UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

DEDALUS - Acervo - IGC

30900004630

GEOLOGIA DO SINCLINÓRIO DE PIRAPORA, SP

Carlos Alberto Bistrichi

Orientador: Prof. Dr. Yociteru Hasui

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

COMISSÃO EXAMINADORA

	nome	ass.
Presidente:	<u>Dr. Yociteru Hasui</u>	<u><i>Yociteru Hasui</i></u>
Examinadores:	<u>Dr. Georg Robert Sadowski</u>	<u></u>
	<u>Dr. Hans D. Schorscher</u>	<u><i>Hans D. Schorscher</i></u>

São Paulo
1982

A
Maria Cristina
minha esposa
e
Carlos Alberto
Carlos Rodrigo
meus filhos

S U M Á R I O

	p.
<u>INTRODUÇÃO</u>	1
GENERALIDADES E OBJETIVOS.....	1
ÁREA ESTUDADA.....	2
MATERIAL UTILIZADO.....	3
METODOLOGIA DE TRABALHO.....	4
<u>ESTUDOS ANTERIORES</u>	10
<u>CONTEXTO REGIONAL</u>	16
<u>GEOLOGIA LOCAL</u>	19
<u>LITOLOGIA</u>	22
METAMORFITOS DO GRUPO SÃO ROQUE.....	22
Xistos.....	22
Filitos.....	23
Metarenitos finos.....	25
Quartzitos.....	27
Rochas carbonáticas metamórficas: Dolomíticos e Calcíticos...	28
Rochas calcossilicáticas.....	31
Anfibolitos.....	33
ROCHAS GRANITÓIDES.....	35
ROCHAS CATACLÁSTICAS.....	37
COBERTURAS SEDIMENTARES.....	38
Sedimentos quaternários antigos (Pleistoceno ?).....	39
Sedimentos aluvionares (Holoceno).....	40
<u>ESTRUTURAS</u>	42
ESTRUTURAS PRIMÁRIAS.....	42

	p.
ESTRUTURAS SECUNDÁRIAS OU TECTÔNICAS.....	46
Foliações.....	46
Lineações.....	50
Dobras.....	51
Grupo de dobras D-1.....	54
Grupo de dobras D-2.....	57
Grupo de dobras D-3.....	61
Fases de dobramento.....	62
Falhas.....	63
<u>MAGMATISMO</u>	66
<u>METAMORFISMO</u>	67
<u>RECURSOS MINERAIS</u>	69
Bens minerais metálicos.....	70
Bens minerais não metálicos.....	72
<u>EVOLUÇÃO GEOLÓGICA NO PRÉ-CAMBRIANO</u>	74
<u>CONCLUSÕES</u>	77
<u>RESUMO</u>	80
<u>AGRADECIMENTOS</u>	82
<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	83

SUMÁRIO DAS ILUSTRAÇÕES.

FOTOS

15 fotografias e 4 fotomicrografias intercaladas e numeradas de 1 a 19

FIGURAS

1. Mapa de localização da área de estudo
2. Articulação das folhas 1:10 000
3. Mapeamentos geológicos anteriores.
4. Parte da legenda do Mapa Geológico do Estado de São Paulo, 1:500 000, referente ao Grupo São Roque
5. Compartimentação tectônica do Prê-Cambriano e a área estudada
6. Análise estrutural - Domínios 1, 2 e 3

QUADRO

1. Evolução do Prê-Cambriano na região do Sinclinório de Pirapora

ANEXOS

1. Mapa de distribuição de afloramentos descritos
2. Mapa geológico da região do Sinclinório de Pirapora, SP
3. Seção geológico-estrutural esquemática
4. Mapa de contorno estrutural da clivagem ardosiana (Sa)

INTRODUÇÃO

GENERALIDADES E OBJETIVOS

O quadro geral da evolução tectônica da Plataforma Sul-Americana passou a ser delineado principalmente a partir de trabalhos de síntese, cada vez mais completos, que puderam ser desenvolvidos com base em numerosos estudos em nível de reconhecimento. Foi a partir dos trabalhos de Almeida (1967 e 1969) e de Almeida *et alii* (1976) que a Plataforma Sul-Americana passou a ter sua história evolutiva melhor esboçada. O embasamento dessa plataforma, como exposto em São Paulo, é constituído pela Região de Dobramentos Sudeste, que foi objeto de estudos por Hasui *et alii* (1975), Hasui *et alii* (1978a), Wernick *et alii* (1978), Hasui *et alii* (1982), dentre outros.

O Pré-Cambriano paulista tem sido objeto de levantamentos geológicos em nível de reconhecimento e de semidetalhe diversos, bem como de investigações sob os mais variados enfoques visando definir suas características gerais. Na área do Grupo São Roque dispõe-se de mapeamentos geológicos de semidetalhe em escala 1:100 000, além de existirem vários trabalhos de interpretação geológica de sua estruturação e evolução geológica. Contudo, é necessário realizar mapeamento lito-estrutural de maior detalhe, bem como estudos mais detidos de aspectos diversos para se alcançar uma compreensão clara do Grupo São Roque e do seu desenvolvimento.

Dentro desse contexto se elaborou um programa integrado de pesquisas do Grupo São Roque (Análise Estrutural do Grupo São Roque), no qual se inclui o presente estudo sobre a geologia da região do Sinclínorio de Pirapora, que se constitui na mais destacada macro-estrutura reconhecida. Os resultados apresentados constituem a síntese de uma etapa,

contudo as investigações ainda prosseguem.

O estudo ora apresentado objetivou:

- a) o mapeamento geológico em escala de semi-detálhe (1:50 000), consubstanciando os tipos litológicos e estruturas presentes;
- b) reunir os dados sobre as estruturas, magmatismo e metamorfismo de modo a subsidiar a reconstituição das modificações sofridas pelas rochas.

ÁREA ESTUDADA

A área estudada situa-se a oeste da capital paulista, sendo balizada *grosso modo* pelas cidades de Santana de Parnaíba e Pirapora do Bom Jesus, a leste e oeste respectivamente; a sul pelo maciço granitóide da Serra do Itaqui e a norte pelo paralelo que passa por Cajamar. A principal via de acesso à área é a Estrada dos Romeiros (SP-312) que a corta obliquamente. Uma malha regular de estradas secundárias dá bom acesso a toda a área, com exceção da parte sul da Serra do Voturuna.

O relevo desta região é caracterizado por morros pouco elevados, com altitudes médias ao redor de 750-800 metros, embora alguns espigões, normalmente sustentados por quartzitos, possam chegar a altitudes maiores da ordem de 900 metros. As maiores elevações são representadas pelas serras do Voturuna e do Itaqui, que se elevam a 1 200 e 1 100 metros respectivamente. A rede de drenagem é representada pelos rios Tietê e Juqueri e seus pequenos tributários, dentre os quais se destacam os córregos do Caracol e Tanquinho, e os ribeirões Ponduva e Santo André. A área ocupada pelos rios principais constitui na verdade um lago representado pelos reservatórios das barragens do Rasgão e de Pirapora, situados no rio Tietê.

A Figura 1 mostra a localização geral da área estudada.

Fig. 1- MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

MATERIAL UTILIZADO

Para a realização dos trabalhos foram utilizadas as folhas plani-altimétricas do GEGRAN/SEPLAN (SF-23-Y-C-II-4-SE-B, SF-23-Y-C-II-4-SE-D, SF-23-Y-C-III-3-S0-A, SF-23-Y-C-III-3-S0-B, SF-23-Y-C-III-3-S0-C e SF-23-Y-C-III-3-S0-D), na escala 1:10 000, elaboradas pelo Consórcio VASP/CRUZEIRO/PROSPEC/GEOfOTO/AEROMAPA em 1975 (Figura 2) e folhas topográficas na escala 1:50 000 de Cabreúva (SF-23-Y-C-II-4) do IBGE e de Santana de Parnaíba (SF-23-Y-C-III-3) do IGG, publicadas em 1973 e 1971 respectivamente.

47°03'45"W	47°00'00"W	46°56'15"W	46°52'30"W	46°49'45"W	
Bairro Laranja Azeda SF-23-Y-C-II-4-SE-A	Pirapora do Bom Jesus SF-23-Y-C-II-4-SE-B	Represa de Pirapora SF-23-Y-C-III-3-SO-A	Vérzea do Souza SF-23-Y-C-III-3-SO-B	23°22'30"S	
Araçariquama I SF-23-Y-C-II-4-SE-C	Vila Lolli SF-23-Y-C-II-4-SE-D	Capela Velha SF-23-Y-C-III-3-SO-C	Santana do Parnaíba SF-23-Y-C-III-3-SO-D	23°25'00"S	
Bairro Rio Acima SF-23-Y-C-II-4-SE-E	Fazenda Santo Antonio SF-23-Y-C-II-4-SE-F	Curuquara SF-23-Y-C-III-3-SO-E	Vila Califórnia SF-23-Y-C-III-3-SO-F	23°27'30"S	
				23°30'00"S	

Fig. 2 - ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS 1:10 000

Foram utilizadas fotografias aéreas da escala aproximada 1:25 000 (faixa 279G - fotos 38443 a 38448, faixa 279J - fotos 38575 a 38581, faixa 280G - fotos 38704 a 38707, faixa 280F - fotos 38558 a 38563, faixa 280J - fotos 38981 a 38985 e faixa 281F - fotos 38530 a 38535) do IBC-GERCA, obtidas em 1972 e fotografias aéreas na escala aproximada 1:60 000 (50705 a 50708, 52798 a 52800 e 14125 a 14127) tomadas em 1964/65 pelo voo ATS-10 da FAB/USAF. Utilizaram-se também fotomosâicos de radar, escala 1:100 000 do RADAMBRASIL (SF-23-Y-C-II e SF-23-Y-C-III).

METODOLOGIA DE TRABALHO

A metodologia utilizada visou estabelecer a estrutura geral do Grupo São Roque na região do Sinclínorio de Pirapora. Dessa forma foram idealizadas e realizadas três fases para o desenvolvimento dos trabalhos. Uma primeira fase constando do reconhecimento da área e o estabelecimento de critérios para o mapeamento e análise estrutural; uma segunda fase constando do mapeamento

geológico sistemático e finalmente uma terceira fase compreendendo os estudos finais, abrangendo análises de laboratório, tratamento dos dados obtidos nas fases anteriores e a interpretação dos resultados.

Os estudos preliminares consistiram-se basicamente em pesquisa bibliográfica sistemática e de documentação cartográfica, bem como de reconhecimento geológico da área. Estes trabalhos foram realizados em paralelo e tiveram como objetivo a elaboração de mapa geológico preliminar e o aprofundamento metodológico.

A pesquisa bibliográfica foi realizada dentro da sistemática usual para esse fim, através do estabelecimento de uma *malha de referências*, isto é, a partir de artigos mais recentes, procurou-se recuperar os trabalhos mais antigos. Uma vez recuperados estes artigos, repetiu-se o procedimento, até que fosse completada a malha. Ao final desta atividade, admite-se que todos os trabalhos mais importantes, incluindo os mais antigos devam ter sido identificados.

A partir desta atividade foram elaboradas duas listas: uma constituída de títulos de interesse geral e outra de títulos de interesse específico, regional.

A pesquisa bibliográfica de títulos de interesse geral teve importante caráter metodológico, do ponto de vista conceitual, enquanto que a de títulos regionais permitiu um melhor conhecimento do Grupo São Roque.

A coleta de documentação de cartografia geológica seguiu uma orientação semelhante, visando recuperar todos os mapeamentos anteriores realizados na área de interesse. A Figura 3 mostra todos os mapeamentos levantados na área estudada.

O reconhecimento geológico constou do levantamento de perfis básicos que cortassem as estruturas regionais, objetivando a identificação das principais unidades li

- IPT - Mapa Geológico do Estado de São Paulo (1981) - 1:500 000
- PETROBRÁS - Geologia de Semi-detahle do Centro Leste de São Paulo (1971) - 1:250 000
- CPRM/DNPM - Projeto Sudeste do Estado de São Paulo (1974) - 1:250 000
- CPRM/DNPM - Projeto Sudelpa (1975) - 1:250 000
- HASUI, Y. & SADOWSKI, G. R. - Mapa Geológico da Região de São Paulo (1976) - 1:250 000
- CPRM/DNPM - Projeto Santos-Iguape (1977) - 1:250 000
- IPT - Mapas Geológicos do Projeto "Interpretação das Estruturas da Região Pré-Cambriana Paulista (...)" (1981) - 1:250 000 - Relatório IPT nº 15 565
- IPT - Mapa Geológico da Região Administrativa 3 (Vale do Paraíba) e Região Administrativa 2 (Litoral) parcial (1978) - 1:200 000
- SADOWSKI, G. R. - Tectônica da Serra de Cubatão (1974) - 1:166 000
- HASUI, Y.; TOGNON, A. A.; SOARES, L.; CSORDAS, S. M. - Geologia e Tectônica da Serra do Japi (1978) - 1:166 000
- HASUI, Y.; PENALVA, F.; HENNIES, W. T. - Geologia do Grupo São Roque (1969) - 1:160 000
- HASUI, Y. - Tectônica das áreas das folhas de São Roque e Pilar do Sul (1973) - 1:100 000
- RIDEG, P. - "Geology and structure of a portion of the Serra do Mar in Eastern São Paulo" (1974) - 1:100 000
- SUGUIO, K. & MARTIN, L. - Mapa do Cenozóico Costeiro (1978) - 1:100 000
- EMPLASA - Carta Geológica da Região Metropolitana de São Paulo (1980) - 1:100 000

Fig. 3 - MAPEAMENTOS GEOLÓGICOS ANTERIORES

tológicas e o levantamento geral das estruturas mesoscópicas presentes, com detalhamento geológico em certos pontos.

As atividades anteriormente referidas permitiram uma interpretação fotogeológica preliminar e a elaboração do mapa geológico correspondente. Nesta tarefa utilizou-se fotografias aéreas em escala aproximada, 1:60 000 e mapas básicos em 1:50 000.

A segunda fase constou do levantamento geológico, que seguiu duas linhas orientativas. A primeira buscou a resolução de problemas encontrados na fase anterior, mediante retorno a afloramentos já visitados. A segunda constou do adensamento das observações através do levantamento de áreas ainda não estudadas.

Nestes estudos foram utilizadas fotografias aéreas 1:25 000 e mapas topográficos 1:10 000, para a localização dos pontos de observação e de coleta de amostras, bem como dos perfis geológicos levantados. Foram percorridas as estradas principais e secundárias que cortam a região e realizados alguns perfis ao longo da drenagem, na região da Serra do Voturuna, onde não havia outra via de acesso.

Nesta fase dos trabalhos foram cadastrados 667 pontos de observação das litologias e estruturas presentes, bem como de solos (Anexo 1). Foram coletadas 220 amostras para exames meso-e-microscópicos. Nesta fase foram ainda cadastradas ocorrências minerais e lavras.

Devido à profunda alteração intempérica, não existem afloramentos contínuos por grandes extensões, o que vem a constituir um obstáculo para o melhor entendimento da geologia e das estruturas, tanto do ponto de vista da observação individual dos afloramentos, como da correlação entre afloramentos diferentes. Todavia, as observações realizadas nos afloramentos existentes per

mitiram uma segura identificação das litologias e esta belecer relações entre as estruturas presentes, levando por comparações ao estabelecimento dos contatos geológicos e dos aspectos geométricos essenciais.

Nesta fase dos trabalhos os dados foram lançados em duas cópias diferentes das bases topográficas 1:20 000 (reduzidas dos originais do GEGRAN/SEPLAN 1:10 000), uma cópia com a representação dos pontos de observação e litologias e outra com os dados estruturais.

A medida sistemática de elementos planares e lineares acompanhou o levantamentos sistemático, para tratamento estatístico. Esta coleta de dados geralmente é realizada após o mapeamento geológico, porém tem o inconveniente de exigir novos e demorados trabalhos de campo, o que se pôde contornar.

Acompanhou estes estudos de campo uma interpretação de fotografias aéreas na escala 1:25 000, que, além de ter um caráter orientativo deste trabalho, visou através de reinterpretações sucessivas, a elaboração do mapa final.

A terceira fase compreendeu estudos de amostras de rocha, tratamento dos dados obtidos e a interpretação dos resultados.

Os estudos de amostras de rocha seguiram as técnicas e critérios convencionais para exames meso- e microscópicos por meio de secções delgadas. Nestes estudos objetivou-se a caracterização de paragênese mineiras das amostras e das microestruturas presentes.

No tratamento estatístico das estruturas planares e lineares utilizou-se os princípios tradicionais (Turner e Weiss, 1963); Whitten, 1966; Ramsay, 1967; e Hobbs *et alii*, 1976). Esse tratamento foi executado automaticamente, utilizando-se o micro-computador Tektronix 4052 e o *plotter* digitalizador Tektronix 4662 instalados no Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São

Paulo - IPT. O programa utilizado foi especialmente desenvolvido para este fim e permite o tratamento rápido de dados lançados em diagramas de igual área (Schmidt-Lambert), por projeção estereográfica dos polos de planos e retas. A análise da distribuição de polos conduziu à determinação das orientações preferenciais das estruturas, bem como suas relações geométricas.

Os resultados obtidos acham-se representados nos anexos 2, 3 e 4, respectivamente, mapa geológico, seção geológico-estrutural esquemática e mapa de formas estruturais, e nos capítulos que são apresentados a seguir.

A terminologia utilizada, quando passível de controvérsias, será definida ou referida ao autor nos locais devidos do texto.

ESTUDOS ANTERIORES

A região situada entre o Pico do Jaraguá e as cidades de Itu e Sorocaba, onde se localiza a área estudada, despertou interesse por suas inúmeras ocorrências de ouro, desde os tempos coloniais. Porém, investigações geológicas com caráter científico somente tiveram início após a vinda da Família Real portuguesa no começo do Século XIX.

Essas investigações tiveram um impulso inicial com os estudos pioneiros dos irmãos Andrada, relatados no "Diário de uma viagem mineralógica pela Província de São Paulo no ano de 1805" por Martin Francisco Ribeiro de Andrada que posteriormente em 1820 juntamente com José Bonifácio de Andrada e Silva realizou a "Viagem mineralógica na Província de São Paulo".

No período compreendido desde esses estudos até o final do século vários trabalhos versando sobre diferentes aspectos da geologia foram dados a conhecer, realizados principalmente por naturalistas estrangeiros, dentre os quais se destacou W.L.Von Eschwege autor da célebre obra "Pluto Brasiliensis" de 1833.

Nos fins do século XIX, em 1886, foi criada a Comissão Geográfica e Geológica da Província de São Paulo, que iniciou a sistematização de levantamentos cartográficos e de reconhecimentos geológicos. Esses reconhecimentos eram realizados principalmente ao longo dos grandes rios e deles participaram estudiosos estrangeiros e brasileiros. Em 1889, Derby publicou um resumo geral das contribuições anteriores à criação da Comissão.

A criação da Comissão possibilitou que nos últimos anos do século passado e nas primeiras décadas do Século XX, cada vez mais pesquisadores brasileiros, ainda acompanhados por estrangeiros, participassem dos estu

dos geológicos, dando ensejo ao acúmulo de grande conhecimento sobre a geologia do Estado. Destacaram-se nesse período, Derby, Branner, Washburne entre os estrangeiros e Gonzaga de Campos, Oliveira, Florence, Pacheco, Moraes Rego, Leonardos, dentre os brasileiros.

Foi na década de 50 que tiveram início estudos regionais que resultaram na publicação de algumas folhas geológicas 1:100 000 pelo Instituto Geográfico e Geológico do Estado de São Paulo que sucedeu a Comissão Geográfica e Geológica a partir de 1938..

Na década de 60 iniciou-se uma nova fase de investigações com trabalhos realizados em escalas regionais e de semidetalhe. Esses estudos foram intensificados nos anos 70, a partir dos quais foi possível a realização dos trabalhos de síntese regional divulgados nos últimos anos.

O primeiro mapa geológico do Estado de São Paulo, datado de 1929, foi apresentado na escala 1:2 000 000, tendo sido elaborado por Florence e Pacheco e publicado como anexo ao boletim 22 da Comissão Geográfica e Geológica (Washburne, 1930). Nesse mapa, os autores retratam os conhecimentos da época e apresentam as rochas cristalogênicas como não diferenciadas, referindo-as ao Arqueano.

Em 1930, Moraes Rego separou as rochas epimetamórficas de São Paulo do Complexo Cristalino, utilizando a denominação de Série de São Roque, que segundo ele teria sido proposta anteriormente por Gonzaga de Campos. Foi também Moraes Rego (1933) que procurou delimitá-las, caracterizando-as litológica e estruturalmente.

Os mapas geológicos que se seguiram àquele editado em 1929, foram publicados pelo Instituto Geográfico e Geológico do Estado de São Paulo na escala 1:1 000 000, em 1947, 1963 e 1974.. Os mapas editados até 1963 mos

tram o avanço do conhecimento da geologia do Estado, em especial na área do Prê-Cambriano.

Na porção do Prê-Cambriano, essa evolução é mostrada através da delimitação cada vez mais precisa das unidades litoestratigráficas e pela diminuição das áreas indivisas ou não descritas. Já na edição de 1974, o mapa geológico ao milionésimo denota um aparente retrocesso cartográfico, uma vez que para a região precambriana apresenta apenas uma separação litológica, sem conotação estratigráfica ou cronológica.

A publicação da folha Rio de Janeiro (SF.23), Vitória (SF.24) e Iguape (SG.23) elaborada por Fonseca *et alii* (1978, 1979) e do Mapa Geológico do Estado de São Paulo, 1:500 000 (Bistrichi *et alii*, 1981) trouxeram modificações cartográficas e conceituais, procurando retratar o conhecimento geológico através de legenda compartimentada de acordo com o comportamento geológico e dos graus de informação. Em relação aos anteriores, trazem como informação adicional a *representação das estruturas maiores*.

Estudos regionais, que tiveram início a partir de 1954, com a edição da Folha de Jundiaí 1:100 000 e Folha de Itu 1:100 000 pelo Instituto Geográfico e Geológico, foram cada vez mais intensificados, destacando-se aqueles realizados na região a oeste, norte e noroeste da capital de São Paulo por Hennies *et alii* (1967b), Hasui *et alii* (1969), Coutinho (1972) e Coutinho (1980a), além dos mapeamentos realizados por Algarte *et alii* (1974) e Silva *et alii* (1977) em escala 1:250 000, nos projetos Sudeste do Estado de São Paulo e Santos-Iguape, respectivamente.

No mapa geológico do Estado de São Paulo em escala 1:500 000 (Bistrichi *et alii*, *op.cit.*) e em sua nota explicativa (Almeida *et alii*, 1981b), o Grupo São Roque é individualizado tal como proposto por Hasui *et alii*

(1969), e se tomando por base os critérios apresentados por Hasui (1973). A representação adotada nesse mapa, compreendeu uma subdivisão litológica baseada principalmente no mapa geológico 1:100 000 da região da Grande São Paulo (Coutinho, 1980a). A área do Sinclínório de Pirapora acha-se parcialmente coberta por este último mapa. A Figura 4 ilustra a parte da legenda do mapa geológico 1:500 000 referente ao Grupo São Roque.

A partir da década de 40 foram divulgados inúmeros trabalhos sobre estudos com diferentes enfoques da geologia dessa região. Assim, dentre outros, foram dados a conhecer estudos sobre *aspectos petrográficos, mineralógicos e de metamorfismo* realizados por Knecht (1943 e 1944), Coutinho (1953, 1955, 1971, 1972 e 1980a), Franco (1956 e 1958), Gomes (1961 e 1971), Cordani *et alii* (1963), Gomes *et alii* (1964); *recursos minerais* por Knecht (1950), Almeida *et alii* (1981a); *geologia e aspectos estruturais* por Almeida (1955), Cordani *et alii* (1961), Hasui (1963), Hennies *et alii* (1967a e 1967b), Penalva e Hasui (1970), Hasui *et alii* (1969), Algarte *et alii* (1974); *sínteses regionais* por Hasui (1975a), Hasui e Sadowski (1976), Hasui *et alii* (1980); *estratigrafia* por Hasui *et alii* (1976); *geocronologia* por Cordani e Bittencourt (1967), Cordani e Kawashita (1971), Hasui e Hama (1972), Cordani e Teixeira (1979).

Após a individualização da Série São Roque por Moraes Rego (1930), esses metamorfitos foram correlacionados a rochas similares que ocorrem no Estado do Paraná e se estendem para o sul de São Paulo, e que constituem o Grupo Açungui (Série Assunguy de Oliveira, *apud* Moraes Rego, 1930). Essa divisão geográfica se manteve por longo período, mas na década de 60, ante a verificação de aparente continuidade física e face à regra de prioridade de nomenclatura estratigráfica, o nome São Roque passou a ser preterido, mas sem chegar a ser abandonado. Na

RELAÇÕES GERAIS E DESCRIÇÃO DAS UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

ESCUDO ATLÂNTICO		
PROTEROZÓICO	MÉDIO (1.800 m. a. - 1.000 m. a.)	
	SUPERIOR (1.000 m. a. - 570 m. a.)	<p>retrabalhamento de rochas mais antigas</p> <p>metamorfismo em facies xisto verde a anfíbolito</p> <p>duas fases de deformação superpostas</p> <p>GRUPO SÃO ROQUE (PSs)</p> <p>Suítas Graníticas Sintectônicas</p> <p>Facies Cantareira</p> <p>PS_{7c}</p>
	FANEROZÓICO	<p>final da fase de falhamentos transcorrentes brasileiros</p> <p>Suítas Graníticas Postectônicas</p> <p>Facies Itu</p> <p>EO₇₁</p> <p>EOPALEOZÓICO</p> <p>CAMBRIANO-ORDOVICIANO (570 m. a. - 435 m. a.)</p>

PALEOZÓICO

SUÍTES GRANÍTICAS PÓS-TECTÔNICAS

Facies Itu (EO₇₁) — Corpos graníticos a granodioríticos alóctones, isotropos, granulação fina a grossa, com textura sub-hipidiomórfica e hipidiomórfica granular.

PRÉ-CAMBRIANO

SUÍTES GRANÍTICAS SINTECTÔNICAS

Facies Cantareira (PS_{7c}) — Corpos para-autóctones e alóctones, foliados, granulação fina a média, textura porfirítica freqüente; contatos parcialmente concordantes e composição granodiorítica a granítica.

GRUPO SÃO ROQUE (PSs) — Clorita xistos, quartzo-mica xistos a biolita e/ou muscovita, incluindo intercalações de metassilitos, metagrauvacas, calcários dolomíticos, calcossilicáticas e filitos (PSsX); filitos, quartzo filitos e filitos grafitosos em sucessões rítmicas incluindo subordinadamente metassilitos e quartzo xistos, micaxistos e quartzitos (PSsF); quartzitos, quartzitos feldspáticos com metarcósios e metagrauvacas subordinadas (PSsQ); calcários dolomíticos, calcíticos e *hornfels* calcossilicáticos em auréolas termo-metamórficas (PSsC); metaconglomerados polimíticos e oligomíticos (PSsR); anfíbolitos, metagabros e epidoto anfíbolitos (PSsB); metadioritos e quartzo dioritos gnáissicos (PSsD) e migmatitos de estruturas variadas (PSsM).

Fig. 4 - PARTE DA LEGENDA DO MAPA GEOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1:500 000, REFERENTE AO GRUPO SÃO ROQUE (Bistrichi et alii, 1981)

nota explicativa que acompanhou o mapa geológico do Estado de 1963, coube a Knecht (1964) resumir a história, nomenclatura e estratigrafia do Prê-Cambriano e sintetizar o conhecimento sobre o Prê-Cambriano Inferior, enquanto que Paoliello (1964) descreveu as unidades do Prê-Cambriano Superior referindo-as como Grupo São Roque.

Hennies *et alii* (1967b) e Hasui *et alii* (1969) redefinem o São Roque como Grupo, tomando essa designação para os metassedimentos situados a noroeste da capital de São Paulo, localizados entre as falhas de Taxaquara a sul, e Jundiuvira a norte. Esses autores foram os primeiros a descrever com algum detalhe litologias, metamorfismo, magmatismo e estruturas, além de estabelecerem uma compartimentação em blocos tectônicos e esboçarem a evolução geológica dessa unidade.

Mais recentemente, Hasui (1973 e 1975a) e Hasui e Sadowski (1976) através de estudos de detalhe e de regionalização subdividiram esses compartimentos tectônicos em blocos menores separados por falhas transcorrentes de menor envergadura. Hasui *et alii* (1980a) delinearam as estruturas tectônicas do Prê-Cambriano de São Paulo e Paraná.

CONTEXTO REGIONAL

O Prê-Cambriano do Estado de São Paulo situa-se quase integralmente na Região de Dobramentos Sudeste (Hasui *et alii*, 1978a) tendo como unidades maiores os maciços de Guaxupê e de Joinvile e as faixas de dobramento São Roque e Apiaí. No extremo nordeste do Estado afloram por pequena extensão rochas da Faixa de Dobramentos Brasília da Região de Dobramentos Central.

Dentro da Região de Dobramentos Sudeste tem destaque que a compartimentação delineada por grandes falhamentos transcorrentes que levou a caracterização da Zona de Transcorrência de São Paulo (Hasui *et alii*, 1975) incluída na Faixa Rûptil Paraíba do Sul (Braun, 1972), posteriormente denominada de Faixa de Cisalhamento São Paulo (Hasui *et alii*, 1982).

A compartimentação da região Prê-Cambriana paulista em blocos tectônicos justapostos, limitados por falhamentos direcionais foi pela primeira vez referido por Hennes *et alii* (1967). Estes autores dividiram a região localizada a oeste da cidade de São Paulo nos blocos Jundiá, São Roque e Cotia, separados pelas falhas de Jundiúvira a norte e Taxaquara a sul. Posteriormente, estudos de semidetalhe (Hasui, 1973) e regionais (Hasui e Sadowski, 1976) permitiram a subdivisão desses compartimentos em blocos separados por falhas transcorrentes secundárias. Os compartimentos maiores foram denominados de conjuntos, que por sua vez eram constituídos de vários blocos.

Nos trabalhos mais recentes, a subdivisão em compartimentos e blocos tem sido abandonada, uma vez que a rede de falhas tem se mostrado muito mais complexa do que de início se supunha.

Além das falhas, outras estruturas maiores de carã

ter sinclinal e anticlinal têm sido descritas (Hasui e Sadowski, *op.cit.*; Hasui *et alii*, 1980). A área estudada abrange o Sinclínório de Pirapora (Hasui *et alii*, 1969), uma das principais dessas feições estruturais (Figura 5).

Fig. 5 - COMPARTIMENTAÇÃO TECTÔNICA DO PRÉ-CAMBRIANO E A ÁREA ESTUDADA

(Hasui e Sadowski, 1976 - simplificado e modificado)

A estrutura de Pirapora é marcante na representação usualmente feita pelos mapas geológicos, destacando-se como um extenso e apertado arqueamento das litologias do Grupo São Roque. Tais unidades litológicas com estruturas regionais orientadas segundo ENE a E-W, passam a assumir orientações cada vez mais próximas da po

sição N-S a oeste de Pirapora do Bom Jesus, até retoma rem novamente aquela orientação regional. Maciços graníticos envolvem a macro-estrutura a sul (Batólito da Ser ra do Itaqui), a oeste (Batólito de São Roque), a norte (*Stock* de Ponunduva) e dão a ela uma magnífica moldura que a destaca, uma vez que a isola das demais áreas de ocorrência do Grupo São Roque e das outras unidades do Pré-Cambriano paulista.

Nesta região ocorrem metassedimentos e metabasitos do Grupo São Roque, além de corpos graníticos intrusi vos nessas rochas. Circundando a maioria dos corpos graníticos ocorrem xistos tidos como de metamorfismo de contato (Hasui *et alii*, 1969; Coutinho, 1972). Além desas rochas ocorrem sedimentos cenozóicos atuais e prê-atuais restritos às calhas das principais drenagens.

G E O L O G I A L O C A L

O Sinclínório de Pirapora foi reconhecido e denominado por Hasui *et alii* (1969). Tem como limites meridional e ocidental os batólitos da Serra do Itaqui e de São Roque respectivamente. A norte é delimitado pelo corpo granítico de Ponunduva e rumo a leste a estrutura aparenta se descaracterizar, gradando para seqüências igualmente dobradas e afetadas pela intrusão do Granito Anhangüera.

Na região estudada se expõem rochas do Grupo São Roque que foram afetadas por metamorfismos regional, de contato e dinâmico. O metamorfismo regional se deu em facies xisto verde a anfibolito, originando desde filitos até micaxistos com paragêneses minerais compatíveis com facies anfibolito.

O metamorfismo de contato, segundo Hasui *et alii* (1969) pode ser notado sobretudo ao redor dos batólitos de São Roque e da Serra do Itaqui. Esse metamorfismo, essencialmente térmico, afetou os metamorfitos de modo relativamente discreto e com intensidade variável. Nas proximidades dos corpos graníticos, além dos efeitos da auréola de metamorfismo, podem também ser constatados efeitos pneumatolíticos, através da presença de veios e bolsões de quartzo, pegmatitos ou aplitos.

O metamorfismo dinâmico desenvolveu-se essencialmente ao longo das zonas de falhas transcorrentes de Mairinque, Araçariguama e Morro Grande. Este metamorfismo, desenvolvido após o metamorfismo regional, afetou tanto as rochas metamórficas, como granitóides. Os produtos deste processo são melhor observados nos granitóides, tendo sido descritos com detalhe por Hennies *et alii* (1967) e Hasui (1973).

Os metabasitos e rochas granitóides representam o magmatismo que afetou as rochas do Grupo São Roque na região do Sinclinório de Pirapora.

Os metabasitos são representados por corpos com diversas espessuras e extensões, que se apresentam tanto concordantes, como discordantes com a estratificação residual dos metassedimentos. Os corpos de Pirapora do Bom Jesus, Vau Novo, Santana de Parnaíba e Cristal Park são os de maiores dimensões. Figueiredo *et alii* (1982), a partir do reconhecimento de estruturas de *pillow lavas* no metabasito de Pirapora do Bom Jesus, nelas viram evidência de magmatismo efusivo no Grupo São Roque.

Esses corpos representariam um magmatismo pré-tectônico, uma vez que foram afetados pelo metamorfismo regional, que foi sintectônico (Hasui, 1975a).

As rochas granitóides constituem os batólitos de São Roque e Itaqui e *stocks* dos quais o maior é o de Ponduva. Os corpos maiores são formados por rochas predominantemente porfiróides, que apresentam comumente uma matriz foliada. Variações texturais de granulação e composição são comuns nestes corpos. Comuns são também as presenças de auréola de metamorfismo de contato, e alteração nas encaixantes, devidas às intrusões.

Os corpos descritos foram classificados como tardicinemáticos por Hasui *et alii* (*op. cit.*) e reinterpretados como sintectônicos parautoctones por Hasui *et alii* (1978).

Uma tentativa de divisão estratigráfica do Grupo São Roque foi esboçada por Hasui *et alii* (1976). Os autores reconheceram a existência de uma unidade inferior representada por metapelitos compostos de filitos seriáticos, com intercalações de quartzitos na porção basal e rochas carbonáticas no topo (Formação Boturuna) e uma unidade superior em que predominam filitos rítmicos ou associações rítmicas com alternância de quartzitos e

filitos (Formação Piragibu). Os autores ainda reconhe^{ce}m rochas de facies anfibolito na região limítrofe dos granitos de São Roque e da Serra do Itaqui, que passam gradativamente para rochas de f^ácies xisto verde. Sugerⁱram que pelo menos em parte essas rochas de grau meta^mórfico mais elevado, possam pertencer ao embasamento pré-São Roque.

Os poucos dados geocronológicos referentes ao Gru^{po} São Roque foram sintetizados por Cordani e Teixeira (1979) e mostram uma idade Rb/Sr de 600-650 m.a. para as rochas granit^óides sintectônicas, compatível com as datações K/Ar dos metamorfitos, permitindo reconhecer-se a incidência do evento brasileiro na área do ~~do~~ Gru^{po} São Roque.

As principais características da distribuição espacial das principais litologias e estruturas estão representadas no mapa e seção geológicos dos anexos 2 e 3.

LITOLOGIA

Na região do Sinclínório de Pirapora foram distinguidas quatro unidades litológicas principais: metamorfitos do Grupo São Roque, rocha granitóides, rochas cataclásticas e sedimentos quaternários. A distribuição dessas unidades litológicas é apresentada no anexo 2.

Na descrição das litologias procurar-se-á frequentemente fazer referências a locais específicos, adotando-se toponímias ou nomes de locais que se encontram na base topográfica, a fim de tornar mais clara a explanação.

METAMORFITOS DO GRUPO SÃO ROQUE

Xistos (PSsX)

Os xistos ocorrem principalmente a sul da área estudada na porção limítrofe metaforfitos/granito da Serra do Itaqui, e numa estreita faixa lindeira ao granito de São Roque a oeste.

Apresentam-se sempre parcialmente decomposto de modo que não foi possível examinar-se rocha sã. Essa decomposição dá à rocha uma coloração avermelhada, algumas vezes pintalgada de branco ou vermelho, dependendo do tipo de porfiroblasto presente.

Os minerais essenciais são moscovita-sericita e quartzo, embora a biotita formando porfiroblastos quase sempre esteja presente. Minerais opacos, turmalina, hidróxidos de ferro são encontrados em lâminas. Eventualmente podem ocorrer granada, estaurolita ou sillimanita. Destaca-se a presença de xistos com caráter calcossilicático observados próximo a Santana de Parnaíba (ponto 99).

Os xistos são de granulação fina a média e apresentam texturas lepidoblásticas a grano-lepidoblásticas.

São caracterizados pela alternância de leitos ricos em quartzo e micas, que eventualmente podem corresponder a um acamamento reliquiar da rocha.

Foi constatada a presença de clorita xisto próximo às cabeceiras do ribeirão Cavetã a sul da Serra do Voturuna (ponto 427). A rocha é constituída exclusivamente de clorita magnésiana e quartzo dispostos em leitos alternados e apresentando também alternância das texturas lepidó-e granoblástica. Amostra semelhante foi descrita por Coutinho (1972) e, devido a sua forma de ocorrência e textura, levou aquele autor a sugerir uma origem de tufo básico para aquela rocha.

A xistosidade é conspícua nestas rochas, sendo comum a presença de porfiroblastos de minerais micáceos, principalmente biotita, muitas vezes sem orientação preferencial.

Freqüentemente, os xistos apresentam clivagem de crenulação que deforma a xistosidade, podendo desenvolver-se uma nova foliação, como pode ser visto a sul do Morro do Boturuna (ponto 113).

Associados aos xistos ocorrem anfibolitos e rochas calcossilicáticas, que se apresentam como intercalações. A passagem dos filitos para os xistos se dá de forma gradual, enquanto que o contato com os anfibolitos é brusco. Algumas dessas intercalações são de dimensões não representáveis na escala do mapa geológico, sendo então assinaladas como ocorrências.

Filitos (PSSF)

Os filitos são muito comuns, se constituindo numa das rochas mais freqüentes na área estudada. Constituem uma larga faixa que contorna as rochas granitóides dos batólitos de São Roque e da Serra do Itaqui na porção ocidental do Sinclínório de Pirapora, delas separadas através de uma faixa de xistos. Ocorrem tam

bem em intercalações por vezes extensas, mapeáveis na sequência de metarenitos finos/filitos, no interior da área, entre as cidades de Pirapora do Bom Jesus e Santana de Parnaíba.

Na grande maioria dos afloramentos acham-se muito intemperizados, adquirindo colorações avermelhadas e castanho amareladas. Quando são, apresentam coloração cinza.

Os filitos são rochas de granulação fina, localmente podendo ser caracterizadas como ardósia, constituídas essencialmente de quartzo e sericita. Além destes, podem estar presentes ainda clorita, biotita, turmalina, apatita e zircão em grãos muito miúdos. Ocasionalmente, podem conter material carbonoso em quantidades variáveis, passando os filitos a ter uma coloração mais escura até negra.

Alguns filitos alterados de coloração castanha escura podem apresentar alternância com outros de colorações mais claras, e apresentam-se intercalados nos filitos comuns. Duas amostras (pontos 512 e 532), situadas a sudoeste e oeste de Pirapora, respectivamente, apresentaram ao microscópio feldspatos sob a forma de pequenos *augens* disseminados na matriz fina (ponto 512), ou possíveis blastofenocristais que poderiam ser correlacionados a piroclastos. Embora precárias, estas observações, sugerem a possibilidade de serem estes filitos derivados de material vulcânico/tufáceo que representaria parte de uma sequência vulcano-sedimentar.

São frequentes as alternâncias de lâminas ou camadas escuras e claras a intervalos milimétricos e centimétricos que conferem às rochas um aspecto rítmico, podendo-se denominá-las metarritmitos. Rochas deste tipo foram observadas a sudoeste de Pirapora do Bom Jesus e na margem esquerda do rio Tietê entre Santana de Parnaíba e Pirapora do Bom Jesus.

Localmente ocorrem filitos que apresentam estrutura gradual caracterizada por finos leitos arenosos a siltosos que passam para leitos argilosos, mostrando uma alternância rítmica. Por vezes, podem apresentar estruturas primárias, tais como pequenas marcas de onda, laminação cruzada ou feições convolutas. Hasui *et alii* (1976) sugerem para rochas deste tipo uma correspondência a depósitos de *flysch*.

Entremeados aos filitos normais ocorrem faixas de filitos porfiroblásticos com cristais milimétricos e submilimétricos de magnetita e/ou cloritóide (ottrelita), entre Santana de Parnaíba e Pirapora. A presença de ottrelita nestes filitos foi descrita no fim do sêculo passado por Hussak (1890) e também verificada por Hasui *et alii* (1969).

O acamamento reliquiar é comumente observado nestas rochas, sendo destacado por leitos submilimétricos a milimétricos de grãos finíssimos de quartzo e sericita alternados, visíveis desde a escala mesoscópica até a microscópica. Grãos detríticos de quartzo e quartizito submilimétricos podem ocorrer ocasionalmente nos filitos, fato já destacado por Hasui *et alii* (1969) e verificado na margem direita do rio Juqueri entre Vau Novo e Ponunduva (ponto 11), e a norte e sudeste de Pirapora do Bom Jesus.

Metarenitos finos (PSsS)

Estão reunidos sob esta denominação os metarenitos finos propriamente ditos, e subordinadamente metarenitos arcósianos, metarenitos conglomeráticos, metarcósios e metagrauvacas.

Estas rochas são também abundantes, constituindo espesso pacote na região de Pirapora do Bom Jesus. Apresentam-se entremeados a filitos, quartzitos e calcários na porção central da área. Onde não foi possível individualizá-los dos filitos devido a seu caráter transicional, adotou-se a legenda PSsS/F. Comumente são observada

das gradações de metarenitos para quartzitos, onde se verificou a predominância dos últimos, eles foram individualizados. Transições para filitos não são raros e, quando mapeáveis na escala considerada, estas rochas foram individualizadas.

São rochas de textura fina, cuja composição mineralógica se assemelha à dos filitos. Foram separadas destes devido a uma granulação mais grossa de seus constituintes, principalmente o quartzo, ao seu aspecto maciço e pela foliação incipiente ou ausente que apresentam. A presença de feldspatos nestas rochas não é rara, algumas vezes podendo conferir às mesmas um caráter arcoseano como ocorre por exemplo nas regiões oeste e sudoeste de Pirapora do Bom Jesus (pontos 545, 546, 574 e 575). Além da presença obrigatória do quartzo e sericita, e eventual do feldspato, podem estar presentes grãos detriticos de opacos, apatita, turmalina e zircão.

Os metarenitos apresentam-se quase sempre intemperizados, mostrando tonalidades claras de rosa, cinza e amarelo.

Localmente, os termos mais finos apresentam fragmentos da mesma rocha, como a oeste de Santana de Parnaíba, próximo ao ribeirão Itaim (ponto 257), que conferem à rocha um aspecto de brecha. Este fato parece relacionado a uma estrutura sedimentar herdada, levando a supor que se trata de uma brecha intraformacional. Não é rara a presença de seixos milimétricos a centimétricos de quartzo isolados no interior dos metarenitos, podendo localmente configurar um caráter conglomerático. Os pontos com a presença de metarenitos conglomeráticos foram assinalados no mapa geológico.

Normalmente não se observa o acamamento reliquiar, devido ao aspecto maciços dessas rochas e ao intenso intemperismo. Todavia em vários pontos puderam ser observadas estruturas sedimentares nessas rochas.

Assim, identificaram-se estratificação gradacional por exemplo, nas proximidades do Morro da Vacanga, (pontos 219 e 226) e na região de Duas Pontes (pontos 116, 117, 171 e 298) e estratificações cruzadas de pequeno porte próximo ao quilômetro 47 da Estrada dos Romeiros (ponto 58).

Quartzitos (PSSQ)

Os quartzitos estão presentes por toda a área mapeada e comumente sustentam as partes mais altas do relevo. A sul de Pirapora do Bom Jesus, na Serra do Voturuna, localiza-se o corpo mais extenso dessa unidade.

São no geral metarenitos quartzosos de coloração cinzenta que, por intemperismo, passam a colorações esbranquiçadas ou amareladas. Apresentam textura granoblástica e a granulação é variável de fina a grossa. Com põem-se essencialmente de quartzo, podendo raramente estar presentes feldspatos, minerais opacos, apatita, turmalina e zircão. A recristalização é pouco comum, estando presente em afloramentos da Serra do Voturuna, principalmente situados na porção mais elevada da serra.

Lentes ou camadas de quartzitos conglomeráticos são comuns nesta unidade (foto 1). Sua constituição é principalmente oligomítica, com seixos milimétricos a centimétricos de quartzo e/ou quartzito com matriz arenosa e raramente siltica. Sempre que encontradas, foram assinaladas como ocorrências pontuais no mapa geológico, uma vez que não têm grande expressão em área, e se encontram sempre intercaladas em quartzitos maciços.

Hasui *et alii* (1969) descreveram a passagem gradual de quartzitos para itabiritos no km 65 da Estrada dos Romeiros. Na área do Sinclínorio foram assinaladas duas ocorrências restritas (ver mapa geológico) de itabiritos tal como descritos por aqueles autores. Uma situa-se próximo a Ponunduva (ponto 19) e outra a sul, pró

FOTO 1 - Quartzito conglomerático da Serra do Voturuna (Ponto 550).

ximo a Fazenda Velha, no contato com o granito da Serra do Itaqui (ponto 35).

O acamamento reliquiar, embora raramente possa ser observado, é destacado pela presença de estratificação gradual ou pelo deslizamento de uma camada sobre outra (fotos 2 e 3) por efeito do dobramento.

Rochas carbonáticas metamórficas: Dolomíticos (PSsD) e Calcíticos (PSsC)

As rochas carbonáticas constituem inúmeros corpos na região do Sinclinório de Pirapora. No geral são corpos pequenos, cujas dimensões por vezes foram exageradas para que pudessem figurar no mapa geológico. É o caso dos corpos situados à margem direita do rio Tietê próximo à Pirapora do Bom Jesus. Corpos ainda menores foram assinalados apenas como ocorrência.

Ocorrem na forma de calcários dolomíticos e calcíticos, com predominância dos primeiros. São rochas de granulação fina, compostas por carbonatos, pouco quart

FOTO 2 - Estratificação gradual, com passagem de quartzito con-
glomerático para quartzito fino. Ponto 58.

FOTO 3 - Acamamento reliquiar em quartzitos (mergulho para
NNW). Vertente norte da Serra do Voturuna.

zo e eventualmente sericita e material carbonoso. Essas rochas apresentam coloração cinza, podendo se apresentar mais claras ou escuras dependendo da quantidade de material carbonoso presente, sendo que os dolomitos apresentam no geral colorações mais claras. O grau de recristalização destas rochas não foi suficiente para transformá-las em mármore, fato este já assinalado por Hasui *et alii* (1969).

Localmente mostram-se impuras, com quantidades variáveis de areia e mesmo pequenos seixos, principalmente nas variedades calcíticas, como pode ser visto por exemplo, na estrada que liga Santana de Parnaíba a Cajamar.

O acamamento reliquiar pode ser observado principalmente nos calcários calcíticos, sendo realçado quando há intercalações de metapelitos, ou uma variação composicional dos diferentes leitos (fotos 4 e 5). Nos dolomitos raramente pode ser identificado.

FOTO 4 - Alternância de leitos de calcário puro cinza com calcário silicoso bege. Pedreira da Cia. Nacional de Cimento Portland Perus Ltda.

FOTO 5 - Camadas de calcários cinza alternadas com camadas de calcário impuro e de filito sericítico calcífero cinza claro. Pedreira da Cia. Nacional de Cimento Portland Perus Ltda.

As rochas carbonáticas apresentam comumente vários sistemas de juntas, ao longo das quais pode haver o desenvolvimento de veios de calcita branca de granulação grossa.

Nos dolomitos de Pirapora de Bom Jesus foram identificadas estruturas estromatolíticas (Fairchild, informação verbal), que uma vez confirmadas darão precioso auxílio para a identificação do topo e base da cada camada dessas rochas, além de eventualmente constituir um meio para a sua datação.

Rochas calcossilicáticas (.Cs)

[As rochas calcossilicáticas têm pouca representatividade na área estudada. Constituem sempre pequenas intercalações em xistos e anfibolitos, concentradas próximo ao maciço granitóide da Serra do Itaqui, ou podem se apresentar em transições para rochas carbonatadas]

das. Outras ocorrências destas rochas foram verificadas também nos metassedimentos.

No geral são rochas com granulação fina e textura predominantemente granoblástica.

Apresentam em sua composição mineralógica actinolita-tremolita, diopsídio e plagioclásio cálcico, epídoto, apatita e titanita. Segundo Coutinho (1972) poderiam ser denominadas de tremolita xistos, devido a predominância de anfibólios da série actinolita-tremolita. Podem ocorrer também quartzo, microclíneo, sericita e clinzoisita.

São rochas que apresentam coloração cinza em camadas ricas em anfibólio e quartzo, e esverdeadas nas camadas mais ricas em diopsídio e epídoto (foto 6). Essa variação composicional é também vista à escala microscópica, com alternância de leitos com textura granoblástica e textura lepidoblástica (foto 7).

FOTO 6 - Acamamento reliquiar, em rocha calcossilicática, realçado por alternância de leitos maciços com leitos micáceos. A foliação é paralela ao acamamento. Ponto 99.

FOTO 7 - Fotomicrografia (nicóis paralelos, 30 x). Alternância de textura granonematoblástica de diopsídio e actinolita (1) e lepidoblástica de flogopita (2). Ponto 99.

Para as rochas calcossilicáticas próximas a granitos; Cordani *et alii* (1963) sugerem uma origem a partir de calcários magnesianos impuros, sob ação de metamorfismo de contato, fato corroborado em parte por Coutinho (*op. cit.*).

Essas rochas apresentam acamamento reliquiar bem marcado e uma xistosidade por vezes bem desenvolvida, em geral subparalela ao acamamento. Quase sempre mostram leve ondulação e acham-se muito fraturadas.

Na escala do mapa geológico, as ocorrências dessas rochas não puderam ser delimitadas, mas foram sempre as sinaladas por meio de simbologia adequada.

Anfibolitos (PSsA)

Os anfibolitos encontram grande distribuição na área estudada. Constituem corpos de dimensões variáveis, chegando a representar corpos expressivos como aqueles de Vau Novo, Pirapora do Bom Jesus, Santana de Parnaíba

Fazenda do Lolli a sudeste de Pirapora e do Cristal Park a noroeste de Santana. Ocorrem muitos corpos menores intercalados nos metassedimentos. Todavia com dimensões tais que não permitem representá-los à escala do mapa geológico. Sua principal forma de ocorrência é em cortes intensamente alterados. São rochas de granulação variável de fina a grossa, que apresentam coloração cinza escura a preta, levemente esverdeada quando sãs, passando a verde amarelada com variações avermelhadas e arroxeadas, quando intemperizadas.

Mineralogicamente são formados por anfibólitos e plagioclásios. Os anfibólitos mais frequentes são as hornblendas comuns e mais raramente se identificam trémolitas e actinolitas. Os acessórios mais comuns são principalmente a magnetita, titanita e o epídoto. Mesmo os termos granulares mais isótopos possuem ao microscópio uma orientação conferida pelo alinhamento de cris-tais prismáticos de hornblenda.

Apresentam-se geralmente maciços com xistosidade pouco desenvolvida e geralmente muito fraturados. O contato dessas rochas com os metassedimentos é ora concordante, ora discordantes. Alterações nas encaixantes são referidas por Hasui *et alii* (*op. cit.* pág. 111) nos corpos de Pirapora do Bom Jesus e Vau Novo, fato este que sugere para aqueles autores a existência de uma estreita zona de metamorfismo de contato, relacionada com o magmatismo básico e não obstruída pelo metamorfismo regional.

Estruturas de pillow lavas foram descritas por Figueiredo et alii (1982) no corpo metabásico de Pirapora do Bom Jesus. No desenvolvimento do presente trabalho, todavia, essas estruturas não foram confirmadas. Comumente essas rochas acham-se muito alteradas, nada se podendo afirmar com certeza sobre a presença daquelas estruturas.

Sua possível origem é explicada por diversos autores, a partir de seqüências intrusivas básicas nos sedimentos pré-existentes. Texturas ígneas reliquiâres, tais como ofítica e subofítica foram descritas por diversos autores (Franco, 1958; Hasui *et alii*, 1969) para as rochas anfibolíticas da região estudada. Coutinho (1972, pág. 45) afirma não ter dúvida quanto a origem ígnea toleítica para estas rochas, respaldado em fortes evidências, tais como: "*textura blastofítica, geminados complexos nas ripas polimpsésticas e homogeneidade de composição mineral*", citando que os dados químitos obtidos por Gomes *et alii* (1964) para estas rochas, também são compatíveis com uma natureza toleítica do magma.

ROCHAS GRANITÓIDES (γ)

Estas rochas praticamente fazem os limites oriental, meridional e setentrional do Sinclínorio de Pirapora. Constituem os batólitos de São Roque e da Serra do Itaqui e o *stock* de Ponundura respectivamente. Como o escopo deste trabalho foi o estudo da configuração estrutural dos metamorfitos São Roque, as rochas granitoides e associadas (pegmatitos e aplitos) foram estudados com menor detalhe.

As rochas granitoides presentes na área estudada são classificadas por Hasui *et alii* (1978) como pertencentes a fácies Cantareira. Configuram corpos discordantes e intrusivos, com texturas porfiróides dominante.

Os dois corpos maiores são constituídos por rochas com características semelhantes às aquelas descritas por Moraes Rego e Santos (1938) na Serra da Cantareira. São de granulação média a grossa que exibem, a nível mesoscópico, textura porfiróide e matriz por vezes orientada, comumente citados como tipo "Pirituba". Os megacristais de feldspato são em geral centimétricos, podendo atingir até 5 centímetros de eixo maior. São comumente euédricos, de coloração rósea ou branca e se distribuem homo

geneamente pela matriz, com a qual podem algumas vezes apresentar certa orientação concorrente.

As rochas apresentam coloração cinza clara ou escura dependendo da quantidade de biotita presente. Coloração esverdeada é muito comum, possivelmente devido à presença de epidoto. Como minerais essenciais estão presentes quartzo, microclíneo, plagioclásio, enquanto biotita, hornblenda, epidoto, titanita, opacos, clorita e apatita podem aparecer como componentes menores. A composição é extremamente variável e são descritas para essas rochas desde termos graníticos até granodioríticos e adamelíticos.

O corpo de Ponunduva, situado ao norte da área estudada, tem apenas pequena parte englobada no mapa geológico. É caracterizado por intensa cataclase desenvolvida em todo corpo, já descrita por Hasui *et alii* (1969). Seu contato com os metassedimentos a sudeste é parcialmente feito através da Falha de Morro Grande, que desenvolve uma faixa estreita de milonitos. Na maior parte dos afloramentos a rocha acha-se muito decomposta pelo intemperismo, mas onde é dado observar rocha mais fresca, sua textura lembra a dos granitos de São Roque e da Serra do Itaqui, com megacristais de feldspato potássico imersos em uma matriz mais fina, rica em quartzo e minerais do grupo do epidoto.

A natureza tarditectônica foi assinalada por Hasui *et alii* (1969) e Hasui (1975) para estas rochas, porém Hasui *et alii* (1978), tomando por base que o estágio tecto-orogênico é bastante amplo, as consideram sintectônicas, devido à presença comum de uma foliação, incipiente, porém ainda concordante com o *trend* regional dos metamorfitos. Essa diversidade de classificação magmatotectônica reflete os problemas com a definição da época de alojamento desses corpos, porém a forma alongada dos corpos, os contatos abruptos e a presença de va

riedades porfiróides e com foliação incipiente apoiam a idéia de corpos sin- a tarditectônicos em relação a do bras D-2.

Auréolas de metamorfismo de contato, no geral de pequenas dimensões, são evidenciadas por rochas de facies mais elevadas nas bordas desses corpos, alterações variáveis nas encaixantes, bem como a presença de veios e bolsões de pegmatitos e aplitos que estão comumente associados com esses granitóides.

As alterações presentes nas encaixantes, tais como o desenvolvimento de porfiroblastos de moscovita ou biotita sem orientação preferencial foram observadas nas proximidades do corpo granítico da Serra do Itaqui. Efeitos hidrotermais são atestados pela presença de porfiroblastos de turmalina e pirita observadas nas encaixantes dos granitos da Serra do Itaqui e de Ponunduva, respectivamente. Fenômenos como estes já tinham sido observados por Hasui (1975a) nas encaixantes dos granitoides intrusivos no Grupo São Roque.

ROCHAS CATACLÁSTICAS

Duas zonas de falhamentos transcorrentes expressivos foram identificadas na área estudada: as falhas de Araçariguama e a de Morro Grande. Nas zonas de falhamento desenvolveram-se estreitas faixas de rochas cataclásticas, não mapeáveis na escala do mapa geológico.

Os efeitos do cisalhamento acham-se melhor representados nas rochas granitóides; enquanto que nos metamorfitos os indícios de movimentação não são bem marcados.

A cataclase que envolveu as rochas granitóides originou faixas onde a moagem foi intensa, intercaladas com outras de esmagamento menos acentuado. A espessura dessas faixas varia de centimétrica a métrica, e o con

junto de faixas pode atingir uma centena de metros ou mais.

De acordo com a intensidade do processo de milonitização, essas rochas podem ser classificadas em brechas tectônicas, protomilonitos, milonitos, ultramilonitos e blastomilonitos (Higgins, 1969). Na área estudada foram observadas somente brechas tectônicas e milonitos.

As brechas tectônicas se caracterizam por um fraturamento e fragmentação incipiente, apresentando planos de ruptura anastomosados ou entrecruzados, com os cristais mostrando bordas granuladas, evidenciando o início do processo de cataclase. À escala microscópica pode-se notar extinção ondulante generalizada, estruturas em moldura, curvamento de planos de geminação de feldspatos e microcisalhamentos.

Os milonitos são rochas em que o processo de moagem foi mais intenso, originando um predomínio do material moído sobre os componentes remanescentes, criando-se uma marcante foliação em cujos planos estão impressas lineações que marcam o sentido de movimentação.

COBERTURAS SEDIMENTARES

[As coberturas sediment^{es} têm pequena expressão na área do Sinclín^orio de Pirapora. Podem ser distingui^udos dois grupos de sedimentos com características pr^oprias. O primeiro com uma distribuição restrita, repre^sentado por depósitos pr^e-atuais que se encontram alça^dos em relação ao nível de base atual. O segundo, liga^do à rede de drenagem dos rios Tietê e Juqueri, estando expostos principalmente ao longo de seus afluentes maio^res. A maior parte dos aluviões acha-se submersa devido ao represamento dos rios principais.

Sedimentos quaternários antigos (Pleistoceno ?) (Q)

Foram mapeadas duas manchas de sedimentos pré-atuais uma às margens do córrego do Itaquiri e outra na Estrada dos Romeiros, próximas a Pirapora do Bom Jesus. Trata-se de sedimentos pouco consolidados, conglomeráticos na base, que passam a areias e argilas para o topo. Esses sedimentos são caracterizados pela má seleção e imaturidade de seus componentes. Os conglomerados são formados por seixos, blocos e matacões predominantemente de quartzito e quartzo, imersos em matriz areno-argilosa que apresenta colorações amareladas a avermelhadas. As areias e argilas podem constituir níveis com predominância de um ou outro termo, porém no geral acham-se misturadas constituindo argilas arenosas ou areias argilosas de cores variegadas.

Estes sedimentos se encontram hoje elevados de até 70 metros em relação ao nível de base atual, constituindo um nível de terraços, hoje muito desfeito. Depósitos semelhantes a estes foram descritos por diversos autores ao longo das principais drenagens do Planalto Atlântico (Almeida, 1946; Penalva, 1971, entre outros).

Devido ao seu aspecto geral têm sido correlacionados aos sedimentos da Bacia de São Paulo, com idade terciário-quaternária e dessa forma figuram nos mapas geológicos de Coutinho (1980a) e Bistrichi *et alii* (1981). Todavia, como aventaram Hasui *et alii* (1976b) esses depósitos podem estar ligados a soleiras locais. Estudos mais recentes de Ponçano e Melo (1982) sugerem que estes depósitos estejam ligados a barramentos litológicos ou tectônicos acompanhados de variações climáticas durante o Quaternário.

Sedimentos aluvionares (Holoceno) (Qa)

Os sedimentos aluvionares estão ligados à rede de drenagem constituída pelos rios Tietê e Juqueri. Constituem as várzeas atuais, e baixo terraços alçados de poucos metros em relação ao nível de base atual.

Os terraços são constituídos por cascalhos com seixos de quartzo e quartzito imersos em matriz argilo arenosa (foto 8) englobando lentes de areias mal selecionadas que podem conter pequenos seixos. São no geral de tonalidades claras de cinza e bege.

FOTO 8 - Cascalhos pré-atuais em nível de baixo terraço. Ponto 66.

As várzeas atuais são formadas por aluviões consolidados silto-argiloso de planície de inundação e de depósitos arenosos de canal e diques marginais, podendo aparecer depósitos restritos de material orgânico. Apresentam colorações cinzentas, bege e amarelada. Distribuem-se ao longo dos vales principais, porém grande parte acha-se submersa devido ao barramento do Tietê em Pirapora (Barragens do Rasgão e de Pirapora). A maior ex

posição destes sedimentos pode ser vista no rio Juqueri, na localidade denominada Várzea do Souza no limite nordeste da área estudada.

ESTRUTURAS

Dentre as estruturas presentes na área estudada destacam-se as estruturas primárias e as estruturas secundárias de origem tectônica. As estruturas tectônicas maiores foram reconhecidas através de análise estrutural, conduzida segundo procedimentos usuais, principalmente pela determinação de orientação de eixos e planos axiais de dobras, bem como sua vergência e padrões de superposição.

ESTRUTURAS PRIMÁRIAS

As estruturas primárias são também chamadas reliquias em função da sua preservação após terem sofrido metamorfismo e deformações tectônicas.

A estratificação reliquiar (So) é evidenciada pela variação litológica, disposta em planos de acamamento e poupada pelo metamorfismo ou mesmo por ele realçada. No geral é plano-paralela e pode ser notada através de variação de cor, textura e estruturas sedimentares tais como estratificações rítmica, gradual ou cruzada, marcas de ondas e mesmo por bio-estruturas (no caso de prováveis estromatólitos), reconhecidas por Fairchild (informação verbal).

Nos filitos a variação de cor pode e quase sempre reflete uma variação da composição mineral da rocha, como por exemplo nos filitos sericíticos cinza e carbonosos pretos. A variação de cor também nos calcários pode refletir uma variação composicional, por exemplo nos calcários da Cia. de Cimento Portland Perus em Cajamar, onde camadas de calcário silicoso claro se alternam com as de calcário carbonoso escuro (fotos 4 e 5).

A variação de textura nos filitos também reflete uma variação de composição mineral. A alternância de

leitos de quartzo e sericita pode ser vista desde a escala mesoscópica até a escala microscópica, através da alternância de texturas lepidoblásticas com grano-lepidoblásticas (Foto 9).

FOTO 9 - Fotomicrografia (nicóis paralelos, 30 x). Filito com porfiroblastos de mineral (titanita? ilmenita?) leucocoxenizado. Alternância de leitos de quartzo e sericita, e de sericita. Ponto 527.

Estratificações rítmicas são bastante comuns. Têm sido vistas estratificações rítmicas dadas por alternância de camadas com cores, texturas ou granulometria diferentes. Assim, nos filitos é observada alternância rítmica entre filitos sericíticos e carbonosos dentro de leitos milimétricos a centimétricos, como aquelas verificadas em vários pontos ao longo da Estrada dos Rozeiros e nos filitos situados a oeste de Pirapora. Outras estruturas rítmicas foram observadas envolvendo me

tarenitos e filitos, como observado na Estrada dos Romeiros próximo ao quilômetro 47 (Foto 10) ou em rochas calcossilicáticas com leitos ricos em filossilicatos alternados com leitos de minerais granulares (Foto 7) ou alternância de leitos calcários e de calcários com filitos (Foto 4 e 5).

Estruturas gradacionais foram observadas principalmente em camadas metapsamíticas. Boas exposições foram vistas na seqüência mais interna do Sinclínorio, como por exemplo na Estrada dos Romeiros, quilômetro 47 (ponto 58), onde há camadas centimétricas de quartzito conglomerático na base, passando a quartzito fino (Foto 2), ou em Vau Novo nas encaixantes de calcário da pedreira da Cia. Matarazzo, onde há passagem de metarenitos conglomeráticos a metarenito fino em camadas decimétricas a métricas alternadas com filitos.

Estratificação cruzada, embora raramente encontrada, também pode ser observada em camadas de metarenitos e quartzitos. No quilômetro 47 da Estrada dos Romeiros (ponto 58), foi observada estratificação cruzada de pequeno porte em metarenitos (Foto 11). Estratificações cruzadas de médio porte foram vistas no Morro do Boturu na (ponto 172), realçada por alteração superficial em quartzito.

Outras estruturas primárias têm sido observadas nas rochas do Grupo São Roque na região estudada. Assim, estromatolitos são mencionados nos dolomitos da jazida da Mineração Ferro-Manganes S.A. em Pirapora do Bom Jesus (Fairchild, informação verbal) e estruturas em *pillow* são descritas nos metabasitos de Pirapora (Figueiredo *et alii*, 1982).

As estruturas primárias, embora observadas em inúmeros locais, não puderam ser mapeadas sistematicamente na escala deste trabalho, devido ao intenso intemperismo que afetou às rochas e a conseqüente ausência de

FOTO 10 - Estrutura rítmica caracterizada por alternância de leitos de metarenito e filito. Ponto 58.

FOTO 11 - Estratificação cruzada de pequeno porte em metarenito. Ponto 58.

bons afloramentos, impossibilitando a reconstituição estratigráfica. No entanto, sempre que observadas foram anotadas, uma vez que fornecem informações sobre a polaridade estrutural das camadas (*younging*), importantes para a reconstituição da seqüência de dobramentos e para o possível entendimento da estratigrafia do pacote dobrado.

ESTRUTURAS SECUNDÁRIAS OU TECTÔNICAS

As estruturas tectônicas mesoscópicas distinguidas foram foliações, lineações de intersecção de planos, lineações minerais, dobras, falhas e juntas. Durante os trabalhos verificou-se que, embora presentes, os sistemas de juntas não afetam a geometria geral das estruturas, não sendo tratados com a mesma ênfase dedicada às demais, neste trabalho.

O estudo das estruturas permitiu caracterizar o padrão geral de dobramentos que afetaram o Grupo São Roque na área estudada, bem como se estabelecer a seqüência desses eventos.

Foliações

Como foliações incluem-se as clivagens ardosiana, de crenulação e de fratura. Estas foliações são entendidas como estruturas planares que guardam relação com o plano axial de dobras.

A clivagem ardosiana (Sa ou S1) é uma feição penetrativa em escala mesoscópica, estando representada pela orientação planar de minerais especialmente placôides, desenvolvidos a partir de um processo de deformação. É entendida como uma foliação plano-axial no conceito de Hobbs *et alii* (1976).

Este tipo de foliação acha-se melhor desenvolvida nas rochas metapelíticas, sobretudo nos filitos (Foto

12). Em metarenitos e calcários é mais difícil de ser observada, enquanto que em quartzitos e dolômitos praticamente não se nota esta estrutura. Os metabasitos apresentam uma xistosidade incipiente que é mais marcada nos corpos menores e próximo ao contato com os metasedimentos. Esta xistosidade pode ser correlacionada à clivagem ardosiana daquelas rochas.

FOTO 12 - Clivagem ardosiana desenvolvida obliquamente ao a camamento reliquiar de filito.

Nos filitos a clivagem ardosiana está mais comumente disposta subparalelamente à estratificação reliquiar (So), embora possa também fazer um ângulo com a mesma. Isto leva a supor dobras fechadas, possivelmente isoclinais para esta fase de dobramento, que tem clivagem ardosiana em posição paralela ao plano-axial. Nestas rochas a clivagem ardosiana é muito difícil de ser medida.

Nas demais rochas, a clivagem ardosiana é difícil

de ser observada. Quando isto ocorre é incipiente e se dispõe obliquamente à estratificação reliquiar.

Em vários afloramentos essa clivagem acha-se deformada, originando dobras que apresentam clivagem de crenulação em posição plano-axial.

A clivagem de crenulação (S_1 ou S_2) é uma outra feição penetrativa tanto em escala mesoscópica como microscópica (Fotos 13 e 14). Tem como característica estar sobreposta a uma clivagem anterior, geralmente definida por orientação de minerais placóides (clivagem ardosiana), sendo portanto os filitos e xistos as rochas onde melhor pode ser observada. No entanto, alguns metaarenitos finossericíticos exibem também orientações incipientes. Em alguns locais como na região da Chácara das Garças, no interflúvio Tietê-Juqueri, pode ser vista clivagem de crenulação disposta em posição paralela ao plano-axial de dobras decimétricas a métricas.

Em diversos locais, principalmente nas porções no roeste e leste do mapa geológico, duas famílias de clivagem de crenulação foram identificadas. Uma com tendência geral ENE-WSW a E-W e outra NNE-SSW. As relações de superposição, acham-se bem marcadas. Embora não pudessem ser estabelecidas com clareza, parece que o sistema NNE-SSW corta o outro, podendo ser portanto relacionado a um episódio mais novo.

A clivagem de fratura (S_f) não é uma estrutura penetrativa em escala mesoscópica, porém também está relacionada a dobramentos. É constituída por microfalhas ou fraturas muito próximas entre si que dividem a rocha num conjunto de corpos tabulares ou microlitons. As fraturas entre os microlitons podem estar preenchidas por recristalização de minerais, como por exemplo quartzo ou calcita, bem como pode haver um desenvolvimento incipiente de micas segundo os planos de clivagem de fratura. A clivagem de fratura afeta principalmente os quart

FOTO 13 - Fotomicrografia (nicóis cruzados, 30 x) Clivagem de crenulação em moscovita-quartzo xisto. Nota-se claramente a superfície S_1 cortada pela superfície S_2 . Ponto 113.

FOTO 14 - Filito apresentando clivagem de crenulação em posição axial à dobra. Ponto 424.

zitos, calcários e dolomitos. Nessas rochas nota-se uma refração das atitudes da clivagem de fratura ao se passar de uma dada litologia para outra.

Em muitos locais foi possível observar a passagem de uma clivagem ardosiana dos metapelitos para uma clivagem de fratura dos metapsamitos, estando neste caso a clivagem da fratura relacionada a uma superfície S_1 , enquanto em outros locais observou-se a passagem de uma clivagem de crenulação nos metapelitos para uma clivagem de fratura nos metapsamitos, neste caso estando relacionada a uma superfície S_2 .

Lineações

Como lineação entende-se aqui, qualquer elemento de

trama (*fabric*) linear presente nas rochas, relacionada a estruturas secundárias derivadas da deformação. Dessa forma não serão consideradas lineações primárias de origem ígnea ou sedimentar. Neste sentido serão tratadas, apenas, as lineações de intersecção e lineações minerais.

As lineações de intersecção entre planos de foliação são estruturas penetrativas à escala meso- e microscópica. Estas lineações são características de rochas que estão dobradas e têm uma clivagem plano-axial. As lineações de intersecção se desenvolvem paralelamente ao eixo da dobra, possibilitando, através de sua observação, identificar-se o caimento desse eixo. É comum em metapelitos (filitos e metassiltitos) a presença de lineação de intersecção entre estratificação reliquiar e clivagem ardosiana. Ainda nestas rochas, podem ser observadas lineações de intersecção entre planos de clivagem ardosiana e planos de clivagem de crenulação.

As lineações minerais foram observadas esporadicamente. Como nem sempre se constituem num elemento estrutural penetrativo em escala mesoscópica e como podem apresentar diferentes orientações em relação aos eixos de dobras, não foram utilizadas na análise estrutural, registrando-se apenas a sua presença em filitos e xistos.

Outras lineações observadas são as estrias de espelho de falha, desenvolvidas por movimentação ao longo de planos de cisalhamento. Embora no geral não sejam feições penetrativas, ao longo das zonas de falhamento de Araçariguama e Morro Grande são muito pronunciadas, podendo-se considerá-las como tal à escala de afloramento.

Dobras

Existem muitas formas de se descrever e classificar sistemas dobrados, com base em uma série de critérios

rios que permitem agrupar um ou mais atributos físicos das dobras. Contudo, para efeito de identificação e caracterização das fases de dobramentos presentes em uma dada região, a análise estrutural utiliza em especial alguns atributos essenciais, tais como: o tipo e a natureza da superfície ou superfícies dobradas; o tipo e a natureza da superfície plano-axial às dobras consideradas, quando presente; o tipo e natureza das lineações presentes; a geometria e o estilo dessas dobras, a orientação dos elementos das dobras e os padrões de superposição com que elas se relacionam com as demais. O termo estilo é, segundo Hobbs *et alii* (1976, pág. 349), *suficientemente abrangente para englobar todas as feições morfológicas de uma dada estrutura ou grupo de estruturas*. Dessa forma, é conveniente adotar uma descrição baseada no estilo e, a partir desses conjuntos de características, identificar as gerações de dobras, com base nos padrões de superposição verificados no campo.

A correlação entre grupos de estilo e gerações de dobras tem-se revelado inadequada e até enganosa, uma vez que dobras de gerações diferentes podem por vezes apresentar estilos semelhantes ou parcialmente coincidentes, assim como são encontradas dobras dentro de uma única geração, que apresentam enorme diversidade de estilos. Em certas situações, até mesmo os padrões de orientação podem não ser critérios satisfatórios para identificar dobras de uma origem comum (Williams, 1970). Em todos esses casos deve-se lançar mão principalmente de relações de superposição para identificar as gerações de dobras.

Os termos fases de dobramento e geração de dobras (Weiss e McIntire, 1957; Turner e Weiss, 1963) têm sido usualmente empregados na análise estrutural para a datação relativa das dobras. *Uma geração de dobras e estruturas associadas compreende um grupo de estruturas as*

quais se creê ocupem o mesmo ninho de uma escala de tempo relativo (Hobbs et alii, 1976, pág. 352).

Este tipo de análise é dificultado quando, na região considerada, uma ou mais das seguintes limitações estão presentes: a) pobreza ou inexistência de bons afloramentos; b) impossibilidade de se observar a polaridade estrutural das seqüências litológicas e c) falta de clareza nas superposições das estruturas.

Uma limitação adicional a ser levada em conta refere-se à escala das dobras das gerações consideradas. Tomando como base dois conjuntos de estruturas dobradas, Roberts (1977, pág. 159) destaca que estes conjuntos podem diferir em escala sem afetar a natureza das relações descritas, porém este fator *controla a forma das estruturas que se desenvolvem como resultado*. Há três casos a serem considerados. Primeiramente, as dobras mais antigas podem ser menores em escala do que as dobras posteriores. Isto significaria que dobras menores deveriam ser dobradas por dobras maiores de uma forma relativamente simples. Em segundo lugar, os dois conjuntos de estruturas dobradas podem se desenvolver em escala semelhante. Isto resultaria na formação de padrões de interferência na maneira descrita por Ramsay (1962). Três tipos de padrões de interferência podem ser reconhecidos de acordo com a orientação relativa dos dois conjuntos de estruturas dobradas. Terceiro, as dobras mais antigas podem ser maiores em escala em relação às dobras posteriores. Isto resultaria que as dobras menores fossem superpostas às dobras maiores sem afetar a estrutura geral.

Com efeito, na região do Sinclínório de Pirapora, todo este conjunto de limitações à análise estrutural se mostra presente. As exposições rochosas não são tão extensas e contínuas como seria desejável; as relações de polaridade estrutural são observadas muito local

mente, assim como também é limitada a ocorrência de padrões de interferência. Em alguns pontos, no entanto, esta aparente ausência de figuras ou padrões de interferência pôde ser explicado em função das diferenças de escala entre as possíveis gerações de dobras representadas.

A descrição que se segue é realizada em termos de grupos de dobras, reconhecidas a partir dos critérios expostos. Ao final da exposição procura-se relacionar os grupos de dobras e as prováveis fases de dobramento na área. Na região do Sinclínorio de Pirapora foi possível reconhecer-se três grupos de dobras (D-1, D-2 e D-3).

Grupo de dobras D-1

Este grupo de dobras é observado em toda a área estudada. É caracterizado por superfície axial representada por foliação do tipo clivagem ardosiana ($S_1 = S_a$). É a fase mais antiga das dobras, uma vez que a clivagem ardosiana afeta exclusivamente o acamamento reliquiar.

Os fechamentos destas dobras são raramente observados. Contudo, dobras menores, quando visíveis são geralmente apertadas. As dobras maiores podem ser reconstruídas, nos locais onde não há evidências de superposição de dobramentos, a partir dos dados de orientação obtidos em vários afloramentos. Nestes, quando as litologias são metapelitos, a clivagem ardosiana e o acamamento reliquiar estão subparalelos ou dispostos com ângulos muito pequenos (Foto 12), denotando flancos longos de dobras fechadas a cerradas, possivelmente isoclinais. Nas rochas metapsamíticas a clivagem S_1 está disposta obliquamente ao acamamento reliquiar, sugerindo dobras com aberturas maiores nestas litologias, ou ainda uma disposição em leque em relação aos ápices dessas dobras.

Nota-se também que há uma refração no ângulo formado pela foliação e o acamamento reliquiar, quando se passa de um leito metapelítico para um metapsamítico e assim sucessivamente.

Quando presente, as intersecções do acamamento reliquiar e a clivagem S1 desenvolvem lineações marcantes, paralelas aos eixos de dobras D-1. As medidas de atitudes dessas lineações mostraram uma grande variação tanto na direção como no mergulho, evidenciando redobramento.

Uma exposição destas dobras D-1 foi encontrada no ponto 424, a sudoeste da Serra do Voturuna. Neste local, ocorrem filitos exibindo dobramento com clivagem ardosiana em posição plano-axial (Foto 15). São dobras fechadas, com leve espessamento dos épices, correspondendo à classe 1C de Ramsay (1967). Neste ponto, assim como em outros, a presença de clivagem de crenulação em posição oblíqua ao plano axial das dobras e deformando a clivagem ardosiana também indica a incidência de redobramento.

Pelas evidências citadas pode-se concluir pela existência de pelo menos uma fase de dobramento superimposto ao grupo de dobras D-1.

As orientações de clivagem ardosiana (Sa) medidas em três domínios foram tratadas estatisticamente em diagramas equiareaais (Schmidt-Lambert) através das técnicas usuais de projeção polar e construção de curvas de isodensidade de pontos. Nota-se que nos domínios analisados (Figura 6), os polos dessa superfície (S1) apresentam alguma dispersão, mas mesmo assim pode-se notar que caem em guirlandas, mostrando o dobramento dessa foliação. O tratamento estatístico de clivagens de crenulação (Scr) presentes nos domínios correspondentes (Figura 6) mostra concentrações indicando orientação preferencial bem marcada, concordante com a orientação da po

DOMÍNIO 1

DOMÍNIO 2

DOMÍNIO 3

Obs.: Estereograma de Schmidt/Lambert (hemisfério inferior da esfera de referência).

Fig. 6 - ANÁLISE ESTRUTURAL - DOMÍNIOS 1, 2 E 3

Foto 15 - Dobra aberta a fechada com ápice levemente espessado, mostrando clivagem ardosiana em posição plano-axial. Ponto 424.

sição axial da superfície S1 dobrada, obtida nos diagramas polares das mesmas. Os diagramas de lineação de crenulação (lcr) correspondentes aos mesmos domínios (Figura 6) tendem a se dispor com orientação preferencial paralela aos eixos das dobras, fornecendo assim uma evidência adicional às relações de campo. Dessa forma, procura-se ilustrar como os planos de clivagem de crenulação estão dispostos em posição axial à fase que dobrou a superfície S1 correspondentes à clivagem ardosiana.

Grupo de dobras D-2

As dobras D-2 são as mais facilmente reconhecidas e estão presentes em toda a área estudada. São caracterizadas por mostrar a clivagem ardosiana dobrada. Sempre que foi possível, observou-se que na posição plano-

axial destas dobras ocorria uma foliação do tipo clivagem de crenulação ($S_2 = Sc_1$), cortando a clivagem ardosiânica (Figura 6).

Em afloramentos estas dobras mostram uma variação quanto à escala. São vistas dobras desde a escala centimétrica, métrica (Foto 16) até decamétrica. No geral as dobras D-2 são cilíndricas e apresentam estilos variados. Quanto aos perfis, variam de dobras abertas a fechadas, comumente apresentando ápices arredondados a subangulosos, podendo ser isôpacos a ligeiramente espessados nos cálcareos, até espessados, principalmente nos metapelitos. Constituem-se em sua maioria, em dobras harmônicas. Localmente, foram observados kink bands relacionados a este tipo de dobras.

FOTO 16 - Dobra D-2 fechada com ápice levemente espessado, com eixo sub-horizantal. Ponto 272.

Dobras maiores relacionadas a dobras D-2 foram também reconstruídas através de medidas tomadas em afloramentos. São desta categoria as grandes dobras antiformais e sinformais observadas no esboço de formas estruturais do anexo 4.

No geral, as dobras D-2 apresentam eixos sub-horizontais, todavia a oeste de Pirapora do Bom Jesus os eixos mostram-se empinados de até 40° . As atitudes dos planos axiais, no geral, são subverticais, mas localmente se apresentam inclinadas, e mais raramente subhorizontais. Os eixos variam também de orientação. Essa variação de orientação dos eixos de dobras é admitida como resultante da grande variação de atitudes apresentadas pelo acamamento antes deste dobramento. A orientação dos planos axiais é pouco variada, notando-se uma mudança marcante da porção ocidental da região estudada para as porções central e oriental. Assim, da região de Pirapora do Bom Jesus para oeste, até os limites com o maciço granítico de São Roque, há uma predominância da orientação segundo $N60^{\circ}E$, enquanto que para leste da aquela cidade predomina a tendência E-W.

A assimetria verificada nestas dobras mostrou-se de suma importância para a identificação de estruturas antiformais e sinformais, tal como apresentado no mapa do anexo 4.

No mapa de formas estruturais, nota-se que no domínio das rochas metapelíticas é que se pôde caracterizar melhor as assimetrias, principalmente na região de Pirapora do Bom Jesus, onde se configura a grande dobra. A NNE de Pirapora estão caracterizadas assimetrias em "S" e "Z", configurando uma sucessão de antiformas e sinformas, porém no geral há um predomínio de assimetrias em "S" nas formas maiores, predomínio este que se estende desde essa região até a porção W e WSW daquela cidade. Já a sul da Serra do Voturuna a configuração em "Z" é

mais constante até as proximidades do Morro do Boturuna. Esta distribuição das assimetrias correspondentes às dobras D-2, mostrando "S" no flanco oeste-norte da macro-estrutura e "Z" em seu flanco sul-sudeste, evidência a associação dessa estrutura - Sinclínório de Pirapora - como a formação das dobras D-2.

A superposição de dobras do tipo D-2 sobre dobras do tipo D-1 produz padrões de figuras de interferência correspondentes ao tipo 3 de Ramsay (1962, 1967), como pode ser visto na Foto 17.

FOTO 17 - Dobras D-2 superimpostas a dobras D-1. Notar padrão de interferência em laços. Ponto 604.

O tratamento estatístico das superfícies de foliação representadas por clivagem ardósiana e de crenulação, como foi dito anteriormente, ilustra como a segunda se coloca em posição axial ao dobramento da primeira (ver Figura 6).

Grupo de dobras D-3

As dobras D-3 foram observadas apenas em alguns setores da área estudada. Nas porções norte, noroeste e sudeste dessa área ocorrem ondulações da superfície axial de dobras D-2 sugerindo um redobramento das mesmas. Nos afloramentos as dobras D-3 apresentam-se como dobras abertas a suaves, isópacas e de dimensões centimétricas até métricas. Em alguns afloramentos foi observada uma foliação em posição plano-axial a essas ondulações representada por clivagem de crenulação ($S_3 = S_{cr2}$), ou uma clivagem de fratura com distribuição em leque nos ápices dessas dobras ($S_3 = S_f$). Os eixos destas dobras são sub-horizontais e apresentam-se orientados segundo N-S a NNE-SSW.

A presença de eixos de dobras D-2, que no geral são sub-horizontais, apresentando-se com inclinação de até 40° a oeste de Pirapora do Bom Jesus, indica a presença deste terceiro grupo de dobras (D-3).

Adicionalmente, a observação dos eixos das dobras maiores (D-2), sinformas e antiformas no mapa de formas estruturais (Anexo 4), também sugere que em parte estas dobras foram redobradas.

Apesar da falta de observações sistemáticas das relações geométricas e cronológicas entre as dobras D-2 e D-3 foi observado, em alguns locais que o padrão de interferência entre os dois grupos de dobras é o do tipo 2 de Ramsay (1962 e 1967), e que as dobras D-3 estão superpostas às dobras D-2.

Talvez o fator principal na falta de definição das relações geométricas e cronológicas entre os dois grupos seja a diferença relativa entre as escalas dos dois dobramentos, isto é, a escala das dobras D-3 teria sido menor que a das dobras D-2, com isso não afetando a estrutura geral.

Fases de dobramento

Pelo exposto nos itens precedentes, foram constatados três grupos de dobras (D-1, D-2 e D-3) na área estudada.

As evidências de superposição são claras entre os grupos de dobras D-1 e D-2, mostrando seguramente que as dobras do segundo grupo redobram as do primeiro.

As dobras do grupo D-3 parecem ser de escala menor que as do grupo D-2, sobre as quais se sobrepõem sem afetar a estrutura geral. Deste modo, conforme sublinhado por Roberts (1977) e citado anteriormente neste trabalho, não seria esperável que estas estruturas mostrassem padrões de interferências nos afloramentos, porém localmente foram observados padrões de interferência entre estes dois grupos, e nestes locais, dobras D-2 são superpostas por dobras D-3.

Utilizando-se a datação relativa a partir das evidências de superposição observadas pode-se sugerir que a cada grupo de dobras reconhecido corresponde uma fase de dobramento. Dessa forma, têm-se que as dobras D-1, D-2 e D-3 correspondem às fases de dobramento F-1, F-2 e F-3.

As fases de dobramento na área do Sinclínório de Pirapora são assim caracterizadas:

- fase de dobramento F-1: representada por dobras D-1 no geral fechadas a cerradas, possivelmente isoclinais, com foliação plano-axial do tipo clivagem ardosiânica. A geometria destas dobras é difícil de se precisar em função das variações morfológicas introduzidas pelo redobramento;
- fase de dobramento F-2: caracterizada por dobras D-2 de escala e estilos variados resultantes do dobramento da clivagem ardosiânica. Essas dobras variam em perfil desde fechadas a abertas, com eixos sub-horizontais, po

rêm apresentando mergulhos acentuados em área localizada a oeste de Pirapora do Bom Jesus. A foliação plano axial é, onde observada, representada por clivagem de crenulação, com atitudes no geral subverticais, mas podendo localmente se apresentar inclinadas até sub-horizontais. Esta fase de dobramento é responsável pela configuração do Sinclínório de Pirapora;

- fase de dobramento F-3: caracterizada por ondulações locais observadas nos flancos de dobras relacionadas a F-2. São dobras abertas que apresentam frequentemente uma clivagem de crenulação ou clivagem de fratura em posição plano-axial, geralmente dispostas com orientação Norte-Sul.

Falhas

As falhas constituem estruturas de destaque relativo na área. Foram distinguidas falhas transcorrentes e falhas inversas.

Os falhamentos transcorrentes de Araçariguama e de Morro Grande são as feições rúpteis mais expressivas da área estudada. Cortam tanto as rochas granitóides como os metamorfitos do Grupo São Roque, truncando parcialmente as estruturas regionais e fazendo em parte o contato entre rochas granitóides e metamórficas, apresentando-se melhor desenvolvidas naquelas.

Apresentam intensidade de moagem variável ao longo das zonas de cataclase. Nestas zonas desenvolve-se uma foliação marcante segundo planos que apresentam mergulhos subverticais.

Nos planos dessa foliação estão presentes lineações sub-horizontais, geradas pelo processo dinâmico. Essas lineações se encontram orientadas paralelamente à direção da movimentação, tendo sido originadas pelo deslocamento relativo de grãos minerais mais resistentes nos planos formados pelo material moído.

A leste de Pirapora do Bom Jesus, passando a sul da Serra do Curi, foi identificada uma estreita zona de falha de direção aproximadamente E-W. Corta filitos e desenvolve filonitos de reduzida espessura (Foto 18) com mergulhos subverticais. Têm caráter direcional, com uma componente vertical, pois nos raros pontos onde foi observada as lineações apresentam-se inclinadas com ângulos de até 40° de mergulho. Além disso, próximo ao quilômetro 49 da Estrada dos Romeiros (ponto 63) ha evidências de abatimento do bloco norte, mostrando pela forma de arrasto.

FOTO 18 - Falha afetando filitos. Ponto 63.

O sentido de movimentação e o rejeito destas falhas não puderam ser observadas no campo.

Foram identificadas ainda pequenas falhas de natureza inversa em vários pontos da região. No entanto, devido a sua reduzida extensão e a expressão local, não puderam ser locadas no mapa geológico. No geral, apresentam pequenas descontinuidades, com rejeitos e zonas cataclasadas centimétricas, e comumente ocorrem conjugadas (Foto 19). Estas falhas inversas parecem estar associadas aos dobramentos da fase F-2.

FOTO 19 - Falhas inversas em filito. Ponto 59.

M A G M A T I S M O

A atividade ígnea está representada na área estudada por rochas básicas metamorfizadas (metabasitos) e pelas rochas granitóides de natureza sin- e tarditectônica.

Os metabasitos constituem corpos concordantes e discordantes, de espessuras e extensões variadas, associados aos metassedimentos. Essas rochas acham-se afetadas pelo metamorfismo regional e são derivados de magmatismo básico pré-tectônico (Hasui, 1975a).

As rochas granitóides constituem corpos intrusivos, que afetam as rochas metamórficas regionais encaixantes através de auréolas de metamorfismo de contato e outras alterações (pneumatólise e hidrotermalismo). Os corpos granitóides podem ser caracterizados em sin- e tarditectônicos (Marmo, 1971).

Os corpos granitóides sin- a tarditectônicos são representados pelos batólitos de São Roque e da Serra do Itaqui e pelo *stock* de Ponunduva. Caracterizam-se por sua constituição porfiróide com ou sem orientação e colocados parcialmente discordantes com as encaixantes.

A evolução do Grupo São Roque estaria relacionada as rochas metabasíticas afetadas pelo metamorfismo regional. Enquanto que as rochas granitóides intrusivas no Grupo São Roque, de caráter sin- a tarditectônico, apresentam idades compatíveis com os eventos do Ciclo Brasileiro. Os corpos granitóides se introduziram em rochas que já se achavam metamorfizadas regionalmente e dobradas pela fase F-1, pelo que fica obscura a relação eventos magmáticos e tectônico. Esses granitóides foram introduzidos, provavelmente, no final ou logo após a fase principal de dobramentos (F-2) uma vez que afetam orientação (E-W para ENE) e alteram os mergulhos dos eixos (até 40°) de dobras F-2, como pode ser visto nas proximidades do batólito de São Roque.

METAMORFISMO

Na região estudada se expõem rochas do Grupo São Roque que foram afetadas por metamorfismo regional. O metamorfismo regional ocorreu em várias etapas distintas. A primeira desenvolveu-se contemporaneamente à fase de dobramentos F-1, acompanhando a criação da clivagem ardosiana e xistosidade (S1). Outra fase parece ter ocorrido simultaneamente ou logo após o desenvolvimento da clivagem de crenulação (S2) relacionada à fase F-2, originando porfiroblastos de biotita paralelos a essa clivagem. De acordo com Coutinho (1972), esse metamorfismo se deu em fácies xisto verde a almandina-anfibolito. Esse autor caracterizou-o como semelhante ao presente em New Hampshire, diferindo do tipo Barroviano devido à não constatação da zona da cianita pelo autor. Após a identificação de cianita (Rideg, 1974) ficou caracterizado o metamorfismo do Grupo São Roque como pertencente à série Barroviana.

Auréolas de metamorfismo de contato desenvolveram-se em torno dos corpos granitóides, porém com pequena expressão. Esse metamorfismo essencialmente térmico afetou os metamorfitos do Grupo São Roque, juntamente com efeitos pneumatolíticos e hidrotermais, caracterizando nessas auréolas faixas de rochas polimetamórficas como aquela descrita por Gomes *et alii* (1972) nos anfibolitos do Jaraguá.

A presença de rochas compatíveis com a fácies anfibolito foi descrita por diversos autores (Hasui *et alii*, 1969; Coutinho, 1972; Hasui, 1975) nas zonas marginais a granitos, sendo interpretadas como metamorfismo de contato. Todavia pequenos corpos graníticos, tal como o do Morro do Tico-Tico, não podem apresentar uma faixa tão extensa de rochas deste tipo ao seu redor, acreditando-se tratar de rochas de níveis estruturais inferiores trazidas à superfície pelas intrusões graníticas.

(Hasui *et alii*, 1978).

Associado às falhas de Araçariguama e Morro Grande ocorre metamorfismo dinâmico. Esse metamorfismo se desenvolveu após o metamorfismo regional e afetou rochas metamórficas e granitóides. O produto desse processo pode ser melhor percebido quando as rochas envolvidas são as granitóides. Formam brechas tectônicas, protomilonitos e milonitos derivados do aumento progressivo da intensidade de cisalhamento. As brechas tectônicas são definidas por um intenso fraturamento e fragmentação dos cristais, ao mesmo tempo que há o desenvolvimento de flexuras de lamelas de geminação nos feldspatos e extinção ondulante no quartzo, evidenciando o início do fenômeno. Com a intensificação desse fenômeno resulta uma diminuição dos grãos e desenvolvimento de uma foliação conspícua, bem como o surgimento de lineações paralelas à direção de movimentação. Dessa forma, tem-se a passagem de brechas tectônicas a protomilonitos e milonitos.

RECURSOS MINERAIS

São encontrados na litologia poucos dados sobre ocorrências de minerais metálicos dentro dos limites da área estudada. É sobejamente conhecida, desde a época dos bandeirantes, a presença de ouro nos aluviões, colúvios e elúvios da região situada entre Santana de Parnaíba e Pirapora do Bom Jesus, como se pode depreender desde os trabalhos mais antigos, como por exemplo de Andrada e Silva e Andrada (1820).

Os trabalhos de Moraes Rego (1930a), Knecht (1934), Leonardos (1934) e Knecht (1950) dão um panorama geral sobre os recursos minerais do Estado incluindo a região estudada. O Mapa de Jazidas e Recursos Minerais do Estado de São Paulo (Almeida *et alii*, 1981a) apresenta uma síntese desses recursos.

Embora sejam conhecidas algumas ocorrências de minerais metálicos na região do Sinclínorio de Pirapora, conforme será exposto adiante, é a extração de minerais não metálicos a principal atividade mineira dessa região. Esses bens são constituídos principalmente por calcários, quartzitos, filitos e granitos utilizados como matéria prima na construção civil e industrial afins e na agricultura. Quanto aos bens metálicos, cabe ressaltar a presença de ouro e de ferro e, secundariamente sulfetos.

As ocorrências foram agrupadas segundo os bens minerais e dessa forma se procede a uma descrição das mesmas em conjunto para bens metálicos e bens não metálicos.

Bens minerais metálicos

No Mapa de Jazidas e Ocorrências Minerais (Almeida *et alii*, 1981a) são assinaladas várias ocorrências de ferro dentro dos limites da área estudada. Trata-se de ocorrências localizadas de magnetita, itabiritos e hematita, além de minério secundário relacionado a enriquecimento supérgeno de óxidos de ferro.

Dentre as ocorrências assinaladas (Anexo 2) destaca-se aquela da Fazenda Morro Branco (Ponto 565), a sul de Pirapora do Bom Jesus. Constitui antiga mina de ferro, cuja lavra se encontra paralisada. O minério de ferro é constituído por magnetita na forma de lentes de espessuras centimétricas a métricas e finamente disseminada. As lentes de magnetita estão intercaladas em metabasito, estando o corpo principal de minério encaixado em talco xisto, com o qual apresenta contato gradacional. Nota-se também magnetita disseminada nas encaixantes.

Outra ocorrência semelhante à da Fazenda Morro Branco situa-se próximo à Pirapora do Bom Jesus e é constituída de lente de magnetita e hematita com pequenas dimensões encaixada no corpo de metabasito. As pequenas dimensões do corpo não despertam maior interesse econômico.

As ocorrências de ferro sob a forma de itabiritos são descritas na literatura no Morro Jaguacoara, a norte de Pirapora do Bom Jesus (Knecht, 1950) e nas proximidades do km 63 da Estrada dos Romeiros (Pirapora-Itu), nas faldas do Morro da Viúva (Knecht, 1950; Hasui *et alii*, 1969). Embora tivessem sido procuradas não foram encontradas, porém duas outras ocorrências do mesmo tipo foram localizadas durante os estudos ora realizados, situadas uma à margem direita do Reservatório de Pirapora (ponto 19) e outra a sul da área estudada, próximo à

Fazenda Velha (ponto 35). Estas ocorrências não apresentam maior interesse econômico.

Em alguns locais podem ser vistas concentrações supergêneas de óxidos de ferro e manganês preenchendo fraturas que cortam os metamorfitos do Grupo São Roque e mesmo formando crostas limoníticas, como as ocorrências do Morro da Vacanga a norte de Santana de Parnaíba e a leste dessa cidade (ponto 637). Essas ocorrências são restritas e irregulares, não se revestindo de interesse econômico.

As ocorrências de ouro nos aluviões, colúvios e elúvios são conhecidos desde o século XVI, embora algumas tenham sido lavradas pelos portugueses durante os tempos coloniais, nenhuma dessas ocorrências têm maior interesse econômico.

A única mineralização primária de ouro na região do Sinclínorio de Pirapora é aquela de Araçariguama, largamente conhecida desde o século passado, tendo sido explorada nas décadas de 20 e 30, encontrando-se hoje paralisada, embora recentemente tenha sido objeto de pesquisas que visaram uma reavaliação da jazida.

Durante os trabalhos realizados no mapeamento do Sinclínorio de Pirapora verificou-se que os xistos em caixantes dos veios de quartzo mineralizados são constituídos tanto por xistos aluminosos (quartzo-biotita xistos, biotita-moscovita xistos), como por xistos magnesianos (clorita xistos). Estes últimos, devido a sua composição e textura, podem ser interpretados como derivados de tufos básicos e neste caso, poderia a sequência de xistos representar uma sequência de rochas vulcano-sedimentares, sugerindo serem os xistos magnesianos a fonte primária do ouro presente nos veios. Outra constatação durante os trabalhos realizados foi a presença do Falhamento de Araçariguama com direção NNE-SSW, a mesma dos veios de quartzo mineralizados. Tal coincidência

cia pode significar que esses veios tenham se desenvolvido ao longo de fraturas paralelas ao falhamento, e que tanto o quartzo, o ouro e mesmo os sulfetos teriam sido remobilizados a partir da seqüência vulcânica representada pelos referidos xistos magnesianos.

A perspectiva da existência de uma seqüência vulcano-sedimentar amplia as possibilidades de prospecção de bens metálicos no Grupo São Roque, em especial dos metais associados a rochas básicas.

A presença de sulfetos, sobretudo a pirita, é comum em especial nas rochas metabasíticas do Grupo São Roque na área estudada, porém não apresentam maior interesse econômico. Outros sulfetos (calcopirita, pirita) foram encontrados na jazida de dolomito do Lolli, a sudoeste de Pirapora do Bom Jesus, associados a uma brecha no contato daquela rocha com metabasito ali presente. Apresentam-se disseminados e preenchendo fraturas; sua ocorrência não apresenta maior interesse econômico.

Na pedreira de calcário da Cia. Ferro-Manganês em Pirapora do Bom Jesus foram também encontrados sulfetos (pirita, calcopirita, bornita ?) disseminados no dolomito.

Bens minerais não metálicos

Os calcários encontram larga distribuição na área estudada. Estão relacionados com o pacote de rochas psamíticas que constitui a seqüência superior do Grupo São Roque na região do Sinclínorio de Pirapora.

São no geral lentes com pequenas dimensões, sendo as maiores aquelas que estão sendo lavradas pela Cia. Nacional de Cimento Portland Perus, na região de Cajamar, Cia. Matarazzo em Vau Novo, Cia. Ferro-Manganês em Pirapora do Bom Jesus e pela Cia. de Mineração Lolli a sudoeste de Pirapora do Bom Jesus. Trata-se de calcá

rios dolomíticos na maioria das ocorrências, com exceção das jazidas de Cajamar, onde predominam os calcários calcíticos.

As outras ocorrências de calcários assinaladas no Anexo 2 são de pequeno porte, embora mesmo assim algumas já tenham sido lavradas, tanto para obtenção de cal como para uso como corretivo de solo.

Inúmeras minerações de quartzitos são encontradas na região da Serra do Voturuna. No geral são rochas de granulação fina, que são utilizadas na indústria da construção civil na preparação de massa fina. Outras ocorrências de quartzito são encontradas na área, como por exemplo no Morro da Viúva, a norte de Pirapora do Bom Jesus, que eventualmente poderão vir a se constituir em reservas desse material.

Várias ocorrências de filitos claros (leucofilitos) existem na área estudada, muitas das quais estão sendo ou foram exploradas. O cadastro de todas essas ocorrências se torna difícil devido a sua grande quantidade, porém de pequenas dimensões; no entanto, as principais jazidas acham-se representadas no Mapa Geológico (Anexo 2).

Na área estudada, ainda são exploradas as rochas granitóides, principalmente aquelas dos maciços de São Roque e da Serra do Itaqui. Dessas rochas é extraída principalmente brita.

EVOLUÇÃO GEOLÓGICA NO PRÉ - CAMBRIANO

O conjunto de resultados apresentados nos capítulos precedentes, aliados aos dados da bibliografia permitem esboçar a evolução pré-cambriana na área estudada.

O Grupo São Roque tem tido sua evolução geológica vinculada aos episódios ligados ao Ciclo Brasileiro. Os fenômenos relacionados a sua evolução estão apresentados no quadro a seguir e resumidos como segue:

1. *Sedimentação* - os pacotes sedimentares foram depositados provavelmente em sulco geossinclinal;
2. *Magnetismo básico* - deve ter ocorrido contemporaneamente ou logo após a deposição dos sedimentos uma vez que as rochas derivadas da atividade magmática acham-se afetadas pelo metamorfismo regional, o que caracteriza um caráter pré-tectônico para os metabasitos;
3. *Metamorfismo regional* - ocorreu em fácies xisto verde a almandina anfíbolito, caracterizado como do tipo New Hampshire por Coutinho (1972) e admitido mais recentemente como do tipo Barroviano. Seu desenvolvimento se deu em várias etapas, sendo que sua ação principal foi contemporânea à primeira fase de dobramento, uma vez que as fases de dobramento seguintes afetaram os metamorfitos já desenvolvidos. Outra fase metamórfica é sugerida pelos porfiroblastos de biotita sintectônicos ao segundo episódio de dobramento e de ocorrência restrita a algumas litologias.
4. *Dobramento* - afetou as rochas do Grupo São Roque em duas fases bem definidas, e uma terceira relacionada a dobramentos localizados. As duas fases de distribuição generalizadas na área ter-se-iam desenvolvido com características próprias, mas provavelmente não muito

Quadro 1 - EVOLUÇÃO DO PRÉ-CAMBRIANO NA REGIÃO DO SINCLINÓRIO DE PIRAPORA

separadas no tempo. A fase de dobramento F-1 teria gerado dobras fechadas a cerradas com clivagem ardósiana plano-axial. A segunda fase de dobramento F-2 é a fase principal, responsável pelas dobras da clivagem ardósia na observadas em afloramento e pelas estruturas regionais de maior ordem inclusive pelo desenvolvimento do Sinclinório de Pirapora. Relacionadas com as dobras da fase F-2 estão as falhas inversas observadas na área estudada. A fase de dobramentos F-3 só foi observada localizadamente, estando a sua restrita ocorrência talvez vinculada à escala das dobras geradas nesta fase. Por serem de caráter local e menores que as da fase F-2, parecem não ter influido na configuração da estrutura geral.

5. *Magmatismo sin- a tarditectônico* - ocorreu no final ou logo após a segunda fase de dobramentos. Está representado por granitóides de caráter sin- a tarditectônico no conceito de Marmo (1971), parautoctones (Read, 1957), uma vez que seus contatos são parcialmente discordantes, e por apresentarem tipos litológicos com orientação incipiente ou ausente. Esses corpos são intrusivos, com auréolas de metamorfismo associados, e têm caráter diapírico. O caráter diapírico dos corpos granitóides introduzem importantes deformações regionais, como o realce do Sinclinório de Pirapora.

6. *Falhamentos transcorrentes e metamorfismo dinâmico* - parecem ter ocorrido no período compreendido desde logo após a fase de dobramentos principal (F-2) até o final dos últimos movimentos do Ciclo Brasileiro. As deformações afetaram tanto os metamorfitos como as rochas granitóides, produzindo rochas cataclásticas típicas desse tipo de metamorfismo.

7. *Dobrimento* relacionado à fase F-3 não guarda clara relação com os processos descritos acima, podendo relacionar-se com o diapirismo ou com os falhamentos transcorrentes, ou com ambos.

CONCLUSÕES

Considerando-se os resultados apresentados anteriormente, as principais conclusões podem ser sintetizadas como segue:

1. Foram reconhecidas três fases de dobramentos na região do Sinclinório de Pirapora. A primeira fase (F-1) é caracterizada por dobras fechadas a cerradas de senhadas pelo acamamento reliquiar com clivagem ardosiana na plano-axial, apresentando eixos com atitudes muito variadas. A segunda fase (F-2) é a principal, apresentando dobras de diversas escalas e estilos diferentes, cuja característica principal é serem delineadas pela clivagem ardosiana. Apresentam eixos no geral sub-horizontais e planos axiais orientados segundo direções que variam de N60°E na porção oeste da área a E-W na região situada entre Pirapora do Bom Jesus e Santana de Parnaíba. São responsáveis pela maior parte das estruturas sinformais e antiformais da área, bem como provavelmente pela maior estrutura presente, o Sinclinório de Pirapora. A terceira fase (F-3) foi reconhecida apenas localmente, superpondo-se às dobras geradas na fase F-2, apresentam eixos sub-horizontais, e desenham dobras abertas.
2. Sinclinório é uma macro-estrutura complexa configurada pela clivagem ardosiana, relacionada com a fase de dobramentos F-2, que se dispõe em arco, com atitudes que, no geral, mergulham para o interior dessa estrutura.
3. O quadro geral de fases de dobramentos apresentado se contrapõe àquele que tem sido usualmente atribuído ao Grupo São Roque em estudos anteriores, uma vez que sistematicamente se observou o dobramento da clivagem ardosiana. Anteriormente, considerava-se que o Grupo São Roque teria tido uma evolução polifásica definida por duas fases de dobramento superpostas (Hsui, 1975b; Hsui e Sadowski, 1976). A primeira delas, generalizada em

todos os afloramentos, seria caracterizada por dobras dese
nhadas pelo acamamento reliquiar com uma xistosidade em
posição plano-axial. A segunda, de caráter local, supe
rimposta, teria gerado dobras resultantes de crenulação,
ligadas a fenômenos de cisalhamento. Os dados obtidos
mostram que as dobras com planos axiais subverticais e
eixos subhorizontais presentes no Grupo São Roque confi
guram uma geometria de redobramento da clivagem ardosia
na (S1), com clivagem de crenulação em posição plano-a
xial.

4. A estratigrafia do Grupo São Roque não pôde ser ain
da estabelecida, devido à complexidade do padrão dos
dobramentos que afetaram as litologias presentes, ainda
não totalmente esclarecidos. Parecem existir dois paco
tes porém, um composto por rochas predominantemente peli
ticas e outro constituído por rochas metapsamíticas e
químicas. Isto constituiria então um dado inicial para o
estabelecimento de uma seqüência estratigráfica. São ne
cessários ainda estudos de detalhe para a reconstuição
da estratigrafia da unidade, com especial ênfase aos da
dos de polaridade das camadas.

5. A presença de uma seqüência vulcano-sedimentar é su
gerida por evidências de estrutura e composição pe
trográficas compatíveis com rochas de origem vulcânica,
encontradas em algumas amostras de filitos e xistos do
Grupo São Roque presentes na área estudada. Este tipo de
de ocorrência não é novo no Grupo São Roque, já tendo si
do descrita por Coutinho (1972). Mais recentemente, Fi
gueirado et alii (1982) teriam demonstrado presença de
seqüência vulcano-sedimentar na área do Sinclínorio de
Pirapora, através da identificação de *pillow lavas* em um
corpo metabasítico. Estas observações não encontraram
confirmação no presente estudo. Uma outra seqüência vul
cano-sedimentar foi reconhecida no Grupo São Roque por
Coutinho *et alii* (1982) na região de Itaberaba, próximo
a Nazaré Paulista.

6. As litologias, metamorfismo e magmatismo presentes na região estudada concordam, em linhas gerais, com os dados da literatura. Na escala de representação adotada foi possível discriminar com maior precisão alguns corpos litológicos e separar, dentre os filitos, uma sequência de metarenitos finos situada na região de Pirapora do Bom Jesus.
7. O caráter diapírico dos corpos granitoides foi reconhecido e é responsável pelas deformações introduzidas nas estruturas regionais, como o destaque dado ao Sinclínorio de Pirapora.
8. Foram reconhecidas as falhas de Araçariguama e de Morro Grande, de caráter transcórrrentes, que cortam as rochas granitoides e os metamorfitos presentes na área estudada.
9. Os corpos granitoides presentes na área estudada são tipologicamente sintectônicos. Essa classificação adotada vincula o magmatismo a eventos tecto-orogênicos. Este magmatismo teria ocorrido no final ou mesmo logo após a fase principal de dobramentos (F-2).

R E S U M O

A área estudada situa-se a oeste da capital paulista, entre as cidades de Santana de Parnaíba a leste e Pirapora do Bom Jesus a oeste, tendo como limites norte e sul, respectivamente o Morro Jaguacoara e a Serra do Itaqui.

Os estudos da região do Sinclinório de Pirapora foram realizados na escala 1:50 000 e são apresentadas neste trabalho, onde se descreve a geologia da área, integrando os tipos litológicos e estruturas, e se reconstitui a evolução geológica no Pré-Cambriano.

A região do Sinclinório de Pirapora abrange essencialmente rochas precambrianas, além de depósitos cenozóicos restritos. O Pré-cambriano é representado por metamorfitos do Grupo São Roque e rochas granitóides associadas relacionadas ao desenvolvimento do Ciclo Brasileiro. As rochas do Grupo São Roque são filitos, metarenitos, quartzitos, calcários, anfibolitos e xistos, enquanto os granitóides são predominantemente porfiróides do tipo Cantareira. As rochas metamórficas apresentam três fases de dobramentos, sendo as duas primeiras bem caracterizadas, enquanto a terceira está relacionada a dobramentos localizados. A fase principal de dobramentos foi a segunda, e é responsável pela estruturação regional inclusive pelo estabelecimento da macro-estrutura. Os movimentos regmagênicos afetaram tanto os metamorfitos como as rochas granitóides gerando rochas cataclásticas de diversos tipos, tendo se desenvolvido desde logo após a fase principal de dobramentos até o final dos últimos eventos do Ciclo Brasileiro.

Os depósitos cenozóicos são de ocorrência restrita, cuja distribuição é regulada pelo relevo atual. Este por sua vez é intimamente condicionado pelas litologias e estruturas reconhecidas. Os recursos minerais em explo

ração consistem basicamente de calcários, quartzitos, fi
litos, e granitos utilizados como matéria-prima na cons-
trução civil e indústrias afins, na metalurgia e na
agricultura.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Dr. Yociteru Hasui pela orientação e apoio recebidos em todas as etapas da realização deste mestrado.

Ao geólogo Marcos Alves de Almeida agradeço o auxílio prestado durante os trabalhos de campo e escritório.

Aos geólogos Mirian Cruxêm Barros de Oliveira e Eleno de Paula Rodrigues agradeço o auxílio em estudos de microscopia petrográfica, às sugestões e comentários.

Sou grato ainda ao geólogo Waldir Lopes Ponçano, responsável técnico pelo Agrupamento de Geologia Geral do IPT, pelo apoio e incentivo constantes durante todo o trabalho.

Quero agradecer também ao geólogo Celso Dal Rê Carneiro, coordenador do programa Análise Estrutural do Grupo São Roque, pelo permanente apoio e proveitosas discussões que manteve conosco.

Ao pessoal técnico-administrativo do IPT se deve grande contribuição, em especial à Srta. Aradi Jecira da Cruz e Sra. Rosely Marques Gimenez, pela cuidadosa datilografia dos originais, às Sras. Damaris Rodrigues Martins e Mirna Mangini Ferracini a quem se deve a qualidade artística dos desenhos e à Sra. Lourdes Mangiullo Miotto e equipe de publicações do IPT pela impressão e montagem final do texto e ilustrações.

Este estudo foi desenvolvido no âmbito do IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo e contou com apoio financeiro do Programa de Desenvolvimento de Recursos Minerais - PRÓ-MINÉRIO. A estas entidades o meu agradecimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALGARTE, J.A. *et alii* - 1974 - Projeto Sudeste do Estado de São Paulo; relatório final. São Paulo, DNPM/CPRM.
- ALMEIDA, F.F.M. de - 1946 - Ocorrência de camadas supostas pliocênicas no Rio Paraibuna, Estado de São Paulo. Geol. Metal., São Paulo, (2): 71-74.
- ALMEIDA, F.F.M. de - 1955 - As camadas de São Paulo e a tectônica da Serra da Cantareira. Bol. Soc. Bras. Geol., São Paulo, 4 (2): 23-40, maio.
- ALMEIDA, F.F.M. de - 1967 - Origem e evolução da plataforma brasileira. Bol. Div. Geol. Min., Rio de Janeiro, DNPM, (241): 1-36.
- ALMEIDA, F.F.M. de - 1969 - Diferenciação tectônica da plataforma brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO de GEOLOGIA, 28, Salvador, 1969. Anais... Salvador, SBG. p. 29-46.
- ALMEIDA, F.F.M. de; HASUI, Y.; NEVES, B.B.B. - 1976 - The upper precambrian of south America. Bol. IG, São Paulo, 7: 45-80.
- ALMEIDA, E.B. *et alii* - 1981a - Mapa de jazidas e ocorrências minerais do Estado de São Paulo. São Paulo, IPT. 3v.
- ALMEIDA, F.F.M. de *et alii* - 1981b - Nota explicativa do mapa geológico do Estado de São Paulo, 1:500 000. São Paulo, IPT. v. 1. (IPT, Monografia 5).
- ANDRADE E SILVA, J.B. de e ANDRADA, M.F.R. de - 1954. Via gem Mineralógica na Província de São Paulo: 1ª parte e conclusão. Bol. Paul. Geogr. São Paulo, (16): 66-

74, mar.; (17): 52-62, jun. (transcrição).

ANDRADA, M.F.R. de - 1954. Diário de uma viagem mineralógica pela Província de São Paulo no ano de 1805. Bol. Paul. Geogr., São Paulo, (18): 34-44. out. (transcrição)..

BISTRICHI, C.A. *et alii* - 1981 - Mapa geológico do Estado de São Paulo, escala 1:500 000. São Paulo, IPT. 2f.

BRAUN, O.P.G. - 1972 - Faixas rúpteis do escudo brasileiro. s.l.p., s.c.p. (mimiografado).

CORDANI, U.G. & BITTENCOURT, I. - 1967 - Determinações de idade potássio-argônio em rochas do Grupo Açungui. In: CONGRESSO BRASILEIRO de GEOLOGIA, 21, Curitiba, 1967. Anais... Curitiba, SBG. p. 218-233.

CORDANI, U.G. & KAWASHITA, K. - 1971 - Estudo geocronológico pelo método Rb-Sr, de rochas graníticas intrusivas no Grupo Açungui. In: CONGRESSO BRASILEIRO de GEOLOGIA, 25, São Paulo, 1971. Anais... São Paulo, SBG. v. 1, p. 105-110.

CORDANI, U.G. *et alii* - 1961 - Geologia da região do Jaraguá, SP. Bol. Soc. Bras. Geol. São Paulo, (10): 72-91.

CORDANI, U.G.; GOMES, C.B.; GIRARDI, V.A.V. - 1963 - Rochas calciossilicatadas da região de Perus-SP. An. Acad. Bras. Ciênc., Rio de Janeiro, 35: 361-372.

CORDANI, U.G. & TEIXEIRA, W. - 1979 - Comentários sobre as determinações geocronológicas existentes para as regiões das folhas Rio de Janeiro, Vitória e Iguape. In: SCHOBHENHAUS FILHO, C., coord. Carta Geológica do Brasil ao milionésimo, folhas Rio de Janeiro (SF-

23), Vitória (SF-24) e Iguape (SG-23). Brasília, DNPM, p. 175-207.

COUTINHO, J.M.V. - 1953 - Petrologia da região de São Roque, São Paulo. Bol. Fac. Fil. Ciênc. Let., USP, São Paulo, (159): 1-80 (Mineralogia, 11).

COUTINHO, J.M.V. - 1971 - Estado atual de conhecimentos do pré-cambriano superior sul brasileiro, uma síntese. In: CONGRESSO BRASILEIRO de GEOLOGIA, 25, São Paulo, 1971. Anais... São Paulo, SBG. p. 83-91.

COUTINHO, J.M.V. - 1972 - Petrologia do pré-cambriano em São Paulo e arredores. Bol. IG., USP, São Paulo, 3: 5-100.

COUTINHO, J.M.V. - 1980a - Mapa geológico da Grande São Paulo, 1:100 000. São Paulo, EMPLASA. 2f.

COUTINHO, J.M.V. - 1980b - Relações litológicas e estruturais entre a Bacia de São Paulo e o Pré-Cambriano circunvizinho. In: MESA REDONDA SOBRE ASPECTOS GEOLÓGICOS e GEOTÉCNICOS da BACIA SEDIMENTAR de SÃO PAULO, 1980. Publicação Especial. São Paulo, SBG-ABGE, p. 15-23 il.

COUTINHO, J.M.V. & TAKEDA, F.K. - 1955 - Metaconglomerados e rochas associadas no Município de São Paulo. Bol. Fac. Fil. Ciênc. Let., USP, São Paulo, (186): 5-47 (Mineralogia, 13).

COUTINHO, J.M.V. *et alii* - 1982 - Geologia e petrologia de seqüência vulcano-sedimentar do Grupo São Roque na Serra de Itaberaba - SP. (Trab. a ser apres. no Congresso Brasileiro de Geologia, 32, Salvador, (1982).

EMPRESA METROPOLITANA DE PLANEJAMENTO DA GRANDE SÃO PAULO - EMPLASA - 1980 - Mapa geológico da Grande São Paulo, escala 1:100 000.

FIGUEIREDO, M.C.H. *et alii* - 1982 - Ocorrência de "pillow lavas" no Grupo São Roque, Estado de São Paulo. Rev. Ciências da Terra, SBG, (2): 6-7, jan/fev.

FLORENCE, G. - 1907 - Notas geológicas sobre o Rio Tietê. In: COMISSÃO GEOGRÁFICA e GEOLÓGICA. Exploração do Rio Tietê. São Paulo. p. 9-15.

FLORENCE, G. - 1930 - Notas geológicas sobre o Rio Tietê em trecho estudado pela turma de exploração do referido rio em 1905. In: COMISSÃO GEOGRÁFICA e GEOLÓGICA. Exploração do Rio Tietê (barra do Rio Jaguaré-Guassú do Rio Paranã). 3ed.. São Paulo. p. 9-16 (Relatório da Comissão Geographica e Geológica).

FLORENCE, G. & PACHECO, J. - 1929 - Carta geológica do Estado de São Paulo, Brasil., escala 1:2 000 000. São Paulo, Com. Geog. e Geol.

FONSECA M.J.G. *et alii* - 1979 - Carta geológica do Brasil ao milionésimo, folha Rio de Janeiro/Vitória/Iguape; mapa e nota explicativa. Brasília, DNPM.

FRANCO, R.R. - 1956 - Migmatitos de textura gnáissica dos arredores de São Paulo. Bol. Soc. Bras. Geol., 5 (1): 39-60.

FRANCO, R.R. - 1958 - Contribuição ao conhecimento das rochas termo-metamórficas da série São Roque. Bol. Fac. Fil. Ciênc. Let., USP, São Paulo (189): 1-81. (Mineralogia 14) (Tese apresentada à F.F.C.L. USP).

- GOMES, C.B. - 1962 - Contribuição ao conhecimento dos anfibolitos da região do Jaraguá. Bol. Soc. Bras. Geol., 11 (1): 57-78.
- GOMES, C.B. - 1971 - Polimetamorfismo dos anfibolitos de Jaraguá, São Paulo. (Tese apresentada ao Inst. Geoc. USP) (inédito).
- GOMES, C.B.; SANTINI, P.; DUTRA, C.V. - 1964 - Petrochemistry of a precambrian amphibolite from the Jaraguá area, São Paulo, Brasil. Jour. Geol. 72: 664-680.
- HASUI, Y. - 1963 - Sobre os granitos turmalíferos de Perus-SP. Bol. Soc. Bras. Geol., 12 (1-2): 87-108.
- HASUI, Y. - 1973 - Tectônica da área das folhas de São Roque e Pilar do Sul. São Paulo. (Tese de livre docência apresentada ao Inst. Geoc. USP).
- HASUI, Y. - 1975a - Evolução polifásica do pré-cambriano a oeste de São Paulo. Bol. IG, São Paulo, USP, 6: 95-108.
- HASUI, Y. - 1975b - Geologia da Folha de São Roque, São Paulo. Bol. IG, São Paulo, USP, 6: 157-183.
- HASUI, Y. & HAMA, M. - 1972 - Geocronologia do Grupo São Roque pelo método potássio - argônio. Rev. Bras. Geoc., São Paulo 2 (1): 18-24.
- HASUI, Y. & HENNIES, W.T. - 1969 - O suposto sedimento terciário de Pirapora do Bom Jesus. Ciênc. Cult., 21 (2): 215-216.

- HASUI, Y. & SANDOWSKI, G.R. - 1976 - Evolução geológica do pré-cambriano na região sudeste do Estado de São Paulo. Rev. Bras. Geoc., São Paulo 6 (3): 182-200.
- HASUI, Y.; PENALVA, F.; HENNIES, W.T. - 1969 - Geologia do Grupo São Roque. In: CONGRESSO BRASILEIRO de GEOLOGIA, 23, Salvador, 1969. Anais... Salvador, SBG. p. 101-134.
- HASUI, Y.; HENNIES, W.T.; PENALVA, F. - 1971 - Pré-cambriano a noroeste da cidade de São Paulo, In: CONGRESSO BRASILEIRO de GEOLOGIA, 25, São Paulo. Roteiro das Excursões. Bol. Esp. nº 2, p. 63-68.
- HASUI, Y.; CARNEIRO, C.D.R.; COIMBRA, A.M. - 1975 - The Ribeira folded belt. Rev. Bras. Geoc., São Paulo, 5 (4): 257-266.
- HASUI, Y.; SADOWSKI, G.R.; CARNEIRO, C.D.R. - 1976a - Considerações sobre a estratigrafia do pré-cambriano na região de São Paulo. Bol. IG., São Paulo, USP, 9: 107-113.
- HASUI, Y. *et alii* - 1976b. Condicionamento tectônico da bacia sedimentar de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO de GEOLOGIA, 29, Ouro Preto, 1976. Anais... SBG, v. 4, p. 257-268.
- HASUI, Y.; ALMEIDA, F.F.M. de; NEVES, B.B.B. - 1978a - As estruturas brasileiras. In: CONGRESSO BRASILEIRO de GEOLOGIA, 30, Recife, 1978. Anais... Recife, SBG. v. 6, p. 2423-2437.
- HASUI, Y.; CARNEIRO, C.D.R.; BISTRICHI, C.A. - 1978b - Os granitos e granitóides da região de dobramentos sudeste nos estados de São Paulo e Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO de GEOLOGIA, 30, Recife, 1978. Anais... Recife, SBG. v. 6, p. 2579-2593.

- HASUI, Y.; CARNEIRO, C.D.R.; BISTRICHI, C.A. - 1980 - Estruturas e tectônica do Pré-cambriano de São Paulo e Paraná. An. Acad. Bras. Ciênc., 52 (1): 61-76.
- HASUI, Y. *et alii* - 1982 - Região VI. In. SCHOBENHAUS FILHO, C. *et alii*, coords. Texto explicativo da Carta Geológica do Brasil; 1:2 500 000. Brasília, DNPM (a sair).
- HENNIES, W.T.; HASUI, Y.; PENALVA, F. - 1967a - O falhamento transcorrente de Taxaquara. In: CONGRESSO BRASILEIRO de GEOLOGIA, 21, Curitiba, 1967. Anais... Curitiba, SBG. p. 159-168. Bol. Paran. Geoc. (26): 18-19.
- HENNIES, W.T.; PENALVA, F.; HASUI, Y. - 1967b - Geologia do pré-cambriano a noroeste da capital paulista. Bol. Paran. Geoc., Curitiba, (26): 17-18. (Resumo das Comunicações Congresso Brasileiro de Geologia).
- HIGGINS, M.W. - 1969 - Cataclastic rocks. Washington, U.S. Geological Survey. 97p. (USGS Professional Paper 687).
- HOBBS, B.E.; MEANS, W.D.; WILLIAMS, P.F. - 1976 - An outline of structural geology. New York, John Wiley. 571p.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO E GEOLÓGICO - IGG - 1947 - Carta geológica do Estado de São Paulo, escala 1:1 000 000. São Paulo.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO E GEOLÓGICO - IGG - 1963 - Mapa geológico do Estado de São Paulo, 1:1 000 000. São Paulo.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO E GEOLÓGICO - IGG - 1974 - Mapa geológico do Estado de São Paulo, 1:1 000 000. São Paulo.

- KNECHT, T. - 1943 - Stauroлита da Série São Roque. O IGG, São Paulo, 1 (2): 165-168.
- KNECHT, T. - 1944 - Sillimanita no km 20 da Via Anhan
guera. O IGG, São Paulo, 2 (2): 129-132.
- KNECHT, T. - 1950 - Ocorrências minerais do Estado de
São Paulo. Inst. Geog. e Geol. 2v.
- KNECHT, T. - 1964 - Pré-Cambriano Inferior. In: INSTITU
TO GEOGRÁFICO e GEOLÓGICO. Geologia do Estado de São
Paulo. p. 14-36 (Boletim 41).
- MARMO, V. - 1971 - Granite petrology and the granite
problem. Amsterdam, Elsevier. 244p.
- MORAES REGO, L.F. de - 1930 - A Geologia do Petróleo no Es
tado de São Paulo. Rio de Janeiro, Serviço Geológico
e Mineralógico. 110 p. (Boletim 46).
- MORAES REGO, L.F. de - 1933 - Contribuição ao estudo das
formações pré-devonianas de São Paulo. São Paulo,
Inst. Astron. e Geof. 43 p. il.
- MORAES REGO, L.F. de & SOUZA SANTOS, T.D. - 1938 - Con
tribuição para o estudo dos granitos da Serra da Can
tareira. São Paulo, IPT. (Boletim 18).
- OLIVÉIRA, A.I. & LEONARDOS, O.H. - 1943 - Geologia do
Brasil 2 ed, Rio de Janeiro, serviço Informação Agri
cola 813 p. (Série didática, 2)
- PAOLIELLO, P.C. - 1964 - Pré-Cambriano Superior. In: INS
TITUTO GEOGRÁFICO e GEOLÓGICO. Geologia do Estado de
São Paulo, São Paulo, p. 37-44 (Boletim 41).
- PENALVA, F. - 1971 - Sedimentos neocenozóicos nos vales
dos rios Jundiá, Atibaia e Jaguari (Estado de São
Paulo). Bol. Paul. Geog., São Paulo (46).

- PONÇANO, W.L. & MELO, M.S. de - 1982 - Gênese, distribuição e estratigrafia dos depósitos cenozóicos no Estado de São Paulo. São Paulo, IPT. (Relatório IPT, nº 16 869).
- RAMSAY, J.G. - 1962 - The geometry and mechanics of formation of "similar" type folds. J. Geol., 70: 309-327.
- RAMSAY, J.G. - 1967 - Folding and fracturing of rocks. New York, McGraw-Hill. 567p.
- RIDEG, P. - 1974 - Geology and structure of a portion of the Serra do Mar in Eastern São Paulo, Brazil. Binghamton, State University New York (thesis).
- ROBERTS, J.L. - 1977 - The structural analysis of metamorphic rocks in orogenic belts. In: SAXERAS & BHATTACHARGI, ed. Energetics of geodynamic processes S. L. Springer - Verlag, cap. 8, p. 151-167.
- SILVA, A.T.S.F. da *et alii* - 1977. Projeto Santos - Iguaçu: relatório final de geologia. São Paulo, DNPM/CPRM. v.1.
- STRECKEISEN, A.L. - 1967 - Classification and nomenclature of igneous rocks. N.Jb. Miner Abh, Stuttgart, 107 (2). p. 144-240.
- TURNER, F.J. & WEISS, L.E. - 1963 - Structural analysis of metamorphic tectonites. New York, McGraw - Hill Book. 545p.
- WASHBURNE, C.W. - 1930. Petroleum geology of the State of São Paulo, Brazil. Bol. Com. Geog. Geol., São Paulo, (22): 1-282.

WEISS, L.E. & McINTYRE, D.B. - 1957 - Structural geome-
try of Dalradian rocks at Loch Leven, Scottish High
lands. J. Geol., 65, p. 575-602.

WILSON, G. - 1961 - The tectonic significance of small
scale structures, and their importance to the geolo-
gist in the field. Annls. Soc. Geol. Belgs., 84: 423-
548.

WERNICK, E.; HASUI, Y.; NEVES, B.B.B. - 1978 - As re-
giões de dobramentos sudeste e nordeste. In: CONGRES-
SO BRASILEIRO de GEOLOGIA, 30, Recife, 1978. Anais...
Recife, SBG. v. 6, p. 2493-2507.

WILLIAMS, P.F. - 1970 - A criticism of the use of style
in the study of deformed rocks. Geol. Soc. Am. Bull.,
81: 3283-3296.

LEGENDA

○ 258 PONTO DE DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTO

BASE PLANI-ALTIMÉTRICA: FOLHAS
1:50000 DO IGG: SANTANA DO PARNAÍBA
(SF-23-Y-C-III-3) E CABREÚVA (SF-23-
Y-C-III-2), DO IBGE

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DE
AFLORAMENTOS DESCRITOS
ANEXO 1

LEGENDA

HOLOCENO

Qa

Sedimentos aluvionares inconsolidados. Cascalhos, areias e argilas.

PLEISTOCENO (?)

Q

Sedimentos de origem incerta com litificação incipiente. Cascalhos, areias e argilas.

Y

Suítas granitoides sin a tectônicas em relação a Ds (Fácies Cantareira). Rochas granitoides, discordantes, foliadas.

PSsX PSsF PSsS PSsS/F PSsQ PSsD PSsC PSsA

Grupo São Roque

Micaxistos Quartzito-moscovita xistos e quartzito-biotita-moscovita xistos, subordinadamente porfiriblasticos, contendo granado, estaurolita e sillimanita (X); filitos sericiticos predominantes e carbonos podendo apresentar alternâncias (F); metarenitos finos, subordinadamente metacalcários e metagrauwacas (S); metarenitos com intercalações de filitos e quartzitos com predominância local de um ou outro termo, subordinadamente calcários (S/F); quartzitos finos a médios, raramente grossos (Q); dolomitos (D); calcários (C); e anfibolitos (A).

SIMBOLOGIA

- Contatos litológicos definidos, aproximados e transicionais.
- Falhas transcorrentes definidas e aproximadas.
- Lineamentos fotogeológicos correspondentes a traço de falha provável.
- Lineamentos fotogeológicos correspondentes a clivagem ardósiana (Sa ou Si).
- Clivagem ardósiana vertical ou inclinada.
- Ocorrências restritas de litologias: Cs - rochas calcossilicatadas; Ca - calcários calcíticos; Cg - quartzitos conglomeráticos; Xi - xistos; A - anfibolitos; Pg - pegmatitos ou apatitos; It - itabiritos.
- Minas em atividade ou abandonada: Fe - ferro; Au - ouro; Qz - quartzo; Fi - filito; Ca - calcário.

DADOS PLANI-ALTIMÉTRICOS

- Cotas altimétricas
- Curvas de nível
- Rios
- Reservatórios
- Cidades
- Limite de município
- Auto-estrada
- Rodovia pavimentada
- Rodovia não pavimentada com tráfego permanente
- Rodovia não pavimentada com tráfego periódico
- Caminhos
- Seção geológico-estrutural esquemática (Desenho 3)

MAPA GEOLÓGICO DA REGIÃO DO SINCLÍNÓRIO DE PIRAPORA, SP

ANEXO 2

BASE PLANI-ALTIMÉTRICA - FOLHAS 1:50.000 DO IGG - SANTANA DO PARNAÍBA (SF-23-Y-C-III-3) e CABREÚVA (SF-23-Y-C-III-2), DO IBGE.

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

SEÇÃO GEOLÓGICO-ESTRUTURAL ESQUEMÁTICA

ANEXO 3

ESCALA HORIZONTAL 1:50 000 SOBRELEVAÇÃO: 2
VERTICAL 1:25 000

Obs. A legenda litológica é a mesma utilizada no Mapa Geológico (Anexo 2)

LEGENDA

- 80 Clivagem ardosiada
- 85 Clivagem de crenulação
- 85 Clivagem de fratura
- Linhas de forma de Sa
- Lineação correspondente a eixos de dobras B₂
- Contato litológico
- Traço axial de estrutura Sinforme
- Traço axial de estrutura Antiforme
- Traço axial de Sinclínio
- Folhas

BASE PLANI-ALTIMÉTRICA: FOLHAS
1:50.000, DO IGG: SANTANA DO PARNAÍBA
(SF-23-Y-C-III-3) E DO IBGE: CABREÚVA
(SF-23-Y-C-III-2).

MAPA DE FORMAS ESTRUTURAIS
DA CLIVAGEM ARDOSIANA (Sd)

ANEXO 4