

ASPECTOS ESTRUTURAIS DA REGIÃO DE SÃO FRANCISCO DE ASSIS, RS *

Carlos Leite Maciel Filho e Pedro Luiz Pretz Sartori
Departamento de Geociências. Centro de Ciências Naturais e Exatas,
UFSM. Santa Maria, RS.

RESUMO

Este trabalho focaliza os aspectos estruturais da região de São Francisco de Assis, no Estado do Rio Grande do Sul. A presença do "Domo de Itu" (6) não foi confirmada, tendo sido determinada uma anticlinal principal, associada a uma sinclinal e outra anticlinal paralelas, com inclinações muito suaves, mergulhantes para noroeste.

As feições estruturais formaram-se não só pelo mergulho das camadas, mas também por blocos de falhas. Soleiras e diques de diabásio intrudiram-se junto às principais linhas de fraqueza.

A idade das estruturas é do Cretáceo e elas estão relacionadas com o arqueamento do Escudo Sul-rio-grandense.

SUMMARY

MACIEL FILHO, C.L. and SARTORI, P.L.P., 1979. Structural features of the São Francisco de Assis region, RS, Brazil. *Ciência e Natura* (1): 53-65.

This work focuses on the structural features of the São Francisco de Assis region, in the western part of Rio Grande do Sul State, Brazil. An outstanding anticline was determined, having in the southwest a parallel syncline and an other anticline, both of them with low inclination and plunging to the northwest.

The structural undulations are formed not only by inclination beds, but by fault blocks. Diabase sills and dikes were formed near the principal lines of weakness.

The structures are of the Cretaceous age and are associated with the Sul-rio-grandense Arch, formed during the Wealdenian reactivation.

INTRODUÇÃO

Dentre os aspectos geológicos apresentados pelos municípios de São Francisco de Assis e Santiago, no Rio Grande do Sul, alguns chamam a atenção como é o caso do limite ocidental das ocorrências

* Trabalho apresentado no 29º Congresso Brasileiro de Geologia, em Belo Horizonte, MG.

de vitrófiros e granófiros da Formação Serra Geral (23) que coincide com esta região, e o contorno do Planalto Meridional que aí toma direção geral norte-noroeste.

Do ponto de vista estrutural, o primeiro estudo realizado nesta área deve-se a CARRARO, EICK & GAMERMANN (6) que mapearam uma estrutura dômica, na porção norte de São Francisco de Assis e vizinhanças, denominando-a "Domo de Itu". Nesta interpretação, os autores salientam a drenagem que teria um padrão anelar radial, devido à provável existência de um lacólito, relacionado com o magmatismo Mezozóico da Bacia do Paranã. O trabalho, contudo, não apresenta dados relativos a medidas de campo que pudessem confirmar o tipo de estrutura citada.

Com o objetivo de se verificar os aspectos estruturais presentes na região, provavelmente conectados com os fatos expostos, foi desenvolvido este trabalho que constou da descrição de feições geomorfológicas, medida de altitudes de horizontes guias e localização de falhas, com o auxílio de fotografias aéreas e dados de campo.

GEOLOGIA DA ÁREA

O mapa que ilustra a geologia da área (Figura 1) foi compilado a partir de MACIEL FILHO; MENEGOTTO & SARTORI (13), CARRARO, EICK & GAMERMANN (6) e SCHOBBEENHAUS FILHO (26), e apresentado na escala 1:500.000.

Estratigraficamente, três são as principais unidades que foram descritas e aparecem no referido mapa:

A sudeste de São Francisco de Assis aparecem arenitos e lutitos de origem fluvial que foram incluídos no Sub-Grupo Rio do Rasto, descrito por WHITE (28), a exemplo do que foi feito pela equipe do Departamento Nacional da Produção Mineral na carta ao milionésimo, Folha de Porto Alegre (25). Esta faixa sedimentar, no Estado do Rio Grande do Sul, é objeto de muitas discussões estratigráficas como se deduz dos trabalhos de MORAES REGO (20), GORDON JUNIOR (11), BEURLEN, SENA SOBRINHO & MARTINS (4), DELANEY & GOÑI (9), GAMERMANN (10), BORTOLUZZI (3), CONSTANZO JUNIOR, VIRGILI & MACIEL FILHO (8).

Sobrepostos a essas litologias e sem evidência de discordância regional encontram-se os arenitos componentes da Formação Botucatu, descrita por GONZAGA DE CAMPOS (5). Esta unidade é bastante espessa na área e apresenta larga distribuição, sendo responsável pelos campos arenosos ora descobertos de vegetação e semelhantes a pequenos "desertos".

Acima dessas camadas sedimentares, encontra-se a Formação Serra Geral, descrita primeiramente por WHITE (28) e constituída por

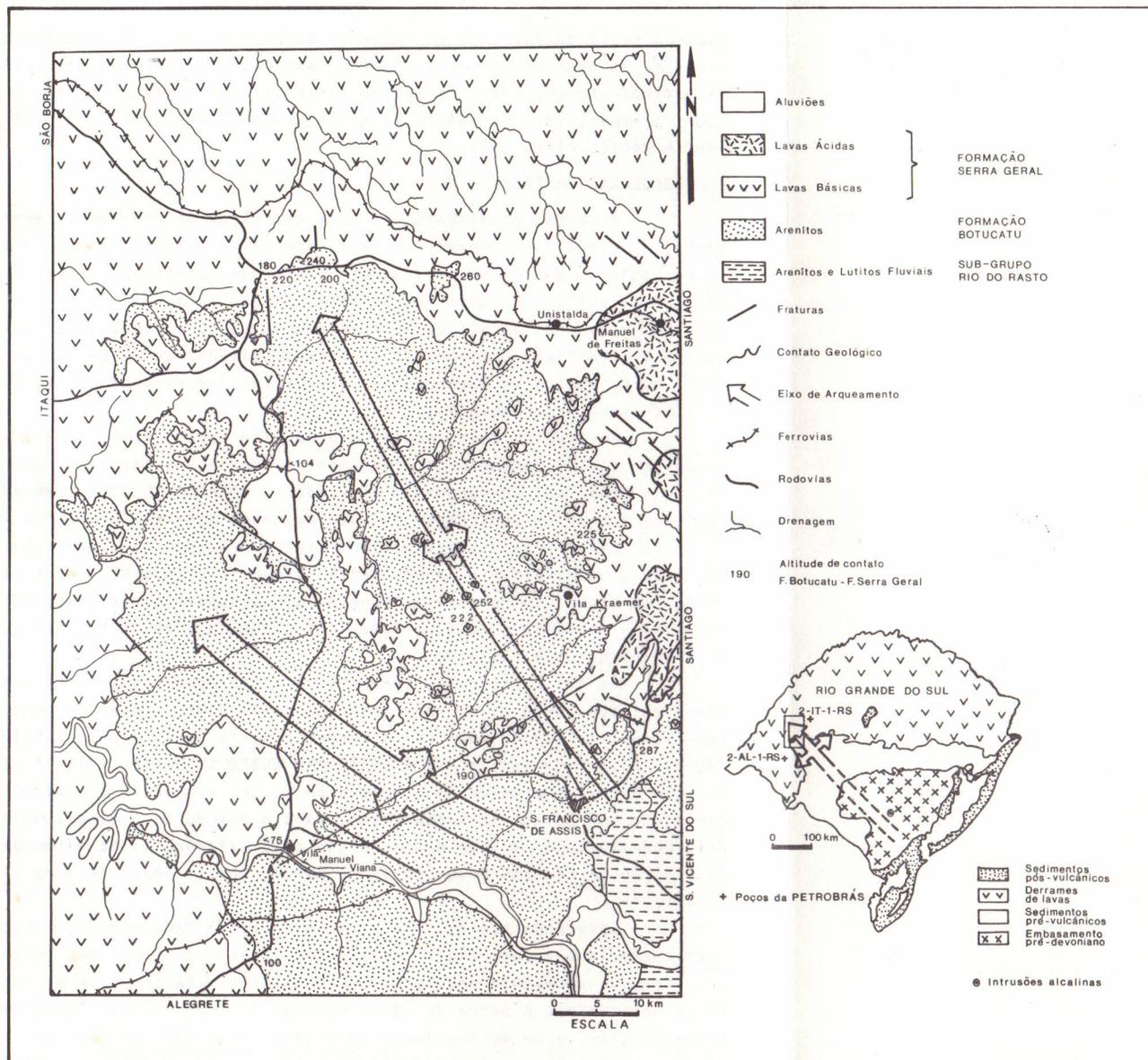


FIGURA 1. MAPA GEOLÓGICO DA REGIÃO DE SÃO FRANCISCO DE ASSIS, COMPILADO DE (6), (13) e (26), ONDE ESTÃO ASSINALADAS AS DUAS ANTICLINAIS Mergulhantes. NO MAPA ÍNDICE, AO LADO, ESTÁ TRAÇADO O EIXO DE ARQUEAMENTO DO ESCUDO SUL-RIO-GRANDENSE.

uma sequência de derrames de natureza basáltica com intercalação de arenitos intertrapeanos, coberta por lavas ácidas representadas por vitrôfiros e granôfiros, na porção leste da área mapeada, conforme estudos desenvolvidos por SARTORI, MACIEL FILHO & MENEGOTTO (24) e SARTORI & MACIEL FILHO (23).

GEOMORFOLOGIA DA ÁREA

A feição geomorfológica mais conspícua da região é, certamente, o relevo tabuliforme caracterizado por elevações com topo plano na cota de 200 m aproximadamente e encostas abruptas, muitas vezes quase verticais, com a concavidade voltada para cima. Esta feição de relevo foi esculpida na Formação Botucatu que, devido a sua natureza arenítica, é favorável ao desenvolvimento de relevo acidentado, muito embora as escarpas não seriam tão íngremes se não fosse a silicificação das mesmas.

A respeito desta modalidade de cimentação, WERNICK (27) concluiu ser ela um fenômeno geologicamente recente, devido a variações no nível freático. Corroborando esta idéia, PARAGUASSU (16) demonstrou que a simples percolação da água da chuva através do arenito e posterior evaporação é capaz de propiciar o processo de cimentação. Com isso, possivelmente, as encostas tenham se originado e após sofrido uma deposição de sílica, próxima a sua superfície, tornando-se muito mais resistentes que os materiais sotopostos ou sobrepostos, ficando abruptas e salientes.

Ao galgar-se estas escarpas silicificadas constata-se sempre a existência de um terreno arenoso, quase plano, capeado frequentemente por rochas vulcânicas da Formação Serra Geral nas suas elevações. Este fato indica que a distância entre as partes silicificadas e o topo, já erodido da Formação Botucatu, era pequena e aproximadamente constante. Em vista disso, para o estudo da geologia regional, pode-se tomar o topo das escarpas como referência, na delimitação da posição do contato Botucatu-Serra Geral, sem incorrer em erro significativo.

Lembrando que de modo geral o relevo é tabuliforme, deve-se acrescentar que a superfície imaginária, ligando os topos de todas as escarpas, apresenta ondulações muito suaves, afastando-se portanto da horizontal. A Serra do Iguariaçã que fica ao sul da estrada São Borja-Santiago e na porção leste do mapa é bordejada por uma série de cerros que mostram leve inclinação dos seus topos para nordeste. A própria Serra constituiria, em parte, uma *cuesta*. Aliás, o mapa geomorfológico elaborado pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária considera *cuestas*, muitas dessas escarpas. Na Foto 1

são vistos dois cerros, com inclinações divergentes em seus topos, dando a idéia de uma antiforma.



Foto 1. Cerros mantidos pelo arenito silicificado, situados a oeste da Vila Kraemer, mostrando a disposição do topo da Formação Botucatu em antiforma.

A encosta do Planalto, na parte leste do mapa, possui um relevo mais acidentado, fugindo ao padrão das chapadas, com grandes alinhamentos devidos a falhamentos. Esta área recai sobre o domínio dos basaltos.

As maiores altitudes estão na faixa dos 400m, situadas também na porção leste do mapa e, compõem a superfície do planalto, modulada por coxilhas de pequena altura. Nesta superfície afloram as rochas vulcânicas ácidas.

No extremo oposto, encontram-se as coxilhas da planície pampeana, na altitude aproximada dos 100 m, sobre basaltos e arenitos.

POSIÇÃO DOS HORIZONTES GUIAS

Durante o reconhecimento de campo buscou-se elementos para se traçar as estruturas de dimensões regionais. Com exceção de um caso, as medidas locais de direção e mergulho das camadas não têm valor para a interpretação das estruturas, pois assim como a estratificação cruzada dos arenitos da Formação Botucatu não serve para objetivos ligados à geologia estrutural, especialmente onde as inclinações são suaves, também as locais do contato Botucatu-Serra Geral não têm significação tectônica e podem representar acidentes da paleotopografia pré-derrame.

Aceita-se, entretanto, que o contato entre derrames, mesmo quando existe uma delgada camada de arenito entre eles, revele atitudes de significado para o estudo em questão. Este fato está ligado à crença de que as lavas de um vulcanismo fissural tenham assumido uma superfície horizontal ou quase horizontal, logo após a extrusão. Raramente, no entanto, houve a oportunidade de se executar tais

medidas, pois muitas vezes a exposição era precária ou mostrava irregularidades próprias da superfície da lava. A maior parte dos arenitos intertrapeanos verificados apresentavam-se aparentemente horizontais.

A cerca de 6 Km a nordeste da Vila Kraemer, verificou-se a existência de um arenito intertrapeano separando um derrame de basalto e outro de vitrófiro, na altitude de 320 m, com direção N 50°W e mergulho de 8° para NE. Esta foi a única determinação de atitude com algum interesse.

As restantes medidas limitaram-se às altitudes dos horizontes guias, em diversos locais. Para tanto, contou-se com o auxílio de altímetro tipo *Paulin* e de cartas topográficas, na escala 1:50.000, elaboradas pela D.S.G. do Ministério da Guerra.

Prosseguindo, a nordeste da Vila Kraemer encontra-se, 3 Km ao norte do afloramento descrito, outro arenito intertrapeano a 271 m de altitude; 3 Km mais além, na mesma direção, acha-se o contato Botucatu-Serra Geral na cota de 225m.

O mesmo contato Botucatu-Serra Geral teve suas maiores altitudes medidas segundo um alinhamento noroeste. Fora da área abrangida pelo mapa e a sudeste de São Francisco de Assis, o morro teste-munho de Loreto, com seu ponto culminante a 366 m de altitude, apresenta uma escarpa de arenito silicificado próxima ao topo. Na área mapeada a maior altitude para o topo da Formação Botucatu, a 287 m, foi detectada na estrada São Francisco de Assis - Santiago, a 13 Km daquela cidade. Próximo à Vila Kraemer esse contato está encoberto, encontrando-se, no entanto, mostras de basalto a 288 m que certamente não estão longe daquele horizonte guia, o qual deve estar em torno dos 280 m de altitude. A oeste desta Vila a estrada segue com pouca variação de altitude encontrando-se ocorrências de solos derivados de basalto e de arenito, devendo portanto a superfície de referência manter aquela altitude. A 10 Km da Vila Kraemer constatou-se Arenito Botucatu na cota de 252 m. As ocorrências mais setentrionais deste arenito, na área mapeada, chegam até 240 m de altitude.

Pouco fora do alinhamento mencionado ocorre uma mancha de arenito a W-NW de Unistalda que parece, devido a espessura, corresponder à Formação Botucatu. O contato com o basalto que lhe está acima atinge a cota de 260 m. e por isso há dúvidas sobre a posição estratigráfica deste arenito.

Por outro lado, na porção central do mapa e numa direção noroeste existe uma série de ocorrências esparsas de basalto em altitudes menores com relação às anteriormente citadas. Assim, na estrada São Francisco de Assis - Manuel Viana aparece basalto na cota

de 190 m. e a noroeste deste ponto, numa mancha maior de basalto, encontra-se o segundo derrame a 236 m de altitude. Ao longo da estrada da Manuel Viana - São Borja e a 3 Km ao sul do Rio Itu, encontra-se o arenito intertrapeano entre o primeiro e segundo derrames numa altitude de 150 m; naquele rio, o primeiro derrame jaz a 104 m. A 3 Km e a 5 Km ao norte do mesmo rio, o contato Botucatu - Serra Geral eleva-se a 125 m., respectivamente.

Aproximadamente a 25 Km do passo sobre o Rio Itu, encontra-se o entroncamento com a estrada São Borja-Santiago e a 300 m deste ponto, na altitude de 180 m., situa-se o primeiro derrame de basalto, devendo o contato com a Formação Botucatu estar um pouco abaixo. A partir daí, e pela última estrada, foi realizado um levantamento no sentido oeste-leste. A 1 Km ocorre o Arenito Botucatu a 220m, a 2 Km o contato com a formação sobreposta a 240 m e a 7 Km, o mesmo contato um pouco acima de 200 m de altitude. A 10,5 Km daquele entroncamento aparece o arenito intertrapeano entre o primeiro e segundo derrames a pouco mais de 200 m.

A sudoeste daquelas ocorrências esparsas de basalto, na porção central do mapa, desenvolve-se uma faixa de Arenito Botucatu que atinge em muitos pontos, conforme as cartas topográficas, altitudes maiores que os basaltos que estão a nordeste e sudeste.

Para facilitar a visualização dos fatos expostos, foi traçada a secção geológica A-A' (Figura 2). Esta, inicia na Vila de Manuel Viana, onde a base da Formação Serra Geral está abaixo do nível do Rio Ibicuí que banha o derrame inferior a 75 m. de altitude. A nordeste desta vila, a linha de contato passaria acima dos cerros mantidos pelo Arenito Botucatu que atingem mais de 200 m de altitude. Mais a nordeste, tal linha passa a 190m (ponto já mencionado) para logo adiante alcançar altitudes maiores, conforme se constatou na carta topográfica. Por fim, o contato Botucatu-Serra Geral desce e fica encoberto pela espessa seqüência de derrames basálticos e granofíricos.

Ao sul de Manuel Viana esse nível de referência mantém-se em torno da cota de 100 m. No poço 2-AL-1-RS da Petrobrás, situado em Alegrete e distante aproximadamente 35 Km do último afloramento o contato (Figura 1), encontra-se a altitude de 52 m (15). Isto indica que a S-SW da referida vila, as camadas mantêm uma atitude praticamente horizontal.

No outro extremo, o poço 2-IT-1-RS, situado a uns 15 Km a leste de Unistalda, mostra o mesmo contato a -70 m (15) e (19).

FRATURAS E INTRUSÕES

Durante o mapeamento do Município de São Francisco de Assis

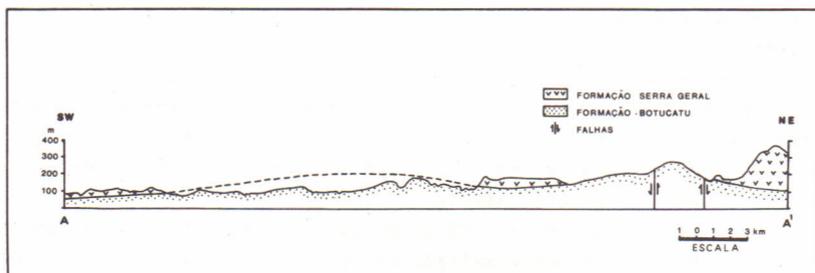


Figura 2. Secção geológica A-A', entre Manuel Viana (SW) e a encosta do planalto (NE) ao norte da cidade de São Francisco de Assis, mostrando as duas antiformas, evidenciadas pelo contato Botucatu-Serra Geral, e o *horst*.

(13) e posteriormente à realização deste trabalho, foram assinalados alinhamentos, vales e escarpas, em fotografias aéreas que sugeriam fraturamentos; a direção predominante dessas feições é noroeste e são mais conspícuas na faixa correspondente à encosta do planalto.

Em alguns lugares há indicações de falhas. Aproximadamente 15 Km a leste da cidade de São Francisco de Assis observou-se que a chapada mantida pelo Arenito Botucatu forma um degrau, de direção noroeste, mostrando que o bloco de nordeste subiu em relação ao sudoeste. Ao norte da mesma cidade, a cerca de 10 Km, verificou-se quatro situações em que a mesma superfície da chapada mostra mergulhos cada vez mais acentuados nas proximidades de alinhamentos estruturais, feição esta indicativa de dobras de arrasto. Estas falhas formam um *horst* com duas falhas escalonadas de cada lado (Figura 2).

Em poucos locais houve a oportunidade de se constatar, no campo, indícios de falhas. Um deles situa-se na porção oeste do mapa (Figura 1) e corresponde à zona de falha que separa os afloramentos da Formação Botucatu a nordeste dos da Formação Serra Geral a sudoeste, encontrados em cotas mais baixas que os daquela. Nesta zona a rocha está intensamente fraturada e constitui um cataclasito. A direção de diaclasamento principal é $N 60^{\circ}-70^{\circ}W$. A nordeste dessa falha está assinalada, no mapa, outra fratura que toma realce pelo alinhamento dos afloramentos de arenito, junto ao vale que possivelmente se tornou mais resistente devido ao processo de silicificação. Pouco mais ao sul desses afloramentos foi constatado um padrão de diaclasamento com direção geral $N 60^{\circ}W$.

Associada a essas fraturas deve-se mencionar a ocorrência de duas intrusões: uma soleira junto à cidade de São Francisco de Assis

sis e um dique a sudeste da mesma. A primeira corresponde a um dia básio porfirítico contendo olivina (13). O dique, tem cerca de meio metro de espessura, apresenta-se totalmente alterado, e situa-se no alinhamento de falhas que acompanham a antiforma mais setentrional.

INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Compondo o quadro geral das estruturas na área, a partir das observações geomorfológicas e altimétricas dos horizontes guias, pode-se dizer que as duas formações principais da região mostram suas ves ondulações, especialmente a superfície de contato Botucatu-Serra Geral e configuram, em dimensões regionais, duas antiformas e uma sinforma mergulhantes para noroeste, com eixos principais aproximadamente paralelos. A estrutura mais destacada é a antiforma setentrional (Figura 1).

De acordo com esta interpretação, na porção norte do Município de São Francisco de Assis e suas vizinhanças, não mais teria um domo, o de Itu (6), e sim duas antiformas mergulhantes.

Os falhamentos observados acompanham a tendência dessas ondulações pois além de possuírem a mesma direção geral, soergueram os blocos das antiformas.

O fato de o topo da Formação Botucatu se apresentar ondulado poderia ser debitado à paleotopografia dos arenitos. No entanto, foi verificado que os arenitos intertrapeanos e os derrames de basalto também estão influenciados pelo mesmo fenômeno. Disso, conclui-se que estas estruturas devem ter origem tectônica, podendo ser tratadas como dobras sinclinal e anticlinais. Como estão associadas às falhas é possível que tenham resultado de estruturas deblocos.

A idade desse tectonismo é certamente pós-Serra Geral, pois os derrames de lavas também foram afetados pelo fenômeno.

CONTEXTO TECTÔNICO REGIONAL

O prolongamento das duas anticlinais resulta numa junção a sudeste da cidade de São Francisco de Assis, passando então a coincidir praticamente com eixo de arqueamento do Escudo sul-rio-grandense mencionado em (22) e (1).

Quanto às intrusões devemos referir o seguinte: PICADA (17) estudando a tectônica do Escudo Sul-rio-grandense cita que o sistema de falhas noroeste é, ocasionalmente preenchido por diques de diabásio; próximo ao eixo de arqueamento do Escudo, RIBEIRO (21) encontrou nove chaminés de rochas alcalinas, ao sul do Rio Camaquã e descreveu também a presença de diques de diabásio em fraturas de di

reção noroeste com uma disposição bem mais ampla, principalmente, entre Santana da Boa Vista e Caçapava do Sul; mais tarde, PINTO, VILLWOCK & LOSS (18) verificaram 32 ocorrências dessas chaminés nesta região.

A presença de diques de diabásio com direção geral noroeste bem como de chaminés de rochas alcalinas, indicam condições de menor tensão nesta direção do eixo de arqueamento do Escudo que provoca tal distribuição de tensões.

Este fenômeno deve ter ocorrido em diferentes épocas pois está ligado à formação da Bacia do Paraná. No entanto, a manifestação que causou as estruturas em questão é posterior ao vulcanismo de idade Jurássico Superior - Cretáceo Médio (2), (24) que afetou a citada bacia.

NORTHFLEET, MEDEIROS & MUHLMANN (14), assinalaram no mapa paleotectônico da Bacia do Paraná, correspondendo ao fim do Cretáceo Inferior, o referido eixo de arqueamento sobre a região estudada. Assim, levando em conta que um traquito proveniente de uma das chaminés de rochas alcalinas forneceu a idade de 80 milhões de anos (7) e como não se conhecem evidências de atividades similares em época posterior, podemos admitir idade do Cretáceo para essas estruturas que se formaram em decorrência da reativação *Wealdeniana* (1).

As ondulações descritas representariam, portanto, a terminação desse soerguimento no Cretáceo Superior, na região estudada, envolvendo, em parte, flexão e, em parte, jogo de falhas, com aspectos de uma tectônica germanotípica, já que "a estrutura tectônica da Bacia do Paraná é o resultado final de falhamentos verticais, inexistindo dobramentos tangenciais regionais. Há certamente uma relação íntima entre a tectônica e intrusões, pois quase todas falhas profundas encontram-se preenchidas por diabásio, havendo abundantes e extensas soleiras" (12).

CONCLUSÕES

Na região de São Francisco de Assis foram descritos aspectos estruturais de natureza tectônica que coincidem com o limite ocidental de ocorrência dos derrames de lavas ácidas da Formação Serra Geral e com o contorno do rebordo do Planalto Meridional, no Rio Grande do Sul.

Esta tectônica está manifesta pela presença de uma anticlinal mais expressiva, seguida de sinclinal e anticlinal sudoeste, todas com inclinações muito suaves, de direção geral NW-SE e mergulho para noroeste. Estes altos e baixos estruturais são também resultantes de blocos de falha. Soleiras e diques de diabásio situam-se junto às principais linhas de fraqueza.

A existência do Domo de Itu (6), por consequência, não foi confirmada.

O prolongamento das duas anticlinais no sentido sudeste resulta numa junção que coincide, praticamente, com o eixo de arqueamento do Escudo Sul-rio-grandense.

Essas estruturas, portanto, estão associadas ao arqueamento do Escudo e correspondem à terminação noroeste do mesmo. A idade é referida ao Cretáceo e o fato relaciona-se à reativação Wealdeniana.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos Professores Dr. Yociteru Hasui e Dr. Georg Sadowski, pelas sugestões apresentadas; à Professora Maria da Graça Barros Sartori, pelo desenho das figuras; à Senhora Márcia Saad, pela organização das referências bibliográficas.

BIBLIOGRAFIA CITADA

1. ALMEIDA, F.F.M. Diferenciação tectônica da Plataforma Brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 23º, Salvador, 1969. *Anais ...* Salvador, SBG, 1969, p.31-46.
2. AMARAL, G.; CORDANI, V.G.; KAWASSHITA, K.; REYNOLDS, J.H. "Potassium argon ages of basaltic rocks from Southern Brazil". *Geoch. Cosmoch. Acta*. 30 (2): 159-189, 1966.
3. BORTOLUZZI, C.A. Contribuição à geologia da região de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisa.*, Porto Alegre, UFRGS, (4): 7-86, 1974.
4. BEURLIN, K.; SENA SOBRINHO, M.; MARTINS, K. Formações gondwânicas do Rio Grande do Sul. *B. Mus. Nac. Ser. Geol.* (22): 1-55, 1955.
5. CAMPOS, L.F.G. de *Relatório da Comissão Geográfica e Geológica de São Paulo*. São Paulo, 1889, p.21-34.
6. CARRARO, C.C.; EICK, N.C.; GAMERMANN, N. *O Domo de Itu*. Porto Alegre, Instituto de Geociências da UFRGS, 1972. (Mapa, 3).
7. CORDANI, U.G.; HALPERN, M.; BERENHOLC, M. Comentários sobre as determinações geocronológicas da folha de Porto Alegre. In: DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. *Carta geológica do Brasil ao milionésimo*; folha Porto Alegre SH. 22 e folha Lagoa Mirim SI.22. Brasília, 1974, p.70-84.
8. COSTANZO JUNIOR, J.; VIRGILI, J.C.; MACIEL FILHO, C.L. "Contribuição à cartografia geotécnica da região de Santa Maria (RS)". In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 2º, São Paulo, 1978. *Anais ...* São Paulo, ABGE, 1978, 1: 267-280.
9. DELANEY, P.J.V. & GONI, J.C. Correlação preliminar entre as formações gondwânicas do Uruguai e do Rio Grande do Sul, Brasil. B.

- Par. Geogr.*, Curitiba, (8/9): 3-21, 1963.
10. GAMERMANN, N. Formação Rosário do Sul. *Pesquisa.*, UFRGS Porto Alegre, (2): 5-35, 1973.
 11. GORDON JUNIOR, M. Classification of the Gondwanic rocks of Paraná, Santa Catarina and Rio Grande do Sul. *Notas Prelimín. Est.*, Rio de Janeiro, DGM, (54): 1-7, 1947.
 12. LOCZY, L. & LADEIRA, E.A. *Geologia estrutural e introdução à Geotectônica*. São Paulo, Ed. Edgard Blücher - CNPq, 1976, 528p.
 13. MACIEL FILHO, C.L.; MENEGOTTO, E.; SARTORI, P.L. *Geologia do Município de São Francisco de Assis, RS*. Santa Maria, Depto Geociências, UFSM, 1971, 29p. (Publ. esp., 4).
 14. NORTHFLEET, A.A.; MEDEIROS, R.A.; MUHLMANN, H. Reavaliação dos dados geológicos da Bacia do Paraná. *B.Tec.Petrobrás*, Rio de Janeiro, 12 (3): 291-346, 1969.
 15. OLIVEIRA, M.A.M. Possibilidades de geração e migração tardias de petróleo na Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 259, São Paulo, 1971. *Anais ... São Paulo, 1971*, SBG, 1971, 3: 139-158.
 16. PARAGUASSU, A.B. Experimental silicification of sandstone. *Geol. Soc. Am. Bull.* 83: 2853-2858.
 17. PICADA, R.S. Ensaio sobre a tectônica do Escudo Sul-Riograndense Caracterização dos sistemas de falhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 259, São Paulo, 1971, *Anais ... São Paulo, SBG, 1971*, 1: 167-191.
 18. PINTO, J.F.; VILLWOCK, J.A.; LOSS, E.L. *Relatório da geologia da província alcalina do Rio Grande do Sul*, folhas Arroio Barracão e Arroio da Bica. Porto Alegre, Inst. Geoc. UFRGS, MME, DNPM, MEC, 1975, 48 p.
 19. RAMOS, A.N. & FORMOSO, M.L.L. *Argilominerais das rochas sedimentares da Bacia do Paraná*. Rio de Janeiro, Petrobrás, 1975, 77p. il. (Petrobrás, serie Ciência-Técnica-Petróleo, seção: Exploração de Petróleo, 9).
 20. REGO, L.F.M. A geologia do Petróleo no Estado de São Paulo. *B. Ser. Geol. Mine.*, Rio de Janeiro, (46), 1930.
 21. RIBEIRO, M. Uma província alcalina no Rio Grande do Sul. I. Estudos preliminares. *Iheringia. Geologia*, Porto Alegre, (1): 59-71, 1971.
 22. SANFORD, R.M. & LANGE, F.W. Basin-study approach to oil evolution of Paraná miogeosyncline, South Brazil. *Am. Ass. Petr. Geol. Bull.*, Tulsa, 44 (8): 1316-1370,
 23. SARTORI, P.L. & MACIEL FILHO, C.L. Petrografia da sequência vulcânica

- nica da Formação Serra Geral no rebordo ocidental do Planalto Meridional, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 29º, Belo Horizonte, 1976, *Anais ...* (no prelo).
24. SARTORI, P.L.; MACIEL FILHO, C.L.; MENEGOTTO, E. Contribuição ao estudo das rochas vulcânicas da Bacia do Paranã na região de Santa Maria. RS. *Rev. Bras. Geoc.* São Paulo, 5(3): 141-159, 1975.
 25. SCHOBENHAUS FILHO, C., comp. *Carta geológica do Brasil ao milionésimo*; folha Porto Alegre (SH.22) e folha Lagoa Mirim (SI.22), Brasília, 1974.
 26. SCHOBENHAUS FILHO, C., comp. *Carta geológica do Brasil ao milionésimo*; folha Uruguaiana (SH.21), Brasília, DNPM, 1974.
 27. WERNICK, E. A silicificação do Arenito Botucatu na quadrícula de Rio Claro, Estado de São Paulo. *Av. Div. Geol. Miner.*, Rio de Janeiro, (40), 1965.
 28. WHITE, I.C. Relatório sobre as "coal measures" e rochas associadas do Sul do Brasil. In: Relatório final da Comissão de Estudos das Minas de Carvão. s.l.p., 1908, parte 1, geologia, p.1-201.

Recebido em junho, 1979; aceito em agosto, 1979.

