.* (1994) situadas dentro ou nos limites da área de estudo.

Domínio Geomorfológico	Domínio Geológico	Amostra	Altitude (m)	Idade (Ma ou %)	Nº grãos	Método TFA	CMT (µm)	Nº traços	Fonte
Litoral e maciços costeiros	Alcalina ISS	TF-42b	-	23,0±15%	-	MP	-	-	(6)
	Embasamento FRi	SEB-01b	120	38,8±3	25	MDE	13,2±0,2	100	(4)
	Embasamento FRi	PA-2	185	45±2	50	MDE	13,6±1,2	86	(2)
	Embasamento FRi	PA-3	380	46,6±2,6	22	MDE	13,9±2	-	(2)
	Alcalina ISS	TF-42a	-	53,0±13%	-	MP	-	-	(6)
	Embasamento FRi	SEB-02	20	56,3±3	22	MDE	13,6±0,7	30	(4)
	Embasamento FRi	PA-1	20	56,4±2,5	47	MDE	13,0±2,1	57	(2)
	Embasamento FRi	PG	989	57,7±2,8	36	MDE	13,6±1,9	38	(2)
	Embasamento FRi	TF-21	~200	57,4±11%	-	MP	12,0±0,15	-	(5)
	Embasamento FRi	G-53	30	64,5±3	20	MDE	12,8±0,2	102	(1)
	Embasamento FRi	G-54	30	66,2±4	20	MDE	13,3±0,17	100	(1)
	Embasamento FRi	CT-7	-	66,0±17%	-	MP	-	-	(6)
	Embasamento FRi	SEB-47	60	80,5±3	20	MDE	13,4±0,2	100	(4)
	Embasamento FRi	G-56	30	81,4±14	3	MDE	13,2±0,68	10	(1)
	Embasamento FRi	G-57	61	86,1±6	16	MDE	12,8±0,22	71	(1)
	Embasamento FRi	TF-45	-	87,0±15%	-	MP	-	-	(6)
Embasamento FRi	CT-8	-	89,0±14%	-	MP	-	-	(6)	
Embasamento FRi	G-55	61	91,6±4	17	MDE	12,6±0,22	103	(1)	
Serra do Mar – Escarpa atlântica	Embasamento FRi	TF-34	-	59,0±16%	-	MP	-	-	(6)
	Embasamento FRi	TF-39	-	67,0±14%	-	MP	-	-	(6)
	Embasamento FRi	TF-35	-	66,0±15%	-	MP	-	-	(6)
	Embasamento FRi	TF-30	-	70,0±16%	-	MP	-	-	(6)
	Embasamento FRi	TF-22	~200-800	71,0±13%	-	MP	12,8±0,15	-	(5)
	Embasamento FRi	G-52	190	78,3±3	20	MDE	12,9±0,16	101	(1)
	Embasamento FRi	TF-22	~200-800	78,7±11%	-	MP	12,5±0,15	-	(5)



## Continuação Anexo 7

Domínio Geomorfológico	Domínio Geológico	Amostra	Altitude (m)	Idade (Ma ou %)	Nº grãos	Método TFA	CMT (µm)	Nº traços	Fonte
<b>Serra do Mar</b> – Escarpa atlântica (continuação)	Embasamento FRi	TF-32	-	79,0±14%	-	MP	-	-	(6)
	Embasamento FRi	TF-33	-	83,0±15%	-	MP	-	-	(6)
	Embasamento FRi	TF-29	~200-800	88,2±14%	-	MP	12,1±0,17	-	(5)
	Embasamento FRi	TF-31	-	96,0±17%	-	MP	-	-	(6)
	Embasamento FRi	G-58	731	99,1±3	20	MDE	12,3±0,21	101	(1)
	Embasamento FRi	TF-17	~200-800	108,9±15%	-	MP	11,8±0,19	-	(5)
<b>Serra do Mar</b> – Planalto	Embasamento FRi	SEB-50	980	58,7±3	20	MDE	13,2±0,2	100	(4)
	Embasamento FRi	SEB-49	1100	69,0±3	26	MDE	13,7±0,2	66	(4)
	Embasamento FRi	(7b)	-	75,6±3,7	-	MP	-	-	(7)
	Embasamento FRi	TF-119	~700-900	31±5	-	MP	-	-	(7)
	Embasamento FRi	TF-120	~900-1200	90±4	-	MP	-	-	(7)
	Embasamento FRi	TF-121	~900-1200	92±5	-	MP	-	-	(7)
	Embasamento FRi	TF123	~1310-1600	74±4	-	MP	-	-	(7)
	Embasamento FRi	TF-125	~1310-1600	54±5	-	MP	-	-	(7)
<b>Depressões interplanálticas</b> – vales dos rios Paraíba do Sul (SP-RJ) * <sup>1</sup> , Tietê (SP) * <sup>2</sup> , Pomba (MG-RJ) * <sup>3</sup> , Doce (MG-ES) * <sup>4</sup>	Embasamento FRi	LVI * <sup>1</sup>	500	53,9±1,7	22	MDE	-	-	(3)
	Embasamento FRi	SEB-04 * <sup>1</sup>	100	57,5±5	30	MDE	13,6±0,3	20	(4)
	Embasamento CSF / FRi	SEB-34 * <sup>4</sup>	240	66,9±4	26	MDE	13,4±0,2	100	(4)
	Embasamento FRi	G-51 * <sup>1</sup>	396	67,2±3	19	MDE	13,9±0,18	60	(1)
	Embasamento FRi	TF-13	<1000	68,5±14%	-	MP	12,6±0,17	-	(5)
	Embasamento FRi	SEB-07a * <sup>3</sup>	220	72,7±3	30	MDE	13,6±0,3	20	(4)
	Embasamento FRi	SEB-51 * <sup>4</sup>	570	77,2±3	19	MDE	13,5±0,3	100	(4)
	Embasamento CSF / FRi	SEB-32 * <sup>4</sup>	700	87,4±4	20	MDE	12,2±0,3	100	(4)
	Embasamento FRi	SEB-52 * <sup>4</sup>	650	94,6±5	20	MDE	11,9±0,2	100	(4)
	Embasamento FRi	SEB-08 * <sup>3</sup>	230	95,8±7	24	MDE	12,0±0,6	22	(4)
	Embasamento CSF / FRi	SEB-31 * <sup>4</sup>	590	109,4±5	20	MDE	11,8±0,3	100	(4)
	Embasamento CSF / FRi	SEB-30 * <sup>4</sup>	680	114,4±11	28	MDE	10±1,2	13	(4)
	Embasamento FRi	G-50 * <sup>1</sup>	366	125,4±12	9	MDE	13,1±0,66	14	(1)
	Embasamento CSF / FRi	SEB-29 * <sup>4</sup>	680	162,3±16	6	MDE	11,9±0,3	30	(4)

## Continuação Anexo 7

Domínio Geomorfológico	Domínio Geológico	Amostra	Altitude (m)	Idade (Ma ou %)	Nº grãos	Método TFA	CMT (µm)	Nº traços	Fonte
Serra da Mantiqueira – Escarpa sul	Embasamento FRi	TF-5	<1000	55,1±9%	-	MP	13,1±0,17	-	(5)
	Embasamento FRi	TF-12	<1000	58,9±10%	-	MP	13,3±0,15	-	(5)
	Embasamento FRi	CT-4	<1000	58±14%	-	MP	-	-	(6)
	Gabro	TF-4	<1000	67,2±10%	-	MP	13,7±0,16	-	(5)
	Embasamento FRi	PS1-2	910	70,3±1,3	46	MDE	-	-	(3)
	Embasamento FRi	SEB-11	580	95,8±6	20	MDE	12,0±0,3	100	(4)
	Embasamento FRi	SEB-12	930	117,5±8	23	MDE	12,1±0,3	56	(4)
	Embasamento FRi	G-37	793	179,6±11	20	MDE	13,2±0,36	22	(1)
	Embasamento FRi	G-36	914	189,0±14	20	MDE	12,6±0,34	45	(1)
Serra da Mantiqueira – Planalto	Embasamento/Alcalina PC	G-43	1082	71,1±5	20	MDE	14,7±0,40	14	(1)
	Embasamento/Alcalina PC	G-42a	975	80,1±5	20	MDE	13,8±0,38	18	(1)
	Embasamento/Alcalina PC	G-42b	1311	81,0±6	20	MDE	13,5±0,25	100	(1)
	Embasamento/Alcalina PC	G-42c	1331	81,0±3	20	MDE	13,6±0,16	101	(1)
	Embasamento FRi	CT-5	>1000	106,0±16%	-	MP	-	-	(6)
	Embasamento FBr	TF-1	>1000	107,0±12%	-	MP	12,7±0,19	-	(5)
	Embasamento FBr (NSG)	G-49	1054	109,4±5	20	MDE	13,3±0,36	38	(1)
	Embasamento FRi	CT-2	>1000	113,0±14%	-	MP	-	-	(6)
	Embasamento FRi	TF-9	>1000	115,0±12%	-	MP	12,2±0,18	-	(5)
	Embasamento FBr (NSG)	G-47	876	116,3±13	14	MDE	12,6±0,56	24	(1)
	Embasamento FRi	CT-4	>1000	123,0±16%	-	MP	-	-	(6)
	Embasamento FRi	TF-10	>1000	126,0±9%	-	MP	12,3±0,18	-	(5)
	Embasamento FRi	CT-3	>1000	130,0±16%	-	MP	-	-	(6)
	Embasamento FRi	SEB-16	1030	131,2±18	23	MDE	12,5±0,3	16	(4)
	Embasamento FBr (NSG)	G-48	884	132,5±6	20	MDE	12,2±0,28	102	(1)
	Embasamento FRi	CT-6	>1000	159,0±11%	-	MP	-	-	(6)
	Embasamento FRi	TF-11	>1000	159,0±17%	-	MP	12,1±0,21	-	(5)
	Embasamento FRi	CT-1	>1000	160,0±11%	-	MP	-	-	(6)

## Continuação Anexo 7

Domínio Geomorfológico	Domínio Geológico	Amostra	Altitude (m)	Idade (Ma ou %)	Nº grãos	Método TFA	CMT ( $\mu\text{m}$ )	Nº traços	Fonte
Serra da Mantiqueira – Planalto (continuação)	Embasamento CSF	SEB-18	980	177,8 $\pm$ 12	22	MDE	11,5 $\pm$ 0,2	100	(4)
	Embasamento FBr (NSG)	G-34	793	224,9 $\pm$ 11	20	MDE	11,0 $\pm$ 0,23	101	(1)
	Embasamento FBr (NSG)	G-46	960	225,2 $\pm$ 12	20	MDE	11,8 $\pm$ 0,25	100	(1)
	Embasamento FBr (NSG)	G-35	914	243,4 $\pm$ 19	12	MDE	11,3 $\pm$ 0,33	65	(1)
	Embasamento FBr (NSG)	G-45	1290	251,9 $\pm$ 9	20	MDE	11,9 $\pm$ 0,22	100	(1)
	Embasamento FBr (NSG)	G-44	1135	261,0 $\pm$ 14	13	MDE	10,7 $\pm$ 0,33	81	(1)
	Embasamento FBr (NSG)	G-41	975	284,9 $\pm$ 10	20	MDE	11,5 $\pm$ 0,24	101	(1)
	Embasamento FBr (NSG)	G-40	792	330,3 $\pm$ 22	20	MDE	13,1 $\pm$ 0,11	100	(1)
Quadrilátero Ferrífero	Embasamento CSF	SEB-21	1030	141,9 $\pm$ 11	23	MDE	11,7 $\pm$ 0,3	100	(4)
	Embasamento CSF	SEB-20	800	152,7 $\pm$ 10	20	MDE	11,5 $\pm$ 0,3	100	(4)
	Embasamento CSF	SEB-22	1160	167,3 $\pm$ 14	26	MDE	12,2 $\pm$ 0,2	100	(4)
	Embasamento CSF	SEB-24	960	174,5 $\pm$ 7	20	MDE	10,9 $\pm$ 0,3	100	(4)

**Fontes:** (1) Gallagher *et al.* 1994; (2) Netto *et al.* 2000a; (3) Netto *et al.* 2000b; (4) Carmo, 2005; (5) Oliveira *et al.*, 2000, Hadler Netto *et al.* 2001, Tello Saenz *et al.* 2003; (6) Tello Saenz *et al.* 2004; (7) Ribeiro *et al.* 2003 e Ribeiro *et al.* 2005.

**Abreviaturas:** Embasamento FRi – Faixa Ribeira; FBr – Faixa Brasília, (NSG) – Nappe Socorro Guaxupé; CSF – Craton do São Francisco; Alcalina PC – intrusão alcalina de Poços de Caldas, MG; ISS – intrusão alcalina da Ilha de São Sebastião, SP.

Métodos TFA: MP – método da população; MDE – método do detector externo.

## **ANEXO 8**

Resultados das Análises por Traço de Fissão em Apatitas

Amostras: CBL-02; CBL-284; RML-84; F-2.