

CONTRIBUIÇÃO À GEOLOGIA DA REGIÃO DE  
PEREIRAS - CESÁRIO LANGE - BOFETE  
ESTADO DE SÃO PAULO



HILTON SUCENA LELLIS  
1970

DEDALUS - Acervo - IGC



30900029159

Tese de Mestrado apresentada ao  
Instituto de Geociências e Astronomia  
da Universidade de São Paulo

## ÍNDICE

|  | pg. |
|--|-----|
| I. INTRODUÇÃO .....  | 1   |
| II. MATERIAL E MÉTODOS .....   | 2   |
| III. GEOLOGIA REGIONAL .....   | 4   |
| III.1 - Coluna Geológica Regional .....  | 4   |
| III.2 - Geologia Estrutural .....  | 6   |
| IV. DESCRIÇÃO DAS UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS .....                                     | 9   |
| IV.1 - Grupo Tubarão .....   | 9   |
| IV.2 - Grupo Passa Dois .....  | 10  |
| IV.2.1 - Formação Irati .....  | 10  |
| IV.2.2 - Formação Estrada Nova .....   | 13  |
| IV.2.3 - Estruturas Sedimentares .....   | 15  |
| A. Estrutura Maciça .....  | 17  |
| B. Estratificação .....  | 17  |
| B.1 - Estratificação Irregular .....   | 17  |
| B.2 - Estratificação Regular .....   | 18  |
| B.3 - Estratificação Cruzada .....   | 18  |
| C. Marcas Onduladas .....  | 19  |
| D. Laminação por Migração de Marcas Onduladas<br>("Ripple-Drift Cross Lamination") ..... | 19  |
| E. Grêtas de Contração .....   | 20  |
| F. Brechas e Conglomerados Intraformacionais .....                                       | 21  |
| G. Diastemas .....   | 22  |
| H. Deformações Contemporâneas .....  | 22  |
| H.1 - Estruturas de Sobrecarga .....   | 22  |
| H.2 - Diques Clásticos .....   | 22  |
| H.3 - Estruturas de Deslizes .....   | 24  |

|  | pg. |
|--|-----|
| IV.2.4 - Conteúdo Paleontológico .....                   | 25  |
| IV.2.5 - Ambiente de Deposição do Grupo Passa Dois ..... | 25  |
| IV.3 - Grupo São Bento .....                             | 27  |
| IV.3.1 - Formação Botucatu .....                         | 28  |
| Arenito Botucatu .....                                   | 28  |
| Intrusivas Básicas .....                                 | 29  |
| IV.4 - Aluvião .....                                     | 30  |
| V. CONFRONTO COM OUTRAS ÁREAS .....                      | 31  |
| VI. CONCLUSÕES .....                                     | 33  |
| VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                    | 36  |

#### ILUSTRAÇÕES:

|                   |    |
|-------------------|----|
| Fotografias ..... | 42 |
| Figuras .....     | 64 |

#### ANEXO:

Mapa Geológico

## I - INTRODUÇÃO

O objetivo principal d'êste trabalho foi o mapeamento geológico da área onde se situam as cidades de Pereiras, Cesário Lange, Porangaba, Bofete e Torre de Pedra, no Estado de São Paulo.

A área estudada contém os paralelos 23° 05' e 23° 15' de Latitude Sul e os meridianos 47° 55' e 48° 15' de Longitude Oeste, com uma superfície aproximada de 900 km<sup>2</sup>. Geologicamente situa-se na parte centro sul da faixa paleozóica aflorante em nosso Estado.

Embora seja uma região de fácil acesso, e constituída por rochas que têm sido pesquisadas intensivamente - Grupo Passa Dois, principalmente - nenhum trabalho havia sido desenvolvido até então. Na bibliografia geológica brasileira sômente são encontradas referências breves, citações na sua maior parte.

O mapa geológico que acompanha o presente trabalho foi obtido com auxílio de fotografias aéreas, de escala aproximada 1:25.000, tomadas pelos Serviços Aéreos Cruzeiro do Sul em 1962.

Queremos expressar nossos agradecimentos, em primeiro lugar, ao Professor Dr. Setembrino Petri, pelo incentivo e orientação na execução d'êste trabalho.

Ao Professor Dr. Vicente José Fulfaro, pela assistência constante prestada durante tôdas as fases de elaboração.

Ao Geólogo José Afonso Rielli Saragiotto, pelo auxílio prestado nos trabalhos de campo.

Finalmente estendemos nossos sinceros agradecimentos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo imprescindível apóio financeiro, sem o qual não nos teria sido possível realizar esta pesquisa, e a tôdas as pessoas que direta ou indiretamente colaboraram para que êste trabalho se concretizasse.

## II - MATERIAL E MÉTODOS

Para a confecção do mapa geológico apresentado, iniciamos pela elaboração de uma folha topográfica planimétrica para base da geologia, devido à inexistência de um mapa topográfico recente, em escala apropriada.

A folha base foi obtida por restituição de cerca de 100 fotografias aéreas de escala 1:25.000, tomadas pelos Serviços Aéreos Cruzeiro do Sul em 1962. Foi utilizado o método da triangulação radial por moldes fissurados, adotando-se pontos de controle de escala e orientação existentes nas cartas topográficas do Instituto Geográfico e Geológico do Estado de São Paulo, publicadas em 1954.

Os detalhes geográficos (drenagem, estradas, cidades, etc.) foram transferidos para folha base por um projetor tipo câmara clara. O mapa topográfico foi obtido na escala 1:25.000.

Achamos necessário esclarecer que a Rodovia Castello Branco (SP-280) foi lançada a partir de plantas de escala 1:2.000 até a altura do rio Bonito. Daí em diante, até as proximidades de Jacutinga, foi inferida por medidas efetuadas no campo com bússola e odômetro. Desta maneira, sua localização é apenas aproximada. Este procedimento foi motivado pela falta de qualquer planta de escala conveniente, e por não figurar nas fotografias aéreas, uma vez que estas datam de 1962, e a sua construção é mais recente. Achamos que mesmo nestas condições a rodovia deveria constar do mapa, em virtude de sua importância, como também pelas excelentes exposições que nos oferecem seus cortes, onde efetuamos inúmeras observações.

A seguir foram efetuadas observações geológicas no campo. Foram confeccionados perfis geológicos ao longo das principais rodovias, tendo sido efetuadas medidas de distância, com auxílio do odômetro do veículo devidamente aferido; de altitude, com altímetro Paulin, e de rumos e direções, com bússola.

Foram confeccionados os seguintes perfis geológicos:

1. Rodovia Castello Branco entre Tatuí e Torre de Pedra (figura nº 1).
2. Estrada Cesário Lange - Porangaba - Bofete (figura nº 2).
3. Estrada Cesário Lange - Pereiras (figura nº 3).
4. Rodovia Marechal Rondon entre Laranjal Paulista e Alto da Serra de Botucatu (figura nº 4).

Êsses perfis tiveram a finalidade de definir a estratigrafia, estruturas, e fornecer elementos seguros para a foto-interpretação.

Confeção de secções colunares de detalhe locais, observações de estruturas sedimentares e coleta de amostras foram realizadas em inúmeros afloramentos. Determinações de atitudes de camadas foram feitas através de medidas de planos de acamamento por pontos distanciados, em virtude do pequeno mergulho das camadas. Fotos ilustrativas também foram tomadas.

De posse dos dados de campo, foi finalmente realizada foto-interpretação onde foram delimitadas as Formações e estruturas. Para a apresentação, o mapa geológico foi reduzido em 50%, resultando uma escala final de 1:50.000.

### III - GEOLOGIA REGIONAL

#### III.1 - Coluna Geológica Regional

Após cuidadoso estudo das principais colunas geológicas apresentadas nos últimos anos, para as camadas gondwânicas, deixamos de apresentar um histórico dessas classificações, por entendermos que seria monótona repetição do que já se encontra em outras publicações.

Através de nossos estudos de campo, a classificação que melhor se adapta à região estudada, é, como veremos, a seguinte:

| GRUPO                         | FORMAÇÃO     | LITOLOGIA                               |
|-------------------------------|--------------|---|
| São Bento<br>(Eocretáceo)     | Botucatu     | Diabásio<br>Arenitos e<br>Brechas       |
| DISCORDÂNCIA EROSIVA          |              |   |
| Passa Dois<br>(Permiano)      | Estrada Nova | Siltitos, arenitos<br>finos e calcários |
|                               | Irati        | Siltitos, calcários<br>e folhelhos      |
| Tubarão<br>(Permocarbonífero) | Tatuí        | Siltitos e<br>arenitos                  |

Observando-se o mapa geológico anexo, verifica-se que as rochas mais antigas que ocorrem na região, pertencem ao Grupo Tubarão, que afloram nos vales dos ribeirões do extremo leste e sudeste da área.

São sedimentos arenosos e sílticos da Formação Tatuí, e que apresentam o topo daquele Grupo no Estado de São Paulo. Sedimentos glaciais não foram encontrados na área.

Sobre estas rochas, assentam concordantemente os sedimentos do Grupo Passa Dois, representado pelas Formações Irati e Estrada Nova. A primeira é representada por folhelhos negros betuminosos, alternando-se com camadas de calcário dolomítico e sílex. Intercalações de siltitos são frequentemente encontradas. Esta Formação aflora em pequenas áreas, a nordeste do mapa, na bacia dos ribeirões Queimador e Bicamente, e a sudeste, na bacia do ribeirão das Onças, continuando para sul passando por Cesário Lange, até o vale do ribeirão Aleluia.

Por falhamento, aflora ainda nos vales de um dos formadores do rio de Conchas e em um afluente do ribeirão da Vargem.

A Formação Estrada Nova é constituída por siltitos maciços e alternância de lâminas de argilito e silito. Camadas de calcário, de até 1 metro de espessura, e sílex, além de lentes de arenito fino, são frequentemente encontradas.

A maior parte da área estudada está ocupada por esta Formação, desde as imediações da estrada que liga Cesário Lange a Pereiras, até a vertente ocidental do rio do Peixe, estendendo-se para o sul até Torre de Pedra.

O ciclo sedimentar que se inicia no topo do Tubarão, englobando a Formação Irati até a base da Formação Estrada Nova, como descrito por MENDES et al. (1966) está muito bem caracterizado na área.

Em discordância erosiva, descansam sobre o Grupo Passa Dois, as rochas do Grupo São Bento, representado pela Formação Botucatu. Esta Formação inicia-se por uma brecha basal de cerca



de 1 metro de espessura em média, em seguida temos arenito. Essas rochas são encontradas desde a vertente oeste do rio do Peixe até o limite oeste da área.

Intrusivas básicas foram encontradas somente na forma de diques e "sills", aqueles principalmente preenchendo planos de falha.

As aluviões da área aparecem principalmente ao longo dos rios Bonito, do Peixe, de Conchas e Aleluia. Pequenas manchas em alguns ribeirões podem ser encontradas. A do rio Bonito que se une com a do rio do Peixe destaca-se pela maior largura e continuidade.

### III.2 - Geologia Estrutural

Através do estudo detalhado da área, verifica-se que a mesma foi intensamente perturbada por falhamentos de intensidade variável. Foram registrados rejeitos desde 20 cm até dezenas de metros, quando por exemplo colocou arenitos da Formação Botucatu em nível inferior a rochas da porção mediana da Formação Estrada Nova. Outro exemplo é o levantamento de blocos ocasionando os afloramentos de Irati nos vales do ribeirão da Vargem e do rio de Conchas.

Verificamos ainda, que muitos planos de falha foram posteriormente preenchidos por diques de diabásio.

Inúmeros falhamentos foram verificados no campo, e outros foram inferidos a partir de foto-interpretção, dos quais alguns foram confirmados no campo, enquanto que outros foram locados em mapa como lineações fotogeológicas sem controle de campo, mas muito evidentes. Receberam, entretanto, a ressalva de que podem ser falhas ou fraturas.

Analisando-se em conjunto o sistema de falhas, verifica-se que elas se distribuem segundo três direções preferenciais:  
N 30 - 40° E, N 30 - 40° W e N 75 - 85° W.

Por outro lado, planos de falha que estão ocupados por diques, são os de direção aproximada E-W. Nas outras duas direções preferenciais do sistema de falhamento não encontramos nenhum dique em planos de falha.

Os rios principais da região orientam-se de preferência segundo essas direções, donde se deduz que eles correm ao longo de zonas de falhas ou fraturas.

Duas feições morfológicas importantes decorrem deste sistema de falhamento: a primeira, a "cuesta" de Pereiras, assim denominada por ALMEIDA (1964, p. 234), e a segunda, o Mórro do Bofete.

A "cuesta" de Pereiras segundo ALMEIDA (1964, p. 234), é formada por uma série de elevações de direção NNE, escarpadas em sua face leste, cujas cristas se elevam 50 a 70 m acima das planícies de inundação do rio de Conchas. Ainda segundo o autor op. cit., essa expressão morfológica que constitui a margem oeste do rio de Conchas, seria devida a camadas de silex e margas silicificadas que suportariam os altos topográficos.

Entretanto, examinando vários afloramentos naquela região, verificamos que os siltitos da Formação Estrada Nova ali estão intensamente perturbados (foto nº 1) e evidenciam nítido falhamento. Por outro lado, examinando-se as fotografias aéreas, observam-se várias evidências de que realmente se trata de uma zona de falha ao longo da qual corre o rio de Conchas. A "cuesta" de Pereiras seria, então, uma escarpa de falha.

O Mórro do Bofete é uma elevação escarpada que sobressai cerca de 350 m da região circunvizinha. Através de fotografias aéreas, verifica-se tratar de um bloco levantado por falhamento, segundo as direções principais do sistema.

Na faixa coberta pelo Arenito Botucatu, os rios escavaram profundos canhões, aproveitando as zonas de menor resistência ao longo das fraturas.

Quanto a atitude das camadas, estas têm direção regional NE, mergulhando em média 1 a 2° para NW. Variações locais, às vezes acentuadas, foram verificadas em inúmeros afloramentos, chegando até a inversão completa desta atitude. Essas variações, como se pode verificar nos perfis geológicos, são decorrentes de falhamentos, e algumas vezes por intrusões (figuras n°s 1, 2, 3 e 4).

## IV - DESCRIÇÃO DAS UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

### IV.1 - Grupo Tubarão

Êste Grupo têm ocorrência restrita na área estudada. Aparece, principalmente, à sudeste do mapa, e a leste, nos vales dos ribeirões maiores.

Normalmente êstes sedimentos aparecem já semi-alterados, tornando-se problemática a identificação dos membros. De qualquer forma, podemos situar as rochas como pertencendo à Formação Tatuí.

São predominantemente siltitos, argilosos a grosseiros, podem passar a arenito. Variam muito tanto vertical como horizontalmente. Intercalações de lâminas argilosas e silticas, em de posição rítmica, são comuns. Predominam, entretanto, sucessões maciças.

A cor predominante é a vermelha. Roxo, amarelo e verde pálidos, ocorrem com frequência.

Em um corte localizado nas margens do ribeirão Bicame (foto nº 2), pudemos observar a seguinte sucessão da base para o topo:

- 1,5 m de arenito médio a grosseiro, de cor esverdeada;
- 2,0 m de siltito esverdeado, maciço com tendência à laminação;
- 0,8 m de calcário dolomítico, estratificado, recristalizado em parte, de cor creme;
- 5,5 m de arenito, de granulação média a grossa, de cor esverdeada e creme;
- 4,0 m de sequência rítmica, alternando lâminas de siltito e argilito, de cor verde predominante.

Normalmente a estratificação é irregular, associada a estruturas convolutas, e outras feições próprias de deslizamentos sub-aquáticos, não sendo raros pequenos dobramentos locais.

O solo proveniente dessas rochas é de coloração vermelha intensa, argilosa, mas contendo certa quantidade de areia que o torna poroso. A cobertura é normalmente espessa, podendo atingir 4 a 5 metros de espessura.

O contato com a Formação superior (Irati) é gradativo. A localização exata do contato tornou-se muito difícil devido a vários fatores:

- a) é frequente, na Formação Irati, a presença de siltito, que é semelhante ao da Formação Tatuí;
- b) o solo espesso que cobre ambas as Formações é idêntico.

Além disso, ocorre com frequência, na Formação Irati siltito, que é muito parecido com o da Formação Tatuí, principalmente quando semi-alterado, como normalmente aparece. Pelos motivos apontados acima, o contato entre as duas Formações citadas foi muito difícil de ser traçado. Só foi possível com estudo de fotografias aéreas. Mesmo assim, seu traçado é pouco evidente.

## IV. 2 - Grupo Passa Dois

### IV.2.1 - Formação Irati

As rochas que foram mapeadas como pertencentes a esta Formação, foram encontradas principalmente a sudeste da área estudada, além de pequena porção a nordeste. Entre Cesário Lange e Porangaba, afloram, por falhamento, em duas áreas restritas, no vale de um ribeirão formador do rio de Conchas, e de outro, afluente do ribeirão da Vargem.

Em toda a área, a única exposição da rocha não alterada da Formação Irati, é um corte do km 151,5 da rodovia Castello Branco (margem direita) (foto nº 3).

Camadas de folhelho pirobetuminoso alternam-se com camadas e lentes de calcário dolomítico, com predominância destes. (foto nº 4). A espessura média das camadas de calcário é de 40 a 50 cm, variando desde poucos centímetros (5 a 10) até 1 metro. Com exceção da camada superior de folhelho, cuja espessura é de 60 cm, as outras variam desde 2 a 3 cm até 20 cm, sendo as mais comuns 10 a 15 cm. Tanto no calcário como no folhelho, encontram-se bonecas de silex em abundância (fotos nºs 3, 4 e 20). Capeando este afloramento temos siltito da Formação Estrada Nova.

Todos os outros afloramentos de Irati encontrados, consistem de folhelhos inteiramente intemperizados, mas que foram identificados pelas abundantes bonecas de silex.

Intercalações de siltito pertencente a fácies Ribeirão Grande descrita por MENDES et. al. (1966), são frequentes. Esta fácies na realidade predomina sobre a Formação Irati s. s.

Os contatos de base e topo da Formação não são facilmente distinguíveis, devido a espessa cobertura de solo. Por outro lado, não encontramos nenhuma distinção entre os siltitos do topo do Grupo Tubarão, os intercalados na Formação Irati (fácies Ribeirão Grande) e os da base da Formação Estrada Nova. Além disso, em todos os afloramentos, os siltitos aparecem semi-alterados, com cores secundárias.

O solo menos espesso e mais claro das áreas onde ocorrem siltitos da Formação Estrada Nova, aliado a outras características de foto-interpretação, como por exemplo tipo de drenagem, nos permitiram separar a Formação Estrada Nova das outras rochas mais antigas.

Pelas razões acima, o contato entre Irati e Tubarão foi traçado com o auxílio de foto-interpretação, mesmo assim pouco satisfatório.

O que podemos observar, em resumo, é que a Formação Irati s. s. aparece em áreas restritas, isto é, não é contínua. A fácies Ribeirão Grande aumenta sensivelmente compensando a diminuição do Irati s. s.

A passagem do Grupo Tubarão para a Formação Irati é gradual, como também o é desta, para a Formação Estrada Nova.

O grande ciclo sedimentar que se iniciou no tópo do Grupo Tubarão (Taquaral) e se estendeu até a porção média da Formação Estrada Nova, englobando a Formação Irati, como descrito por MENDES et al. (1966), está perfeitamente caracterizado nesta região.

Entendemos ainda, pelas evidências encontradas, que na área estudada os ambientes com condições redutoras propícias para a deposição do Irati s. s. eram descontínuos, isto é, isolados dentro de um ambiente maior de deposição.

Esta situação vários autores admitem teoricamente: BEURLIN (1954) em um diagrama representativo das relações entre Irati e Serra Alta, indica a possibilidade desta fácies substituindo por completo o Irati; MENDES (1961, p. 16) em diagrama das relações hipotéticas do Irati e Serra Alta indica a interpenetração parcial entre os dois; MENDES et al. (1966, p. 42) demonstra em diagrama as relações do Irati e suas fácies associadas. Por outro lado, o Mapa Geológico do Paraná, de autoria de MAACK (1953), mostra claramente a descontinuidade da Formação Irati.

Apesar dos fatos acima apontados, a Formação Irati foi mapeada de acordo com os moldes tradicionais, não perdendo de vista os problemas geo-cartográficos, segundo MENDES e FULFARO (1966, p. 33).

#### IV.2.2 - Formação Estrada Nova

A área de ocorrência dessa Formação tem seus limites a leste, aproximadamente nos divisores da bacia do rio de Conchas com as dos ribeirões Bicame e Aleluia, e a oeste, na vertente ocidental do rio do Peixe, continuando daí para sul até a altura de Torre de Pedra.

Na região estudada, a Formação Estrada Nova é constituída principalmente por siltito e arenito fino, sendo comum a ocorrência de camadas e lentes de calcarenito. Leitões de silex estão largamente distribuídos, nos quais estão associadas coquinas. Níveis silicificados e calcíferos, brechas e conglomerados intraformacionais são comuns.

O contato desta com a Formação Irati, sotoposta, é gradual, não sendo sempre possível sua verificação em virtude da intensa decomposição e da similaridade litológica. Já o contato superior com a Formação Botucatu, é muito bem marcado por discordância erosiva que as separa.

Entretanto a Formação Estrada Nova se apresenta, na região estudada, de uma maneira invulgar dentro de nosso Estado. Ela se inicia por siltitos sem estratificação visível, maciço, de cor cinza escuro, com fratura conchoidal. Concreções elípticas e níveis de calcário têm ampla distribuição. Essas concreções variam muito quanto ao tamanho, podendo alcançar até 40 cm no seu maior diâmetro, o qual se orienta segundo a estratificação. Normalmente estão dispostas em níveis contínuos. As espessuras das camadas de calcário também variam muito, desde poucos centímetros até 30 cm. Trata-se portanto da fácies Serra Alta descrita por GORDON JR. (1947) na localidade de Serril (ex-Serra Alta) no Estado do Paraná, e que até agora não tinha sido encontrada em nosso Estado, pelo menos na sua forma típica.



Na bacia do rio Corumbataí, LANDIM (1967, p. 15) verificou uma litologia evocativa dessa fácies, entretanto, devido a pequena faixa de ocorrência e espessura insignificante, achou preferível manter a designação Corumbataí indivisa.

Boas exposições dessa litologia encontram-se na rodovia Castello Branco e, principalmente, na estrada Cesário Lange a Pereiras (fotos nºs 5, 6 e 7).

Assim, com a presença desta fácies na região, caracteriza-se perfeitamente, como já o dissemos, o ciclo sedimentar que se inicia no topo do Grupo Tubarão e se estende até a base da Formação Estrada Nova (Serra Alta) inclusive, englobando a Formação Irati, como descrito por MENDES et al. (1966).

Esta ocorrência anormal da fácies Serra Alta no Estado de São Paulo, confirma a opinião de FULFARO (1967, p. 32), com a qual concordamos, sobre os perigos da generalização das classificações locais para toda a extensão da faixa permiana aflorante em nosso Estado. Concordamos, também, com MENDES (1963) quando propugnou nova classificação estratigráfica, em São Paulo, levando o limite inferior do Grupo Passa Dois, para o início da sedimentação pós-glacial, uma vez que não há quebra de sedimentação na passagem Tubarão-Irati-Estrada Nova.

Gradualmente, a fácies acima citada passa para uma sequência em que se alternam lâminas de silte e argila, ou silte fino e silte mais arenoso, com frequentes intercalações de camadas e lentes de calcarenitos, de cores pálidas (secção colunar, figura nº 5).

A espessura dessas camadas de calcário é muito variável, podendo chegar até mais de 1 metro. No km 194 da rodovia Cesário Lange - Porangaba, estão expostos 3 níveis de calcarenitos, separados por siltitos rítmicos. A espessura da camada inferior é de 1 m, a superior de

0,75 m e a do meio quase 2 m (foto nº 8). Apresentam estratificação plano-paralela e cruzada (fotos nºs 9 e 10). Níveis silicificados com 10 cm de espessura aparecem nas três camadas (foto nº 11); não são contínuos, podendo se restringir a concreções (fotos nºs 12, 13 e 14). As concreções em certas zonas, assemelham-se às bonecas do Irati (fotos nºs 9 e 14). Essas camadas têm ampla distribuição, principalmente na área compreendida entre o rio do Peixe e o rio de Conchas. Normalmente aparecem governando os altos topográficos, da mesma forma que os níveis de silex.

Tivemos a oportunidade de notar que a silicificação dos calcários obedeceu certos níveis preferenciais, controlados provavelmente pela estrutura interna. Leitos de silex concordantes com a estratificação, aparecem frequentemente dentro das camadas de calcário, as quais não apresentam qualquer outro indício de silicificação (fotos nºs 15 e 16).

Camadas de arenito fino intercaladas a siltitos grossieiros são encontradas principalmente na porção superior da sequência. Nessas zonas, a estrutura mais frequente são os diques clásticos. Esta litologia é encontrada principalmente na parte norte da área mapeada, nas proximidades do rio do Peixe.

#### IV.2.3 - Estruturas Sedimentares

O estudo das estruturas sedimentares, principalmente as singenéticas, torna-se importante, pois elas refletem as condições físicas, químicas e biológicas sob as quais foram depositados os sedimentos.

Entre as formações que ocorrem na região estudada a que apresenta maior riqueza de estruturas sedimentares é a Formação Estrada Nova, tendo recebido, por esta razão, maiores atenções.

SALAMUNI (1963) realizou o primeiro estudo de detalhe das estruturas sedimentares da Formação Estrada Nova, em testemunhos de sondagem e afloramentos do Estado do Paraná. Outros autores têm abordado de maneira geral este assunto, dentre eles MENDES (1954, 1961), FULFARO (1967) LANDIM (1967).

Na descrição das estruturas que ocorrem na região de Cesário Lange - Bofete, adotaremos a classificação de SALAMUNI (1963), pois é a que melhor se adapta às condições locais, com algumas modificações, como segue:

- A - Estrutura Maciça
- B - Estratificação
  - B.1 - Irregular
  - B.2 - Regular
  - B.3 - Cruzada
- C - Marcas Onduladas
- D - Laminação por Migração de Marcas Onduladas ("Ripple-Drift Cross Lamination")
- E - Grêtas de Contração
- F - Brechas e Conglomerados Intraformacionais
- G - Diastemas
- H - Deformações Contemporâneas
  - H.1 - Estruturas de Sobrecarga
  - H.2 - Diques Clásticos
  - H.3 - Estruturas de Deslize

A maioria das estruturas são de tamanho centimétrico e milimétrico, condicionado possivelmente, à dinâmica de sedimentação de clásticos finos.

## A - Estrutura Maciça

Aparece principalmente na base da Formação Estrada Nova (Serra Alta). São siltitos maciços, cinzentos, de fratura conchoidal, com concreções decimétricas de calcário, caracterizando a fácies Serra Alta, de espessura variável (fotos nºs 6 e 7).

## B - Estratificação

Adotaremos a definição de MCKEE e WEIR (1953, p. 383) e INGRAN (1954). Estratos com espessuras superior a 1 cm denominamos camadas, os de espessura inferior a 1 cm lâminas, sendo estrato a unidade depositada em condições constantes, separada acima e abaixo por mudança litológica ou planos físicos de separação.

A estratificação é a estrutura mais comum nos sedimentos estudados, aparecendo sob os mais variados aspectos.

### B.1 - Estratificação Irregular

É um tipo de acamamento predominante nas seqüências do Grupo Passa Dois, tendo sido notada também no Grupo Tubarão e na fácies Ribeirão Grande. O aspecto geral é de notável irregularidade da superfície de separação na alternância de lâminas siltico-argilosa e argilosas ou siltico-arenosas e arenito fino.

A presença desta estrutura é devido a lenticularidade dos têrmos, contribuindo em boa parte a acomodação dos leitos mais argilosos sobre camadas de superfície irregular. O contato entre o leito fino e o mais grosseiro superior é bastante irregular, devido à carga da sedimentação superior, quando este ainda se encontra em estado hidrolástico.

A deposição sôbre outras estruturas também contribui para irregularidade da estratificação, tais como grêtas de contração, brechas e conglomerados intraformacionais, diastemas, orifício de vermes (fotos nºs 12 e 17).

### B.2 - Estratificação Regular

Ela aparece principalmente em uma sucessão rítmica com alternância de lâminas de material síltico e argiloso ou silte grosseiro e silte fino.

Aparece principalmente na Formação Estrada Nova, nas sequências superiores à fácies Serra Alta (foto nº 18).

SALAMUNI (1963, p. 45), endossa a idéia de MENDES (1954) que aponta indícios de sazonalidade durante o tempo de deposição dessas rochas.

Na formação Botucatu também é comum essa estrutura (foto nº 19).

### B.3 - Estratificação Cruzada

É uma das estruturas mais frequentes nos sedimentos da área estudada, com ocorrência nas Formações Irati, Estrada Nova e Botucatu.

Aparecem com grande destaque no Arenito Botucatu, em sequências de até 8 m de espessura. Estas são do tipo acanaladas, longas, próprias de origem aquosa. Suas exposições mais espetaculares estão nos cortes da rodovia Castello Branco (fotos nºs 19 e 37).

Na Formação Estrada Nova, aparecem principalmente em calcarenito e siltitos grosseiros, geralmente associadas a outras estruturas (foto nº 10 e figura nº 7). As micro-estratificações cruzadas, tal como definidas por SALAMUNI (1963, p. 45) também são frequentes.

Na Formação Irati, ocorrem nos calcários, não tendo sido verificada em folhelhos nem em siltitos (foto nº 20 e figura nº 8). Indicam, portanto, serem os calcários de origem clástica.

De acôrdo com SALAMUNI (1963, p.47), essas estruturas sugerem condições especiais de sedimentação, uma vez que elas ocorrem sempre dentro de um mesmo tipo de sedimento, sendo evidentes as relações de tamanho dos grãos e a seleção.

Segundo o autor op. cit., os leitos inclinados seriam formados em períodos tempestuosos, quando se dá a elevação do nível da água, bem como o fornecimento de material se daria de forma mais intensa. Os leitos planos, conseqüentemente, formar-se-iam em períodos de relativa calma, quando se dava o rebaixamento do nível da água.

#### C - Marcas Onduladas

Estas estruturas, via de regra, se apresentam em sedimentos síltico-arenosos, areno-sílticos e arenitos finos. Podem aparecer também em calcarenitos e calcários.

O tipo que predomina amplamente é o paralelo assimétrico, com frequentes interferências devido a mudança de direção das correntes.

Estão normalmente associadas a outras estruturas, principalmente grêtas de contração (foto nº 23) indicando deposição em ambiente aquoso, principalmente de águas rásas, próximo às margens.

#### D - Laminação por Migração de Marcas Onduladas ("Ripple-Drift Cross Lamination")

Êste termo é empregado segundo a definição de WALKER (1963). De acôrdo com êste autor (op. cit. p.175)

ela se origina pela defasagem de marcas onduladas onde há superposição das lâminas de ré, tendo a lâmina frontal sido parcial ou totalmente erodida. O autor sugere sedimentação em águas rasas e movimentadas.

Essa estrutura foi encontrada nos termos sílticos e arenosos da Formação Estrada Nova (foto nº 21).

#### E - Grêtas de Contração

São restritas aos sedimentos de granulação fina: argilitos e siltitos argilosos. Ocasionalmente, em horizontes de calcários e de siltitos calcíferos ( fotos nºs 22, 23 e 24).

Em certos níveis da porção superior da Formação Estrada Nova, elas aparecem em abundância, com repetição rítmica dos níveis gretados semelhantes aos descritos em Prudentópolis por SALAMUNI (1963) e em Angatuba por FULFARO (1967), não tendo sido encontradas nas outras Formações (foto nº 23).

Os estratos gretados variam desde 0,5 mm até 3,5 mm, separados por lâminas de siltitos grosseiros os quais apresentam geralmente laminação por migração de marcas onduladas (foto nº 23). As fissuras normalmente estão preenchidas por material mais grosseiro. No caso das grêtas de contração em calcários, as fissuras às vezes estão preenchidas por calcita, proveniente da recristalização. No calcário as grêtas podem atingir até 15 cm.

Essa feição estrutural sugere período de exposição de pois de terem os sedimentos sido depositados, sujeitando-se ao ressecamento e conseqüente gretação, portanto sob clima quente e intensa evaporação.

FULFARO (1967, p. 45) sugere ciclo menor que uma estação, baseado na ocorrência de lâminas com espessura de 0,5 mm de argila gretada; sem qualquer retrabalhamento.

Inúmeros autores reconhecem esta estrutura como um dos mais seguros indícios de ambiente continental de deposição. WELLER (1960, p. 110) diz ser uma das estruturas mais características de sedimentos e rochas depositadas acima do nível da maré. SALAMUNI (1963, p. 63) admite, com base na presença de grêtas associadas a outras estruturas, um ambiente continental típico para o Grupo Passa Dois.

#### F - Brechas e Conglomerados Intraformacionais

Aparecem normalmente em camadas lenticulares, com espessuras em torno de 10 cm. Possuem extensão individual limitada, ocorrendo entretanto com relativa frequência.

Os componentes das brechas são principalmente argilosos ou siltico-argilosos, disseminados em matriz mais grosseira. Os diâmetros dos fragmentos variam de 0,5 a 3 cm (foto nº 25).

Nos conglomerados, os seixos são principalmente de siltito-argiloso, siltito e siltito-calcário, de forma arredondada e sub-arredondada, cujos diâmetros são de um centímetro em média. Essas estruturas são originadas por retrabalhamento de grêtas de contração, com transporte pequeno e rápida deposição (foto nº 26).

Tivemos a oportunidade de encontrar na Formação Estrada Nova, um conglomerado excepcional, onde os seixos, na sua maioria de silex, apresentam com diâmetros até 3 cm, muito grosseiro, muito bem cimentado. Indica condições enérgicas de transporte, próximo às margens (foto nº 27).

SALAMUNI (1963, p. 74) considera essas feições como um dos argumentos mais importantes a favor de ambiente continental.



## G - Diastemas

Embora frequentes no Grupo Passa Dois, têm distribuição restrita e são de pequena extensão.

Estão normalmente associados a conglomerados e brechas intraformacionais.

Da mesma forma que as grêtas de contração, evidenciam exposição local dos sedimentos, seguida de erosão.

## H - Deformações Contemporâneas

Agrupamos aqui as estruturas originadas por correntes e/ou gravidade em sedimentos que ainda se encontravam em estado hidroplástico.

### H.1 - Estrutura de Sobrecarga

Segundo WELLER (1960, p. 113), essa estrutura ocorre no contato de uma camada superior mais densa e uma inferior menos densa, porosa e plástica, desenvolvendo-se em sedimentos detríticos de rápida deposição.

Essa estrutura é encontrada com relativa frequência nas sequências superiores da Formação Estrada Nova. Devido às pequenas espessuras das camadas, essas estruturas são de dimensões reduzidas. As lâminas de silte penetram a de argila, adquirindo formato variado.

### H.2 - Diques Clásticos

Segundo DZULINSKI e RADOMSKI (1957), essa estrutura se origina principalmente por sobrecarga em sedimentos que ainda estão em estado hidroplástico. De acordo com estes autores, o material que se encon

tra sob essas condições, tende a se acomodar no sentido da menor pressão ou resistência, o que faz com que ele se introduza em camadas de diferente natureza litológica.

Essa movimentação, portanto poderá se dar em qualquer direção, tanto para baixo como para cima. Segundo os autores op. cit., essa estrutura seria típica de borda de bacia.

Na região estudada, foram encontrados diques clásticos de calcarenito (foto nº 29) e siltito arenoso (foto nº 28) em siltito maciço e na sequência rítmica. No caso dos diques clásticos de siltito arenoso, notamos que sua frequência aumenta substancialmente em locais onde camadas dessa litologia são comuns.

A intrusão dos diques clásticos provocou, em alguns casos, ligeiro arqueamento das camadas penetradas. (foto nº 30).

Suas dimensões variam de quatro centímetros a vinte centímetros em média. Excepcionalmente, foi encontrado um dique clástico de calcarenito estratificado de quase dois metros de espessura em siltito (foto nº 31).

Entretanto, achamos difícil adaptarmos a interpretação apresentada acima a certos diques clásticos, cuja espessura é de cinco centímetros em média, com comprimento de até 3 metros de exposição sem interrupção. É de se estranhar a constância da espessura por comprimento tão dilatado, admitindo-se a origem dada acima (foto nº 32).

Poderia ser invocada a hipótese desses diques se originarem por terremotos, quando se daria a liquefação de arenito saturado de água, e conseqüente intrusão em fendas abertas, como admitem POTTER e PETTIJOHN (1963, p. 165).

Em locais em que são frequentes camadas calcárias, desenvolve-se uma estrutura semelhante, de origem secundária, que pode ser confundida com a descrita acima.

Trata-se de fraturas cujas paredes foram calcificadas por soluções que por ali percolaram, tendo o material calcífero, sido remobilizado das camadas calcárias.

Desta forma, o material das paredes da fratura se tornou mais resistente, ressaltando no afloramento por ação do intemperismo. Observando-se com cuidado, nota-se que o acamamento (ou laminação) não se interrompe, isto é, atravessa a estrutura sem variação. Esses pseudo-diques clásticos são concordantes com as direções de diaclasamento, o que corrobora a hipótese de serem fraturas calcificadas (foto nº 33).

Fraturas preenchidas por calcita recristalizada, também são encontradas frequentemente nessas localidades, cortando todo o afloramento (fotos nºs 34 e 35). O mesmo fenômeno em planos de acamamento também é comum, aparecendo nos cortes como plaquetas de calcita (foto nº 36). A espessura média dessas plaquetas é de ordem de um a dois milímetros, nunca ultrapassando 5mm. Das mesmas dimensões são as de fraturas.

Essas estruturas são restritas à Formação Estrada Nova.

### H.3 - Estrutura de Deslizes

São originadas por deslizamento de leitos depositados em substrato inclinado, por ação da gravidade ou por sobrecarga.

Essas estruturas foram encontradas principalmente em leitos de calcarenitos, que apresentam rupturas, ou pequenos dobramentos.

#### IV.2.4 - Conteúdo Paleontológico

Em nossos trabalhos de campo pudemos localizar alguns jazigos fossilíferos (vide mapa geológico), sendo a maioria pertencente a Formação Estrada Nova e apenas uma Formação Irati.

Entretanto os fósseis estão muito quebrados, sendo raros os inteiros, o que indica terem sido muito transportados.

Na Formação Irati, os fósseis estão em um calcário encaixante de um "sill", que causou seu endurecimento. Os fósseis encontrados são restos de crustáceos e ossos de Mesosaurus sp ou Stereoternum sp.

Na Formação Estrada Nova, os fósseis ocorrem em níveis silicificados, caracterizados por coquina. Devido à má conservação, torna-se muito difícil a sua identificação. Puderam ser reconhecidos os seguintes lameli-brânquios: Cowperesia sp e Pinzonella sp e restos quebrados. Dentre os vegetais foram identificados espiculas e restos de Lycopodiopsis derbyi Renault. (fotos nºs 43 e 44).

#### IV.2.5 - Ambiente de Deposição do Grupo Passa Dois

A caracterização do ambiente em que se deu a deposição dos sedimentos da sequência permiana da Bacia do Paraná, têm sido tentada por muitos autores, desde que foi publicada a coluna geológica para as camadas gondwânicas, proposta por I. C. WHITE em seu relatório de 1908.

As principais causas que impedem uma interpretação segura, é o desconhecimento do comportamento espacial das unidades e a ausência de fósseis típicos quer de ambientes marinhos, quer de ambientes continentais, pois

a fáunula presente é indígena, não sendo, por êste motivo, correlacionável com outros sedimentos.

Recentemente tem-se obtido melhor definição com base numa análise mais objetiva e estudos detalhados, onde são analisados em conjunto os aspectos litológicos, estruturais e paleontológicos dos sedimentos em questão.

As estruturas sedimentares singenéticas muito têm contribuído para a elucidação do problema. Foram elas que forneceram os primeiros indícios seguros para a verificação de uma repetição cíclica dos ambientes de sedimentação dentro do Grupo Passa Dois, bem como na porção superior do Grupo Tubarão, que muitos autores têm comunicado, dentre os quais destacamos MENDES (1954, p. 38), que foi o primeiro a sugerir um sazonalismo durante o tempo de deposição dessas rochas.

A maioria dos autores admite hoje que o Grupo Passa Dois foi depositado em ambientes não marinho, em extensas várzeas de inundação ou lagos, com áreas restritas de sedimentação fluvial.

A análise dos aspectos acima citados nos indica, ainda, que a sedimentação se processou sob clima quente com evaporação efetiva, sujeito a chuvas torrenciais, com inundações de grandes áreas; a profundidade das águas diminui gradativamente com o progressivo assoreamento dos lagos transformando a região de lacustre (Irati) a planície de inundação no topo do Grupo. As águas seriam movimentadas e a correnteza teria capacidade de transporte reduzida. O caráter redutor prevaleceu quando se depositou o Irati, tornando-se oxidante gradativamente a medida que diminuía a profundidade.

Por outro lado, a recorrência de fácies, SALAMUNI (1961, 1963), MENDES (1963), MENDES e FULFARO (1966) interpretam como uma repetição cíclica das

condições de sedimentação. Esse ciclismo algumas vezes teria duração menor que uma estação FULFARO (1967, p. 45).

Na região estudada, as evidências nos levam a concordar com o que foi exposto acima, entretanto, analisando-se em conjunto essas evidências, podemos particularizar um pouco mais o ambiente em que se deu a deposição dos sedimentos do Grupo naquela área.

A ocorrência do Irati s. s. descontínuo, com predominância da fácies Ribeirão Grande, indica que as condições redutoras eram restritas dentro da bacia. Prevaleram condições um pouco mais oxidantes, tendo os sedimentos desde o topo do Grupo Tubarão - Formação Tatui - até a base do Estrada Nova - fácies Serra Alta - se depositado em um único ciclo de sedimentação.

Por outro lado, a larga distribuição de calcário clástico (calcarenito) com estratificação cruzada e grêtas de contração, a grande ocorrência de certas estruturas sedimentares singenéticas tais como: grêtas de contração, brechas e conglomerados intraformacionais, coquinas, diastemas, laminação por migração de marcas onduladas, estruturas de sobrecarga, marcas onduladas do tipo lingoide; tudo analisado em conjunto indica condições de sedimentação em águas rasas de borda de bacia.

#### IV. 3 - Grupo São Bento

Na área estudada, o Grupo São Bento está representado pelos sedimentos arenosos da Formação Botucatu. Além dos arenitos, relacionamos as intrusivas básicas a esta Formação, por serem correlacionáveis ao magmatismo que afetou o sul do Brasil no Mesozóico.

#### IV.3.1 - Formação Botucatu

##### Arenito Botucatu

Esta Formação aflora na faixa que se estende a oeste da região estudada, a partir da vertente ocidental do rio do Peixe, quando este toma direção norte-sul, e daí para o sul até as vizinhanças de Torre de Pedra.

A sequência se inicia por uma brecha basal de um metro de espessura em média, que assenta em discordância erosiva sobre o Grupo Passa Dois (fotos nºs 37 e 41). Seus fragmentos constituintes são angulosos, de dimensões variáveis até um máximo de 15 cm, diminuindo o tamanho da base para o topo.

Os fragmentos são constituídos principalmente de siltito e calcarenito, e subsidiariamente, de sílex e arenito fino. Estão imersos em uma matriz areno-argilosa vermelha. (fotos nºs 38 e 39).

Embora não seja constante na área mapeada, tivemos a oportunidade de notar em alguns afloramentos a presença de um regolito fóssil que ALMEIDA (1964, p. 89) diz não ser raro encontrá-lo entre a Formação Corumbataí e a Formação Botucatu (foto nº 40).

Sobre este nível basal sobrepõe-se ainda mais um metro de arenito com evidências de deposição em meio aquoso. Tudo indica serem esses dois níveis (brecha e arenito) pertencentes à fácies Piramboia, termo proposto por PACHECO (1927), e definida por ALMEIDA e BARBOSA (1953 p. 60), à qual foi atribuída origem sub-aquosa, parte aluvial e parte coluvial, por ALMEIDA (1964, p. 89).

Em seguida temos bancos de arenito com estratificação cruzada, que sobressaem nos afloramentos pela continuidade e espessura. Em várias exposições pudemos notar sobre esses bancos, a presença de arenitos com estratificação plano-paralela (fotos nºs 19 e 37). Em

certos níveis, é nítida a orientação dos fragmentos, sugerindo deposição em meio aquoso. Na verdade, em toda a sequência da Formação Botucatu não encontramos estruturas nitidamente de origem eólica, o que nos leva a concluir que na área mapeada está presente apenas uma fase aquática desses sedimentos, tal como encontrou FULFARO (1967, p. 58) na região de Angatuba.

### Intrusivas Básicas

Corpos intrusivos de natureza básica ocorrem com frequência na região, tanto na forma de diques como na de "sills".

Suas dimensões são geralmente reduzidas, de ordem centimétrica, raramente ultrapassando alguns metros. Por esta razão, somente foram representados no mapas os de maiores extensões. Os corpos menores estão normalmente em estado adiantado de alteração. Em geral os diques ocupam planos de falha.

No lugar denominado Serrinha, nas proximidades de Porangaba, um dique, de cerca de 5 m de espessura, se prolonga até o rio de Conchas, numa extensão de 3 km aproximadamente com direção N 75° W. Ele ocupa um plano de falha normal que rebaixou o bloco norte, expondo o Arenito Botucatu em nível inferior ao Estrada Nova. O rejeito desta falha não foi possível medir.

Nas cabeceiras do ribeirão Lageado (afluente da margem direita do rio de Conchas) há outro dique de cerca de 2 m de espessura com quase 2 km de extensão, chegando a atravessar a estrada que liga Cesário Lange a Pereiras. Também ocupa plano de falha normal, cujo bloco rebaixado também é o do norte e coloca em mesmo nível rochas da base da Formação Estrada Nova (Serra Alta) e rochas da parte superior (ritmitos) da mesma Formação. A direção desse dique é N 85° W.



Na altura da confluência do ribeirão da Vargem com o rio de Conchas, um dique de cerca de 5 m de espessura se alonga por 2,5 km na direção N 75° W. Não muito distante de sua extremidade leste, encontramos um "sill" em camadas do Irati. Verifica-se que êsses diques obedecem certo paralelismo.

No km 135 da rodovia Castello Branco, um "sill" cuja espessura aflorante (não total) de 5 m, está encaixado em sedimentos do Grupo Tubarão.

A alteração produzida nas encaixantes é expressada por endurecimento das rochas, por cozimento.

Chamou-nos atenção o fato de que as falhas cujos planos estão ocupados por diques, são as que possuem direção aproximada E-W. Nenhum dique foi encontrado preenchendo planos de falha que estejam orientados segundo as outras duas direções preferenciais do sistema de falhamento.

#### IV. 4 - Aluvião

As aluviões ocupam as áreas topograficamente aplainadas, que constituem as planícies de inundação dos principais rios da área.

Dentre elas, a que ocupa maior área é a do rio Bonito e afluentes, que se une com a do rio do Peixe e afluentes. As outras mais importantes são a do rio de Conchas, e as dos ribeirões Aleluia e Moquém. A espessura desses depósitos atuais é variável, podendo atingir até mais de 5 m.

As aluviões são normalmente constituídas de areia média a fina e argila, com alguns níveis grosseiros de cascalho formado quase exclusivamente de fragmentos de sílex. As que apresentam maiores quantidades de areia são as dos rios que cortam a Formação Botucatu.

V - CONFRONTO COM OUTRAS ÁREAS

Do que foi exposto nos capítulos anteriores, nota-se que a região estudada constitui uma anomalia dentro do Estado de São Paulo, e sob certos aspectos, na própria Bacia do Paraná.

A ocorrência da fácies Serra Alta, ainda não havia sido verificada dentro do nosso Estado, sendo substituída pela fácies Paranapanema criada por MENDES et al. (1966). Esta fácies aparece muito bem caracterizada na região de Angatuba apontada por FULFARO (1967), mas se reduz notadamente para o norte.

Normalmente é aceito para São Paulo a designação Formação Estrada Nova indivisa, uma vez que não foi possível distinguir as fácies Serra Alta, Terezina e Serrinha que aparecem muito bem caracterizadas nos Estados de Santa Catarina e Paraná. Quando muito admite-se uma litologia evocativa dessas fácies. O mesmo ocorre na região estudada, com exceção da ocorrência da fácies Serra Alta.

A ocorrência da Formação Irati tal como foi apresentada, também vem a constituir uma anomalia, desta vez dentro da própria Bacia do Paraná, embora tivesse sido prevista hipoteticamente por diversos autores. A variação da sua espessura de local para local apontada várias vezes, foi demonstrada por MENDES et al. (1966).

Assim sendo, acreditamos que o Irati s. s. ocorrendo isoladamente ou mesmo inteiramente inexistente, poderá ser verificado em outras regiões.

A similaridade de litologias Taquaral, Ribeirão Grande e Estrada Nova, também não é particular à área estudada, tendo sido constatada em diversas regiões.

As relações hipotéticas das Formações (e suas fácies) como ocorre na região, estão esquematizadas na figura nº 6.

O Grupo Passa Dois é muito pouco conhecido no Estado, pois somente foram desenvolvidos trabalhos de detalhe na quadrícula Piracicaba-Rio Claro e na região de Angatuba. Desta maneira, uma interpretação segura do comportamento espacial do Grupo Passa Dois é ainda muito prematura.

A nosso ver a litologia do Grupo não varia muito, mudando apenas o relacionamento entre si, que decorre da sedimentação sob pequenas variações das condições ambientais, dentro de um mesmo clima. Aliás, em se tratando do ambiente de deposição que atualmente se admite para essas rochas, pequenas variações são inteiramente previsíveis dentro de área tão extensa.

Os motivos apontados acima, nos levam a sugerir uma revisão da estratigrafia do Grupo Passa Dois do Estado de São Paulo, onde devem ser considerados os novos elementos trazidos à luz por diversos pesquisadores nos últimos anos. Esta revisão somente deverá ser realizada após pesquisas levadas a efeito por todo o Estado, a fim de que se tenha razoável conhecimento do comportamento e distribuição dessas rochas em toda a área paulista, para que não se torne a nova classificação, mais uma vez, apenas provisória.

Desta maneira, somos de opinião que deveria ser evitada a criação de novos nomes e classificações, com base apenas em observações de áreas restritas, pois só contribuem para aumentar as dificuldades do perfeito conhecimento do Grupo, confundindo ainda mais os pesquisadores.

VI - CONCLUSÕES

1. A foto-interpretação se prestou muito bem para delimitação das Formações e estruturas.
2. Existe na região um sistema de falhamento cujas direções principais são N 30-40° E, N 30-40° W e N 75-85° W.
3. As principais expressões morfológicas decorrentes do falhamento são a "cuesta" de Pereiras e o Mórro do Bofete.
4. Os principais cursos d'água orientam-se segundo as direções do sistema de falhamento.
5. Os valores dos rejeitos variam em mesma linha, sugerindo zonas de falhas ao invés de uma única linha contínua de falhamento.
6. Alguns planos de falha foram, posteriormente, ocupados por diques de diabásio.
7. A direção geral das camadas é NE, com mergulho fraco para NW. Podem, localmente, assumir valores altos de mergulho e inverter completamente a atitude regional, por falhamentos ou intrusões.
8. Os contatos entre as Formações Tatuí, Irati e Estrada Nova são gradacionais. Desta última para a Formação Botucatu se dá por discordância erosiva.

9. A Formação Irati tem ocorrência anômala na região. O Irati s. s. aparece em áreas isoladas, isto é, não é contínuo lateralmente.
10. A diminuição do Irati s. s. é compensada pelo aumento da fácies Ribeirão Grande.
11. O "banco" de calcário dolomítico da base da Formação Irati, comumente encontrado em outras regiões, é aqui completamente inexistente.
12. Outra anomalia existente na área, é a presença da fácies Serra Alta, até agora desconhecida em nosso Estado.
13. Está perfeitamente caracterizado na região, o grande ciclo sedimentar iniciado no fim do Tubarão e que se estendeu até o fim do Serra Alta, englobando o Irati, como descrito por MENDES et al. (1966).
14. Camadas de calcarenitos estão largamente distribuídas pela Formação Estrada Nova.
15. A silicificação dos calcários obedeceu níveis preferenciais, provavelmente controlados pela estrutura interna.
16. As camadas de calcário e de silex geralmente governam os altos topográficos.
17. A litologia, o conteúdo paleontológico e as estruturas sedimentares indicam que os sedimentos do Grupo Passa Dois foram depositados em águas rasas de borda de bacia.

18. Está presente na área a fácies Piramboia da Formação Botucatu, descrita por ALMEIDA e BARBOSA (1953, p. 60).
19. Não foram encontradas evidências marcantes de deposição eólica no Arenito Botucatu.
20. Não existem na área rochas efusivas.

VII - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F. F. M.

- 1964 Grupo São Bento - Secr. Agricultura, Inst. Geogr. Geol., Bol. nº 41, p. 85 - 101, São Paulo.

ALMEIDA, F. F. M.

- 1964 Fundamentos geológicos do relêvo paulista - Secr. Agricultura, Inst. Geogr. Geol., Bol. nº 41, p. 167-263, São Paulo.

ALMEIDA, F. F. M. & BARBOSA, O.

- 1953 Geologia das quadrículas de Piracicaba e Rio Claro, Estado de São Paulo - Div. Geol. Min., DNPM, Bol. 143, Rio de Janeiro.

BARBOSA, O. & ALMEIDA, F. F. M.

- 1949 A Série Tubarão na bacia do rio Tietê, Estado de São Paulo - Div. Geol. Min., DNPM, Notas Prelims. Estudos, nº 48, Rio de Janeiro.

BEURLLEN, K.

- 1954 Horizontes fossilíferos das camadas Serra Alta do Paraná - Div. Geol. Min., DNPM, Bol. nº 152, Rio de Janeiro.

DZULINSKI, S. & RADOMSKI, A.

- 1957 Clastics Dikes in the Carpathian Flysch - Annales de la Societé Géologique de Bologn, vol. XXVI, nº 3.

FULFARO, V. J.

- 1964 A Formação Corumbataí nos arredores de Conchas, Estado de São Paulo - Bol. Soc. Bras. Geol., vol. 13, nº 1 e 2, São Paulo.

FULFARO, V. J.

- 1967 Contribuição à geologia da região de Angatuba, Estado de São Paulo - Tese de doutoramento apresentada à Fac. Fil. Ciênc. Letras da USP-no prelo.

GORDON JR., M.

- 1947 Classificação das camadas gondwânicas do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul - Div. Geol. Min., DNPM, Notas Prelims. Estudos, nº 38, Rio de Janeiro.

INGRAM, R. L.

- 1954 Terminology for the thickness of stratification and parting units in sedimentary rocks - Geol. Soc. Am. Bull., nº 65, p. 934 - 938.

LANDIM, P. M. B.

- 1967 O Grupo Passa Dois (P) na bacia do rio Corumbataí (SP). Tese de doutoramento apresentada à Fac. Fil. Ciênc. Letras da USP - no prelo.

MAPA GEOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO

- 1963 Secr. Agricultura, Inst. Geogr. Geol., São Paulo.

MCKEE, E. D & WEIR, G. W.

- 1953 Terminology for stratification and cross-stratification in sedimentary rocks. - Geol. Soc. Am. Bull., nº 64, p. 381-390.

MENDES, J. C.

- 1952 A Formação Corumbataí na região do rio Corumbataí (Estratigrafia e descrição de lamelibrânquios) - Fac. Fil. Ciênc. Letras da USP, Bol. nº 145, Geologia nº 8, São Paulo.

MENDES, J. C.

- 1954 Contribuição à estratigrafia da Série Passa Dois no Estado do Paraná - Fac. Fil. Ciênc. Letras da USP, Bol. nº 175, Geologia nº 10, São Paulo.



MENDES, J. C.

- 1961 Algumas considerações sôbre a bacia do Paraná. - Bol. Paran. Geogr. nº 4 e 5, p. 3 - 47, Curitiba.

MENDES, J. C.

- 1962 Problemas paleogeográficos e estratigráficos do Grupo Tubarão (Carbonífero Superior) - Bol. Soc. Bras. Geol., vol., 11, nº 2, p. 71 - 74, São Paulo.

MENDES, J. C.

- 1962 Recorrência de fácies no Grupo Passa Dois (Permiano), observada no perfil Irati-Relógio, Paraná - Bol. Soc. Bras. Geol., vol. 11, p. 75 - 81, São Paulo.

MENDES, J. C.

- 1963 Novos aspectos da estratigrafia das camadas gondwânicas da bacia do Paraná - Eng. Min. Met., vol. XXXVIII, nº 226, p. 189 - 192, Rio de Janeiro.

MENDES, J. C.

- 1967 The Passa Dois Group. Problems in Brazilian Gondwana Geology, p. 119 - 166, Curitiba.

MENDES, J. C.

- 1969 Notas sôbre o Grupo Passa Dois em Santa Catarina. - Bol. Paran. Geoc. nº 27, p. 81-104, Curitiba.

MENDES, J. C. & FULFARO, V. J.

- 1966 As camadas gandwânicas do nordeste do Paraná.-Bol. Soc. Bras. Geol. vol. 15, nº 4, p. 29 - 42, São Paulo.

MENDES, J. C., FULFARO, V. J., AMARAL, S. E. & LANDIM, P. M. B.

- 1966 A Formação Irati (Permiano) e fácies associadas - Bol. Soc. Bras. Geol., vol. 15, nº 3, p. 23 - 43, São Paulo.

PETRI, S.

- 1964 Grupo Tubarão - Secr. Agricultura, Inst. Geogr. Geol., Bol. nº 41, p. 56-63, São Paulo.

PETRI, S & FULFARO, V. J.

- 1965 Aspectos da sedimentação e estruturas dos depósitos da Represa Billings, São Paulo - Bol. Soc. Bras. Geol., vol. 14, nº 1 e 2, p. 5-28, São Paulo.

POTTER, P. E. & PETTIJOHN, F. J.

- 1963 Paleocurrents and basin analysis. - Springer-Verlag O.H.G., Berlin.

ROCHA CAMPOS, A. C.

- 1967 The Tubarão Group in the Brazilian portion of the Paraná Basin. - Problems in the Brazilian Gondwana Geology, p. 27-102, Curitiba.

SALAMUNI, R.

- 1961 Indícios de sedimentação cíclica no Paleozóico Superior da bacia do Paraná. - Bol. Paran. Geogr., nº 4 e 5, p. 153 - 171, Curitiba.

SALAMUNI, R.

- 1963 Estruturas singenéticas e sua significação na Série Passa Dois - Bol. Univ. Paraná, Inst. Geol., nº 12, Curitiba.

TANNER, W. F.

- 1967 Ripple marks indices and their uses. Sedimentology, vol. 9, nº 2, p. 89-104.

WALKER, R. G.

- 1963 Distinctive types of ripple-drift cross lamination. - Sedimentology, Journ. of the Int. Assoc. of Sedim., vol. 2, nº 3, p. 173-187.

WELLER, J. M.

- 1960 Stratigraphic principles and practice. - Harper & Brothers, New York.

WHITE, I. C.

- 1908 Relatório sôbre os Coal Measures e rochas associadas do sul do Brasil. - Relatório final da Com. dos Est. das Minas de Carvão de Pedra do Brasil, Parte I, p. 1-300, Rio de Janeiro.

ILUSTRAÇÕES

Fotografias

Figuras

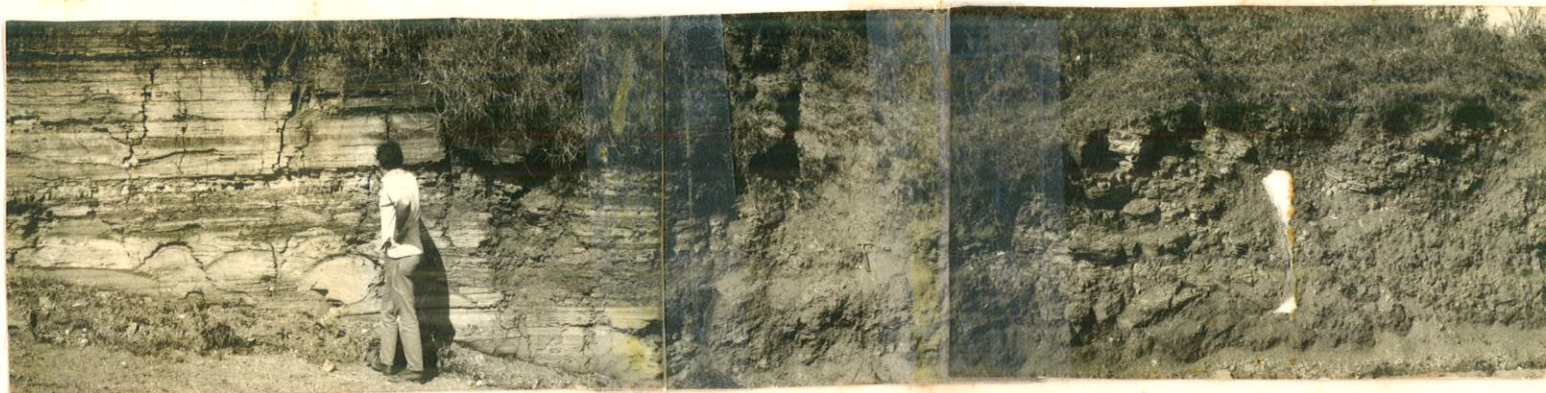


Foto nº 1 - Siltito laminado rítmico da Formação Estrada Nova intensamente perturbado em zona de falha. ("Cuesta" de Pereiras - Pereiras - SP)

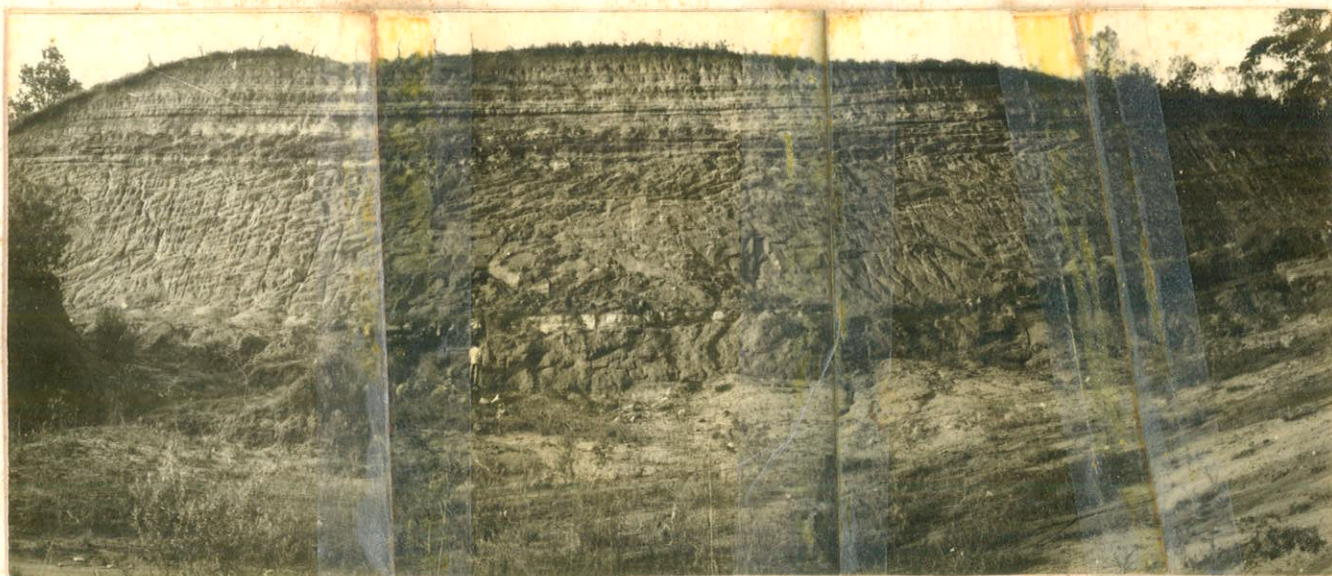


Foto nº 2 - Formação Tatuí

- 1) siltito laminado, esverdeado
  - 2) arenito médio a grosseiro, esverdeado
  - 3) calcário dolomítico, recristalizado em parte, cor creme
  - 4) arenito médio a grosseiro, cor verde predominante
  - 5) alternância de argilito e siltito, cor verde predominante
- (Margem esquerda do ribeirão Bicame - Pereiras - SP)



Foto nº 3 - Afloramento de Irati capeado por Estrada Nova.  
Alternância de calcários e folhelhos pirobetuminosos.  
(Rodovia Castello Branco, km. 151,5).



Foto nº 4 - Caráter lenticular das camadas de calcário da  
Formação Irati. (Rodovia Castello Branco, km.151,5)

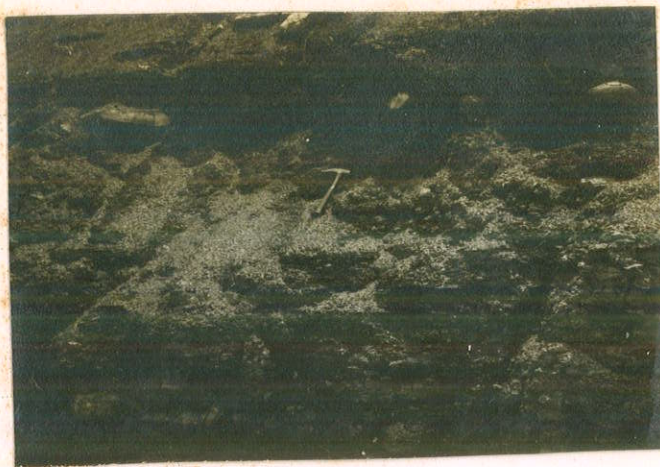


Foto nº 5 - Concreções de calcário da fácies Serra Alta, dispostas em mesmo nível. Na parte inferior, um nível calcífero de 20 cm de espessura. (Rodovia Castello Branco, km. 160, 0).



Foto nº 6 - Concreção de calcário da fácies Serra Alta, próxima a um nível calcífero de 5 cm, deformado por compactação (sobrecarga). (Estrada Pereiras-Cesário Lange - SP)



Foto nº 7 - Detalhe de concreção calcária da fácies Serra Alta. Notar o caráter maciço do siltito. (Estrada Pereiras-Cesário Lange - SP)



Foto nº 8 - Três camadas de calcarenito no siltito rítmico da Formação Estrada Nova. (Estrada Cesário Lange-Porangaba, km 194 - SP)





Foto nº 9 - Estratificação plano-paralela no calcarenito. Concreções de sílex semelhantes às bonecas da Formação Irati. (Formação Estrada Nova. Estrada Cesário Lange-Porangaba, km. 196,2 - SP)



Foto nº 10 - Estratificação cruzada no calcarenito, com concreções de sílex. (Formação Estrada Nova. Estrada Cesário Lange-Porangaba, km. 196,2 - SP)



Foto nº 11 - Níveis de sílex na camada de calcarenito. (Formação Estrada Nova. Estrada Cesário Lange-Porangaba, km 194 - SP)



Foto nº 12 - Nível e concreções de sílex (assinalados) na camada de calcarenito. Nota-se estratificação irregular na base da camada de calcarenito. (Formação Estrada Nova. Estrada Cesário Lange-Porangaba, km. 194 - SP)



Foto nº 13 - Concreções de silex em níveis contínuos na camada de calcarenito. (Formação Estrada Nova. Estrada Cesário Lange-Porangaba, km. 194 - SP)



Foto nº 14 - Concreções de silex na camada de calcarenito. Notam-se as concreções menores semelhantes às bonecas da Formação Irati. (Formação Estrada Nova. Estrada Cesário Lange-Porangaba, km. 194 - SP)



Foto nº 15 - Nível de sílex no calcarenito (1). A camada acima (2) dele não apresenta silicificação, sugerindo que esta se deu em níveis preferenciais. (Formação Estrada Nova. Porangaba - SP)



Foto nº 16 - Fenômeno semelhante ao da foto anterior. (Formação Estrada Nova. Porangaba - SP)

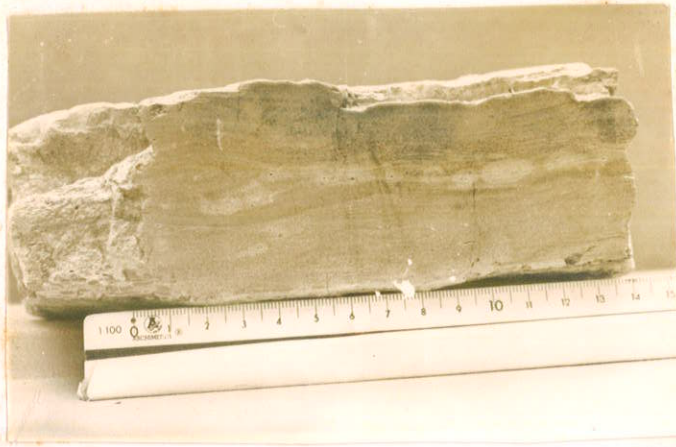


Foto nº 17 - Estratificação irregular originada por deposição em substrato irregular. (Formação Estrada Nova. Porangaba - SP)



Foto nº 18 - Estratificação regular do siltito em sucessão rítmica. (Formação Estrada Nova. Pereiras - SP)



Foto nº 19 - Estratificações plano-paralela e cruzada no Arenito Botucatu. (Rodovia Castello Branco, km. 177 - SP)

- 1) Arenito Botucatu
- 2) Fácies Piramboia



Foto nº 20 - Estratificação cruzada no calcário da Formação Irati, com bonecas de sílex. (Rodovia Castello Branco, km. 151,5 - SP)

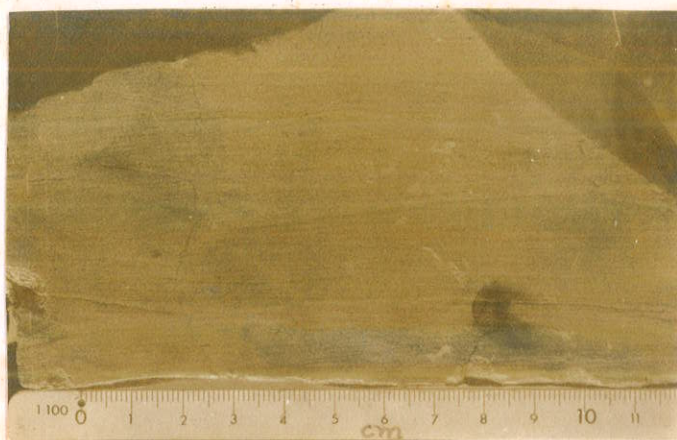


Foto nº 21 - Laminação por migração de marcas onduladas na sequência rítmica da Formação Estrada Nova. (Porangaba - SP).  
Notam-se níveis de grêtas de contração, cujas fendas estão preenchidas por siltito claro.

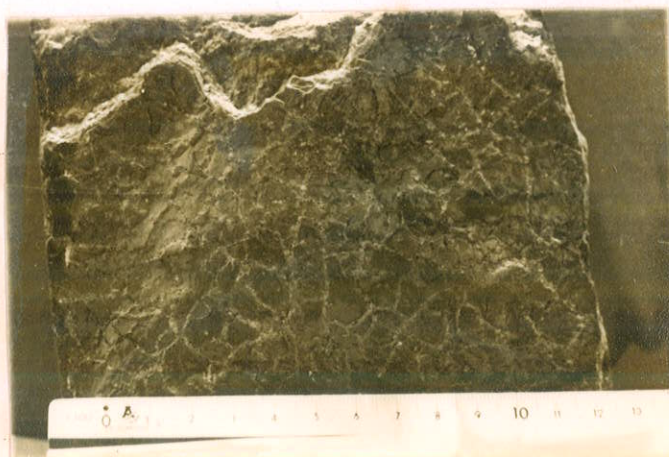


Foto nº 22 - Grêtas de contração na Formação Estrada Nova. As fendas estão preenchidas por siltito claro. (Porangaba - SP)

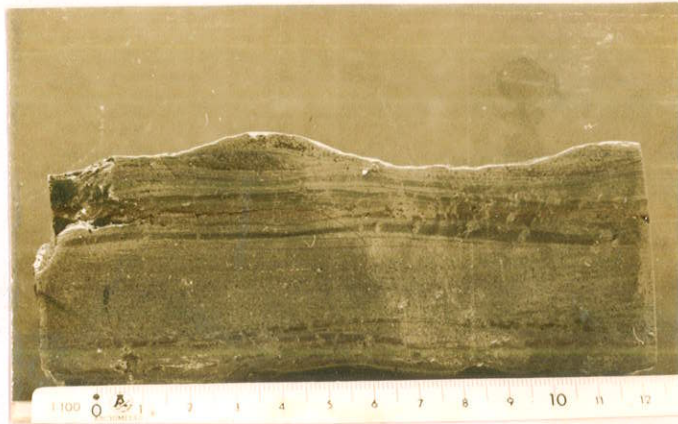


Foto nº 23 - Níveis de grêtas de contração associadas a marcas onduladas na Formação Estrada Nova, vistos de perfil. As fendas estão preenchidas por siltito claro. Nota-se, entre os níveis, laminação por migração de marcas onduladas. (Porangaba - SP)

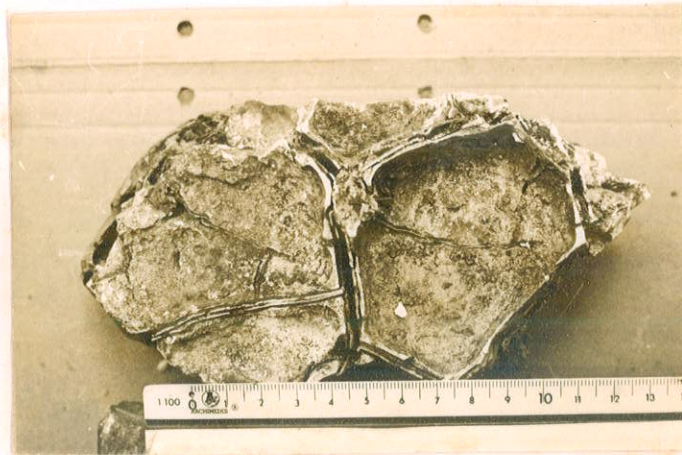


Foto nº 24 - Grêtas de contração (?) silicificadas da Formação Estrada Nova. (Porangaba - SP)





Foto nº 25 - Brecha intraformacional na Formação Estrada Nova.  
(Pereiras - SP)



Foto nº 26 - Conglomerado intraformacional na Formação Estrada Nova. (Porangaba - SP)



Foto nº 27 - Conglomerado intraformacional grosseiro da Formação Estrada Nova (Porangaba - SP)



Foto nº 28 - Diques clásticos de arenito fino no siltito, de várias espessuras e formas. (Formação Estrada Nova. Po<sub>o</sub>rangaba - SP)



Foto nº 29 - Dique clástico de calcarenito no siltito laminado.  
(Formação Estrada Nova. Porangaba - SP)



Foto nº 30 - Dique clástico de siltito grosseiro no siltito laminado.  
Nota-se leve arqueamento das camadas junto ao contato,  
sugerindo intrusão de baixo para cima. (Formação Es-  
trada Nova. Estrada Cesário Lange-Porangaba, km.  
193,5. - SP)



Foto nº 31 - Dique clástico de calcarenito no siltito laminado, de quase 2 m de espessura. (Formação Estrada Nova. Estrada Cesário Lange - Porangaba - SP)

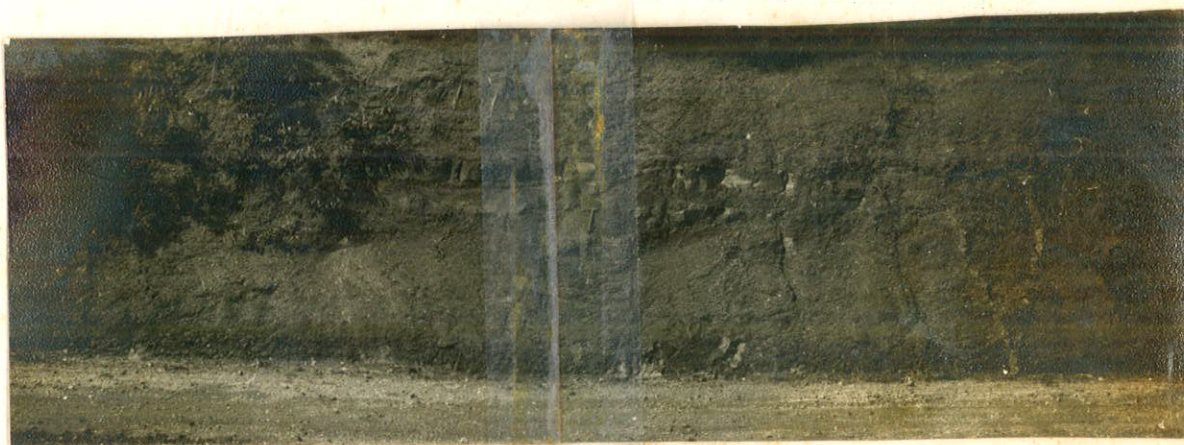


Foto nº 32 - Lentes de acunhamento rápido, originada provavelmente por sobrecarga, e diques clásticos que partem de uma das lentes. São de arenito fino no siltito. Notar a pequena es pessura em relação ao comprimento muito dilatado. (Formação Estrada Nova. Estrada Cesário Lange-Poran gaba, km 185,5 - SP)

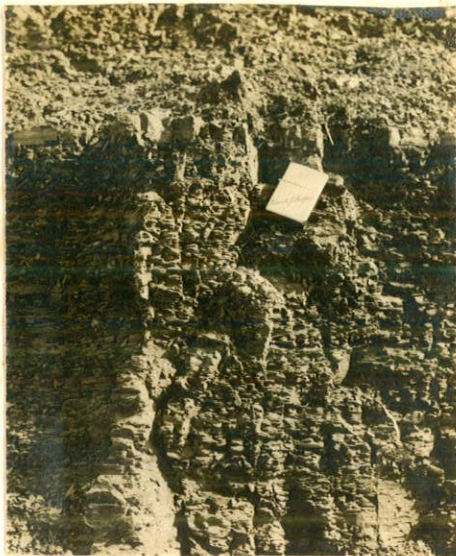


Foto nº 33 - Estrutura semelhante a dique clástico, formada por calcificação das paredes da fratura. Nota-se o nível calcário sobrejacente, e a laminação atravessando a estrutura sem deformação. (Formação Estrada Nova. Estrada Cesário Lange - Porangaba - SP)



Foto nº 34 - Calcita recristalizada em planos de fratura. Nota-se nível calcífero sobrejacente. (Formação Estrada Nova. Rodovia Castello Branco, km. 160 - SP)



Foto nº 35 - Detalhe da foto nº 34.



Foto nº 36 - Calcita recristalizada nos planos de acamamento, sobresaindo no afloramento, por erosão diferencial, sob a forma de plaquetas. (Formação Estrada Nova. Estrada Cesário Lange - Porangaba - SP)



Foto nº 37 - Contato Estrada Nova - Botucatu.

- 1) Formação Estrada Nova (sequência rítmica).
- 2) Brecha e Arenito Piramboia
- 3) Arenito Botucatu com estratificação cruzada
- 4) Arenito Botucatu com estratificação plano-paralela

(Rodovia Castello Branco, km. 177 - SP)



Foto nº 38 - Brecha da Base da Formação Botucatu ( fácies Piramboia), apresentando os fragmentos orientados por corrente. (Rodovia Castello Branco, km. 166,5 - SP)

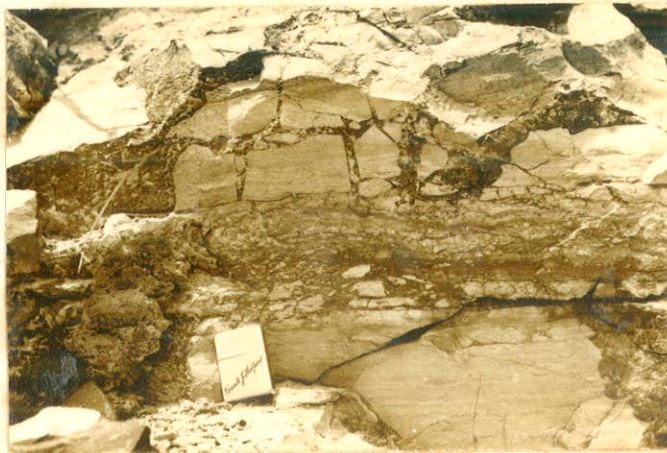


Foto nº 39 - Brecha da base da Formação Botucatu (fácies Piramboia). Os fragmentos de silito e calcarenito, principalmente, estão imersos em matriz areno-argilosa. (Rodovia Castello Branco, km. 166,5 - SP)



Foto nº 40 - Regolito fóssil da fácies Piramboia. (Torre de Pedra-SP)





Foto nº 41 - Contato Estrada Nova - Botucatu

- 1) Formação Estrada Nova
- 2) Brecha e Arenito Piramboia
- 3) Arenito Botucatu com estratificação cruzada
- 4) Arenito Botucatu com estratificação plano-paralela

A brecha da base da Formação Botucatu tem 1 m de espessura. (Rodovia Castello Branco, km. 166,5 - SP)



Foto nº 42 - Contato irregular entre a Formação Estrada Nova e Botucatu. (Estrada Cesário Lange-Porangaba - SP)

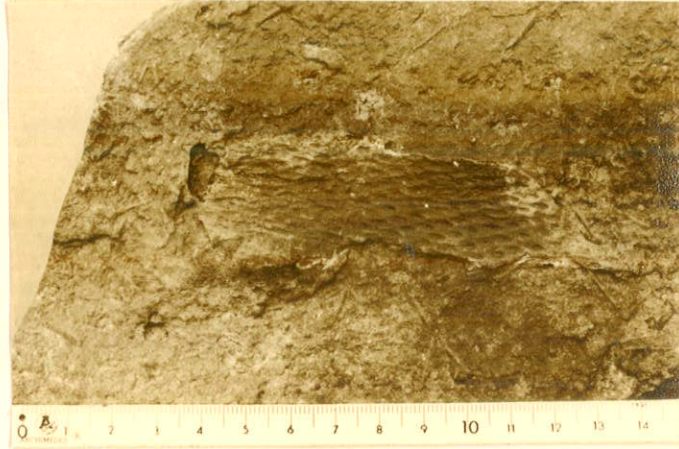


Foto nº 43 - Restos de Lycopodiopsis derbyi Renault e espículas do mesmo vegetal, em sílex da Formação Estrada Nova. (Porangaba - SP)



Foto nº 44 - Espículas de Lycopodiopsis derbyi Renault, em sílex da Formação Estrada Nova. (Porangaba - SP)

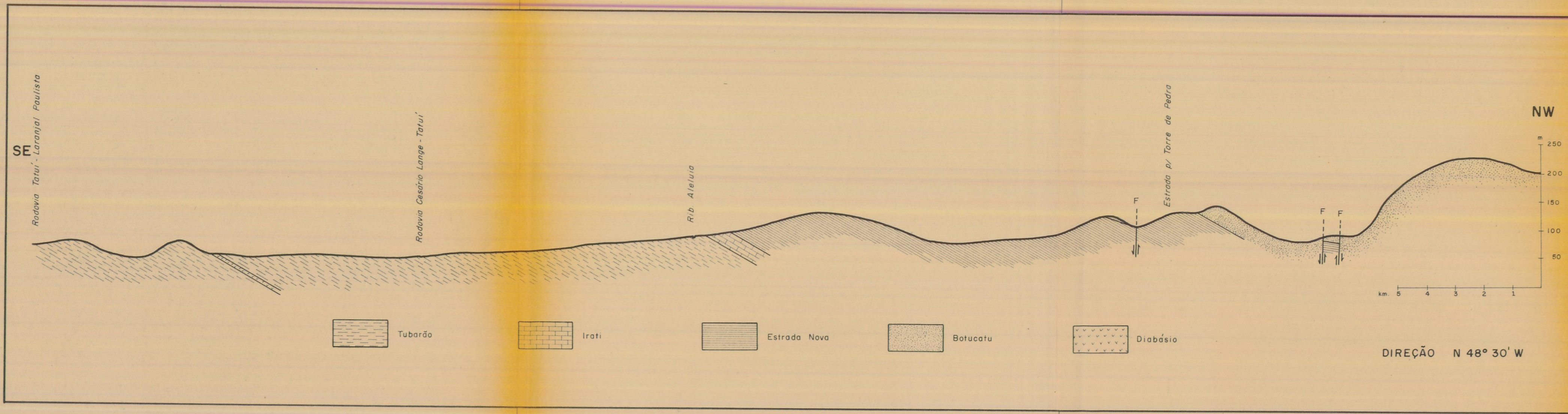


Figura nº 1 - Perfil geológico, retificado e esquemático, ao longo da Rodovia Castello Branco entre Tatuí e Torre de Pedra.

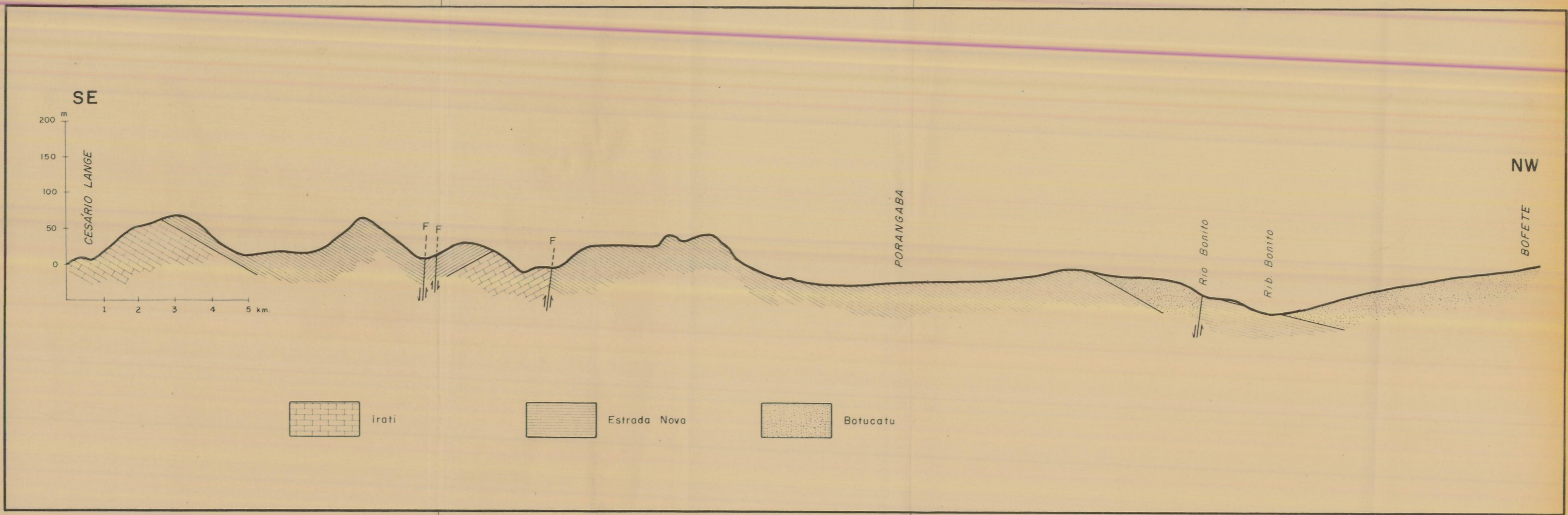


Figura nº 2 - Perfil Geológico, retificado e esquemático, ao longo da Estrada Cesário Lange - Porangaba - Bofete.

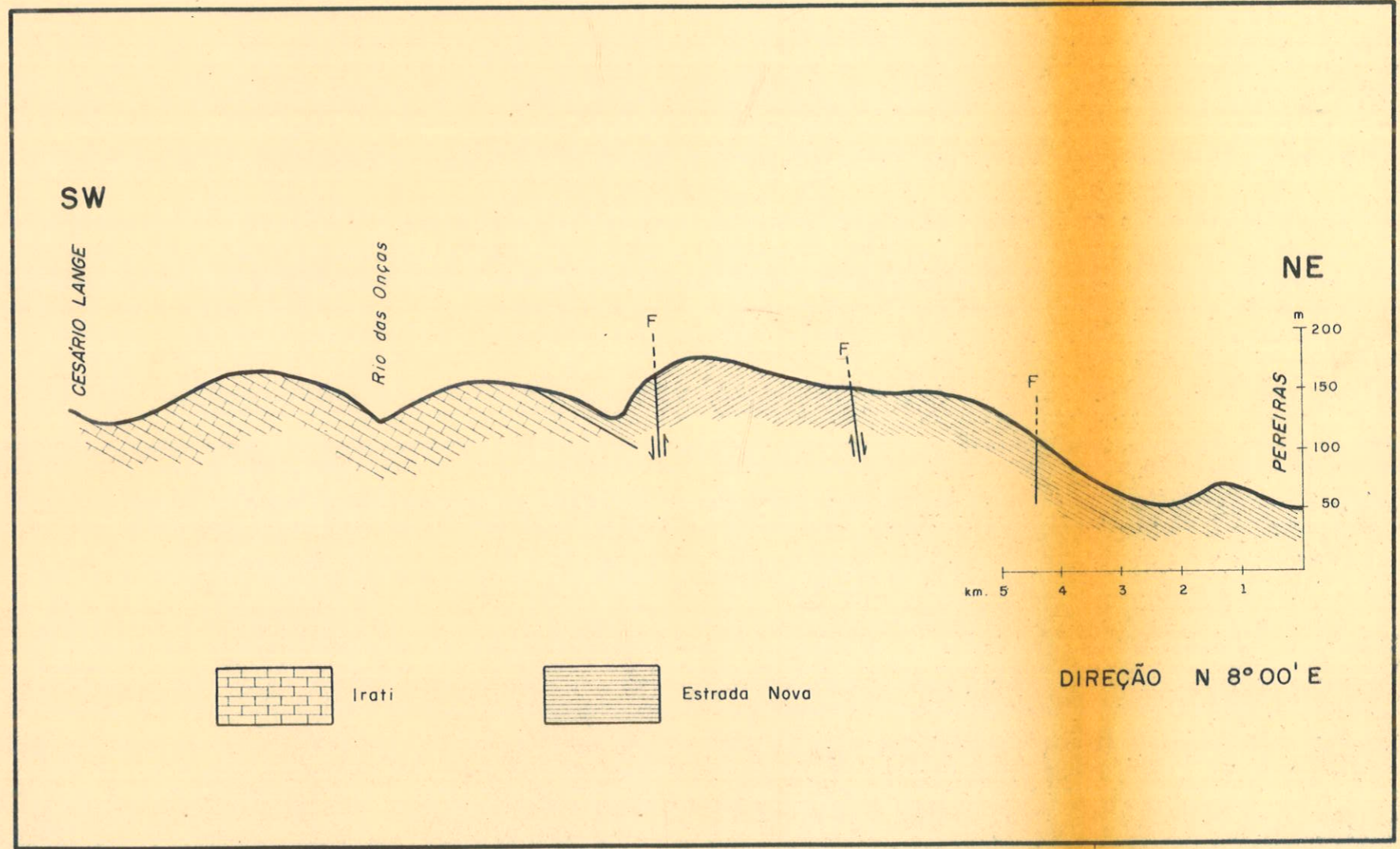


Figura nº 3 - Perfil geológico, retificado e esquemático, ao longo da Estrada Cesário Lange - Pereiras.

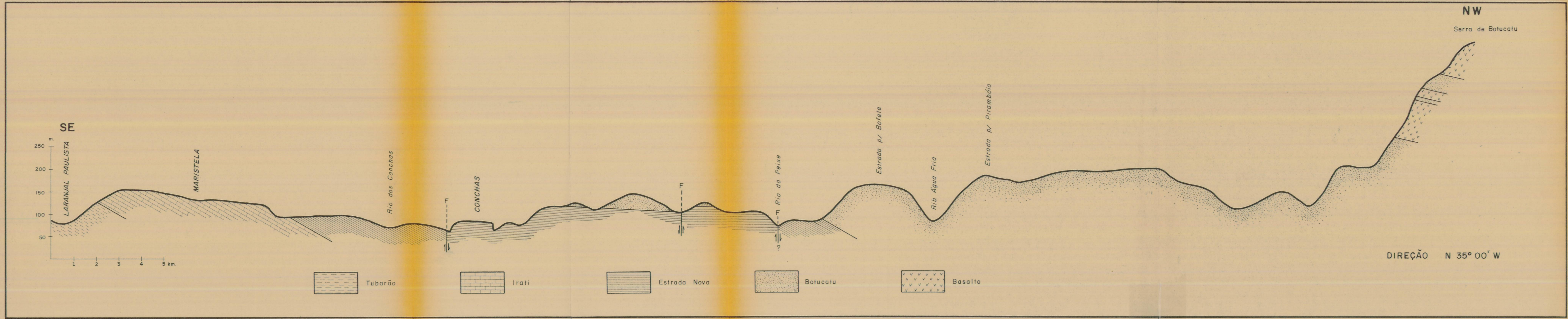
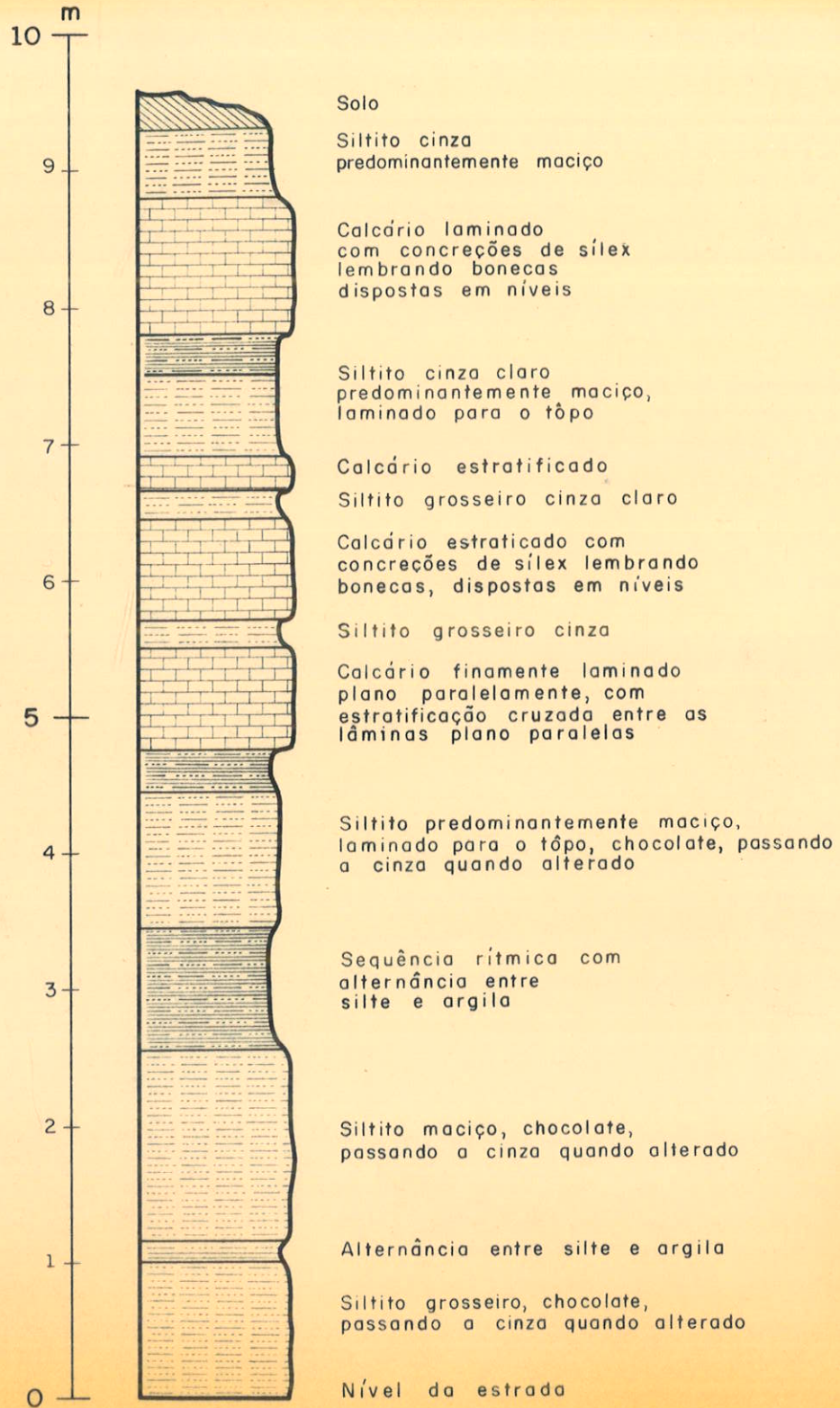


Figura nº 4 - Perfil geológico, retificado e esquemático, ao longo da rodovia Laranjal Paulista - Conchas - Alto da Serra de Botucatu.



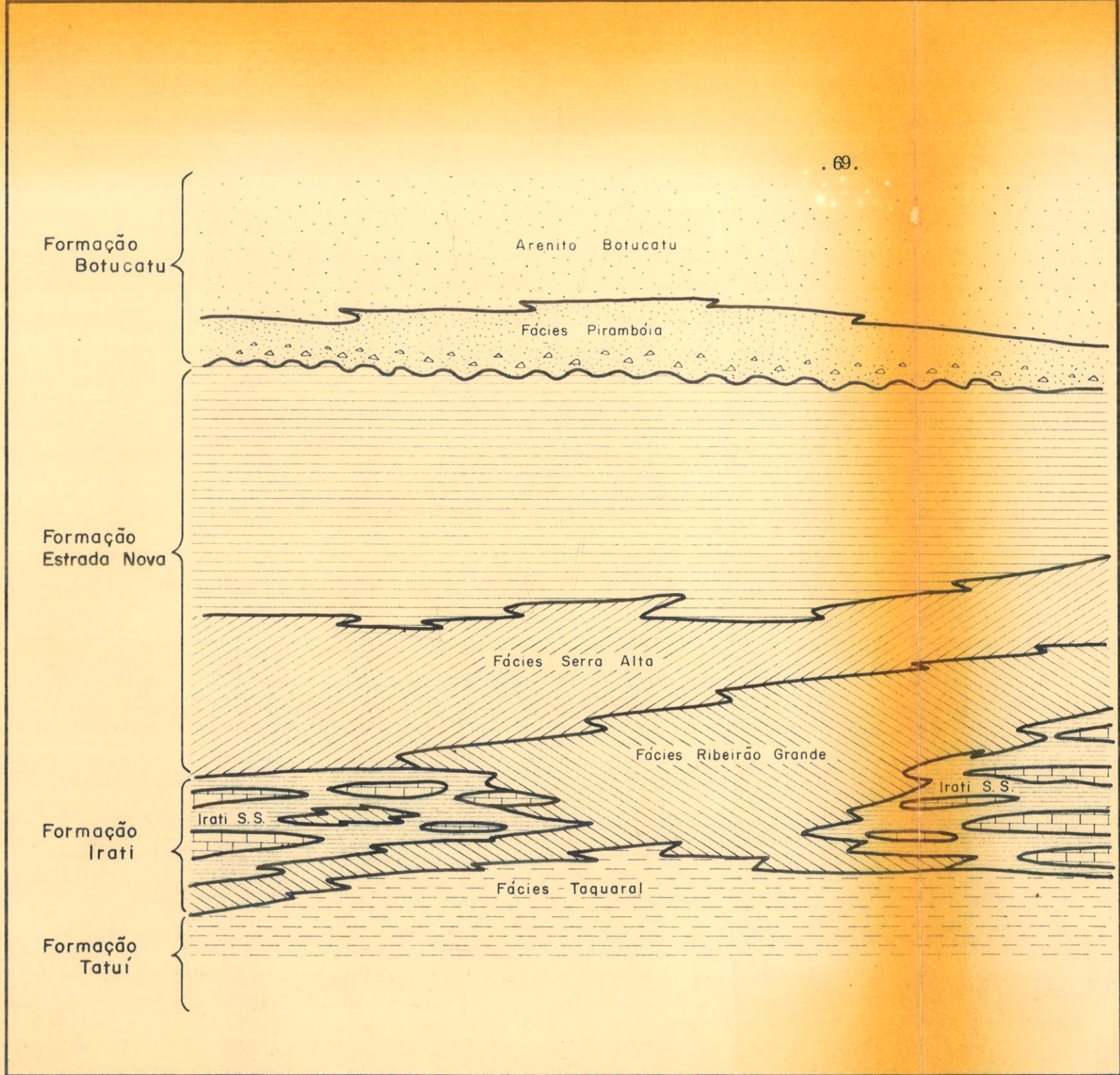


Fig. Nº 6 — *Relações hipotéticas entre as formações e suas fácies na área estudada.*



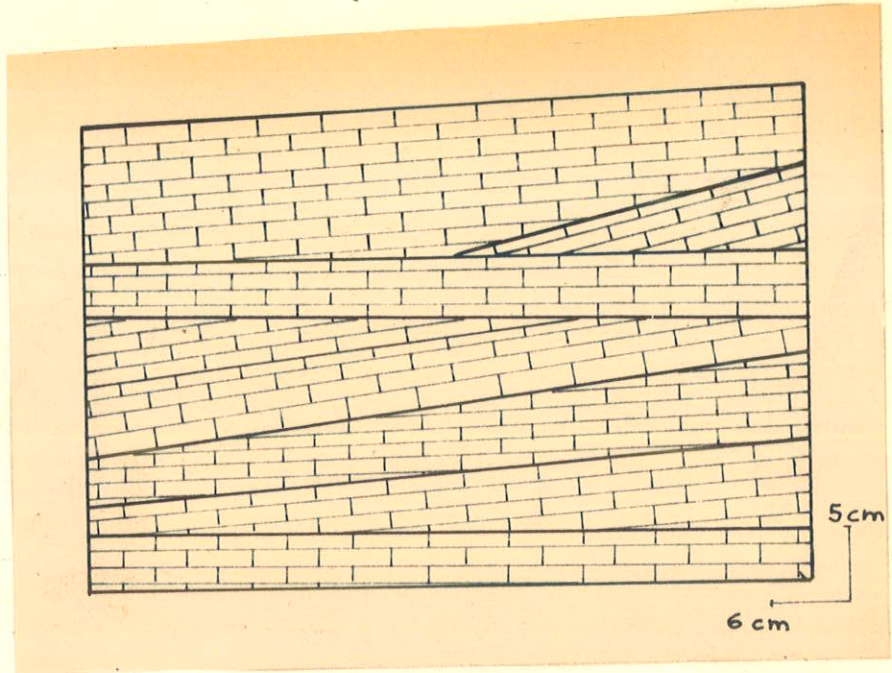


Figura nº 7 - Foto-esquema de estratificação cruzada em calcarenito da Formação Estrada Nova. (Estrada Cesário Lange - Porangaba - SP)

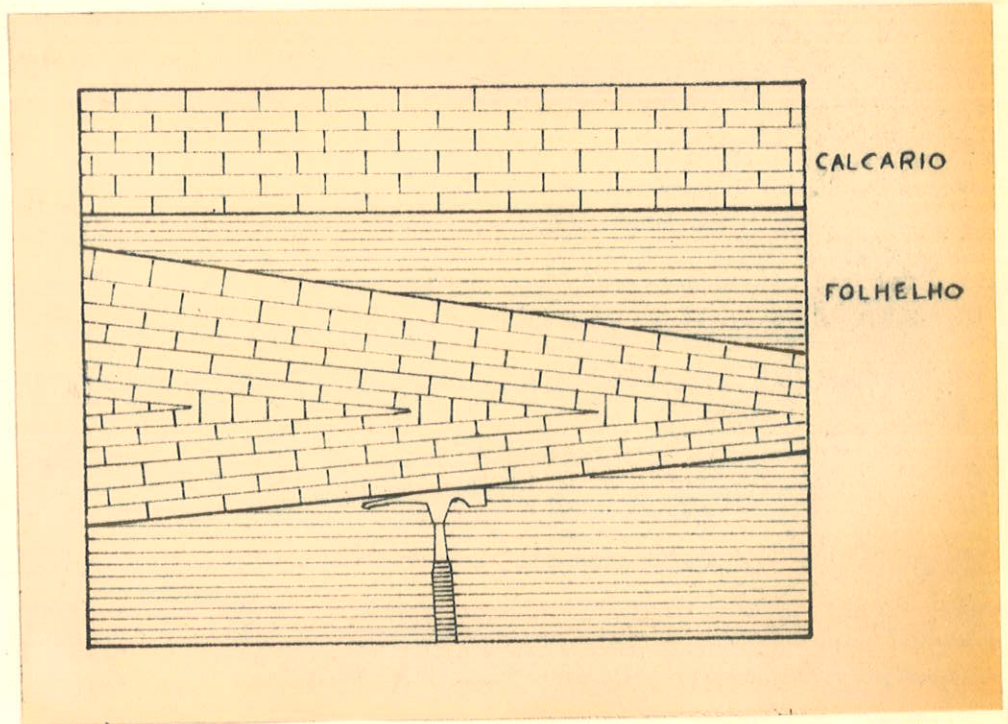
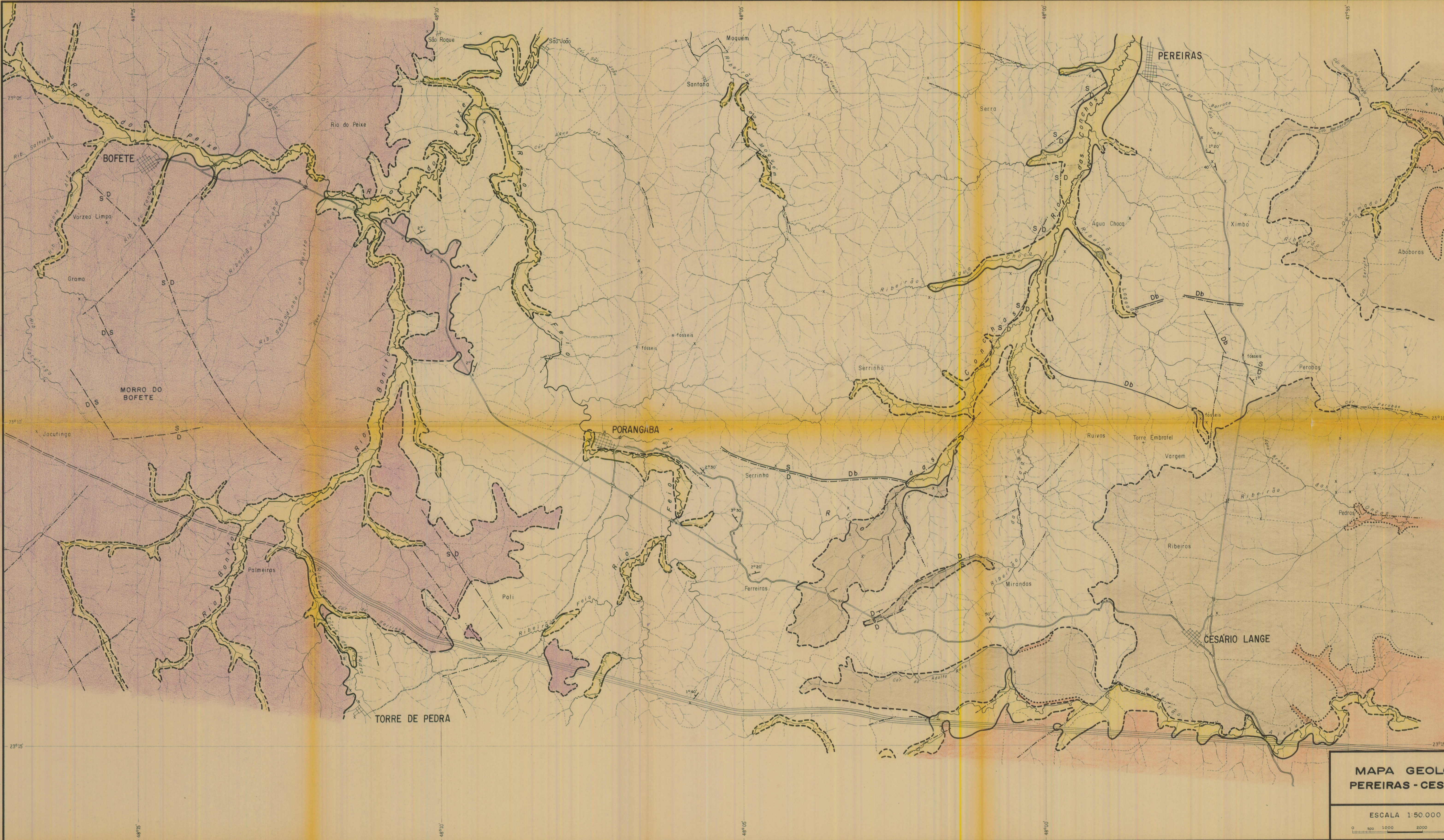


Figura nº 8 - Foto-esquema de estratificação cruzada em calcarenito da Formação Irati. (Rodovia Castello Branco, km. 151,5-SP)



**LEGENDA**

**QUATERNÁRIO**

Aluvião

**EOCRETÁRIO**  
GRUPO SÃO BENTO

Diabásico

Formação Botucatu

Arenitas e brechas

**PERMIANO**  
GRUPO PASSA DOIS

Formação Estrada Nova

Siltitos, argilitos, arenitas, calcários e silix. Fósseis

Formação Irati

Siltitos, calcários dolomíticos, folhelhos e silix

**PERMO-CARBONÍFERO**  
GRUPO TUBARÃO

Formação Tatui

Arenitas, siltitos

- Contato verificado
- Contato obtido por foto-interpretção
- Contato pouco evidente
- Falha
- Lineação fotogeológica (falha ou fratura)
- Atitude das camadas
- Cidade, vila
- Estradas principais
- Estradas secundárias
- Rodovia Castelo Branco (traçado aproximado)
- Drenagem

**LOCALIZAÇÃO DA ÁREA**



**MAPA GEOLÓGICO DA REGIÃO DE PEREIRAS - CESÁRIO LANGE - BOFETE, S.P.**

ESCALA 1:50.000  
0 500 1000 2000 3000m

HILTON SUCENA LELLIS  
- 1970 -