

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**TECTONISMO GERADOR DO ALTO ESTRUTURAL DE TORRE
DE PEDRA, BACIA DO PARANÁ, SP**

Flávio Rogério da Silva

Orientador: Prof. Dr. Claudio Riccomini

MONOGRAFIA DO TRABALHO DE FORMATURA
(TF 08/23)

SÃO PAULO
2008

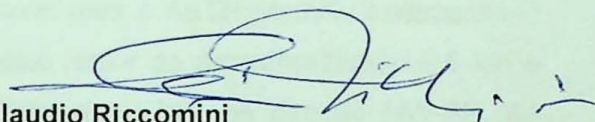
TF
S586
FR.t

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

TECTONISMO GERADOR DO ALTO ESTRUTURAL DE TORRE
DE PEDRA, BACIA DO PARANÁ, SP



Flávio Rogério da Silva



Orientador: Prof. Dr. Claudio Riccomini

MONOGRAFIA DO TRABALHO DE FORMATURA
(TF 08/23)

SÃO PAULO
2008

DEDALUS - Acervo - IGC



30900025603

TF
5586
FR. x

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

TESTAMENTO DE ALTO ESTRUTURAL DE TORRE
DE PEDRA BACIA DO PARANÁ 25



[Handwritten signature]
Prof. Dr. [Name]

[Handwritten signature]
Prof. Dr. [Name]

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

250-000
1954

Resumo

Horsts e anticlinais em bacias intracratônicas são altos estruturais tradicionalmente investigados como potenciais armazenadores de hidrocarbonetos. Tais feições vêm sendo atualmente utilizadas na estocagem de gás combustível, e há perspectivas de que venham a ser empregadas para seqüestro de gases do efeito estufa. Por ser uma estrutura já dissecada e com sua cúpula removida pela erosão, o Alto Estrutural de Torre de Pedra (AETP) é um local propício para estudo da gênese de estruturas semelhantes na Bacia do Paraná e em outras bacias intracratônicas, visando também o estabelecimento de modelos análogos para estruturas em subsuperfície. Este estudo teve como objetivo elaborar um mapa de contorno estrutural do AETP, usando como referência camadas de sílexito da porção superior da Formação Teresina (Corumbataí), de modo a se definir os principais estilos estruturais da região e suas possíveis influências na geração e ou deformação do AETP. Buscou-se ainda caracterizar a geometria, cinemática e as paleotensões de estruturas consideradas as responsáveis pela geração da feição, procurando relacionar estruturas de mesoescala (escala de afloramento), sobretudo falhas e dobras, com a estruturação geral.

A elaboração do mapa de contorno estrutural para o AETP permitiu caracterizá-lo como um anticlinal de duplo fechamento, com eixo maior de aproximadamente 5 km e direção NE-SW, e eixo menor com aproximadamente 2 km, de direção NW-SE. As relações estruturais observadas no campo permitiram o reconhecimento de vários episódios tectônicos deformadores superpostos na área do AETP, com regimes tectônicos distensivo, compressivo e transcorrente. Um regime de natureza transcorrente, com $SH_{máx}$ de direção NW-SE e $SH_{mín}$ de direção NE-SW teria sido o provável responsável pela geração do AETP. Este regime esteve ativo após o magmatismo eocretáceo, e as estruturas por ele geradas, incluindo dobras em escala mesoscópica e o próprio AETP, foram posteriormente deformadas por fraturas (falhas e juntas), em parte quaternárias.

O AETP pode ser considerado como uma estrutura desfavorável para a acumulação de hidrocarbonetos gerados a partir do sistema petrolífero Irati/Pirambóia, pois teria sido originado posteriormente à migração do óleo.

Abstract

Horts and anticlinals in intracratonic basins are structural highs usually investigated as potential reservoir for hydrocarbons. Such structural features are also currently employed for fuel gas storage and there are some studies in order to evaluate the availability of to use these reservoir for storage of Greenhouse gases. The Torre de Pedra Structural High (TPSH), located in the eastern border of the Paraná Basin in the State of São Paulo, is a denuded structure which favours the study of origin and development of similar buried structures in the Paraná Basin and other intracratonic basis as well. This study aimed to elaborate a structural countour map of the TPHS, using silexite layers of Corumbataí Formation as reference levels, in order to define the main structural styles and their possible relationships with the generation and deformation of this structural high. Another objective was the characterization of the geometry, kinematics and paleostress field related to structures considered as the probable responsible for the generation of the TPHS.

The structural countour map leads to chacaterize the TPHS as an brachianticline, with major axis of about 5 km in the NE-SW-direction, and a minor axis of about 2 km in the NW-SE-direction. Structural relationships allowed the recognition of several superimposed tectonic deformaional events of extensional, compressinal and strike-slip nature in this region. A strike-slip tectonic regime with NW-SE-oriented SHmax and NE-SW-oriented Shmin was the probable responsible for the formation of the TPHS. This tectonic regime was probably active after the Early Cretaceous magmatism and the associated structures, including mesoscopic folds and the structural high itself, were latter deformed by fractures (faults and joints) at least in part of Quaternary age.

Taking into account that the TPHS was generated after the Early Cretaceous migration of hydrocarbons of the Irati/Pirambóia petroleum system, this structure may be considere as not not favourable for oil accumulation.

A meus pais, que
sempre acreditaram
em mim.

Agradecimentos

Quero agradecer a todos os meu colegas de turma e demais alunos do IGC, pela convivência fraterna nesses cinco anos de estudo. Ao GGEO onde encontrei, além de cavernas, amigos. A amigos/moradores da Geobengala, Bruno (Choquito) e André (Kodorna), obrigado pela amizade. Aos funcionários do instituto, por sua silenciosa mas importante contribuição. A meus mestres, com os quais aprendi a “ler” as pedras, meus mais sinceros agradecimentos.

Agradecimentos especiais a meu orientador, Prof. Dr. Cláudio Riccomini, cujo ensinamento e orientação foram fundamentais em minha formação acadêmica e na qualidade do trabalho apresentado. Muito obrigado!

Índice

1 Introdução.....	2
1.1 Objetivos.....	3
1.2 Justificativas.....	3
1.3 Materiais e métodos.....	4
2 Revisão bibliográfica.....	5
2.1 Alto Estrutural de Torre de Pedra.....	5
2.2 Estratigrafia.....	5
2.3 Contexto tectônico.....	7
3 Contorno estrutural.....	8
4 Estilos estruturais.....	10
4.1 Tectônica sin-sedimentar na Formação Teresina.....	10
4.2 Magmatismo eocretáceo.....	11
4.3 Tectonismo pós-magmático e pós-sedimentar.....	12
5 Evolução dos campos de esforços	14
6 Origem do Alto Estrutural de Torre de Pedra.....	15
7 Conclusões.....	16
8 Bibliografia.....	18
ANEXO 1 - Trabalhos de Laboratório.....	21
ANEXO 2 - Afloramentos descritos.....	24
ANEXO 3 - Dados utilizados no contorno estrutural.....	25

1 Introdução

Sinéclises intracratônicas apresentam baixo potencial petrolífero se comparadas a outros tipos de bacias sedimentares, especialmente as margens passivas, rifts e bacias de antepaís. Esse baixo potencial decorre, dentre outros fatores, da pequena frequência de ocorrência de armadilhas estruturais. Nesse sentido, altos estruturais no interior de bacias intracratônicas são alvos preferenciais para a prospecção de hidrocarbonetos. Atualmente os altos estruturais vem sendo também empregados na estocagem subterrânea de gás natural e há estudos em andamento visando o seu aproveitamento como repositório de gases de efeito estufa.

A Bacia do Paraná é uma sinéclise intracratônica desenvolvida na porção centro sudeste da Plataforma Brasileira a partir do Neo-Ordoviciano (Zalán *et al.* 1990). Na sua porção leste, nos estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina, ocorrem vários altos estruturais, que já foram alvo, em maior ou menor grau, de investigações visando avaliar os seus potenciais como armazenadores de hidrocarbonetos (v.g. Araújo *et al.* 2005).

A origem dos altos estruturais da Bacia do Paraná vem sendo atribuída a diferentes mecanismos, tais como falhamento, dobramento, a combinação dos dois processos, ou ainda a intrusões de rocha alcalinas ou diabásios (v.g. Soares 1974, Riccomini 1995). Ainda não existe, entretanto, um consenso sobre o mecanismo gerador de várias dessas estruturas.

O Alto Estrutural de Torre de Pedra (AETP) está situado entre a localidade topônima e Guareí, na região sudeste do Estado de São Paulo (Fig. 1). Em função das deformações tectônicas a que esta área esteve sujeita, as camadas sofreram inclinações que podem atingir mergulhos de alguns graus, tornando-a um sítio favorável ao desenvolvimento de estudos estruturais.

Tendo em vista o grau de dissecação do relevo, a região do AETP é um alvo favorável para o desenvolvimento de estudos sobre a gênese de estruturas semelhantes na Bacia do Paraná e em outras bacias intracratônicas, o que pode contribuir para o estabelecimento de modelos análogos para estruturas em subsuperfície.

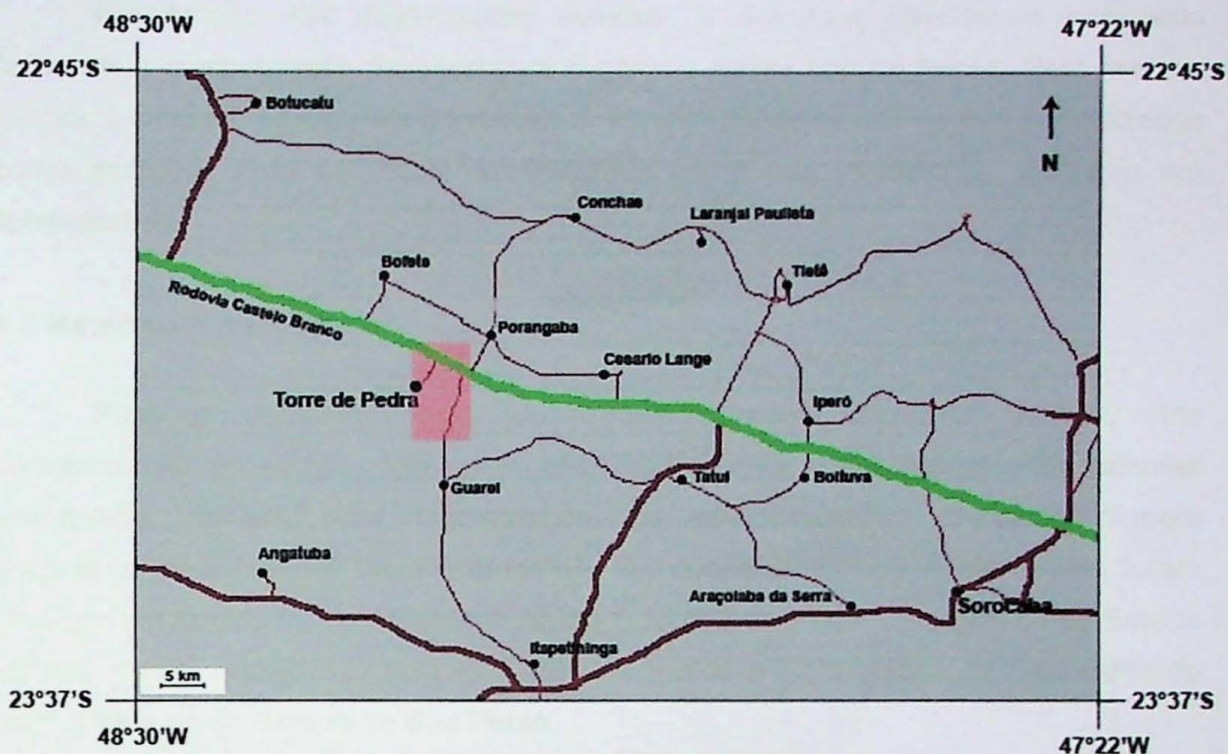


Figura 1: Localização da área de estudo. A área hachurada em rosa compreende a área estudada.

1.1 Objetivos

O presente projeto teve como objetivo elaborar um mapa de contorno estrutural do AETP empregando-se como nível de referência as camadas de silexito e de tripoli localizadas próximo ao topo da Formação Teresina (Matos 1995).

Pretendeu-se também definir os principais estilos estruturais da região e suas possíveis influências na geração e ou deformação do AETP. Para tanto foram caracterizadas a geometria, cinemática e as paleotensões de estruturas consideradas as responsáveis pela geração da feição, procurando relacionar estruturas de mesoescala (escala de afloramento), sobretudo falhas e dobras, com a estruturação geral.

1.2 Justificativas

O AETP ainda não foi alvo de estudos específicos sobre seu arranjo espacial e mecanismo gerador, temas de relevância científica para a compreensão dos

processos relacionados à tectônica deformadora da Bacia do Paraná e de outras bacias intracratônicas.

Em função das deformações sofridas, a estrutura constitui-se num sítio favorável à compreensão da geometria e gênese desse tipo de feição. Pelo mesmo motivo, o local é propício para o estabelecimento de modelos que podem ser utilizados como análogos para estruturas semelhantes em outras localidades, inclusive em subsuperfície.

1.3 Materiais e métodos

Para o desenvolvimento do trabalho foram utilizados equipamentos convencionais de campo, tais como bússola tipo Clar (para medidas de atitudes estruturais), martelo, lupa, equipamento de posicionamento global e câmara fotográfica para registro de afloramentos. Os dados litológicos e estruturais foram plotados em mapas topográficos em escala 1:10.000 do Plano Cartográfico do Estado de São Paulo, elaboradas pelo Instituto Geográfico e Cartográfico da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo.

No campo foi realizado o reconhecimento das camadas de silexito e de trípoli que foram empregadas como nível de referência para o contorno estrutural. Foram obtidas coordenadas, cotas altimétricas e atitudes das diferentes ocorrências na região. A reconstituição de seu comportamento espacial foi feita a partir de medida direta de atitudes de seus contatos ou determinação de atitude pelo método dos três pontos, no caso de camadas com baixa inclinação. Pontos complementares extraídos de Still *et al.* (1950) também foram utilizados. Esses dados foram plotados em cartas topográficas 1:10.000 e analisados para a reconstituição do comportamento espacial da camada. Os mapas finais são apresentados na escala 1:50.000.

Em paralelo, foram reconhecidas e cadastradas estruturas tectônicas, tais como juntas, falhas, estrias em planos de falhas e eixos de dobras, para a definição dos estilos estruturais da região. O tratamento de dados estruturais foi feito empregando-se o programa computacional StereoNet for Windows, versão 3.03. Os diagramas estruturais apresentados correspondem à rede de Schmidt (igual área, e projeção no hemisfério inferior).

Por fim, foi realizada a integração dos dados e elaboração do presente relatório.

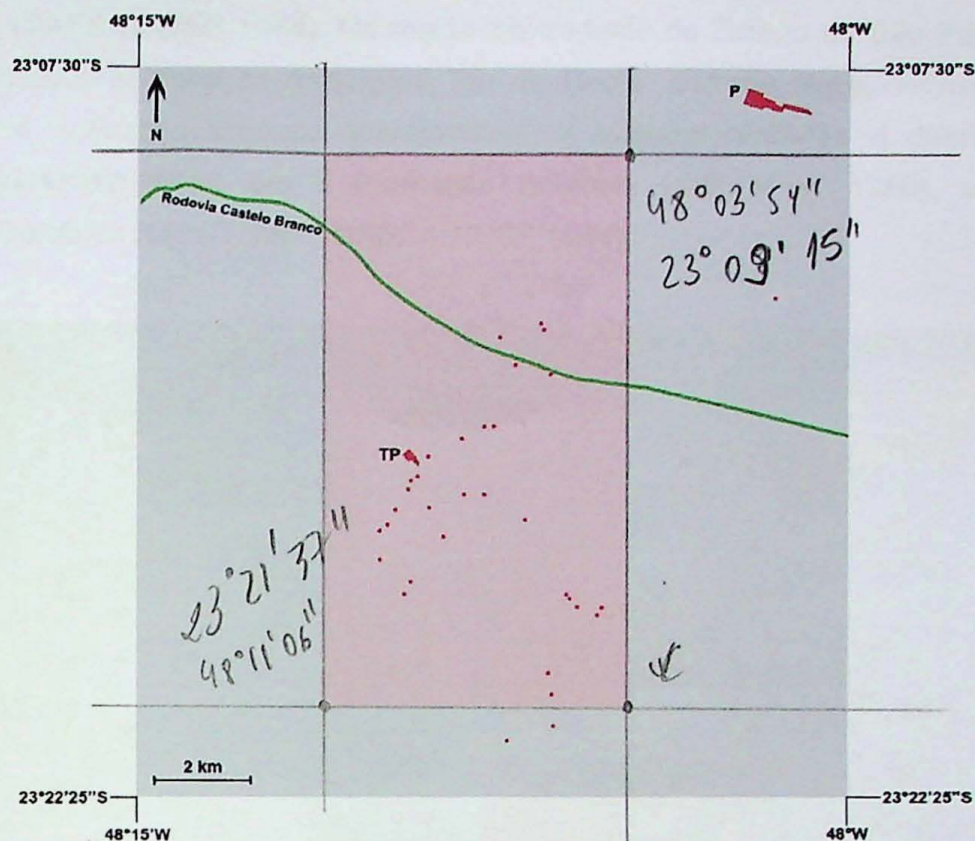


Figura 2: Mapa de distribuição de afloramentos (pontos). A área hachurada corresponde ao AETP. TP – Município de Torre de Pedra, P – Município de Porangaba.

2 Revisão bibliográfica

2.1 Alto Estrutural de Torre de Pedra

O AETP está situado a cerca de 3,5 km a sudeste de Torre de Pedra e a 7,5 km a nordeste de Guareí, SP (Fig. 1). A estrutura, conforme delineada por Still *et al.* (1950) com base em camadas de sílex então referidas à Formação Rio do Rasto, é considerada um anticlinal com 6,5 km de comprimento e 2,5 km de largura, eixo maior N-S e fechamento em todas as direções. O AETP está situado nas proximidades do Alinhamento Estrutural de Ibitinga-Botucatu (Riccomini 1997).

2.2 Estratigrafia

Na região do AETP foram cartografadas rochas sedimentares permianas, triássicas, e cretáceas, além de rochas intrusivas e extrusivas toleíticas cretáceas e dique de provável rocha alcalina (Fig. 3).

As rochas permianas ora foram enfeixadas na Formação Rio do Rasto (Still *et al.* 1950), ora na Formação Teresina (SICCT 1981), ou ainda na Formação

Corumbataí (DAEE-UNESP 1984). Na região centro-leste do Estado de São Paulo o termo Corumbataí engloba as formações Rio do Rasto, Estrada Nova, Teresina e Serra Alta. A sucessão arenosa sobrejacente foi também atribuída a diferentes unidades litoestratigráficas, ora à Formação Botucatu (Still *et al.* 1950), ora à Formação Pirambóia (SICCT 1984, DAEE-UNESP 1984).

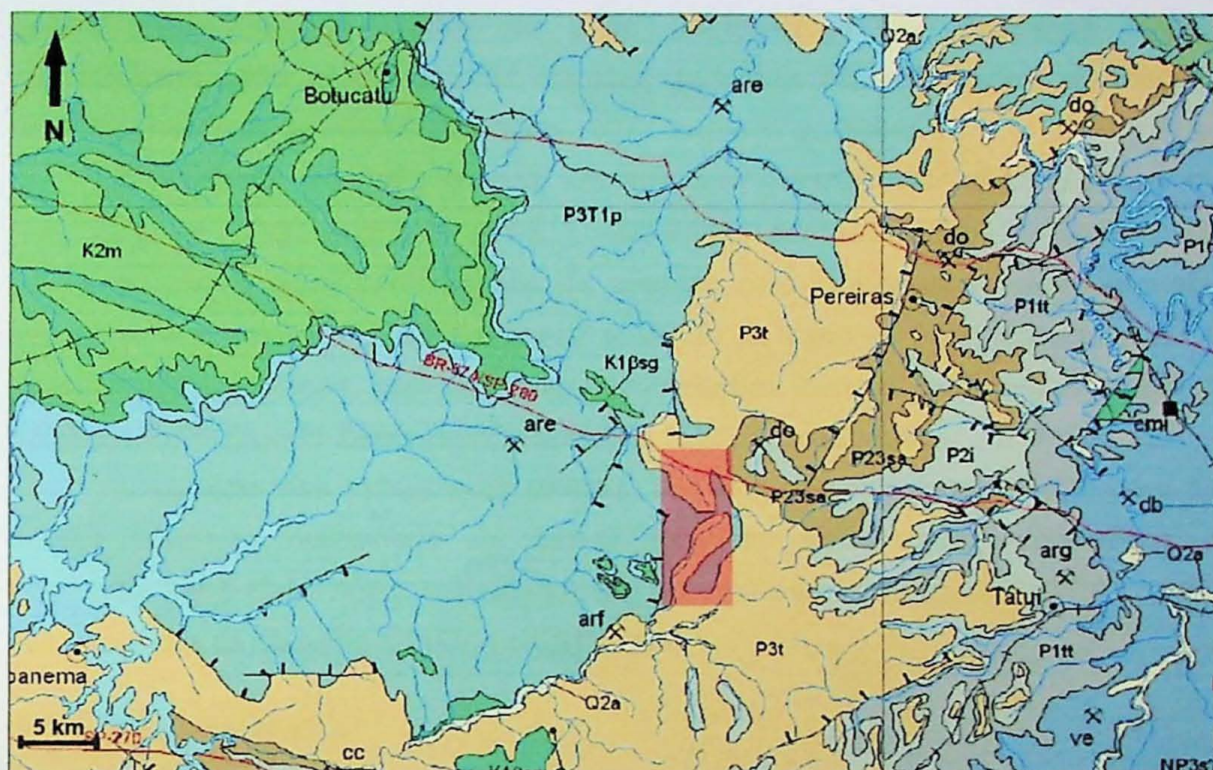


Figura 3: Mapa Geológico da região, com destaque para a localização do AETP, em coloração rosa (adaptado de CPRM, 2006). P1tt – Fm. Tatuí, P2i – Fm. Irati, P23sa – Fm. Serra Alta, P3t – Fm. Teresina, P3T1p – Fm. Pirambóia, K1Bsg – Fm. Serra Geral, K2m – Fm. Marília, Q2a – Depósitos aluviais.

A Formação Corumbataí, neopermiana a possivelmente eotriássica, é constituída predominantemente por siltitos de coloração arroxeada e intercalações de arenitos muito finos, atribuídos a ambiente marinho raso e à planície de maré (Landim 1970). Na região do AETP ocorrem camadas decimétricas de silexito próximo ao topo da unidade. Essas camadas, reconhecidas em trabalhos anteriores (v.g. Still *et al.* 1950, Still & Fraga 1951, Matos 1995), apresentam grande extensão lateral, resultam provavelmente da substituição de depósitos evaporíticos e são típicas da parte superior da Formação Teresina, nas porções em que é reconhecida no flanco leste da Bacia do Paraná. Juntamente com as camadas de silexito foram encontradas

camadas decimétricas esbranquiçadas de trípoli, tipo de sílica microcristalina, porosa, leve e por vezes friável (Anexo 1).

A Formação Pirambóia é constituída de arenitos avermelhados ou rosados de granulação fina a média, com estratificação cruzada planar ou acanalada de grande porte e intercalações de lamitos arenosos. Atribui-se para esta formação idade triássica e deposição em ambiente desértico, compreendendo depósitos de dunas eólicas, interdunas e lençóis de areia entremeados por depósitos fluviais subordinados, além de um sistema marginal de leques aluviais próximo ao topo da unidade (Assine & Soares 1995, Chang 1997, Assine *et al.* 2004).

A Formação Botucatu encerra arenitos com estratificação cruzada planar ou acanalada de médio a grande porte, considerados como depósitos de campos de dunas eólicas, e raras intercalações de arenitos com estratificação plano-paralela, atribuídos a interdunas secas (Assine *et al.* 2004). A idade da Formação Botucatu é considerada eocretácea, com base nas suas relações com os derrames de basaltos toleíticos da Formação Serra Geral (Riccomini 1995, Scherer 1998).

A exemplo das rochas mais antigas, nos mapas geológicos preexistentes os corpos tabulares horizontais de rochas toleíticas eocretáceas relacionadas à Formação Serra Geral foram assinalados ora como derrames de basalto (SICCT 1981) ora como *sills* de diabásio (DAEE-UNESP 1984).

2.3 Contexto tectônico

A origem dos altos estruturais da porção leste da Bacia do Paraná é um tema ainda em debate. A estrutura melhor estudada é a de Pitanga, situada entre Piracicaba e Rio Claro, Estado de São Paulo (v.g. Souza 2002). Ela foi relacionada em maior (Washburne 1930) ou menor grau (Almeida & Barbosa 1953) a dobramento causado pela intrusão de magmas, a dobramento associado a movimentos de caráter regional, tais como movimentos epirogenéticos e de arqueamento da bacia (Barbosa & Gomes 1958), ou ainda a tectonismo transcorrente ao longo do Alinhamento do Rio Moji Guaçu (Riccomini 1995, 1997).

Regionalmente, Oppenheim & Malamphy (1936) atribuíram as estruturas a falhas que estariam relacionadas principalmente a intrusões magmáticas e cogitaram a existência de *horts* e *grabens*.

Soares (1974) descartou a possibilidade dessas estruturas terem sido geradas por forças compressivas ou trativas externas à bacia ou a intrusões magmáticas. O autor considerou a possibilidade dos altos terem sido gerados por esforços tectônicos compressivos relacionados à subsidência da bacia. Ele propôs um modelo envolvendo

ruptura (falhas inversas) no embasamento e ruptura e inflexão (falhas inversas e dobramentos) na cobertura sedimentar, promovidos para acomodar a compressão gerada pela subsidência da bacia.

Souza Filho (1983) associou os altos a falhas geradas por esforços compressivos que teriam movimentado o embasamento.

Riccomini (1995, 1997) considerou que a gênese da maior parte dos altos estruturais da borda leste da Bacia do Paraná no Estado de São Paulo estaria relacionada à tectônica transcorrente. Nesse quadro, o AETP corresponderia a um anticlinal com eixo escalonado associado a um binário transcorrente sinistral de direção NNW-SSE, coincidente com o alinhamento estrutural de Ibitinga-Botucatu (Riccomini 1995, 1997). No modelo, o eixo maior do AETP estaria situado ortogonalmente à direção de encurtamento.

3 Contorno estrutural

O contorno estrutural do AETP foi elaborado a partir da cota de topo da camada superior de silexito ou trípoli da Formação Teresina e também de dados complementares extraídos de Still *et al.* (1950). Os pontos utilizados para a confecção do contorno (19 pontos) estão plotados em vermelho e são listados no Anexo 3. A equidistância das curvas de contorno é de 10 metros, e os valores das cotas altimétricas estão indicadas nas respectivas curvas.

O contorno delineado (Figura 4) permite verificar que o AETP apresenta eixo maior, com aproximadamente 5 km de comprimento, orientado na direção NE-SW, e menor, de aproximadamente 2 km, na direção NW-SE. A estrutura é um anticlinal com fechamento em todas as direções. Considerando-se as cotas inferior, de 670 m, e superior, de 700 m, verifica-se que a amplitude mínima da estrutura é de 30 m, com fechamento na cota de 670 m.

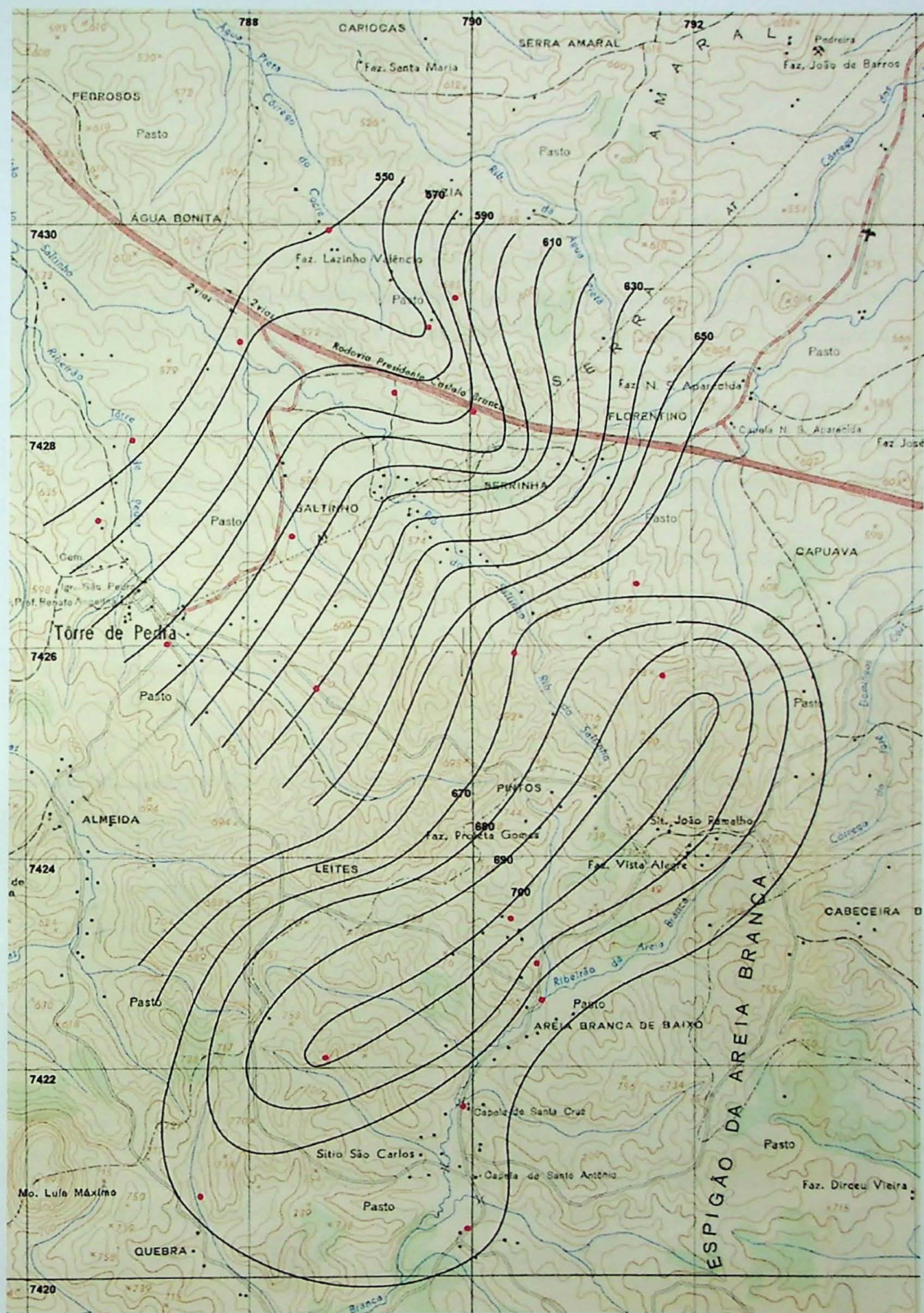


Figura 4: Mapa de contorno estrutural para o AETP. A equidistância das curvas de contorno é de 10 metros. Os pontos plotados em vermelho foram utilizados para a confecção do contorno.

4 Estilos estruturais

4.1 Tectônica sin-sedimentar na Formação Teresina

Diques clásticos são comuns na Formação Teresina. Eles são constituídos de arenito fino e apresentam-se injetados nos siltitos intercalados por arenitos finos desta unidade (Figura 5). Em geral são enterolíticos e/ou encurvados devido à compactação posterior à sua formação. Possuem espessuras que variam entre 2 a 21 cm, alguns apresentando ora espessuras irregulares, ora interrupção nas extremidades ou com terminação em cunha. Geometrias irregulares também são observadas por vezes. A orientação média é NW-SE (Figura 6, A e B). Também foi observado possível dique clástico silicificado, de formato tabular, com espessura de 16 cm e apresentando dobras de arrasto (analisado no anexo 1).

Os diques clásticos são estruturas de liquêfação interpretadas como sismitos, isto é, feições de deformação em sedimentos resultantes de abalos sísmicos. São também estruturas direcionais, servindo como dado para análise das paleotensões relacionadas ao evento sísmico, se desenvolvendo paralelamente ao eixo de tensão horizontal máxima e perpendicularmente ao eixo de tensão horizontal mínima (Riccomini 1995). Isso permitiu inferir, a partir da Figura 6, obtida a partir de 45 diques analisados, que um campo de esforços com SH_{máx} de direção NW-SE atuou na região no Neopermiano.

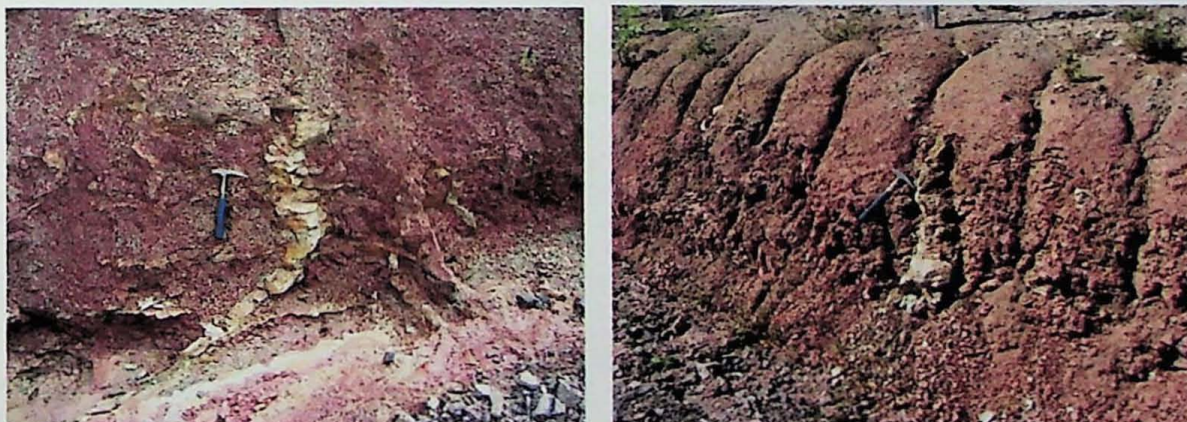


Figura 5: Diques clásticos de espessura decimétrica em siltitos da Formação Teresina.

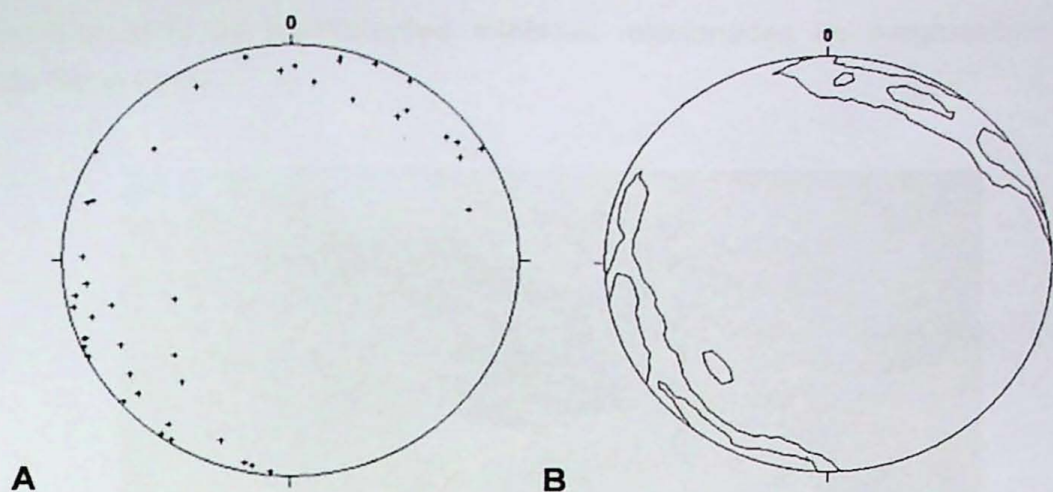


Figura 6: **A.** Pólos das orientações dos diques clásticos. **B.** Diagrama de densidade de contorno ($n=45$, contornos em 2.00, 4.00 e 6.00).

4.2 Magmatismo eocretáceo

Na área do AETP ocorrem intrusões de diabásio provavelmente relacionados ao magmatismo basáltico eocretáceo da Formação Serra Geral. Apresentam-se sob a forma de *sills* e diques.

Diques de origem vulcânica são bons indicadores tectônicos, pois se colocam ortogonalmente ao σ_3 , sendo portanto paralelos ao SHmáx. Na área foi encontrado um dique de direção N-S, subvertical e com pelo menos 8m de espessura, indicando, portanto essa direção de SHmáx, no local, durante sua intrusão. O *sill* observado em campo (Figura 7) aparece intrudido em meio a arenitos da Formação Pirambóia, com espessura variando entre 2 m a 2,5m. Seu contato é irregular, escalonado, devido a falhas de componente normal, provavelmente sin-magmáticas, com orientação variando de NNE-SSW a NW-SE, apresentando alto valor de mergulho e rejeito que chega a até 80 cm. Devido ao fato de haver direções de SHmáx variadas, e de posse de relações de campo, possivelmente as falhas estão relacionadas a uma distensão radial, indicando σ_1 vertical e σ_2 e σ_3 horizontais, de magnitude muito próximas. Essa distensão teria sido ativa durante o Eocretáceo, dado o caráter sin-magmático das estruturas.

Outro dique, possivelmente de natureza alcalina, muito alterado, com cerca de 0,5 m de espessura e atitude N51W/71SW, foi observado intrudido nos siltitos da Formação Teresina, provavelmente relacionado ao Maciço Alcalino de Ipanema, situado a leste do AETP. Embora a ocorrência seja única, se considerada a idade de aproximadamente 126 Ma para o Maciço Alcalino de Ipanema (Sonoki & Garda 1988), poder-se-ia admitir a vigência de Shmáx de direção NW-SE no Eocretáceo na região,

imediatamente após as manifestações toleíticas relacionadas ao magmatismo da Formação Serra Geral.

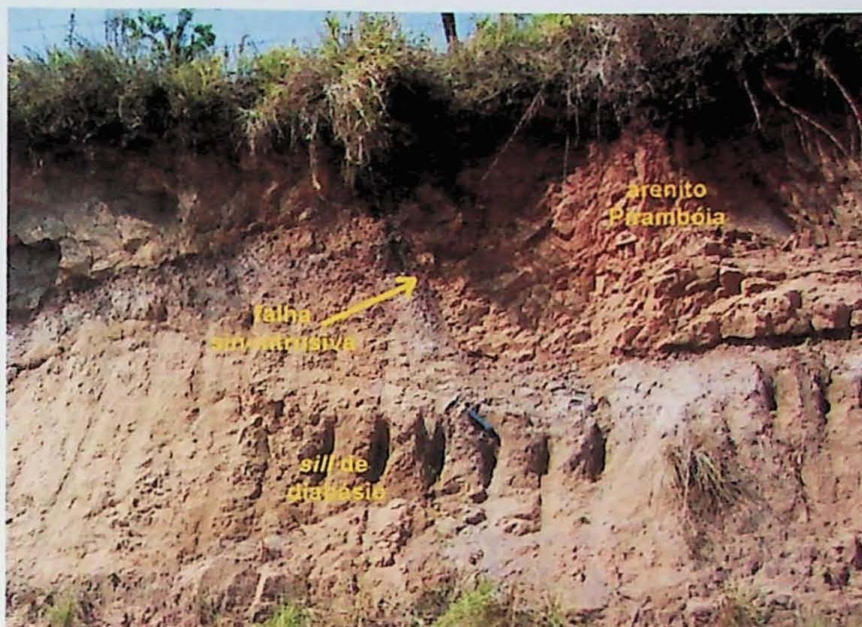


Figura 7: Sill de diabásio em contato com arenito da Formação Pirambóia.

4.3 Tectonismo pós-magmático e pós-sedimentar

Falhas de natureza pós-magmática e pós sedimentar ocorrem seccionando o sill acima mencionado e sua encaixante. Apresentam orientação geral N-S a NNE-SSW, com mergulhos altos sistemáticos para W ou WNW e estrias com leve obliquidade, indicando deslocamento normal dextral, evidenciado pelo deslocamento de camadas de arenito, com rejeito vertical milimétrico (Figura 8A). Esta disposição das estrias indica que o eixo de tensão principal máximo, σ_1 , encontrava-se orientado segundo a direção próxima à vertical, o eixo de tensão mínimo, σ_3 , na direção E-W a WNW-ESE, e o eixo de tensão intermediário, σ_2 , na direção N-S a NNE-SSW. Junto com as falhas foi observada uma junta plumosa com a mesma orientação. O eixo da pluma está orientado aproximadamente segundo a direção NNE-SSW, com mergulho baixo para SSW. Admite-se que a pluma e conseqüentemente a abertura da falha propagaram-se no sentido de S para N. De acordo com Hancock (1994) e Marshak & Mitra (1998), estruturas plumosas são ótimos indicadores tectônicos, pois o eixo da pluma orienta-se paralelamente ao eixo de tensão principal máximo, σ_1 . Esta disposição sugere a vigência de regime transcorrente na geração da junta plumosa. As direções para o eixo de tensão principal mínimo, σ_3 , segundo WNW-ESE, tanto no

caso das falhas como da junta plumosa, podem sugerir a vigência de regime transcorrente, que acomodaria todas essas deformações.

As falhas que afetam as formações Teresina e Pirambóia na região de transição entre as unidades encontram-se orientadas segundo a direção E-W a NE, com mergulhos altos, em torno de 80 graus, para S a SE ou N a NW (Figura 8B). Os rejeitos apresentam componente normal no corte, variando de 0,5 a 20 cm. Não foram identificadas estrias nessas estruturas. Se consideradas como falhas normais, ter-se-ia um eixo de tensão principal máximo, σ_1 , na vertical, o eixo de tensão principal mínimo, σ_3 , na direção N-S a NW-SE, e o eixo de tensão intermediário, σ_2 , na direção E-W a NE-SW.

As camadas de silexito aparecem por vezes dobradas e fraturadas, dando indicação de que o dobramento teria precedido a fratura (Figura 9). As dobras são aproximadamente cônicas, de amplitude subdecimétrica a métrica e de comprimento de onda decimétrico a métrico, com eixos escalonados à direita, orientados de forma persistente na direção NE-SW, o que indica direção de σ_1 na posição ortogonal aos eixos, ou seja na direção NW-SE. Em um único local (TP-33), fora dos limites da área de estudo, uma dessas dobras, em dolomito intercalado com folhelho da Formação Assistência, possui mergulho da superfície axial para NW, indicando vergência para SE. As juntas são subverticais, conjugadas híbridas, com direções principais aproximadas N30E e N75-80E, indicando um σ_1 na direção da bissetriz aguda entre as direções principais, ou seja, aproximadamente N55E. Essa direção de σ_1 é compatível com aquela considerada para as falhas que seccionam as rochas das formações Teresina e Pirambóia.

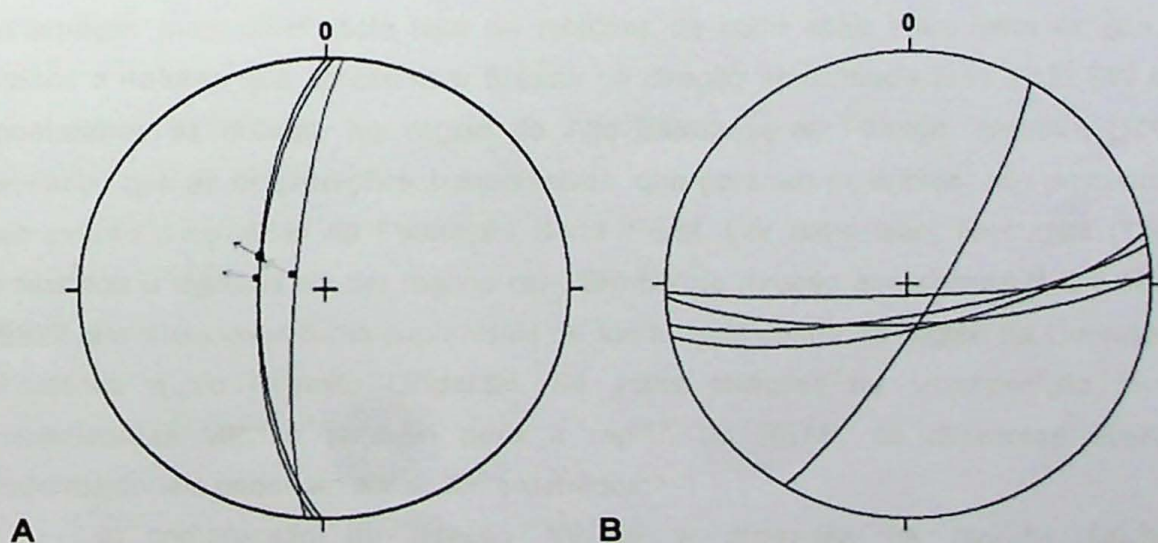


Figura 8: Falhas normais indicadas por círculos máximos. A –Seccionando o sill (n=3), B – Afetando as formações Teresina e Pirambóia (n=5).



Figura 9: Padrão de fraturamento observado em silexito. São juntas híbridas que indicam direção de SHmáx na bissetriz do ângulo agudo formado pelas famílias.

5 Evolução dos campos de esforços

Dentre os diferentes eventos deformacionais verificados na área do AETP, alguns podem ser ordenados cronologicamente, como o de injeção de diques clásticos, de idade neopermiana e penecontemporâneo à deposição da Formação Teresina, e o de colocação de corpos de rochas básicas e provavelmente alcalinas, de idade eocretácea. As falhas e fraturas pós-magmáticas e pós-sedimentares são de ordenação mais difícil, pela falta de relações de corte entre elas. Sabe-se que as falhas e fraturas que apresentam SHmáx de direção aproximada E-W a NE-SW são posteriores às dobras. Na região do Alto Estrutural de Pitanga, Siqueira (2007) verificou que as deformações compressivas, que geraram as dobras, são posteriores ao evento magmático da Formação Serra Geral. Por outro lado, Riccomini (1995) constatou a vigência de um regime com SHmáx de direção aproximada N-S a NNE-SSW que afeta coberturas superficiais de idade quaternária na região da Depressão Periférica e do Planalto Ocidental. Se estas relações de superposição forem consideradas válidas também para a região do AETP, os diferentes eventos deformacionais poderiam ser assim ordenados:

- a) compressão de direção NW-SE e distensão de direção NE-SW, neopermiana, relacionado à colocação de diques clásticos da Formação Teresina;

- b) distensão radial, com eixo de encurtamento vertical, de idade eocretácea, relacionada à colocação de corpos intrusivos associados ao magmatismo da Formação Serra Geral;
- c) distensão de direção NW-SE, associada à colocação de dique de provável rochas alcalina; se considerado contemporâneo ao Maciço Alcalino de Ipanema, a idade do evento seria também eocretácea, mas posterior ao magmatismo Serra Geral;
- d) compressão de direção NW-SE, geradora das dobras em silexitos e pelitos da Formação Teresina, provavelmente relacionada à transcorrência;
- e) compressão de direção N-S a NNE-SSW e distensão E-W a WNW-ESSE, compatível com as falhas e juntas plumosas encontradas em rochas básicas eocretáceas, e fraturas e falhas em rochas das formações Teresina e Pirambóia.

6 Origem do Alto Estrutural de Torre de Pedra

Para se postular uma origem para o AETP é necessário relacionar seu comportamento tridimensional com a análise geométrica e cinemática de falhas e dobras observadas em campo.

A posição do eixo maior do AETP, segundo a direção NE-SW, leva a admitir a existência de esforços compressivos com $SH_{máx}$ de direção NW-SE vigentes durante a geração da estrutura. Dentre os regimes de esforços reconhecidos na região, tem-se a deformação bem marcada em camadas de silexito da Formação Teresina, originados sob campo de esforço com $SH_{máx}$ de direção NW-SE, compatível portanto com a orientação do eixo do AETP. Uma vez que estas dobras em escala de afloramento são aproximadamente cônicas e apresentam-se escalonadas, pode-se admitir vínculo com um regime transcorrente, com $SH_{máx}$ na direção NW-SE e $SH_{mín}$ na direção NE-SW.

Admite-se, portanto, que o evento gerador do AETP seja pós-magmático e pré-deformações de idade presumivelmente quaternária.

Riccomini (1987) apresentou um modelo relacionando a distribuição de altos estruturais da porção leste da Bacia do Paraná, no Estado de São Paulo, com alinhamentos estruturais, que seriam expressões superficiais de zonas de cisalhamento transcorrentes no substrato da bacia. Este modelo (Figura 20), que não contemplou o AETP, admite uma direção de encurtamento regional segundo NW-SE. O AETP estaria posicionado nas proximidades (imediatamente a oeste) do Alinhamento Ibitinga Botucatu, de orientação geral NNW-SSE e componente direcional sinistral.

A geometria, como um anticlinal de eixo maior orientado segundo NE-SW, o presumível esforço gerador, e as posições geográfica e estrutural do AETP são compatíveis com o modelo regional proposto por Riccomini (1997).

A geração e migração de hidrocarbonetos no sistema petrolífero Irati/Pirambóia, na Bacia do Paraná, vem sendo relacionada ao calor induzido pelo magmatismo Serra Geral, do Eocretáceo (Corrêa & Perreira 2005, Sant'Anna *et al.* 2006). Considerando-se o evento magmático como o responsável pela geração de óleo a partir do Folhelho Irati, o AETP seria uma estrutura desfavorável à acumulação de hidrocarbonetos, uma vez que a migração da matéria orgânica teria ocorrido previamente à sua instalação.

7 Conclusões

A elaboração do mapa de contorno estrutural para o AETP permitiu caracterizá-lo como um anticlinal de duplo fechamento, com eixo maior de aproximadamente 5 km e direção NE-SW, e eixo menor com aproximadamente 2 km, de direção NW-SE.

As relações estruturais observadas em campo permitiram o reconhecimento de várias fases deformadoras a que a área estudada foi submetida, com regimes tectônicos variados: distensivo, compressivo e transcorrente.

Um regime de natureza provavelmente transcorrente, com SH_{máx} de direção NW-SE e SH_{mín} de direção NE-SW, destaca-se como o provável responsável pela geração do AETP. Este regime esteve ativo após o magmatismo eocretáceo, e as estruturas por ele geradas, incluindo dobras em escala mesoscópica e o próprio AETP, foram posteriormente deformadas por fraturas (falhas e juntas), em parte quaternárias.

O AETP pode ser considerado como uma estrutura desfavorável para a acumulação de hidrocarbonetos gerados a partir do sistema petrolífero Irati/Pirambóia, pois teria sido originado posteriormente à migração do óleo.

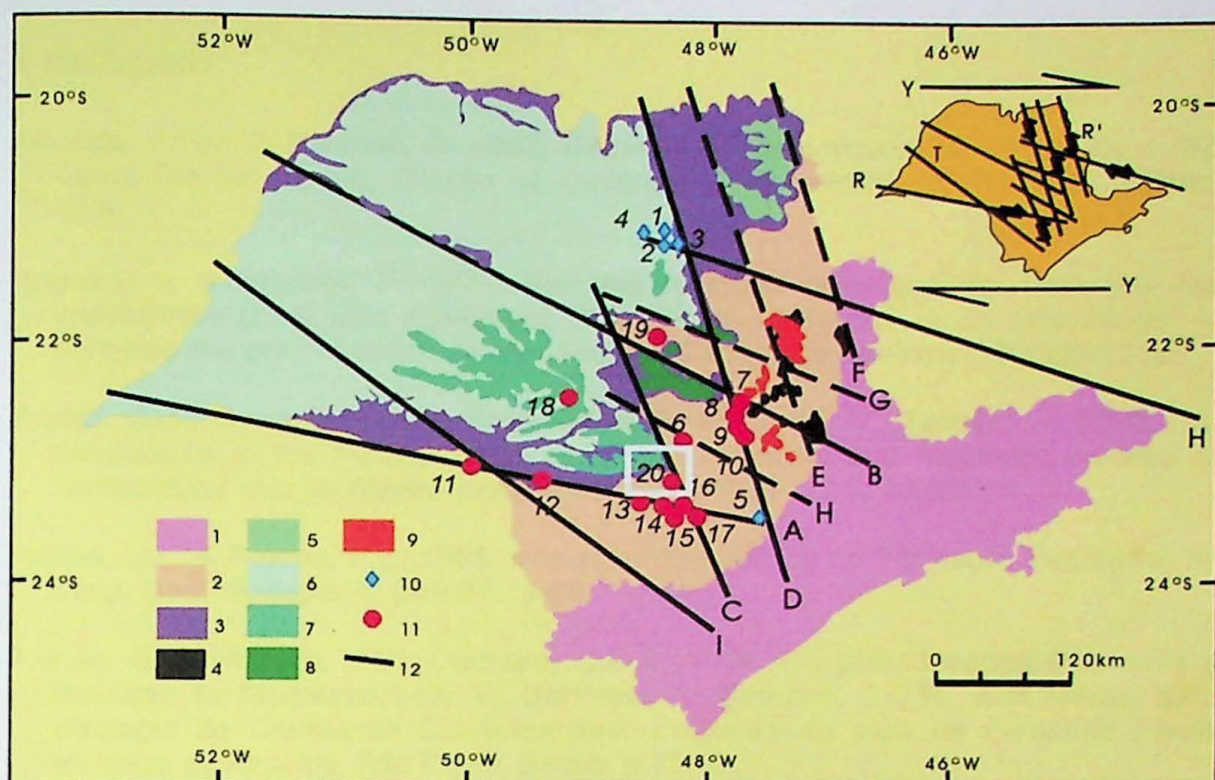


Figura 10: Posição do Alto Estrutural de Torre de Pedra em relação aos principais alinhamentos estruturais da área geográfica da Bacia do Paraná no Estado de São Paulo (modificado de Riccomini 1997). 1. substrato pré-cambriano, em parte recoberto por sedimentos cenozóicos; 2. terrenos paleozóicos e mesozóicos da Bacia do Paraná, subjacentes aos derrames superiores da Formação Serra Geral; 3. rochas vulcânicas da Formação Serra Geral; 4. *sills* de diabásio; 5. contato aproximado entre 2 e 3; 6. depósitos rudáceos da região de Franca-Pedregulho; 7. grupos Caiua e Bauru, não diferenciados; 8. Formação Marília, Grupo Bauru; 9. Formação Itaqueri; 10. Formação Rio Claro e depósitos correlatos; 11. alinhamentos estruturais (A – Rio Paranapanema; B – Tietê; C – Ibatinga-Botucatu; D – Rio Mogi Guaçu; E – Ribeirão Preto-Campinas; F – Rifaina-São João da Boa Vista; G – São Carlos-Leme; H – Barra Bonita-Itu; I – Guapiara; J – Cabo Frio); 12. manifestações alcalinas (1 – Taiúva; 2 – Aparecida do Monte Alto; 3 – Jaboticabal; 4 – Piranji; 5 – Ipanema/Araçoiaba da Serra); 13. altos estruturais (6 – Domo de Anhembi-Piapara; 7 – Estrutura de Pitanga; 8 – Domo de Ártemis; 9 – Horst de Pau d’Alho; 10 – Domo de Jibóia; 11 – Domo de Jacarezinho; 12 – Domo da Neblina; 13 – Domo de Jacu; 14 – Estrutura Dômica de Carlota Prenz; 15 – Domo de Rio Grande; 16 – Domo de Jacutinga; 17 – Domo de Guarda; 18 – Astroblema de Piratininga; 19 – Domo de Jacaré-Guaçu; 20 – Alto Estrutural de Torre de Pedra). Mapa menor: relações dos alinhamentos com fraturas sintéticas (R), antitéticas (R’), de tração (T), em relação a um binário transcorrente dextral de direção E-W (Y).

8 Bibliografia

- Almeida, F.F.M. & Barbosa, O. 1953. *Geologia das quadrículas de Piracicaba e Rio Claro*. Rio de Janeiro, Divisão de Geologia e Mineralogia/ DNPM, 96p. (boletim 143).
- Angelier, J. & Mechler, P. 1977. Sur une méthode graphique de recherche des contraintes principales également utilisable en tectonique et en seismologie: la méthode des dièdres droits. *Bulletin. Société. Géologique de France*, 7:1309-1318.
- Araújo, C.C., Yamamoto, J.K., Rostirolla, S.P., Madrucci, V., Tankard, A. 2005. Tar sandstones in the Paraná Basin of Brazil: structural and magmatic controls of hydrocarbon charge. *Marine and Petroleum Geology*, 22:671-685.
- Assine, M.L. & Soares, P.C. 1995. Interação flúvio-eólica na Formação Pirambóia. In: Simp. Geol. Sudeste, 4, *Boletim.*, p.65.
- Assine, M.L., Piranha, J.M., Carneiro, C.D.R. 2004. Os paleodesertos Pirambóia e Botucatu. In: Mantesso-Neto, V., Bartorelli, A., Carneiro, C.D.R., Brito Neves, B.B., *Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da obra de Fernando Flavio Marques de Almeida*. São Paulo, Becca, p.79-92.
- Barbosa, O. & Gomes, F.A. 1958. *Pesquisa de petróleo na Bacia do Rio Corumbataí*. Rio de Janeiro, Divisão Geologia e Mineralogia/ DNPM, 40p. (boletim 171).
- Campanha, G.A.C., Carneiro, C.D.R., Pereira Jr., G.G., Furumoto, S., Hasui, Y., Nagata, N. 1986. Uso do programa TRADE para determinação de direções principais de esforços pelos métodos Arthaud e Angelier. In: Carneiro, C.D.R. coord. *Projeção estereográfica para análise de estruturas*. São Paulo, UNICAMP/CPRM/IPT, p115-120.
- Chang, M.R.C. 1997. *A Formação Pirambóia no Centro-Leste do Estado de São Paulo*. Rio Claro, 196p. Tese de livre-docência, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
- Corrêa, L. M. S. A & Pereira. 2005. Estudo da distribuição das intrusões mesozóicas e sua relação com os sistemas petrolíferos da Bacia do Paraná. In: Simpósio de. Vulcanismo e Ambientes Associados, 3, Cabo Frio, *Resumos*, p.22.
- CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. 2006. Geologia e recursos minerais do Estado de São Paulo. In: *Programa Geologia do Brasil*, Rio de Janeiro. (Escala 1:750.000). CD-ROM.
- DAEE/UNESP – Departamento de Águas e Energia Elétrica / Universidade Estadual Paulista. 1984. *Mapa geológico do Estado de São Paulo, Folha SF-22-Z-D/SF-22-Z-C (Itapetininga/Cornélio Procópio), escala 1:250.000*.
- Fanton, J., Rohn, R., Ricardi-Branco, F., Rösler, O. 2006. Afloramento de Canoinhas, SC - Única localidade de ocorrência da conífera permiana *Krauselcladus* da Bacia do Paraná. In: Winge, M.; Schobbenhaus, C.; Berbert-Born, M.; Queiroz, E.T.; Campos, D.A.; Souza, C.R.G.; Fernandes, A.C.S. (Edit.) *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Publicado na Internet em 26/11/2006 no endereço <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio126/sitio126.pdf>

- Hancock, P.L. 1994. *Continental Deformation*. Oxford, Pergamon Press, 421p.
- Landim, P.M.B. 1970. *O Grupo Passa Dois (P) na Bacia do Rio Corumbataí (SP)*. Rio de Janeiro, Divisão de Geologia e Mineralogia/DNPM, 103p. (boletim 252).
- Marshak, S. & Mitra, G. 1988. *Basic Methods of Structural Geology*. New Jersey, Prentice-Hall Inc,
- Matos, S.L.F. 1995. *O contato entre o grupo Passa Dois e a Formação Pirambóia na borda leste da bacia do Paraná no Estado de São Paulo*. São Paulo, 110p. Dissertação de mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- Mezzalana, S. 1971. Contribuição ao conhecimento da geologia de subsuperfície e da paleontologia da Formação Irati. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 43 (suplemento):273-336.
- Milani, E.J. 2004. Comentários sobre a origem e a evolução tectônica da Bacia do Paraná. In: Mantesso-Neto, V., Bartorelli, A., Carneiro, C.D.R., Brito Neves, B.B., *Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da obra de Fernando Flavio Marques de Almeida*. São Paulo, Becca, p.265-279.
- Oppenheim, V. & Malampy, M.C. 1936. *Notas sobre a tectônica da área de São Pedro-Xarqueada*. Rio de Janeiro, Serviço de Fomento da Produção Mineral 12p. (Avulso 7).
- Riccomini, C. 1995. *Tectonismo gerador e deformador dos depósitos sedimentares pos-gondvânicos da porção centro-oriental do estado de São Paulo e áreas vizinhas*. Tese de livre-docência, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 100p.
- Riccomini, C. 1997. Arcabouço estrutural e aspectos do tectonismo gerador e deformador da Bacia Bauru no Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Geociências*, 27:153-162.
- Riccomini, C., Sant'Anna, L. G., Coimbra, A. M. 1997. Sílica microcristalina (trípoli) em rochas sedimentares permianas do flanco leste da Bacia do Paraná, Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 27: 395-402.
- Sant' Anna L. G.; Clauer, N.; Cordani, C.; Riccomini, C.; Velázquez, V. F.; Liewing, N. 2006. Origin and migration timing of hydrothermal fluids in sedimentary rocks of the Paraná Basin, South America. *Chemical Geology*, 230: 1-21.
- Scherer, C.M.S.1998. *Análise estratigráfica e litofaciológica da Formação Botucatu (Eocretáceo da Bacia do Paraná) no Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, 224p. Tese de doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- SICCT – Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo. 1981. *Mapa geológico do Estado de São Paulo, escala 1:500.000*. 2 folhas.
- Siqueira, L. F. Da Silva de 2007. *Análise Geométrica e Tectonismo Gerador do Alto Estrutural de Pitanga, SP*. 29 p. Trabalho de Formatura – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

- Soares, P.C. 1974. Elementos estruturais da parte nordeste da Bacia do Paraná: classificação e gênese. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 28. *Anais*, p.107-121.
- Sonoki, I.K., Garda, G.M. 1988. Idades k-'AR' de rochas alcalinas do Brasil meridional e Paraguai oriental: compilação e adaptação às novas constantes de decaimento. *Boletim Geologia-USP: Série Científica*, 19: 63-85.
- Souza, M.O.L. 2002. *Evolução tectônica dos altos estruturais de Pitanga, Artemis, Pau D'Alho e Jibóia - centro do Estado de São Paulo*. Rio Claro, 216 p. Tese de doutorado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista.
- Souza Filho, E.E. 1983. Tectônica da região Rio Claro-Piracicaba, Domo de Pitanga. In: SBG, Simp. Reg. Geol, 4. *Atas*, p.191-196.
- Still, J.T. & Fraga, W. 1951. Mapa de contornos estruturais no sílex "M" da Formação estrada Nova, Área da Fazenda Carlota Prenz, Angatuba – SP. In: *Conselho Nacional do Petróleo, 1952, Relatório de 1951*. Rio de Janeiro, 269p.
- Still, J.T., Sayão Lobato, F., Fraga, W. 1950. Mapa geológico da área norte de Guareí, Estado de São Paulo. In: *Conselho Nacional do Petróleo, 1951, Relatório de 1950*. Rio de Janeiro, 245p.
- Washburne, C.W. 1930. *Petroleum geology of the State of São Paulo, Brazil*. São Paulo, Comissão Geográfica e Geológica do Estado de São Paulo, 282p. (boletim 22).
- Yamamoto, J.K., Montanheiro, T.J., Hachiro, J. 2004. Trípoli no Subgrupo Irati: a ocorrência de Ipeúna, Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Geociências*, 34: 35-40.
- Zalán P.V., Wolf, S., Astolfi, M.A., Vieira, I.S., Conceição, J.C.J., Appi, V.T., Neto, E.V.S., Cerqueira, J.R., Marques, A. 1990. The Paraná Basin, Brazil. In: Leighton, M.W., Kolata, D.R., Oltz, D.F., Eidel, J.J., *Interior Cratonic Basins*. Tulsa, American Association of Petroleum Geologists, Memoir 51, p. 681-708.

ANEXO 1 - Trabalhos de Laboratório

Caracterização do silexito e trípoli

Os trabalhos de laboratório estiveram voltados à caracterização das camadas de silexito encontradas próximas ao topo da Formação Teresina. Duas amostras foram selecionadas para as análises, uma de camada de silexito leve e poroso (TP21a) e outra de dique clástico silicificado (TP21b). Foram realizadas análises por difração de raios X e microscopia eletrônica de varredura, uma vez que estas rochas mostraram-se com granulação demasiadamente fina para o exame ao microscópio petrográfico.

TP21a (trípoli)

Na análise por difração de raios X a amostra leve e porosa revelou composição essencialmente silicosa (Figura 11). Em análise ao microscópio eletrônico de varredura, a amostra revelou ser constituída de agregados de cristais de quartzo microcristalino (em média de 0,5 a 1,2 μm) com grande quantidade de espaços vazios (Figura 12). Microanálises por energia dispersiva (EDS) mostraram composição química predominante de Si, ocorrendo também Al, K e O, sugestiva da presença de argilominerais. Tendo em vista a composição essencialmente quartzosa e a presença de poros esta rocha pode ser classificada como trípoli, semelhante a ocorrências anteriormente descritas em outras unidades da Bacia do Paraná (Riccomini *et al.* 1997, Yamamoto *et al.* 2004).

TP21B (dique clástico)

Na análise por difração de raios X, a amostra de dique clástico silicificado também revelou composição silicosa (Figura 13). Em análise ao microscópio eletrônico de varredura observou-se empacotamento mais denso, com cristais euédricos e bipiramidados de sílica, alinhados provavelmente ao longo do eixo cristalográfico c, com tamanhos variando de 0,2 a 0,6 μm (Figura 14). Análises por EDS mostraram composição química de Si e O.

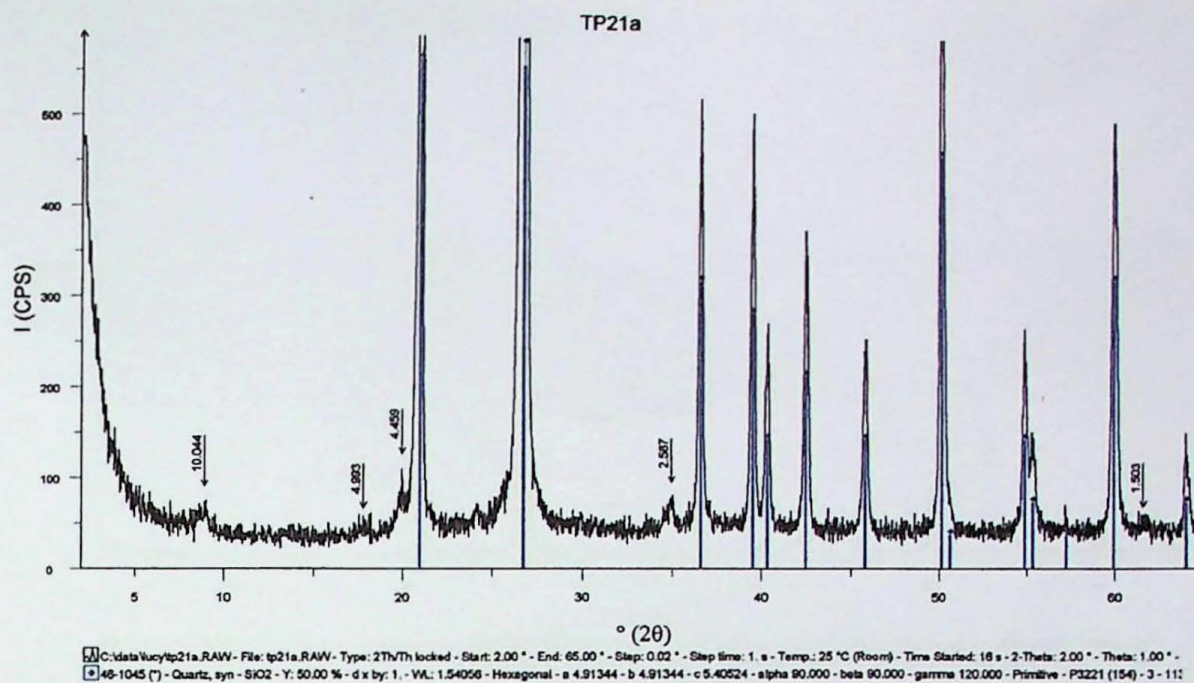


Figura 11: Difratoograma de raios X obtido para a amostra de trípoli (TP21a). Os picos de cor azul são relativos ao quartzo – SiO₂.

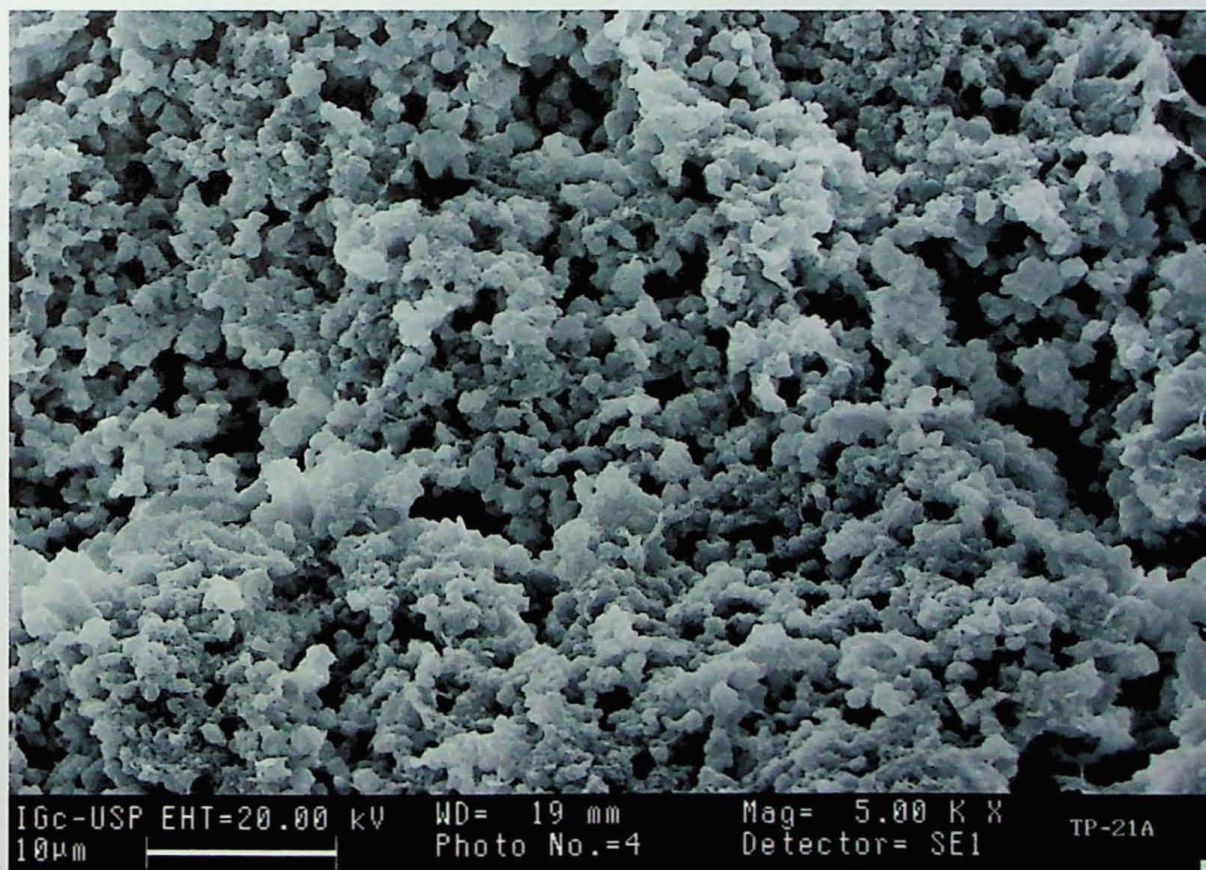


Figura 12: Imagem obtida ao microscópio eletrônico de varredura da amostra de trípoli (TP21a), mostrando a elevada porosidade.

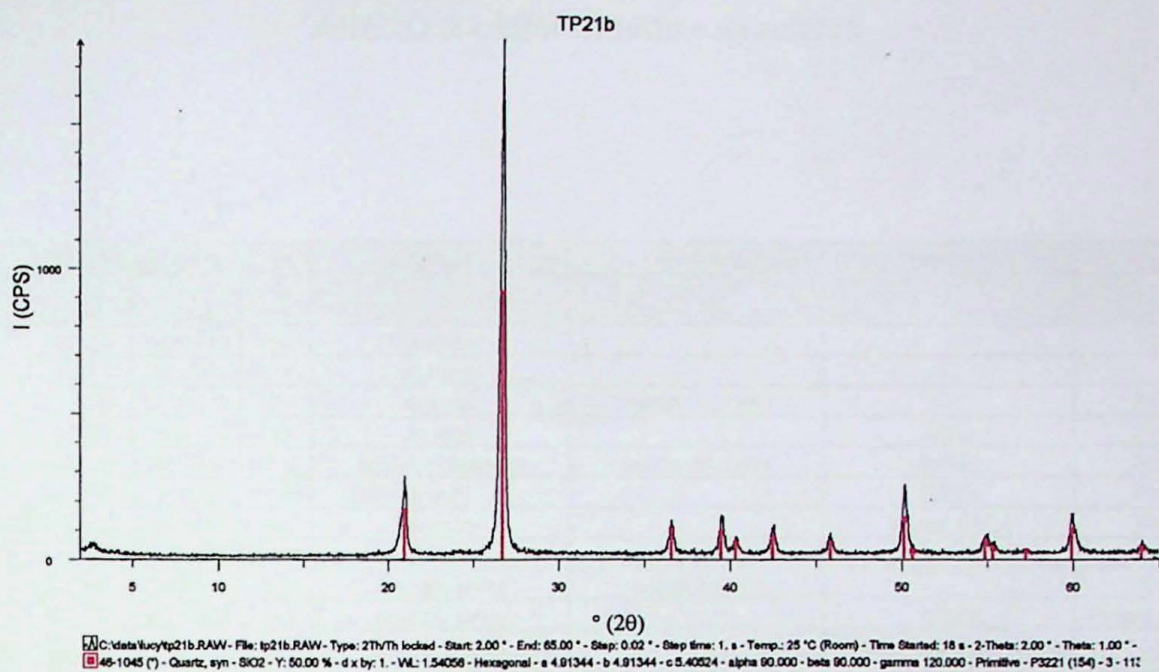


Figura 13: Difratoograma de raios X obtido para a amostra de dique clástico (TP21b). Os picos de cor vermelha são relativos ao quartzo – SiO_2 .

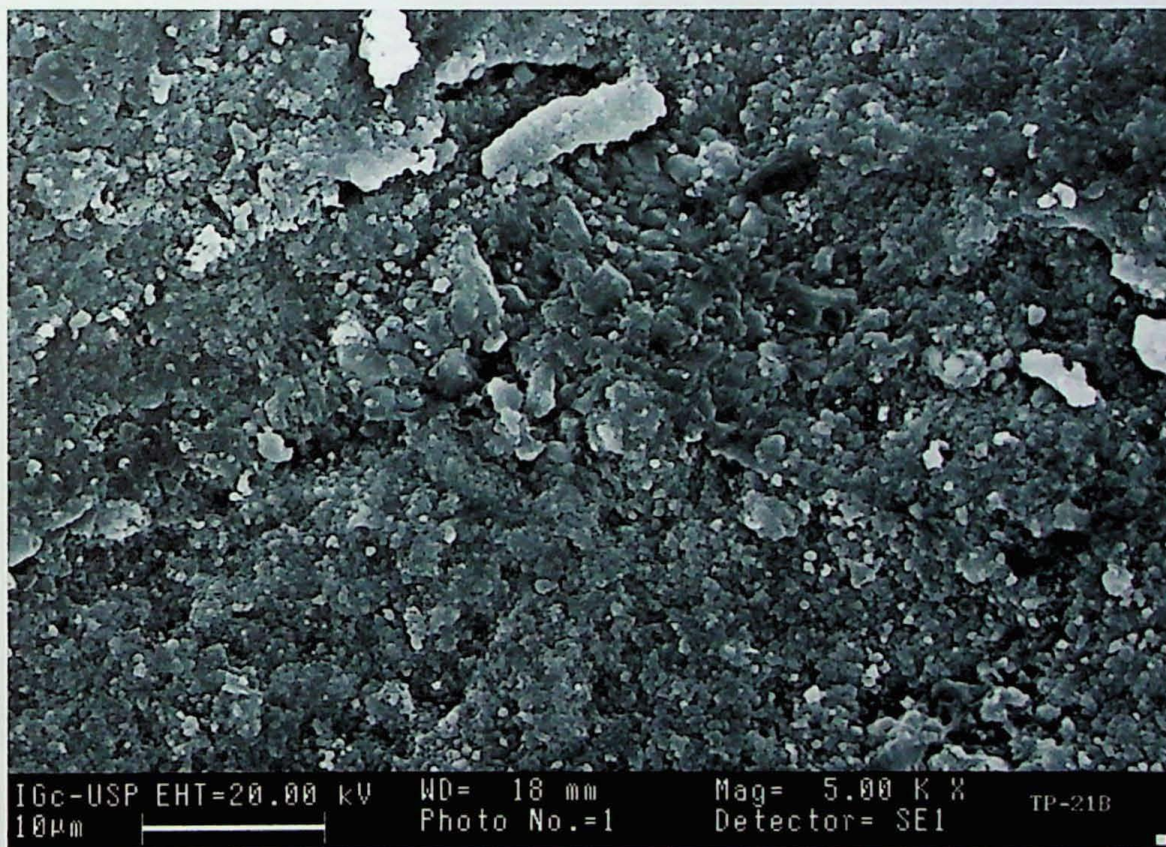


Figura 14: Imagem obtida ao microscópio eletrônico de varredura da amostra de dique silicificado (TP21b). Notar o empacotamento denso dos grãos de quartzo.

ANEXO 2 - Afloramentos descritos

Ponto	Coordenada UTM				Litologia	Estrutura Sedimentar	Estrutura Tectônica	Unidade
	Zona	X (m)	Y (m)	Z (m)				
TP 01	22 K	789033	7420943	730	arenito			Pirambóia
TP 02	22 K	787011	7423719	675	diabásio			
TP 03	22 K	786939	7423639	667	arenito	estrat. cruzada		Pirambóia
TP 04	22 K	786404	7424179	584	arenito		falha	Pirambóia
TP 05	22 K	786556	7424980	630	arenito, diabásio	estrat. cruzada	falhas	Pirambóia
TP 06	22 K	786428	7424859	605	arenito		falhas	Pirambóia
TP 07	22 K	786723	7425255	643	arenito		falhas, dique	Pirambóia
TP 08	22 K	787044	7425784	596	arenito	estrat. cruzada		Pirambóia
TP 09	22 K	787241	7425998	581	arenito, siltito	estrat. planar		Teresina
TP 10	22 K	787078	7425848	589	arenito, siltito		falhas	Pirambóia/Teresina
TP 11	22 K	787676	7426491	587	arenito, siltito		diques clásticos, dique	Teresina
TP 12	22 K	788179	7426838	600	diabásio, arenito, siltito	estrat. planar	dique	Pirambóia/Teresina
TP 13	22 K	788629	7427069	589	siltito	estrat. planar	diques clásticos	Teresina
TP 14	22 K	788809	7427109	605	siltito	estrat. planar		Teresina
TP 15	22 K	789995	7429172	604	siltito	estrat. planar		Teresina
TP 16	22 K	790282	7429001	617	arenito	estrat. cruzada		Pirambóia
TP 17	22 K	789837	7429328	589	siltito	estrat. planar		Teresina
TP 18	22 K	790359	7428148	627	arenito/siltito			Pirambóia/Teresina
TP 19	22 K	789980	7420945	675	siltito	estrat. planar		Teresina
TP 20	22 K	789944	7421189	680	arenito/siltito	estrat. planar		Pirambóia/Teresina
TP 21	22 K	789892	7421610	675	siltito	estrat. planar	diques clásticos	Teresina
TP 22	22 K	790990	7422957	707	arenito	estrat. cruzada		Pirambóia
TP 23	22 K	790927	7422883	695	arenito, siltito	estrat. planar		Pirambóia/Teresina
TP24	22K	7893342	7428424	543	siltito	estrat. planar		Teresina
TP25	22K	788195	7425517	595	siltito	estrat. planar		Serra Alta
TP26	22K	787787	7424708	642	siltito	estrat. planar		Teresina
TP27	22K	787519	7425322	587	silexito	estrat. planar		Teresina
TP28	22K	788609	7425602	620	silexito	estrat. planar	dobras/fraturas	Teresina
TP29	22K	789465	7424975	587	arenito/siltito	estrat. planar		Pirambóia/Teresina
TP30	22K	790525	7423062	685	silexito	estrat. planar	dobras/fraturas	Teresina
TP31	22K	790396	7423232	715	arenito			Pirambóia
TP32	22K	790356	7423331	705	arenito/siltito			Pirambóia/Teresina
TP33	22K	794825	7429572	546	siltito	estrat. Planar	dobras	Assistência

ANEXO 3 - Dados utilizados no contorno estrutural

DADOS USADOS NO CONTORNO ESTRUTURAL				
Aflor.	Coordenadas UTM			
	Zona	Longitude	Latitude	Cota (m)
TP09	22k	787241	7425998	581
TP14	22k	788809	7427109	605
TP17	22k	789837	7429328	587
TP19	22k	789980	7420945	675
TP21	22k	789892	7421610	675
TP24	22k	789334	7428424	573
TP28	22k	788609	7425602	620
TP30	22k	790525	7423062	685
TP32	22k	790356	7423331	705
CO1	22k	789520	7428795	560
CO2	22k	791498	7426640	663
CO3	22k	788795	7429775	550
CO4	22k	788110	7428900	557
CO5	22k	787115	7427980	545
CO6	22k	786655	7427205	555
CO7	22k	790250	7425105	670
CO8	22k	788655	7422505	703
CO9	22k	787550	7420792	677
CO10	22k	791640	7424840	695

CO: pontos complementares extraídos de Still *et al.* (1950).

DOAÇÃO

IGC-USP

Data: *20 / 02 / 09*

