



## Estudos preliminares das estruturas rúpteis do complexo alcalino de Nova Iguaçu – RJ e suas relações com a tectônica meso-cenozóica do sudeste do Brasil

C.E.M. Mota, A.P.R. Alves, A.M. Souza, J.C.H. Almeida & M.C. Geraldês

Universidade Estadual do Rio de Janeiro – UERJ, Faculdade de Geologia. Rua São Francisco Xavier 525, Bloco A, Sala 4024, Maracanã, Rio de Janeiro – RJ. carlitos@oi.com.br

**Resumo** O Complexo Alcalino de Nova Iguaçu (CANI) é uma das inúmeras ocorrências de rochas alcalinas de idade Meso-Cenozóica do Sudeste Brasileiro. Constitui-se de um corpo de geometria elíptica, localizada ao sul do Município de Nova Iguaçu, constituída de rochas subvulcânicas a vulcânicas. A análise das estruturas rúpteis do CANI indicou a existência de duas fases distintas de deformação: a primeira, transtensiva sinistral, com compressão NE-SW e extensão NW-SE, de idade paleógena, e a segunda, transpressiva dextral, com compressão NW-SE e extensão NE-SW, pós paleógeno. Essas duas fases de deformação rúptil apresentam relações com deformações ocorridas ao longo de feições tectônicas regionais, estando a primeira fase, relacionada a reativação de zonas de cisalhamento proterozóicas, que são também responsáveis pela instalação e deformação das bacias terciárias que compõem o *Rift* Continental do Sudeste, e a segunda, pode estar associada a rotação da placa Sul-Americana, ou a eventos tectônicos recentes, registrados em sedimentos pleistocênicos.

**Palavras-chave:** Tectônica rúptil, rift continental, rochas alcalinas, reativação de estruturas.

**Abstract** The Nova Iguaçu Alkaline Complex (NIAC) is an expressive occurrence of the Mesozoic-Cenozoic alkaline rocks in southeastern Brazil. The elliptical alkaline stock is located in southern of Nova Iguaçu city, comprised by plutonic and volcanic rocks, such as trachyte lavas and pyroclastic breccias. The structural analysis of NIAC indicates two distinct deformational events. The first is transtensive sinistral with NE-SW compression and NW-SE extension, probably Paleogen in age. The second is transpressive dextral with NW-SE compression and NE-SW extension, post-Paleogen. These two events of brittle deformation has relationships with deformations occurred in major regional tectonic structures. The first event is related to Proterozoic shear zones reactivation in Early Tertiary, responsible to the formation and deformation of Tertiary sedimentary basins that belongs to the Southeastern Brazil Rift System. The second event, may be associated to South-American Plate rotation, or recent events, that is also impressed in Pleistocene sediments.

**Keywords:** Brittle Tectonics, Continental Rift, Alkaline Rocks, Structure reactivation.

**INTRODUÇÃO** O maciço Marapicu-Gericinó-Mendanha, localizado na divisa dos municípios de Nova Iguaçu, Rio de Janeiro e Mesquita, representa uma elevação montanhosa, que se destaca das planícies aluviais da Baixada Fluminense, situada no Graben da Guanabara. Essa elevação caracteriza-se num corpo elíptico, com eixo maior NE-SW, constituída por rochas alcalinas subvulcânicas e extrusivas, que variam de lavas traquíticas a brechas piroclásticas, pertencentes ao Complexo Alcalino de Nova Iguaçu (CANI), inserido no contexto da Província Alcalina do Sudeste Brasileiro (Almeida 1986).

Primeramente estudado por Lamego (1956) e Helmbold *et al.* (1965) e de acordo com os autores citados, o Maciço Marapicu-Gericinó-Mendanha está alojado na porção axial de um mega-anticlinal formado por gnaisses leptiníticos, dioríticos e migmatitos, com um flanco ocidental de direção NE e flanco oriental (situado na porção central do

município do Rio de Janeiro) de direção NNW, resultando uma configuração final em Z. O CANI encontra-se inserido num dos mais jovens grupos de rochas da Província Alcalina do Sudeste (*ca.* 72 Ma; Sonoki & Garda 1988), incluindo-se no assim denominado Lineamento Magmático Poços de Caldas-Cabo Frio (Almeida 1991). Esse lineamento intercepta obliquamente as estruturas regionais do embasamento neoproterozóico representado pelas rochas do Segmento Central da Faixa Ribeira (Hasui *et al.* 1974, Heilbron *et al.* 2004).

Após sua colocação e posterior resfriamento, o CANI comportou-se como um corpo rígido e relativamente homogêneo, no ponto de vista geomecânico. Algumas das famílias de fraturas nele desenvolvidas podem estar relacionadas ao resfriamento do corpo, ou originadas durante o movimento ascensional. Outras fraturas podem ser relacionadas a eventos pós-magmáticos, refletindo essencialmente a ação de esforços tectônicos regionais.

Iniciou-se uma série de levantamentos, no município de Nova Iguaçu, onde puderam ser observadas famílias de fraturas (falhas e juntas), além de diques e, mais raramente, *sills* de rochas alcalinas, constituídos exclusivamente de traquitos e lamprófiros, o que motivou a elaboração de um estudo preliminar.

Este trabalho visa caracterizar, preliminarmente, o padrão de fraturamentos do maciço e a verificação de sua correlação com a tectônica meso-cenozóica da Região Sudeste do Brasil.

**CONTEXTO GEOLÓGICO E TECTÔNICO REGIONAL** O estado do Rio de Janeiro exibe, entre a Serra do Mar e o litoral, uma área plana e rebaixada que constitui a Baixada Fluminense, onde podem ser observados alguns corpos de relevo residuais. Parte desse relevo é formada por plútons de natureza alcalina de idade meso-cenozóica (Sonoki & Garda 1988). Essas ocorrências de rochas alcalinas encontram-se alinhadas segundo dois *trends*, sendo um WSW-ENE e outro WNW-ESE, associadas à Província Alcalina do Sudeste Brasileiro (Almeida 1986, Klein 1993 – Fig. 1).

O alinhamento WSW-ENE, inserem-se corpos desde as proximidades do Arco de Ponta Grossa, até atingir o litoral fluminense, engloba ocorrências como Cananéia, São Sebastião e Morro de São João. Em outro lineamento, de orientação WNW-ESE, inserem-se corpos como Poços de Caldas, a maior ocorrência alcalina da região, Passa-Quatro, Itatiaia, Tinguá, até as ocorrências de Cabo frio, e sua continuidade, na cadeia de Vitória-Trindade (Thomaz Filho & Rodrigues 1999, Thomaz Filho *et al.* 2005), esse associado à deriva da Placa Sul-Americana e a sua interação com a Pluma de Trindade com a litosfera sul-americana (Thompson *et al.* 1998, Gibson *et al.* 1995, 1997).

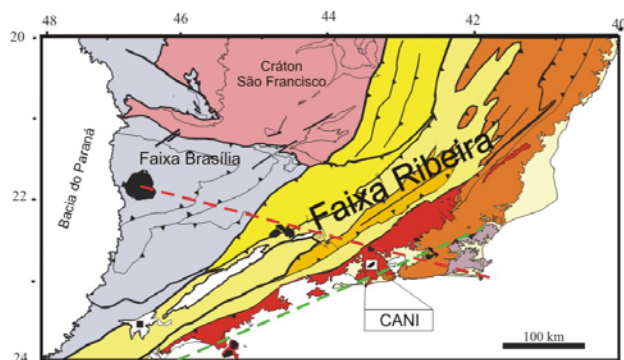


Figura 1. Geologia regional do Sudeste Brasileiro. Os corpos em preto são ocorrências de rochas alcalinas e as linhas pontilhadas, os alinhamentos magmáticos associados a lineamentos profundos (Almeida 1986) em verde, e a hot-spots (Gibson *et al.* 1995, 1997, Thompson *et al.* 1998) em vermelho

O CANI, estudado na tese de doutoramento de Klein (1993), localiza-se na porção norte da Serra de Madureira. Esse autor propôs a existência de uma cratera de geometria cônica bastante preservada na região central do maciço. Esse cone é preenchido por depósitos de brechas piroclásticas em forma de ferradura, com a concavidade voltada para leste e, capeando as brechas piroclásticas, ocorrem depósitos de aglomerados vulcânicos.

No extremo nordeste do maciço, existe uma estrutura em forma de domo, que afeta os gnaisses encaixantes, pertencentes à Faixa Ribeira, de idade proterozóica, estrutura essa aproveitada como conduto na formação de brechas magmáticas ao longo do contato entre o gnaiss e o *plug* alcalino, atribuídas ao colapso por pressão exercida pelo corpo alcalino (Mota & Geraldles 2005, Mota *et al.* 2005, 2006). A rocha que bordeja o domo é um sienito de granulação grossa, localmente mineralizado em sulfetos.

Próximos ao maciço, mais precisamente a norte, existem feições estruturais correspondentes a zonas de cisalhamento pré-cambrianas, reativadas no meso-cenozóico, que controlaram a formação, a sedimentação e a deformação das bacias tafrogênicas que compõe o *Rift* continental do Sudeste (Riccomini 1989). Portanto, é perfeitamente plausível que o padrão de fraturamentos do CANI reflita o tectonismo associado à evolução do *Rift* continental.

**METODOLOGIA** A metodologia aplicada foi semelhante à utilizada por Di Giorgio *et al.* (2003) para a caracterização estrutural da lavra do Sienito Piquiri (Rio Grande do Sul). Para o estudo estrutural, primeiro executou-se uma análise baseada na fotointerpretação, com o objetivo de melhor compreender as estruturas que regem todo o maciço, bem como a geometria dos corpos tabulares, posteriormente confirmados no campo.

Após essa etapa, iniciou-se o mapeamento das discontinuidades nas frentes de lavra de pedreiras e nos afloramentos, objetivando um melhor entendimento do comportamento das estruturas e de sua classificação. A coleta de medidas de estrias de falhas permitiu a determinação do campo de paleotensores, definido pelo método dos diedros retos (Angelier & Mechler 1977). O resultado é a visualização das orientações teóricas dos eixos principais de tensões, necessários para a definição do elipsóide de deformação e da cinemática das juntas.

**ESTRUTURAS RÚPTEIS** Os levantamentos estruturais no CANI concentraram-se, principalmente, nas bordas norte e nordeste do corpo, com alguns avanços para o interior do maciço, já que grande parte da área, principalmente na região central, encontra-se

recoberta por densas matas, não permitindo facilidade de acesso.

As melhores exposições encontradas constituem-se de antigas frentes de lavra de pedra britada e exposições em afloramentos e cortes de estradas. Nelas foram observados falhamentos de caráter rúptil, com bons indicadores de movimento, como melhores exemplos estrias de atrito, intrusões de traquitos e lamprófiros a partir de fraturas e falhas, algumas contendo estrias, e juntas contidas no maciço e nos diques encontrados.

**Falhas** Estão representadas duas famílias principais de falhas: A primeira família encontrada, em menor número, relaciona-se com falhas orientadas para ENE, com mergulhos subverticais para ESE (Fig. 5), essas preenchidas por intrusões de lamprófiros, e, raramente, sem intrusões. Essas falhas apresentam estrias de atrito subhorizontais, com leve componente normal. Foi encontrada apenas uma ocorrência de falha com estria de atrito com mergulho subvertical, indicando deslocamento normal.

A família principal, em termos de população de falhas, apresenta-se orientada na direção ESE, com mergulhos subverticais tanto para NNE, quanto ao SSW, contendo estrias de atrito na sua maioria subhorizontais (Fig. 6), com indicadores de movimentação tectônica variando entre sinistral e dextral, com pouca componente reversa. Essas falhas são encontradas nas rochas do CANI, no interior dos diques de lamprófiro, formando pares conjugados, o que permitiu a utilização do método dos diedros retos (Angelier & Mechler 1977) no campo, e também cortando as duas litologias anteriores.

**Diques Alcalinos** Os diques encontrados no maciço possuem uma distribuição regional muito regular (Fig. 2), com exceção das proximidades da Pedreira Vigné, onde se encontram corpos tabulares por várias direções, o que é atribuído a uma maior proximidade a um possível conduto vulcânico. Eles variam da ordem de 10 cm a quase 2m de largura e são representados por traquitos afíricos e porfíricos e lamprófiros.

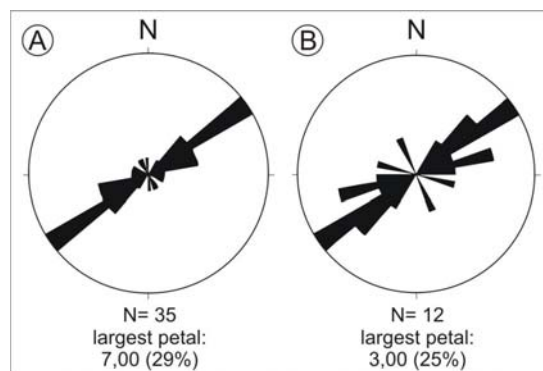
Os diques da porção nordeste do maciço são predominantemente de composição traquítica com orientação bastante regular, com direção NE e mergulhos subverticais e com espessura de 40cm a 2m. Esses diques geralmente possuem margens de resfriamento de ordem centimétrica a milimétrica e zoneamento térmico, com textura porfírica no centro e afanítico a vítreo nas bordas, melhor visualizado em corpos mais espessos.

Os diques da porção norte do maciço, mapeados na área de lavra da Pedreira Santo Antônio, apresentam comportamento, em termos de distribuição espacial,

semelhante aos diques da porção nordeste, mas o que diferencia do anterior é a maior quantidade de corpos de composição lamprofírica. Os diques traquíticos encontrados no local são mais espessos que os lamprofíricos e relativamente mais recentes, cortando os lamprófiros.

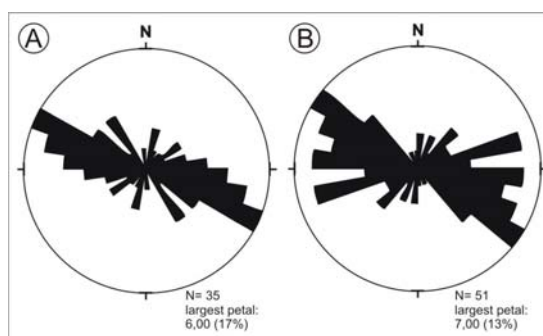
Os diques traquíticos, em termos de atitude, diferem-se dos lamprófiros apenas no mergulho, que é em torno de 60-70° nos traquitos e subvertical nos lamprófiros.

Os diques de lamprófiro são relativamente mais delgados e mais abundantes na porção norte do maciço, com margens de resfriamento bem definidas e observou-se que eles intrudiram em paredes de falhas.



*Figura 2. Diagramas de rosetas dos diques encontrados. O diagrama A representa os diques de lamprófiros encontrados na porção norte do maciço, e o diagrama B representa as intrusões tabulares de traquitos porfíricos e afíricos encontrados a nordeste do maciço*

**Juntas** As juntas encontradas no maciço são na maioria subverticais, com orientações preferenciais para ESE, com espaçamento métrico, de acordo com análises estruturais (Fig. 3). Caracterizam-se principalmente por serem fechadas, diferentes da orientação dos diques alcalinos e concordantes com a orientação da família principal de falhamentos.

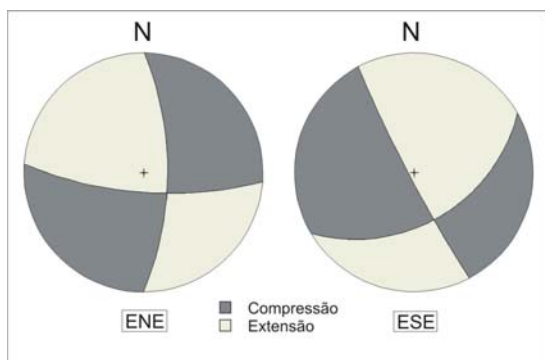


*Figura 3. Diagramas de rosetas das famílias de juntas encontradas no maciço (a) e em diques alcalinos (b)*

As fraturas dos diques caracterizam-se por dois conjuntos de fraturas: uma, com espaçamento métrico, subparalela a orientação dos diques, e a família mais abundante, de espaçamento na ordem de 10 cm, com direção principal ESE, com mergulhos subverticais, às vezes cortando também o maciço, podendo-se relacionar com as fraturas do maciço, descritas anteriormente.

**ANÁLISE DAS ESTRUTURAS** Por meio das observações de campo e a análise das estruturas, após o *emplacement* do CANI, ocorreram os seguintes eventos, ordenados do evento mais antigo para o mais recente:

- Geração das falhas ENE, a maioria com rejeitos laterais e, mais raramente, com rejeitos normais, com intrusão dos diques de lamprófiros e, posteriormente de diques de traquitos, numa possível reativação, caracterizando uma fase pós-magmática de caráter rúptil (Fig. 4).
- Geração de falhas e fraturas ESE, essas que cortam todo o maciço, inclusive os diques. As falhas também possuem indicadores cinemáticos com movimentações subhorizontais e, mais raramente, falhas indicando movimentação reversa (Fig. 4).



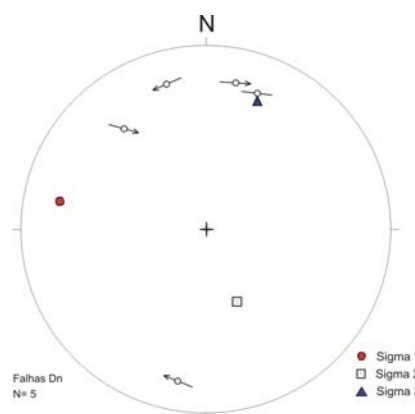
*Figura 4. Mecanismos focais dos conjuntos de falhas ENE e ESE, respectivamente, determinados por meio da aplicação do método de Angelier & Mechler (1977)*

Considerando-se a direção ENE dos diques de traquito e lamprófiros, como sendo ortogonal a direção do *stress* principal mínimo ( $\sigma_3$ ), vigente durante a intrusão dos diques, verifica-se que ela corresponde exatamente ao eixo maior da geometria elíptica, descrita pelo CANI, isto sugere que a intrusão ígnea foi condicionada pela reativação destas estruturas ENE, que são paralelas ao seu eixo maior.

Analisando as populações de falhas e estrias de atrito (Fig. 5), associadas às paredes das intrusões, pelo método dos diedros retos (Angelier & Mechler 1977), pode-se verificar que elas mostram uma direção de encurtamento máximo de direção SW e

extensão máxima NW, essa com reduzido rejeito vertical. O conjunto de falhas analisado indicaria a vigência de um regime transcorrente sinistral, orientado a NE-SW. Nesse modelo, as falhas ENE e ESE correspondem a fraturas R1 e R2 de Riedel, onde, em termos de população, predominam as fraturas R1. Não foi possível definir a existência de fraturas tipo T. A análise cinemática das estrias permitiu a definição do eixo de encurtamento.

Portanto, durante a fase, que foi definido por fase  $D_n$ , foi caracterizado por um regime transcorrente, com leve componente distensivo, o que se explica pelas intrusões, e também por raras falhas normais.



*Figura 5. Pólos de falhas  $D_n$  com seus respectivos vetores-deslocamento, indicando movimentação lateral, com componente normal reduzido, indicando regime transtensivo, juntamente com as prováveis atitudes dos paleo-tensores responsáveis pela geração das falhas*

A análise do segundo conjunto dos pares falhas/estrias (Fig. 6), relacionadas ao evento posterior a intrusão dos diques alcalinos, pelo mesmo método, permitiu observar uma mudança no campo de tensões e no sentido de movimento, que passou de sinistral a dextral, o que foi chamado de  $D_{n+1}$  pelos autores.

Diferente da anterior permitiu a caracterização um regime transcorrente dextral, orientado a E-W. Nesse modelo, as falhas ESE e ENE correspondem, respectivamente, a fraturas R1 e R2 de Riedel, onde, em termos de população, predominam as fraturas R1. Ao contrário da família anterior, foram observadas grandes quantidades de fraturas do tipo T, subparalelas as fraturas R1. A análise cinemática das estrias permitiu a definição do eixo de encurtamento. Nesse sentido pode-se sugerir a ocorrência de reativação de estruturas  $D_n$  pelo evento tectônico  $D_{n+1}$ , devido à similaridade da disposição geométrica das estruturas.



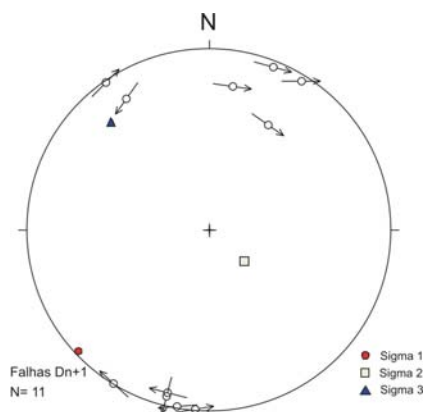


Figura 6. Pólos de falhas  $D_{n+1}$  com seus respectivos vetores-deslocamento, indicando movimentação lateral, com componente reverso reduzido indicando regime transtensivo, juntamente com as prováveis Prováveis atitudes dos paleo-tensores responsáveis pela geração

Como mencionado, a existência de indícios de superposição de movimentos em um mesmo plano de falha, poderia indicar a resposta do maciço à nova mudança no campo de esforços, cuja caracterização dependeria de maior volume de dados. Deve-se também observar a semelhança do padrão de fraturamentos do CANI com estruturas observadas em falhamentos nas bacias tafrogênicas do Rift continental do Sudeste Brasileiro (Melo *et al.* 1989).

#### RELAÇÕES COM A TECTÔNICA REGIONAL

Após o *emplacement* do CANI, são registradas juntas e falhas, relacionadas com o regime transcorrente sinistral, orientado E-W, com compressão NE-SW e extensão NW-SE, com leve componente normal, que propiciou a colocação dos diques de lamprófios e traquitos, respectivamente nessa ordem.

Esse regime de esforços promove a reativação de estruturas pré-cambrianas do embasamento, em especial as zonas de cisalhamento de direção NE a ENE (Riccomini 1989, 1995) e seria compatível com a direção de extensão deduzida para a fase de instalação das bacias terciárias do Rift continental do Sudeste, ou com as direções de encurtamento e extensão relacionados à primeira fase tectônica deformadora dessas bacias (Riccomini 1989, 1995), registrada também em outros maciços alcalinos, como exemplo: Itatiaia (Riccomini 1989), Poços de Caldas (Etchebehere *et al.* 1992), Cananéia (Riccomini 1995), também datados entre o Cretáceo e o Paleógeno (Sonoki & Garda 1988).

De acordo com Melo *et al.* (1989), as análises estruturais das falhas geradas nas Bacias de Resende, Volta Redonda, Taubaté e São Paulo, permitem deduzir que os eixos de deformação se orientam, segundo NNW, para o estiramento máximo e

encurtamento vertical, o que sugere um ambiente distensivo, o que acarretaria que as estruturas medidas possam associar-se a zonas de transferência.

Outra interpretação contempla o mecanismo de cisalhamento simples, levando-se em conta os rejeitos direcionais mais expressivos, na qual se infere um binário E-W (Melo 1984), corroborando com os resultados obtidos. Com maior aprofundamento na investigação dessas estruturas, tem-se a preferência por tal modelo.

A mudança no regime de esforços, pós-paleógeno, transforma o regime para dextral e pode estar relacionado com a migração da Placa Sul-Americana (Ernesto 1996, Thomaz Filho & Rodrigues 1999), onde se registra na literatura a rotação da placa.

Também pode relacionar-se a regimes neotectônicos que, de acordo com Riccomini *et al.* (1995) e Ferrari *et al.* (1997), caracterizou-se por uma transcorrência dextral de caráter E-W, com reativação das estruturas, com caráter transpressivo, afetando os diques de rochas alcalinas, datado regionalmente por critérios estratigráficos como Pleistoceno.

Com a carência de dados, não foi possível definir a posição no tempo geológico dessa deformação mais recente registrada no maciço.

**CONCLUSÕES** As estruturas rúpteis do CANI registram uma evolução dos regimes de esforços atuantes no sudeste brasileiro, durante o Meso-Cenozóico.

Provavelmente no Paleógeno ocorre um regime transtensivo sinistral, com compressão NE-SW, e extensão NW-SE, com as intrusões de diques alcalinos, que pode estar relacionado com a primeira fase de deformação das bacias do Rift Continental do Sudeste do Brasil.

Mais recentemente, a mudança do regime tectônico para transpressivo dextral, com nova reativação das estruturas, pode estar relacionado a dois eventos importantes da tectônica recente: A rotação da Placa Sul-Americana, datada do Neógeno, e tectônica pleistocênica, registrada em sedimentos recentes, o que ainda não foi possível determinar, com a quantidade de dados atual. A Fig.7 mostra o comportamento do elipsóide de *strain* para cada momento de atividade tectônica registrada no maciço (Fig. 7).

A exemplo de estudos realizados nos maciços alcalinos de Itatiaia (Riccomini 1989), Poços de Caldas (Etchebehere *et al.* 1992), e Cananéia (Riccomini 1995), a análise efetuada demonstrou, corroborado com os autores anteriores, que os maciços alcalinos, pela sua natureza relativamente homogênea e seu comportamento geomecânico, constituem locais favoráveis ao estudo dos registros

da tectônica rúptil meso-cenozóica do sudeste brasileiro.

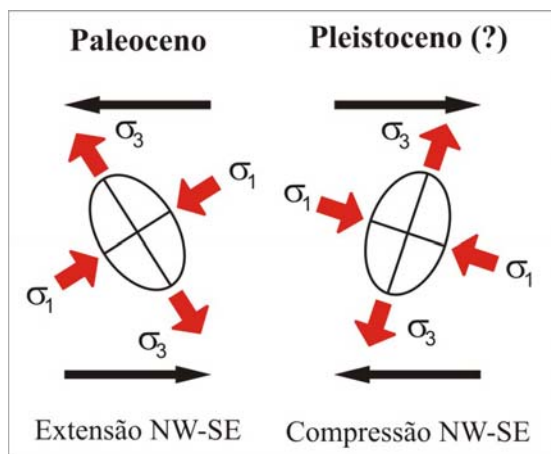


Figura 7. Elipsóides de strain determinados para cada evento tectônico registrado no CANI

### Referências

- ALMEIDA F.F.M. 1991. O alinhamento magmático de Cabo Frio. *II Simpósio de Geologia do Sudeste, Atas*, 423-428.
- ALMEIDA F.F.M. 1986. Distribuição regional e relações tectônicas do magmatismo pós-paleozóico no Brasil. *In: Revista Brasileira de Geociências*, **16**(4):325-349.
- ANGELIER J. & MECHLER P. 1977. Sur une méthode graphique des contraintes principales également utilisable en tectonique et en séismologie: La méthode des dièdres droits. *Bulletin de la société Géologique de France*, **19**: 1309-1318.
- DI GIORGIO D., KOPPE J.C., QUADROS T., KLEIN S., LEITE J.F.C. 2003. Análise estrutural no planejamento de lavra de rocha ornamental. *In: Revista da Escola de Minas, Ouro Preto-MG*, **56**(3):175-179.
- ERNESTO A.L. 1990. Ageologia do rift da Guanabara (RJ) da sua porção centro-ocidental e sua relação com o embasamento Pré-Cambriano. *In: Congresso Brasileiro de Geologia*, 36, Natal, RN, Anais, 6, p.2858-2871.
- ETCHEBEHERE M.L.C., HASUI Y., MAGALHÃES F.S., FRANGIPIANI A. 1992. Análise estrutural aplicada a prospecção de fontes termais no Planalto de Poços de Caldas (SP/MG). *In: HASUI Y. & MIOTO J.A. (coords.), Geologia Estrutural Aplicada*. São Paulo, ABGE/VOTORANTIM, p.439-459.
- FERRARI A.L., SILVA M.A.M., PENHA H.M. 1997. Variações no campo de esforços na porção emersa adjacente ao Alto de Cabo Frio (RJ) ao longo do Cretáceo e Cenozóico. *In: V Simpósio de Geologia do Sudeste, Atas*, Penedo, RJ. P. 89-91.
- FERRARI A.L., SILVA M.A.M., PENHA H.M. 1997. Variações do campo de esforços na porção emersa adjacente ao Alto de Cabo Frio (RJ) ao longo do Cretáceo e Cenozóico. *In: V Simpósio de Geologia do Sudeste, Penedo, RJ, Boletim de resumos*, p.89-91.
- GIBSON S.A., THOMPSON R.N., LEONARDOS J.A., DICKIN A.P., MITCHELL J.G. 1995. The late Cretaceous impact of the Trindade mantle plume: Evidence from large volume, mafic, potassic magmatism in SE Brazil. *Journal of Petrology*, **36**(1): 189-229.
- GIBSON S.A., THOMPSON R.N., WESKA R.K., DICKIN A.P. 1997. Late Cretaceous rift-related upwelling and melting of the Trindade starting mantle plume head beneath western Brazil. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **126**:303-314.
- HASUI Y., CARNEIR, C.D.R., COIMBR, A.M. 1974. The Ribeira Folded Belt. *Revista Brasileira de Geociências*, **5**:257-266.
- HEILBRON M., PEDROSA-SOARES A.C., CAMPOS NETO M.C., SILVA L.C., TROUW R.A.J., JANASSI V.A. 2004. Província Mantiqueira. *In: MANTESSO-NETO V. et al. 2004. Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*, Beça, pp.:203-234
- HELMBOLD R., VALENÇA J.G. & LEONARDOS JR. O.H.L. 1965. *Mapa geológico do Estado da Guanabara*, escala 1:50,000. MME/DNPM, Rio de Janeiro, 3 fls.
- KLEIN. 1993. *O Vulcão alcalino de Nova Iguaçu-RJ: Controle estrutural e processo de erupção*. UFRJ, tese de doutorado.
- MELO M.S., RICCOMINI C., HASUI Y., ALMEIDA F.F.M., COIMBRA A.M. 1985. Geologia e evolução do sistema de bacias tafrogênicas continentais do Sudeste do Brasil. *In: Revista Brasileira de Geociências*, **15**(3): 193-201.
- MELO M.S. 1984. *Géologie du bassin de Resende et contribution à l'évolution du Système de Rift du SE du Brésil*. Marseille, Université d'Aix-Marseille I et II. 62p.
- MOTA C.E.M., GERALDES M.C. 2005. As brechas tectônicas no aço do Mendanha, Nova Iguaçu- RJ: Registros de processos de colapso por pressão de magma. *III Simpósio de Vulcanismo e Ambientes Associados*, Cabo Frio – RJ.
- MOTA C.E.M., ALVES A.P.R., GERALDES M.C. 2005. O uso do MEV aplicado a petrologia: O caso das brechas de colapso do Complexo Alcalino de Nova



- Iguaçu. In: 9º Simpósio de Geologia do Sudeste, Niterói RJ – CD-ROM.
- MOTA C.E.M. & GERALDES M.C. 2006. A classificação de brechas magmáticas e sua implicação na evolução do Complexo Alcalino de Nova Iguaçu-RJ. In: 7º Simpósio do Cretáceo do Brasil e 1º Simpósio do Terciário do Brasil, Serra Negra-SP – CD-ROM.
- RICCOMINI C. 1989. *O Rift Continental do Sudeste do Brasil*. São Paulo, 256 pp. (Tese de doutoramento apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo).
- RICCOMINI C. 1995. Padrão de fraturamentos do Maciço Alcalino de Cananéia, estado de São Paulo: Relações com a tectônica mesozóica-cenozóica do Sudeste do Brasil. In: *Revista Brasileira de Geociências*, **25**(2):79-84
- RICCOMINI C., PELOGGIA A.U.C., SALONI J.C.L., KOHNKI M.W. 1989 Neotectonic activity in the Serra do Mar rift system (Southeastern Brazil). In: *Journal of South American Earth Sciences*, **2**(2):191-197.
- SONOKI I.K. & GARDA G.M. 1988. Idades K-Ar de rochas alcalinas do Brasil Meridional e Paraguai Oriental: compilação e adaptação as novas constantes de decaimento. *Boletim IG-USP, Série Científica*, **19**:63-85.
- 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. In: *Revista Brasileira de Geociências*, **29**(2):189-194
- THOMAZ FILHO A., CESERO P., MISUZAKI A.M., LEÃO J.G. 2005. Hot spot volcanic tracks and their implications for South American plate motion, Campos Basin (Rio de Janeiro state), Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 1-7.
- THOMPSON R.N., GIBSON S.A., MITCHELL J.G., DICKIN A.P., LEONARDOS O.H., BROD J.A., GREENWOOD J.C. 1998. Migrating Cretaceous-eocene Magmatism in the Serra do Mar Alkaline Province, SE Brazil: Melts of Deflected Trindade Mantle Plume? *Journal of Petrology*, **39**(8):1493-1526.