

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**ANÁLISE ESTRATIGRÁFICA DA FORMAÇÃO TATUÍ  
(PERMIANO) NA REGIÃO DE RIO CLARO - IPEÚNA  
(SP)**

Jorge Augusto Basílio Fernandes

Orientador: Prof. Renato Paes de Almeida  
Co-orientadora: Dra. Liliane Janikian

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA  
(TF - 2004/16)

TF  
F363  
JAB.a

SÃO PAULO  
2004

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

044-206 - Trabalho de Formatura

TF-16/2004

Monografia

**Análise Estratigráfica da Formação Tatuí (Permiano)  
na Região de Rio Claro - Ipeúna (SP)**

2000016341

**Jorge Augusto Basílio Fernandes**

Análise estratigráfica da Formação Tatuí  
(Permiano) na região de Rio Claro - Ipeúna  
(SP)

Monografia de Trabalho de Formatura

**Banca Examinadora**

Prof. Dr. Renato Paes de Almeida \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Jorge Hachiro \_\_\_\_\_

Prof. Dr. José Roberto Canuto \_\_\_\_\_

Orientador: Prof. Renato Paes de Almeida

Co-Orientador: Dr. Liliann Janikian

São Paulo

2004

São Paulo

2004

Universidade de São Paulo  
Instituto de Geociências  
044-500 – Trabalho de Formatura

**TF- 16/2004**

**Monografia**

DEDALUS - Acervo - IGC



30900016381

**Análise estratigráfica da Formação Tatuí  
(Permiano) na região de Rio Claro – Ipeúna  
(SP)**



**Jorge Augusto Basílio Fernandes**

*Dedico este trabalho à minha família.  
Em especial à minha mãe, Cezarina,  
à minha irmã Ana,  
À Eliane pelo apoio ao longo da vida.*

**Orientador: Prof. Renato Paes de Almeida  
Co-Orientadora: Dra. Liliâne Janikian**

**São Paulo  
2004**

**Dedico este trabalho à minha família.  
Em especial à minha mãe Crizalva,  
à minha irmã Ana  
À Eliane pelo apoio e carinho.**





DOAÇÃO

IGL-USP

Data: 22/06/05

## **Agradecimentos**

Agradeço à minha família, sem a qual não teria chegado até aqui, agradecimentos especiais merece minha irmã Ana pelo incentivo e apoio nas horas difíceis.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Renato Paes de Almeida (Ninguém) não só pela efetiva orientação, mas também pela amizade, por não medir esforços para realização dos trabalhos de campo, pela paciência nas correções do texto.

Agradeço à minha co-orientadora Liliâne Janikian (Lili) pela sugestões na elaboração do trabalho, pela ajuda no trabalho de campo, a paciência nas correções.

Agradeço ao Falcon a ajuda no trabalho de campo, por ceder a casa dos pais, também a grande força na elaboração das seções.

Agradeço ao Prof. Jorge Hachiro a ajuda no trabalho de campo, as sugestões na elaboração do trabalho, e a ajuda na revisão bibliográfica.

Agradeço aos colegas de turma pelo bom convívio nestes cinco anos e pela boa amizade.

## ÍNDICE

1. Resumo.....	5
2. Abstract.....	6
3. Introdução .....	7
5. Metas e Objetivos .....	9
6. Trabalhos Prévios .....	9
6.1 - Histórico da evolução dos estudos sobre a Formação Tatuí .....	9
6.2- Geologia Regional .....	11
6.3 - Geologia Local.....	13
7. Materiais e Métodos .....	14
Objeto e estudo .....	14
Análise de fácies.....	14
Análise petrográfica .....	15
Análise de paleocorrentes .....	15
Caracterização de superfícies com significado cronológico .....	15
8. Desenvolvimento do Trabalho.....	16
9. Resultados Obtidos.....	16
10. Discussão dos Resultados .....	39
11. Conclusões .....	40
12. Referências Bibliográficas.....	41
13. ANEXOS .....	45

## 1. Resumo

Na região de Ipeúna – Rio Claro no centro do Estado de São Paulo, a Formação Tatuí, Permiano da bacia do Paraná, é caracterizada predominantemente por siltitos arenosos depositados por decantação em ambiente marinho abaixo do nível de ação de ondas de tempo bom. Localmente ocorrem níveis arenosos com maior cimentação carbonática, provavelmente relacionados a eventos de tempestades. Predomina coloração marrom na base e cinza esverdeado no topo. A espessura da Formação Tatuí na região é variável, raramente ultrapassando 20m.

O contato inferior da Formação Tatuí com o Grupo Itararé é considerado discordante na literatura, porém na área estudada é freqüentemente marcado por uma transição de diamictitos glaciais do Grupo Itararé para siltitos arenosos sem seixos da Formação Tatuí, marcando uma superfície de transgressão. Localmente, tal superfície basal da Formação Tatuí apresenta-se diretamente sobre arenitos seixosos fluviais do Grupo Itararé, indicando a grande variação lateral de fácies deste grupo.

O limite superior da Formação Tatuí é caracterizado como uma discordância erosiva sobreposta pela Camada Ibicatu, que se apresenta lateralmente contínua e constitui nível-guia local. A Camada Ibicatu apresenta espessuras que variam de poucos decímetros até 5m, com variações composicionais desde arenitos grossos com fósseis até conglomerados canalizados monomíticos de sílex. Análises de paleocorrentes obtidas em depósitos fluviais desta camada apontaram um vetor médio para leste.

Desta forma, a Formação Tatuí pode ser considerada localmente como o trato transgressivo da última seqüência deposicional do Grupo Itararé, sendo a discordância (limite de seqüências) localizada no contato entre a Formação Tatuí e a Camada Ibicatu. Sobre os depósitos fluviais da Camada Ibicatu que recobrem tal discordância, ocorrem arenitos fossilíferos com grânulos, lateralmente contínuos, que representam um depósito residual formado durante transgressão que marca o início de novo trato transgressivo equivalente à Formação Taquaral do Sub-grupo Irati.

## 2. Abstract

In the central region of São Paulo State, south of Ipeúna and Rio Claro, the Tatuí Formation (Permian of Paraná Basin) is characterized by the dominance of sandy siltstones deposited by settling at a marine environment below fair weather wave base. Fine-grained sandstone layers occur locally, showing greater carbonate cementation, and are probably related to storm events. The main colour at the lower portion of the formation is brown and, at the upper, greenish gray. The thickness of the Tatuí Formation in the area is variable, rarely more than 20 meters.

The lower contact of the Tatuí Formation with the Itararé Group is considered as an erosional unconformity by previous authors, but in the studied area it is marked by a transition from glacial diamictites of the Itararé Group to sandy siltstones without pebbles of the Tatuí Formation, defining a transgressive surface. Locally, such inferior boundary of the Tatuí Formation occurs directly above fluvial pebbly sandstones of the Itararé Group, suggesting lateral facies variation in this group.

The upper boundary of the Tatuí Formation is characterized by a erosional unconformity that is overlain by the Ibicatu Layer, which is laterally continuous and constitutes a local stratigraphic datum. The Ibicatu Layer is a few centimeters up to five meters thick, varying from coarse-grained fossil-bearing sandstones to channelized conglomerates with silex pebbles. Paleocurrent analysis of this deposits show a mean vector of transport towards the East.

Thus, the Tatuí Formation can be considered locally as the transgressive tract of the last depositional sequence of the Itararé Group, being the unconformity (sequence boundary) localized at the contact between the Tatuí Formation and the Ibicatu Layer. Above the fluvial deposits of the Ibicatu Layer that overly such unconformity, are the fossil-bearing laterally continuous sandstones that represent a lag deposit formed during a transgression, marking the beginning of a new transgressive tract, equivalent to the Taquaral Formation of the Irati Subgroup.



### **3. Introdução**

As sucessões aflorantes na borda leste da Bacia do Paraná no Estado de São Paulo compõem uma coluna estratigráfica distinta daquela encontrada nas áreas mais centrais da bacia e, por esse motivo, contém algumas unidades particulares. Uma dessas unidades é a Formação Tatuí (Pacheco 1927).

A Formação Tatuí é considerada equivalente a todo ou uma parte do Grupo Guatá, aflorante nos estados da região sul. No Estado de São Paulo, porém, apresenta grande variabilidade de fácies, dificultando sua correlação litológica. As grandes distâncias entre as áreas com informações documentadas, sejam afloramentos descritos em levantamentos regionais ou poços perfurados, não favorecem a interpretação do caráter de tais variações laterais.

A região de Ipeúna, Estado de São Paulo, conta com a grande vantagem de apresentar uma faixa de afloramentos basculados em função da estruturação tectônica do Domo de Pitanga, o que permite o levantamento de seções em diferentes pontos e o registro de possíveis variações laterais em escala de poucos quilômetros.

A abordagem de estudo detalhado de seções em afloramentos contínuos (principalmente em drenagens e encostas de grande declividade) aplicada neste trabalho, permitiu a observação de feições de difícil reconhecimento em testemunhos, ao mesmo tempo em que viabilizou a medição direta de espessuras, geralmente estimadas em perfis regionais. Tal enfoque pôde esclarecer questões em aberto, como a natureza do contato inferior com o Grupo Itararé.

Em complemento, conforme proposto no projeto inicial, não foi possível a correlação dos resultados obtidos no presente trabalho com as descrições de testemunhos realizados por Câmara Filho (1997), em virtude da escassez de detalhes nestas descrições e, provavelmente devido à distância, das diferenças entre as fácies e o empilhamento das duas .

### **4. Localização e Vias de Acesso**

Os trabalhos de campo foram realizados na região de Ipeúna - Rio Claro, na localidade em que aflora no Alto Estrutural de Pitanga (figura 1). O acesso, a partir da cidade de São Paulo, é feito pelas rodovias Bandeirantes ou Anhanguera, passando-se para a rodovia Washington Luiz, em sentido a Rio Claro, num total de 173 km, e então pelo acesso para Ipeúna, de onde várias estradas locais levam às exposições da unidade estudada.

Além da grande facilidade de acessos, a área apresenta infra-estrutura e tem sido alvo de trabalhos de mapeamento da disciplina Mapeamento Sedimentar há anos,

havendo uma grande quantidade de informações sobre a distribuição das unidades em mapa e a localização das melhores seções para a realização do estudo ora apresentado.

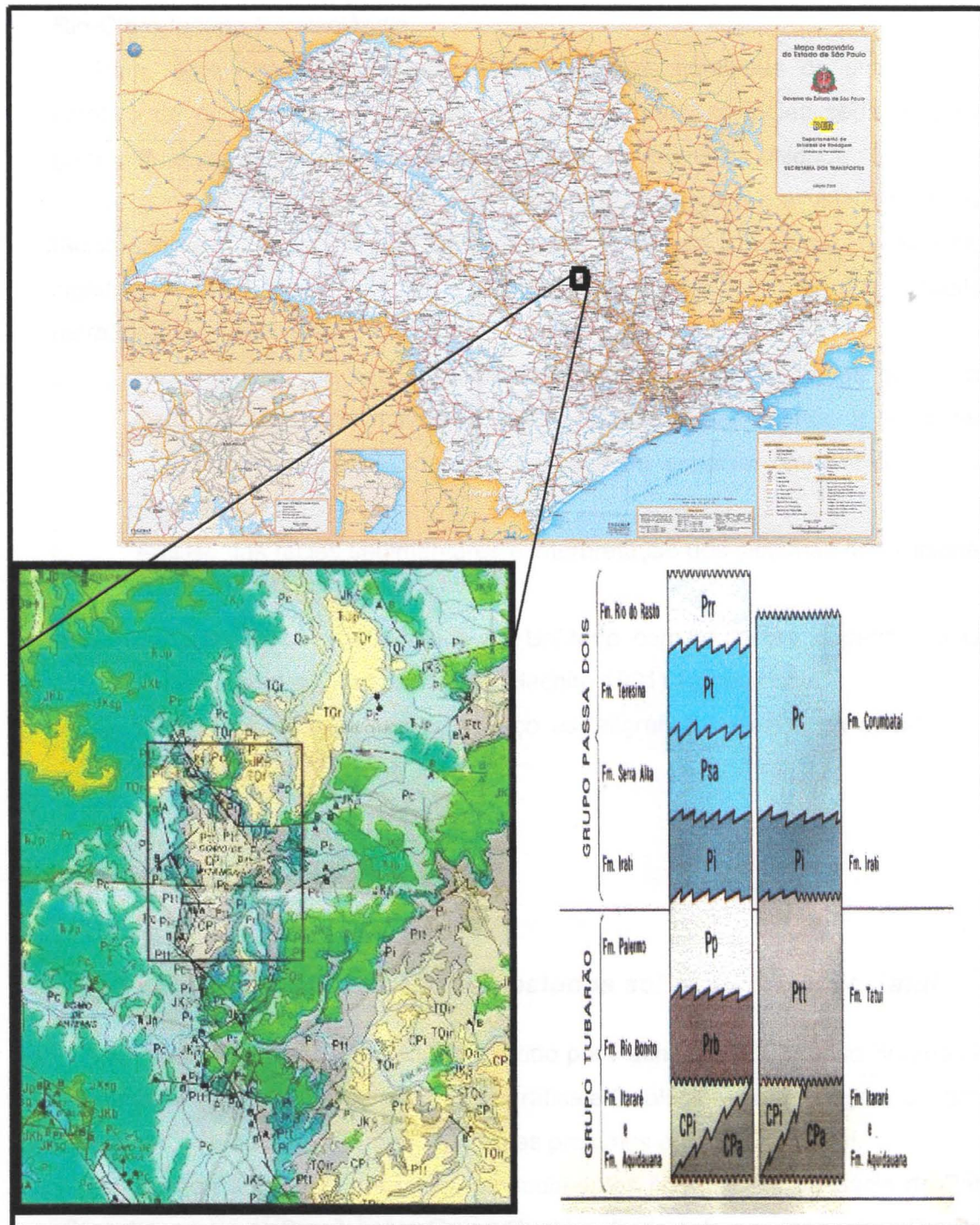


Figura 1 . Mapas de localização e geológico da área estudada. Fontes: mapa geológico do Estado São Paulo, IPT, 1981, 1: 500.000 e Mapa Rodoviário do Estado de São Paulo, DER, 2003.

## 5. Metas e Objetivos

O presente trabalho teve como objetivo principal o entendimento da evolução estratigráfica da Formação Tatuí com base em dados de afloramentos da região de Rio-Claro-Ipeúna-Paraisolândia.

Para tanto foram levantadas seções colunares contínuas da unidade, com o objetivo de documentar a variação vertical e lateral das fácies sedimentares e a geometria e características dos contatos inferior e superior da unidade.

Os principais métodos utilizados envolveram as seguintes atividades: análise de fácies sedimentares, análise de paleocorrentes e caracterização das superfícies com significado cronológico (limitantes da unidade), visando a aplicação dos conceitos da estratigrafia de seqüências.

- a) Levantamento de seções colunares em exposições contínuas da Formação Tatuí na região de Ipeúna-Rio Claro-Paraisolândia, visando a reconstituição dos ambientes deposicionais e da variação espacial (vertical e lateral) dos depósitos;
- b) Análise das fácies sedimentares e interpretação dos sistemas deposicionais da Formação Tatuí na região;
- c) Caracterização dos contatos da Unidade com a porção superior do Grupo Itararé e com a Camada Ibicatu (Hachiro 1991) sobrejacente;
- d) Estabelecimento de um arcabouço estratigráfico baseado na estratigrafia de seqüências de alta resolução.

## 6. Trabalhos Prévios

### 6.1 - *Histórico da evolução dos estudos sobre a Formação Tatuí*

O nome Formação Tatuí foi introduzido por Pacheco (1927), *apud* Soares (1972) e Washbourne (1930) da Comissão Geográfica e Geológica, para designar sedimentos pós-glaciais da Bacia do Paraná, aflorantes próximos à cidade de Tatuí.

Gordon Jr. (1947) denomina os sedimentos pós-glaciais da Bacia do Paraná, aflorantes no sul do Brasil, como Grupo Guatá e divide este nas formações Rio Bonito, inferior e Palermo, superior.

Barbosa & Almeida (1949) propuseram uma classificação para a sedimentação pós-glacial ocorrida na parte paulista da Bacia do Paraná, dividindo o Grupo Tubarão em cinco formações: Itú, Capivari, Gramadinho, Tietê e a mais nova, Formação Itapetininga com os membros, Tupi e Tatuí.



Barbosa & Gomes (1958) redefiniram o Membro Tupi incluindo dentro dele o Tilito Pitanga, fazendo com que a conotação de sedimento pós-glacial fosse perdida.

Discordando das classificações de Barbosa & Almeida (1949) e Barbosa & Gomes (1958), Rocha Campos (1967) retomou o caráter glacial e pós glacial da divisão, subdividindo o Grupo Tubarão nas formações Itararé e Tatuí, ressaltando a importância paleoambiental desta subdivisão. Landim (1970) também retoma esta classificação.

Northfleet *et al.* (1969) reavaliaram os dados sobre a Bacia do Paraná e concluíram que a Formação Tatuí não era uma unidade litoestratigráfica distinta da Formação Palermo aflorante em toda a Bacia.

Soares (1972) estudando os sedimentos da Formação Tatuí na parte centro-leste da bacia do Paraná no Estado de São Paulo, dividiu esta em membros inferior e superior. Também identificou uma superfície de descontinuidade entre a base desta e o topo do Grupo Itararé, concluiu então que a Formação Tatuí estaria vinculada ao Grupo Passa Dois devido a esta discordância erosiva com o Grupo Itararé. Para o autor, o contato entre o topo da Formação Tatuí e a base da Formação Taquaral (Grupo Irati, Hachiro *et al.* 1993) também seria discordante.

Medeiros & Thomás Filho (1973) admitem a possibilidade de se aplicar a clássica subdivisão do Grupo Guatá (Formações Palermo e Rio Bonito) para os sedimentos correspondentes na parte paulista da Bacia do Paraná.

Schneider *et al.* (1974) considerou a Formação Tatuí como correspondente ao Membro Paraguaçu da Formação Rio Bonito e à Formação Palermo.

Almeida *et al.* (1981) mapearam as formações Rio Bonito e Palermo no Sul do Estado de São Paulo, ao sul de Paranapanema, que neste local são interrompidas por falha a partir da qual denominou-se os sedimentos correlacionáveis como Formação Tatuí.

Com base na compartimentação da Bacia do Paraná feita por Fúlfaro *et al.* (1982), Fúlfaro *et al.* (1984) interpretaram o paleoambiente deposicional da Formação Tatuí como marginal, decorrente principalmente de estruturas com expressão regional, como os grandes alinhamentos NW-SE (Fúlfaro *et al.* 1982).

Gama Jr. *et al.* (1982), em sua proposta de alteração cronoestratigráfica da Bacia do Paraná, correlacionam a Formação Tatuí como equivalente a parte das formações Rio Bonito e Palermo, estando diretamente assentada sobre as formações Itararé, Aquidauana e Tietê, esta última correspondendo à Formação Rio Bonito.

Analizando o topo da Formação Tatuí, Stevaux *et al.* (1986) consideraram como pontuais os sedimentos que descaracterizam o caráter transgressivo da

Formação Tatuí. Os afloramentos analisados localizam-se próximo ao “Alto de Imbicatu” (Soares 1972), na região de Araras.

Cabral Jr. *et al.* (1988) em estudo sobre potencialidade para carvão na interface Itararé-Tatuí, interpretaram regime regressivo para a deposição da Formação Tietê e regime transgressivo para a deposição da Formação Tatuí.

Castro *et al.* (1993) retomaram a classificação usada no Sul do Brasil para o Grupo Guatá na faixa aflorante paulista. Consideraram como discordante o contato entre os Grupos Guatá e Itararé sendo este erodido nas bordas da bacia.

Milani (1997) também considerou discordante o contato entre a Formação Tatuí e o Grupo Itararé. A Formação Tatuí corresponderia aos intervalos médio e superior da Formação Rio Bonito e também à Formação Palermo.

Câmara Filho (1997), com base em descrições de testemunhos de sondagem, concordou com Castro *et al.* (1993) ao considerar que a Formação Tatuí corresponde aos membros Paraguaçu e Siderópolis da Formação Rio Bonito e à Formação Palermo. O autor dividiu a unidade em seqüências deposicionais e interpretou sistemas deposicionais estuarinos relacionados ao preenchimento de vales incisos.

## **6.2- Geologia Regional**

A Bacia do Paraná é uma bacia intraplataformal que se implantou no Eossiluriano (Assine *et al.* 1994) sobre áreas formadas ou reativadas durante o proterozóico superior. Abriga diversos ciclos de sedimentação, incluindo uma fase pós-glacial (Permiano), Formação Tatuí, alvo de interesse deste trabalho.

Apesar de a Formação Tatuí ter sido alvo dos diversos estudos já citados, poucos autores detiveram-se em uma descrição mais detalhada da litoestratigrafia desta formação.

Um dos autores que descreveu de forma mais detalhada a Formação Tatuí foi Soares (1972), que a dividiu em dois membros: inferior, constituído de siltitos com coloração marrom-arroxeadada, escura, podendo ser brancos, com acamamento fino a espesso, raramente laminados, localmente com arenitos finos com estratificação plano-paralela e também camadas calcárias de cor cinza arroxeadada, e sílex; e superior, composto por siltitos cinza esverdeados a amarelos ou verdes, com freqüentes intercalações de arenitos finos, maciços, com pequenas concreções calcárias. Na base ocorreriam lentes de arenitos de granulação média a grossa, imaturos, micáceos, com estratificação cruzada acanalada, podendo exibir marcas de onda, que repousariam sobre uma superfície erosiva, truncando as camadas



inferiores. Na região nordeste do estado, o mesmo autor descreve-a como composta basicamente por siltitos arenosos, maciços, marrons, vermelhos e roxos.

Na descrição de Almeida *et al.* (1981), a Formação Tatuí é predominantemente composta por siltitos, podendo ocorrer camadas de arenitos, calcários, folhelhos e sílex. Apresenta-se pouco espessa, no máximo 130m, no sul do Estado, com sedimentação uniforme.

A descrição de Fúlfaro *et al.* (1984) também é bastante detalhada, estes autores descreveram a Formação em diversas seções no Estado, ao todo 14 seções, ocorrendo algumas diferenças nas litologias de cada seção.

Segundo os autores, próximo à cidade de Tatuí são descritos calcarenitos com foraminíferos a calcilutitos e margas, pertencentes à base da formação. Em direção à cidade de Tietê é notada uma gradação lateral para arenitos avermelhados de granulação fina a média, lenticulares, nota-se evidências de estruturas tipo “hummocky”, com estratificações cruzadas de baixo ângulo e extensão de até 20m, representando barras litorâneas. Acima ocorrem arenitos de cor creme, maciços, com raros níveis de estratificações cruzadas de pequeno porte.

De acordo com os autores, na região de Piracicaba a base da formação é representada por siltitos e arenitos verde avermelhados, com estratificação plano-paralela, arenitos finos, avermelhados, com estratificação plano-paralela, associados a calcários cinza, lenticulares. A porção intermediária da formação seria composta por arenitos finos avermelhados, com estratificações cruzadas de baixo ângulo, ocorrendo lentes de arenito fino esbranquiçado intercaladas. No topo da formação ocorrem arenitos finos avermelhados, com estratificações cruzadas, gradando para arenitos médios esverdeados, de aparência maciça, em contato com siltitos argilosos verdes, com estruturas de fluidização do arenito no contato, interpretadas como barras da foz de canais fluviais entrando em baías interdistributárias. No sul do estado de São Paulo, a formação é constituída por arenitos finos e siltitos com bioturbações, ocorrem ainda arenitos de granulação média intercalados, no topo da formação ocorrem lentes de calcário.

Cabral Jr *et al.* (1988) descrevem a Formação Tatuí como uma variação de litofácies, incluindo corpos arenosos ou argilosos, camadas carbonáticas, contendo microfósseis marinhos. Os corpos arenosos apresentam granulação fina a média e são bem selecionados, com estratificação cruzada de baixo ângulo, representando barras litorâneas. Ocorrem ainda associações de lamitos, calcários com estruturas *birdeyes* e arenitos com estratificação plano-paralela, laminações onduladas e *flaser*, típicas de planície de maré.

Em meio à Formação Tatuí foram descritos, por diversos autores (Mezzalana 1971, Soares 1972, Fúlfaro *et al.* 1984, Stevaux *et al.* 1986), conglomerados e arenitos conglomeráticos, com seixos de sílex e restos de troncos fósseis.

No contato da Formação Tatuí com a Formação Taquaral, foram descritos por Soares (1991), Hachiro (1996), Riccomini *et al.* (1997), conglomerados e arenitos conglomeráticos com seixos de sílex (Camada Ibicatu *sensu* Hachiro 1991), dentes e restos de barbatanas de tubarões, podendo ocorrer variações laterais de fácies para arenitos finos com concreções de calcita, arenitos finos com estratificações cruzadas, e outras variações litológicas, sempre restritas a um mesmo horizonte estratigráfico. Em uma destas variações, Riccomini *et al.* (1997) descrevem a ocorrência de trípoli (sílica microcristalina).

Hachiro (1996) interpreta este último horizonte, com granulação grossa e restos fósseis, como um retrabalhamento, por ondas de tempestade e efeitos de oscilações de marés, dos primeiros conglomerados, descritos por Soares no distrito de Ibicatu (1972).

Assine *et al.* (2004) consideraram dois membros dentro da Formação Tatuí, Membro Inferior e Membro Superior; o Membro Inferior é caracterizado apenas por siltito marrom arroxado e o Superior foi dividido em siltito amarelo esverdeado e siltito cinza esverdeado e amarelado além de cinco fácies principais, arenitos finos com estratificação cruzada *hummocky*, conglomerados, arenitos seixosos com estratificação cruzada planar, arenitos com gradação normal, arenitos com estratificação cruzada sigmoidal.

### **6.3 - Geologia Local**

O Alto Estrutural de Pitanga é uma estrutura anticlinal resultante de dobramento *en echelon*, associado a um binário sinistral de orientação geral NNW, (Riccomini, 1995).

Na região do “Domo” de Pitanga, Fúlfaro *et al.* (1984) descrevem a Formação Tatuí, próximo às cidades de Iracemápolis e Ipeúna, como arenitos finos esbranquiçados, com ocorrências de camadas conglomeráticas, com seixos de sílexito, intercaladas, sendo que no contato com a Formação Taquaral o conglomerado apresenta dentes silicificados de peixes. Em direção à base da formação, os arenitos tornam-se mais finos passando a siltitos arenosos avermelhados. Esta litologia sobrepõe-se ao denominado “Tilito Pitanga” (Soares 1972).

Sousa (2002) refere-se à Formação Tatuí como siltitos marrons, vermelhos e arroxeados, podendo apresentar intercalações de lentes calcárias, branco-acinzentadas, maciços ou com estratificações plano-paralelas, subordinadamente ocorrem camadas de arenitos finos vermelhos. No topo da Formação predominam siltitos argilosos esverdeados ou amarelo-esverdeados, com intercalações de arenito muito fino, esbranquiçado, maciço. De forma mais restrita ocorrem camadas de sílex, arenitos e conglomerados com matriz arenosa.

## **7. Materiais e Métodos**

Para a realização deste estudo, foram levantadas 8 seções de detalhe, com a caracterização de 7 fácies sedimentares. Estas descrições foram complementadas por análise petrográfica, tendo-se descrito 9 lâminas petrográficas. Para classificação, a escala granulométrica considerada foi a de Wentworth (1922). As seções descritas situam-se próximas à cidade de Paraisópolis, apenas uma localiza-se próximo a Araras, tratando-se da seção tipo da Camada Ibicatu já descrita na literatura (e.g. Assine *et al.* 2003).

### ***Objeto e estudo***

O objeto de estudo ora proposto é um conjunto de exposições da Formação Tatuí aflorante na região do Alto Estrutural de Pitanga, na região de Rio Claro, Estado de São Paulo. Além da Formação Tatuí, foram analisadas, através da aplicação das técnicas abaixo descritas, a porção superior do Grupo Itararé, sotoposto, e a Camada Ibicatu, sobreposta, com o objetivo de caracterizar os contatos entre estas unidades e interpretar a natureza das superfícies a elas associadas.

### ***Análise de fácies***

O procedimento adotado na interpretação dos paleossistemas deposicionais foi a análise de fácies, aplicada de acordo com as propostas de Reading (1986), Walker (1992) e Miall (1990, 2000). Segundo estes autores, a análise de fácies compreende o estudo e a interpretação de texturas, estruturas sedimentares, fósseis e associações litológicas de rochas sedimentares em escala de afloramentos, testemunhos de sondagem ou pequenas porções de uma bacia. A análise de fácies consiste no agrupamento das litologias com estruturas semelhantes ou outras feições características representativas de processos particulares, de forma que através da

classificação possa-se compreender a relação entre os vários tipos de depósitos e reconstituir as características dos ambientes deposicionais.

A interpretação dos processos de sedimentação a partir da descrição das fácies e associações de fácies é realizada através da comparação com depósitos atuais, naturais ou gerados em laboratório, com causas conhecidas ou, na ausência desses, pela comparação com fácies semelhantes descritas em ambientes antigos interpretados com elementos seguros.

### ***Análise petrográfica***

A análise petrográfica foi realizada em amostras representativas de cada fácies descrita na unidade estudada para o reconhecimento de suas características granulométricas e texturais, bem como sua classificação petrográfica. Para tanto, foram coletadas 9 amostras com características preservadas, confeccionadas lâminas petrográficas com 30 micras de espessura e analisadas ao microscópio petrográfico de luz transmitida.

### ***Análise de paleocorrentes***

Um dos principais elementos que podem ser adquiridos através de trabalhos de campo para a caracterização da paleogeografia de bacias sedimentares é a análise de paleocorrentes. Esse tipo de análise baseia-se no reconhecimento e na medição sistemática de estruturas sedimentares que refletem as condições hidrodinâmicas em que foram geradas, de forma a se reconstituir a direção e o sentido da corrente responsável pelo depósito. A análise de paleocorrentes é de grande importância para a compreensão das relações espaciais entre os diversos elementos de um sistema deposicional, permitindo reconstituição mais rigorosa da paleogeografia.

Para o estudo de paleocorrentes em depósitos aluviais (como o da Camada Ibicatu e do Grupo Itararé), as principais estruturas indicadoras do sentido do transporte, e por isso as mais freqüentemente medidas, são estratificações cruzadas em arenitos e conglomerados. A interpretação do paleofluxo para tais estruturas considera que o transporte foi paralelo ao maior mergulho nas estratificações cruzadas tabulares e tangenciais e paralelo ao eixo em estratificações cruzadas acanaladas.

### ***Caracterização de superfícies com significado cronológico***

Em seções estratigráficas verticais, os limites entre conjuntos de fácies formados em diferentes sistemas deposicionais são geralmente marcados por

superfícies com significado cronológico relacionadas a modificações rápidas da paleogeografia. Tais superfícies representam eventos de expressão regional ou bacinal, como transgressões rápidas (superfícies transgressivas), episódios de queda do nível de base (limites de seqüências deposicionais), intervalos condensados (superfícies de inundação máxima) ou eventos catastróficos (tempestades, erupções vulcânicas, etc).

O reconhecimento e interpretação de tais superfícies é instrumento para a aplicação dos conceitos da estratigrafia de seqüências (Vail *et al.* 1977, Posamentier *et al.* 1988, Van Wagoner *et al.* 1988, 1990), notadamente a estratigrafia de seqüências de alta resolução com base em afloramentos (Van Wagoner *et al.* 1990).

Tal procedimento permitiu a correlação detalhada entre as seções levantadas e interpretações sobre a origem dos limites entre as unidades estudadas.

## **8. Desenvolvimento do Trabalho**

A proposição inicial do projeto revelou-se acertada, sendo realizada de forma plenamente satisfatória. Em relação ao cronograma, o tempo foi suficiente. A metodologia adotada mostrou-se adequada, solucionando todos os problemas temáticos referentes ao projeto, bem como facilitando estas soluções e interpretações em comparação a outros métodos.

No decorrer do primeiro semestre foram realizadas as seguintes atividades:

- 2 etapas de campo com levantamento de seções colunares, descrições de afloramentos e coletas de amostras;
- confecção e interpretação de seções colunares com os dados levantados em campo;
- descrição e interpretação de lâminas delgadas ao microscópio petrográfico.

Para a finalização do projeto foram feitas as seguintes atividades:

- realização de etapa final de campo;
- confecção e interpretação de diagrama em cerca;
- confecção, descrição e interpretação de lâminas petrográficas;
- tratamento e interpretação final dos dados obtidos.

## **9. Resultados Obtidos**

Para o estabelecimento da relação estratigráfica e as relações de contato entre as unidades estudadas, as seções levantadas contemplaram a parte superior do



Grupo Itararé logo abaixo da Formação Tatuí, a própria Formação Tatuí e a Camada Ibicatu sobrejacente.

Com o levantamento das seções e afloramentos efetuado, pode-se verificar que os padrões de ocorrência para os mesmos níveis estratigráficos se mantêm praticamente inalterados. As seções levantadas concentraram-se em uma área com aproximadamente 9,2 km por 7,1 km, a seção tipo da Camada Ibicatu localiza-se a 52 km em linha reta da seção 3.

Foram descritas 7 fácies sedimentares, sendo as principais caracterizadas petrograficamente pela descrição de 9 lâminas petrográficas.

### 9.1. Fácies sedimentares

Foram caracterizadas 8 fácies sedimentares na área estudada, referentes ao topo do Grupo Itararé, à Formação Tatuí e à Camada Ibicatu. Tais fácies sedimentares são descritas e interpretadas abaixo:

**Afb** – Arenitos finos com estratificação cruzada de baixo ângulo, encontrados no topo do Grupo Itararé, são caracterizados por séries decimétricas a métricas de estratos cruzados tabulares de baixo ângulo, amalgamados em sucessões de vários metros.

*Interpretação* - São interpretados como depósitos de antepraia formados por espraiamento de ondas em um sistema deposicional costeiro.

**Aa** – Arenitos com estratificação cruzada acanalada, encontrados no topo do Grupo Itararé, bem como na Camada Ibicatu (foto 14). Caracterizados por granulação de areia fina a grossa, com seixos esparsos ou concentrados nos estratos frontais de estratificações cruzadas acanaladas, estas dispostas em séries de poucas dezenas de centímetros. A proveniência dos seixos é distinta nos dois níveis estratigráficos em que ocorrem, sendo polimítica no Grupo Itararé e restrita a sílexitos escuros e raros fragmentos de siltito (foto 16) na Camada Ibicatu.

*Interpretação* – São interpretados como depósitos de migração de dunas subaquáticas de cristas sinuosas, formadas por correntes trativas em canais fluviais.

**Ag** – Arenitos grossos maciços com grânulos esparsos ocorrem no topo do Grupo Itararé, a cor é amarelada, mas pode ser cinza.

*Interpretação* – depósitos fluviais, possivelmente contendo estratificação cruzada não observável devido à alteração intempérica.

**Dm** – Diamictitos maciços (fotos 2, 3, 4 e 5), encontrados na parte superior do Grupo Itararé em contato com a Formação Tatuí, apresentam pequena quantidade de seixos, polimíticos predominando os de quartzito e granito. A matriz é mal selecionada desde argilosa até arenosa grossa, a cor predominante é o marrom, mas pode ser amarela clara ou com tonalidades cinza.

*Interpretação* – depósitos de morenas frontais, provavelmente retrabalhados por fluxos gravitacionais, e localmente depósitos subaquáticos formados pelo aporte de material desprendido de icebergs em ambiente próximo à costa.

**SI** – Siltitos arenosos laminados a maciços (fotos 6, 7, 8, 9, 10, 11, e 12), localmente passando a argilitos laminados, ocorrem na Formação Tatuí como um todo e também no topo do Grupo Itararé, apresentam concreções carbonáticas esféricas formando alguns níveis totalmente cimentados devido à coalescência das concreções, a granulação pode variar para siltitos arenosos em níveis centimétricos (lâmina 1). As cores variam do marrom chocolate na base ao cinza esverdeado no topo, passando por uma mistura mosqueada das duas cores em alguns locais. No topo do Grupo Itararé, os siltitos apresentam cor avermelhada a marrom chocolate, podendo ser facilmente confundidos com a matriz dos diamictitos, diferenciados apenas pela presença de clastos.

*Interpretação* – decantação de material em suspensão em ambiente marinho.

**Ao** – arenitos finos com marcas onduladas (foto 1) e arenitos finos aparentemente maciços em camadas centimétricas lateralmente contínuas, restringem-se a pequenas ocorrências no topo do Grupo Itararé e delgados níveis cimentados na Formação Tatuí (lâminas 3 e 4), sempre intercalados a fácies de decantação.

*Interpretação* – depósitos de correntes trativas episódicas em ambiente dominado por decantação, possivelmente relacionados a ondas de tempestades em sistema costeiro abaixo do nível de ação de ondas de tempo bom.

**Ce** – Conglomerados estratificados a maciços (fotos 13, 14, 15 e 16), ocorrem na Camada Ibicatu associados ou não com arenitos grossos com estratificação cruzada, a cor varia do cinza ao marrom, os seixos possuem composição pouco variada, predominando os de sílex, mas ocorrendo também siltito e troncos fósseis.

*Interpretação* – depósitos de barras conglomeráticas geradas por correntes trativas em sistemas fluviais.

**Ae** – arenitos grossos estratificados a maciços, com grânulos esparsos, ocorrem como camada decimétrica lateralmente contínua em toda a área estudada na Camada Ibicatu.

*Interpretação* - provavelmente formados pelo retrabalhamento dos depósitos fluviais durante uma transgressão, resultando na formação de um depósito residual do tipo *lag* (Assine *et al.* 2003).

## 9.2 Petrografia

Para que se pudesse observar e descrever de forma detalhada os litotipos destas unidades, foram confeccionadas lâminas petrográficas da Formação Tatuí, da Camada Ibicatu e de diamictitos do Grupo Itararé. As lâminas foram fotografadas com polarizadores descruzados e cruzados conforme indicado (nx) nas fotografias.

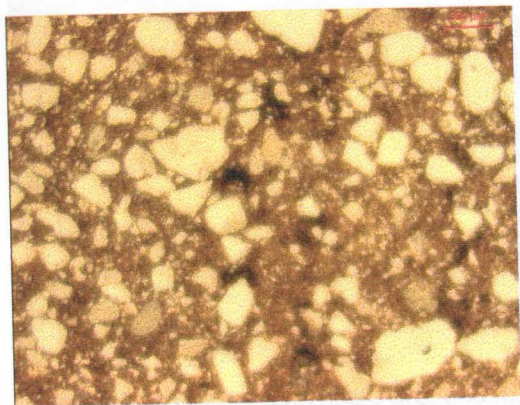
A Formação Tatuí é caracterizada predominantemente por siltitos arenosos (**SI**) com variações locais de granulação, podendo apresentar grãos de areia média dispersos na matriz siltosa, ou simplesmente apresentar apenas a matriz siltosa. As cores predominantes são o marrom na base e o cinza esverdeado no topo com leves variações de tonalidades para claro ou escuro, próximo ao topo ocorre a mistura das duas cores dando aspecto mosqueado a rocha.

Na base o siltito arenoso marrom (lâmina 1, seção 1), imaturo texturalmente, é formado por grãos de quartzo esparsos, angulosos e pouco esféricos. A matriz varia de siltosa a argilosa, o cimento é ferruginoso dando cor avermelhada a rocha, este apresenta poucas concreções (lâminas 7 e 8).

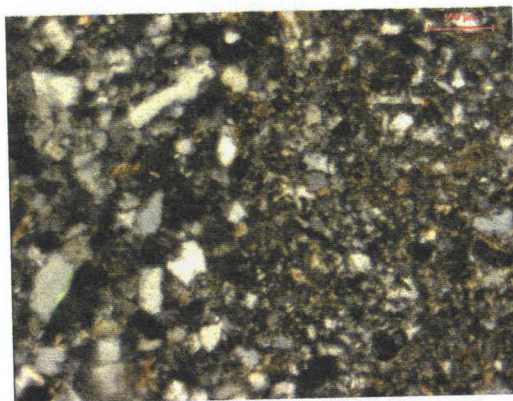
Na parte superior da formação, o siltito arenoso cinza esverdeado (**SI**) (lâminas 2, 3 e 4, seção 1) é predominante, o arcabouço é formado por quartzo e pouco feldspato, a matriz apresenta-se argilosa a siltosa, a cimentação é, em sua maior parte, carbonática, podendo ser ferruginosa. Quando carbonática o cimento é espático (lâmina 4). Geralmente apresenta também quantidade maior de areia, formando pequenos níveis (10 cm) destacados no topo da formação. Texturalmente a rocha é imatura com grãos angulosos e pouco esféricos.

Em alguns pontos (seção 5), da metade da formação até o topo, ocorre siltito arenoso mosqueado (lâminas 5 e 6), numa mistura de cores entre o chocolate e o cinza esverdeado, com arcabouço formado por quartzo e pouco feldspato, matriz siltosa a argilosa, cimentação ferruginosa, podendo ser carbonática em alguns pontos, e porosidade baixa. Texturalmente a rocha é imatura com grãos angulosos e pouco esféricos.

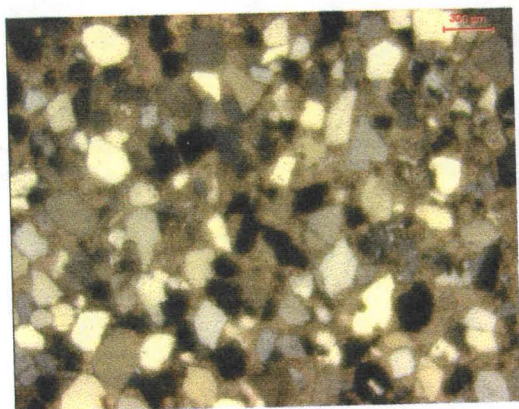




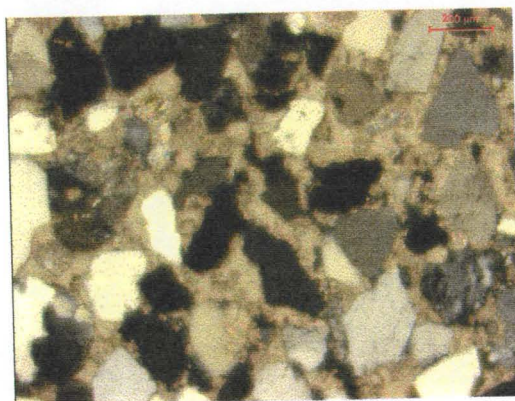
Lâmina 1, siltito arenoso, chocolate, pertencente à base da Formação Tatuí.



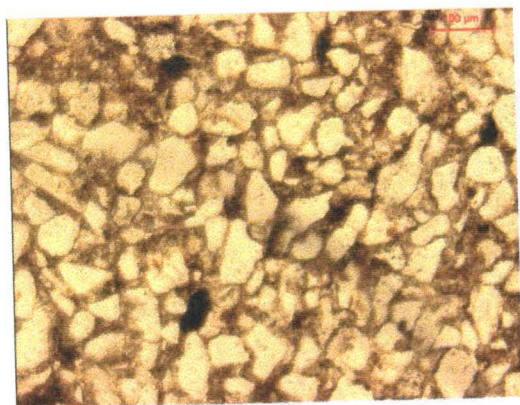
Lâmina 2, siltito arenoso cinza esverdeado do topo da Formação Tatuí, nx.



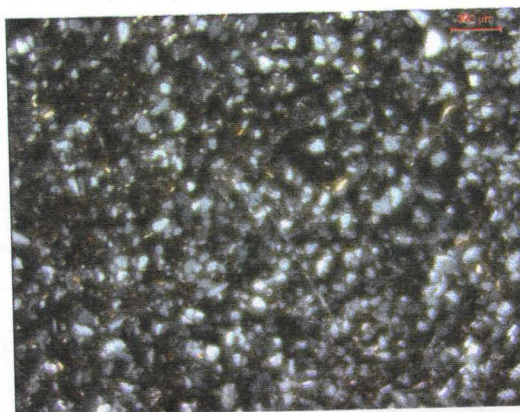
Lâmina 3, siltito arenoso cinza esverdeado, nível cimentado, topo da Formação Tatuí, nx.



Lâmina 4, cimento carbonático, siltito arenoso, nx. (detalhe da lâmina 3)

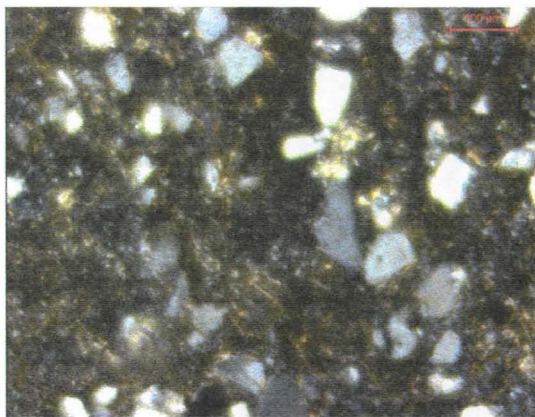


Lâmina 5, siltito arenoso mosqueado, cimento ferruginoso, base da Formação Tatuí.

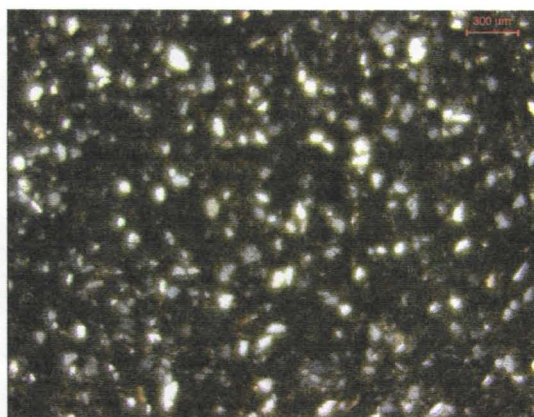


Lâmina 6, siltito arenoso mosqueado, nx parte intermediária da Formação Tatuí.

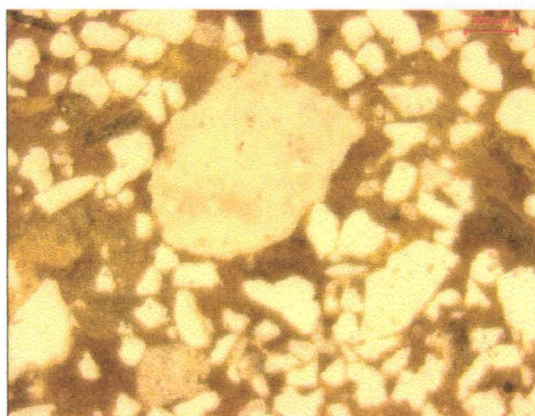




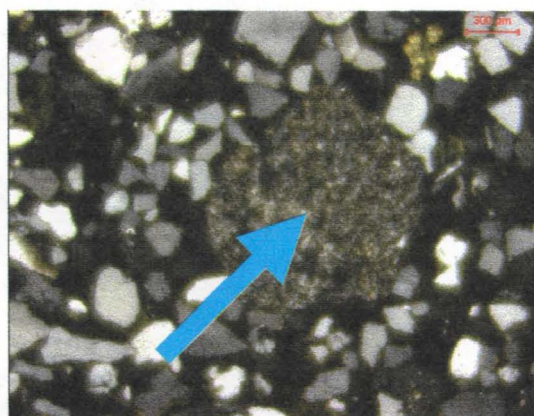
Lâmina 7, concreção no siltito arenoso nx base da Formação Tatuí.



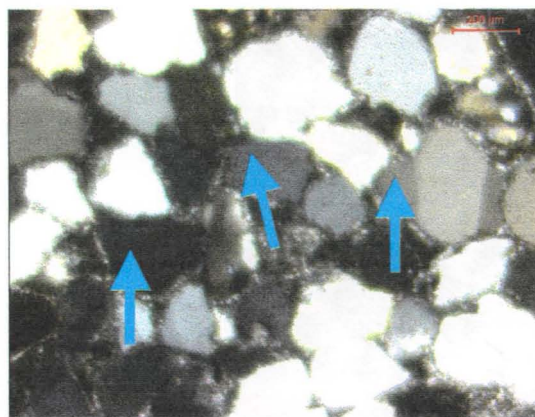
Lâmina 8, concreção, siltito arenoso mosqueado, base da Formação Tatuí nx.



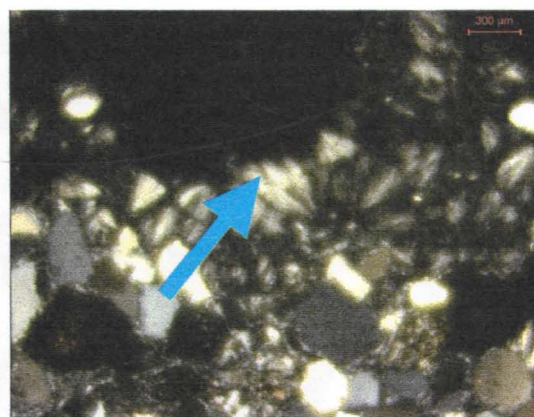
Lâmina 9, arenito grosso imaturo, cimento ferruginoso, topo do Grupo Itararé.



Lâmina 10, arenito grosso, grão cimento de sílica microcristalina, Grupo Itararé, nx.

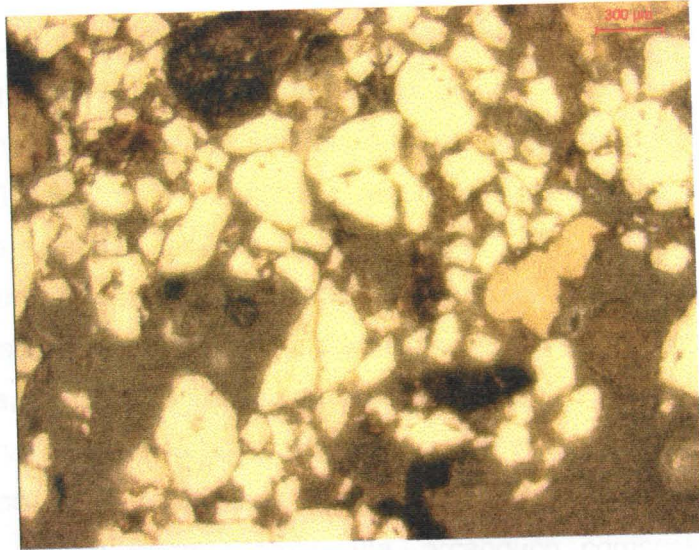


Lâmina 11, diamictito, com cimento topo do Grupo Itararé, nx.

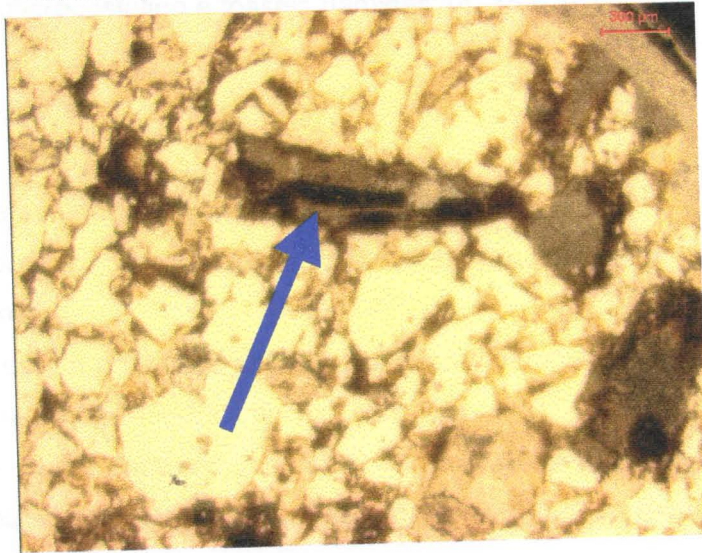


Lâmina 12, diamictito, grãos de sílica silicoso, microcristalina, topo do Grupo Itararé, nx.

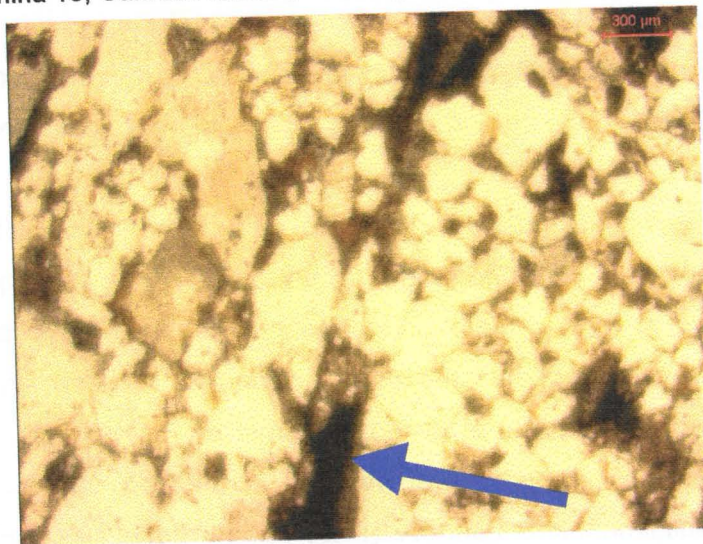




Lâmina 14, Camada Ibicatu, arenito grosso, visão geral.



Lâmina 15, Camada Ibicatu, arenito grosso com vestígios fósseis.



Lâmina 16, Camada Ibicatu, arenito grosso com vestígios fósseis.

Do Grupo Itararé foram confeccionadas lâminas da matriz do diamictito (**Dm**) e dos arenitos grossos (**Aa**) que ocorrem abaixo deste.

O arenito grosso de cor amarela ou avermelhada é mal selecionado, imaturo, com matriz fina, cimento ferruginoso, arcabouço constituído por grãos de sílica microcristalina e quartzo (lâminas 9 e 10, seção 3).

No diamictito, as cores variam do marrom ao vermelho chocolate, raramente amarelo. A matriz varia de argilosa a arenosa contendo fragmentos de quartzo e sílica microcristalina, o cimento é silicoso (lâminas 11 e 12).

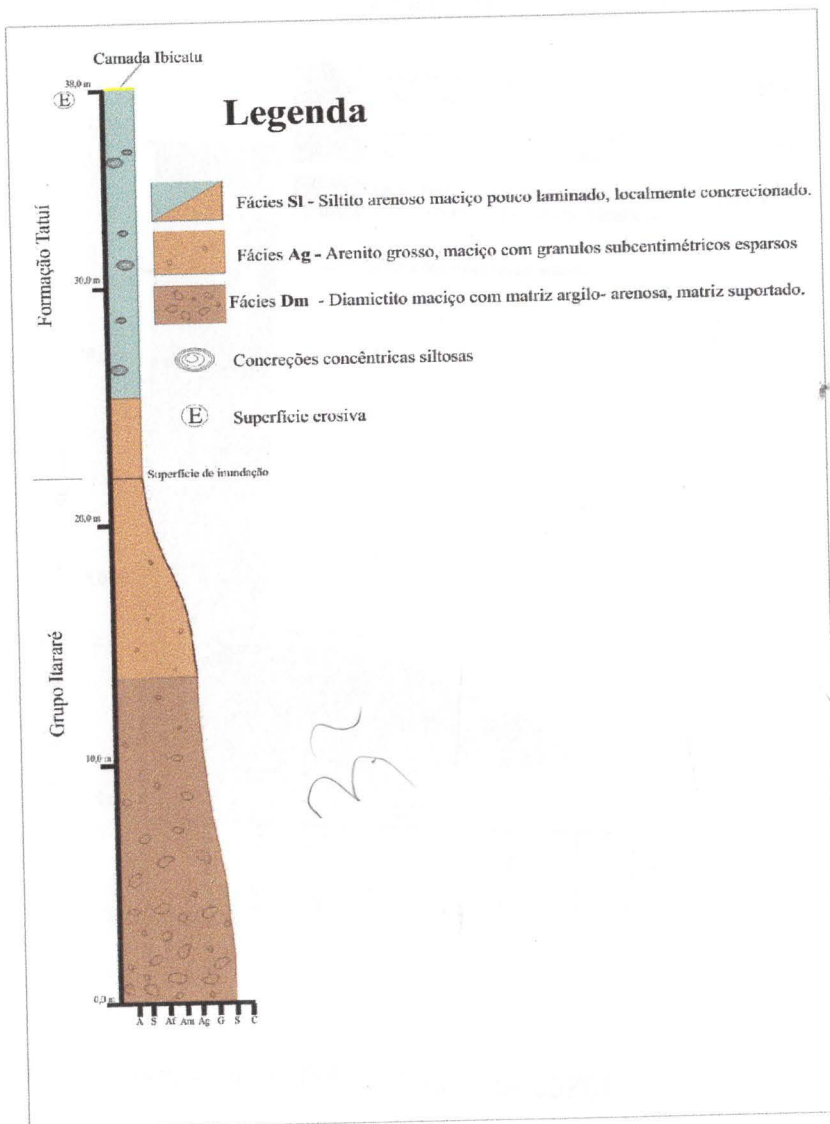
A Camada Ibicatu é composta por conglomerados com matriz grossa (**Ce**) e arenitos grossos (**Aa**). As lâminas descritas são relativas aos arenitos grossos mal selecionados de cor marrom amarelada, arcabouço composto basicamente por quartzo, sílica microcristalina e fósseis (lâminas 14, 15 e 16)

### 9.3 Estratigrafia

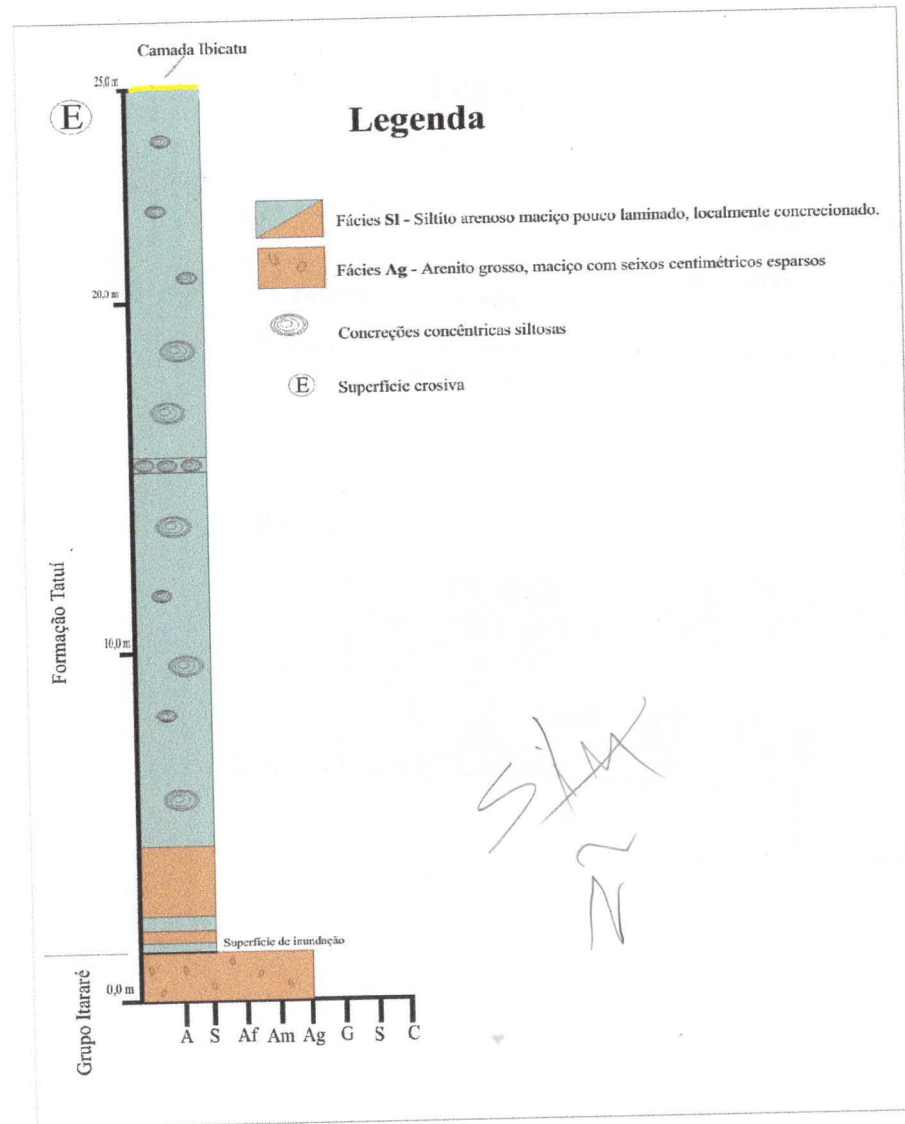
Na área estudada, os níveis estratigráficos apresentam continuidade lateral, os contatos são praticamente horizontais com leve mergulho devido ao arqueamento do “Domo de Pitanga”.

O topo do Grupo Itararé aflorante na área é caracterizado por arenitos grossos de cor amarela, com estratificações cruzadas, mal selecionados, estes corpos possuem espessuras variáveis (seção 3), e em alguns locais passam lateralmente para diamictitos. Os arenitos dispõem-se em ciclos granodecrescentes decamétricos, passando a argilitos laminados e siltitos intercalados a arenitos com marcas onduladas (foto 1). Tais arenitos equivalem aos descritos por Soares (1972) e Fúlfaro *et al.* (1984) como a porção inferior ou intermediária da Formação Tatuí, porém encontram-se claramente sobrepostos por diamictitos glaciais, pertencendo, desta forma, ao Grupo Itararé.

Acima dos arenitos, ocorrem diamictitos marrom chocolate, mais raramente amarelos, com poucos seixos (fotos 2 e 3). A ocorrência de seixos pode restringir-se a poucos exemplares em dezenas de metros, dando margem a descrições equivocadas destes diamictitos como siltitos, principalmente em testemunhos de sondagem, e como consequência, sua inclusão, juntamente com os arenitos sotopostos, na Formação Tatuí. Os seixos são polimíticos, predominando os de composição granítica e quartzítica, podendo estar estriados (foto 4). A matriz dos diamictitos é composta por argila contendo até areia média-grossa. Por vezes apresentam feições de esfoliação esferoidal (foto 5).



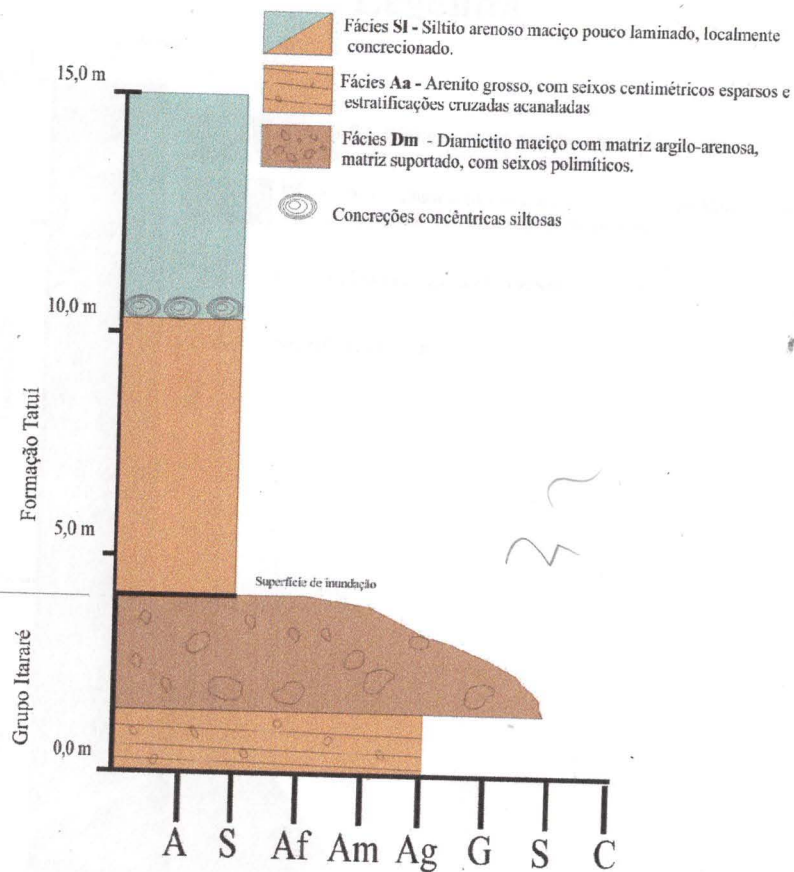
Seção 1. localização UTM (222827/7511283)



Seção 2. localização UTM (228531/7505948)

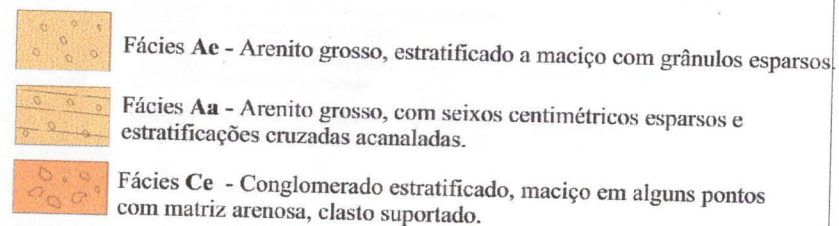


### Legenda



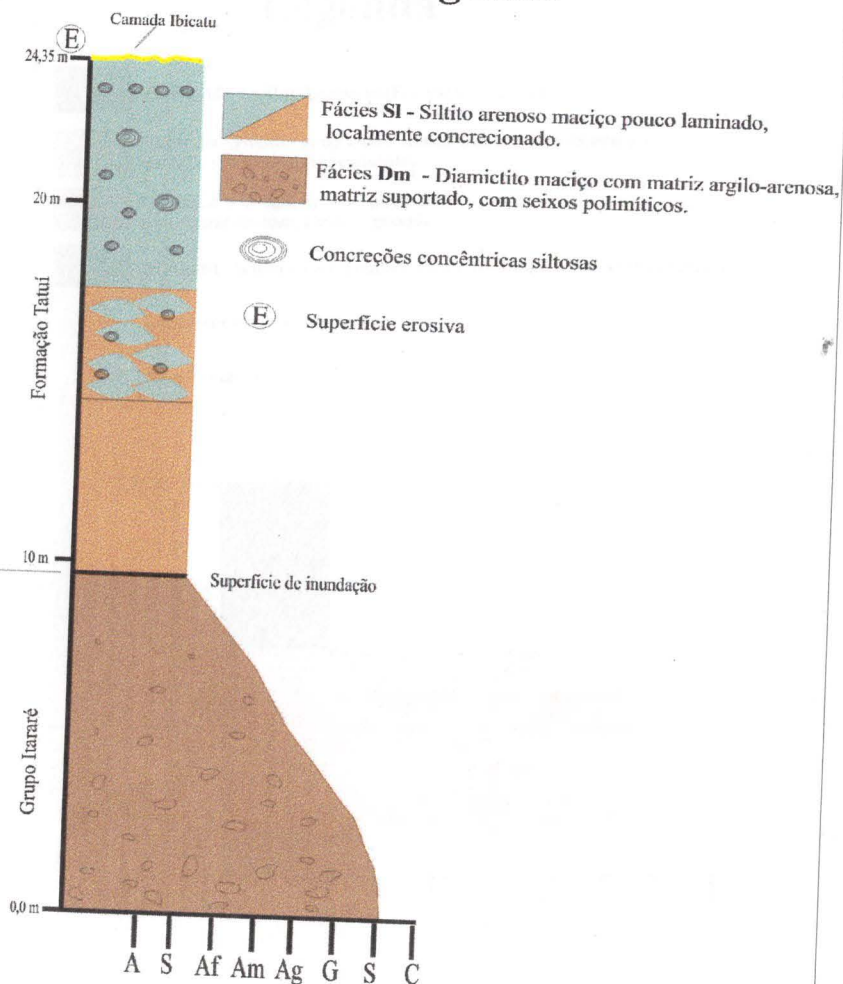
Seção 3. localização UTM (226990/7503370)

### Legenda



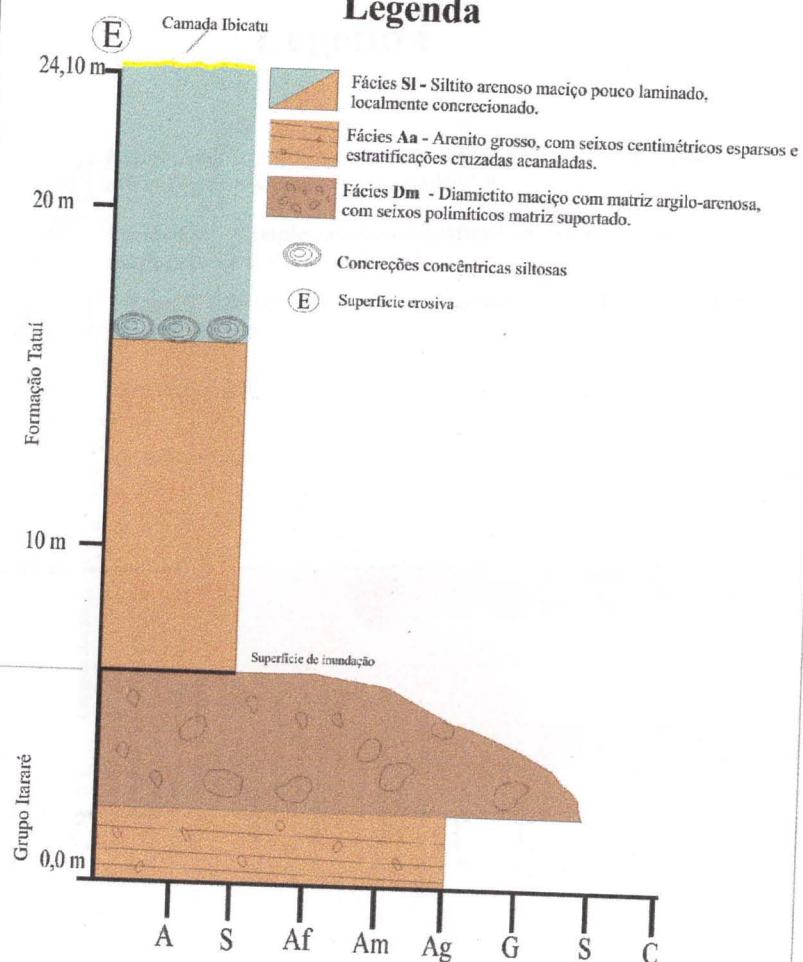
Seção 4. localização UTM (221451/7505524)

## Legenda









Seção 5. localização UTM (224146/7506466)

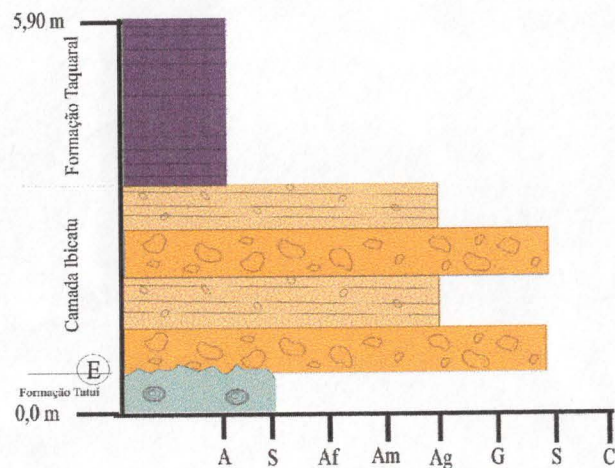
## Legenda



Seção 6. localização UTM (224252/7505284)






## Legenda

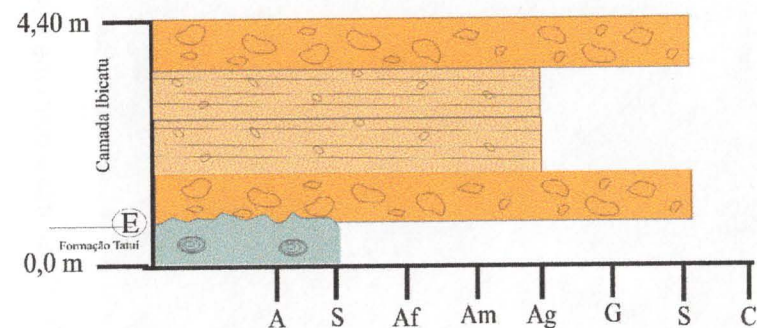
-  Fácies **Al** - Argilito laminado (Formação Taquaral).
-  Fácies **Aa** - Arenito grosso, com seixos centimétricos esparsos e estratificações cruzadas acanaladas.
-  Fácies **Ce** - Conglomerado estratificado a maciço com matriz arenosa, clasto suportado.
-  Fácies **Sl** - Siltito arenoso maciço pouco laminado, localmente concrecionado.
-  Concreções concêntricas siltosas
-  Superfície erosiva



Seção 7. localização UTM (266772/7537372)

## Legenda

-  Fácies **Aa** - Arenito grosso, com seixos centimétricos esparsos e estratificações cruzadas acanaladas.
-  Fácies **Ce** - Conglomerado estratificado a maciço com matriz arenosa, clasto suportado.
-  Fácies **Sl** - Siltito arenoso maciço pouco laminado, localmente concrecionado.
-  Concreções concêntricas siltosas
-  Superfície erosiva



Seção 8. localização UTM (221738/7505876)





Foto 1. Arenitos finos com marcas onduladas (Ao) em meio a siltitos (Sl). Grupo Itararé.



Foto 2. Diamictito marrom chocolate com poucos seixos (Dm), Grupo Itararé.





Foto 3. Diamictito de cor amarelada (Dm), Grupo Itararé.



Foto 4. Seixo estriado no diamictito (Dm), Grupo Itararé.



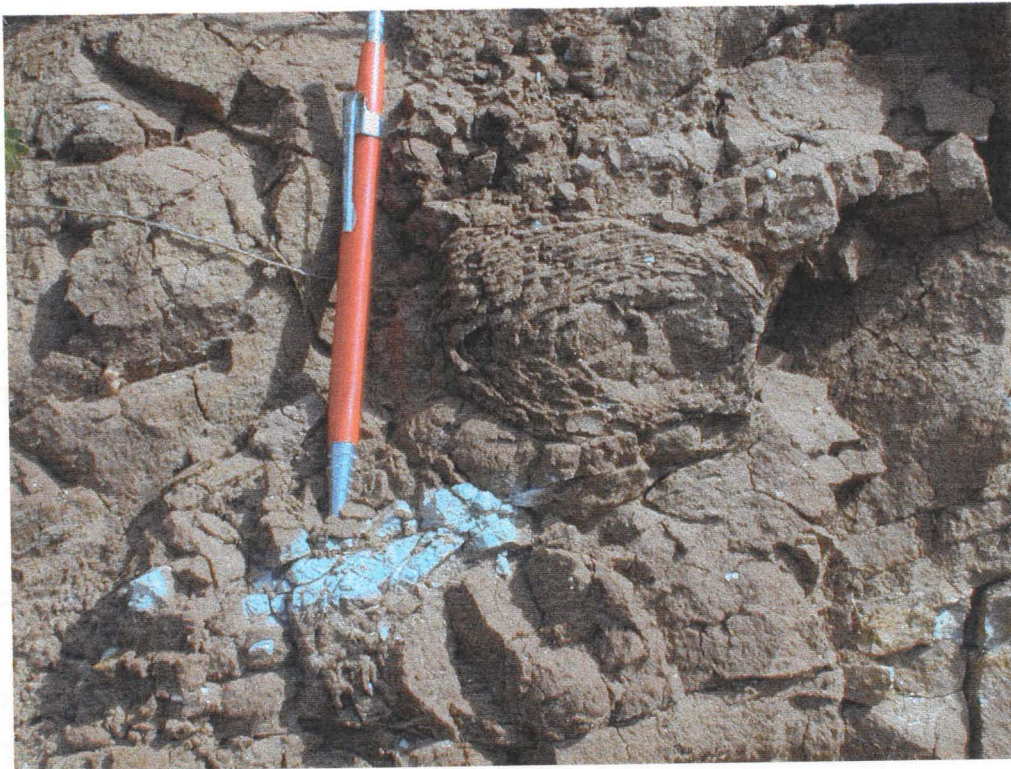


Foto 5. Diamictito com esfoliação esferoidal (Dm), Grupo Itararé.



Foto 6. Siltito arenoso chocolate com concreção carbonática (SI), Formação Tatuí.

Os diamictitos transicionam para o siltitos chocolate maciços da Formação Tatuí, com ou sem concreções carbonáticas de cor cinza (fotos 6). A espessura do corpo de diamictito varia de 2,5 a 13 metros (seções 3 e 1).

Acima destes, ocorrem siltitos arenosos cinza esverdeados maciços (foto7) com espessura variável, a ocorrência de concreções não é constante, mas podem predominar em um determinado nível, formando camadas destacadas (10 cm a 40 cm de espessura) (foto 8). Cortando os siltitos ocorrem diques clásticos de arenito fino com orientações  $72^{\circ}/57^{\circ}$  e  $05^{\circ}/55^{\circ}$  (fotos 9 e 10).

Em alguns níveis ocorre a mistura das cores cinza esverdeado e chocolate formando siltito arenoso mosqueado (foto 11), a espessura é bastante variável, de 2 a 5 metros, predominando a espessura de 5 metros. A ocorrência de concreções é comum (foto 12), com tamanhos variáveis.

Erodindo o siltito, a Camada Ibicatu é praticamente constante, formada por conglomerados monomíticos de sílex, conglomerados polimíticosossilíferos e arenitos grossos com estratificações cruzadas (fotos 13 e 14, seções 4, 7 e 8), os conglomerados polimíticos contêm seixos de siltito esverdeado (foto 13) e fósseis (lâminas 14, 15 e 16).

Para estabelecer-se uma correlação mais precisa, foi visitado o afloramento-tipo da Camada Ibicatu, que se localiza na estrada entre Leme e Araras. As feições são muito semelhantes às observadas na região de Paraisolândia-Ipeúna-Rio Claro, apenas o corpo é mais espesso que na área estudada. Ocorrem, do mesmo modo, conglomerados oligomíticos com fósseis de origem vegetal (foto 15) seixos de sílex e siltito (foto 16), arenitos grossos com estratificações cruzadas (foto 17) As medidas de paleocorrente (15 medidas) foram plotadas em estereograma de roseta, com vetor para Leste, com a ausência de paleocorrente apontando para o Noroeste, indicando provavelmente que a área fonte situava-se neste quadrante (estereograma 1). Apesar da espessura superior, a camada situa-se no mesmo nível estratigráfico, entre Formação Tatuí e a Formação Taquaral (foto 18).





Foto 7. Transição de siltito arenoso chocolate (SI) para o siltito arenoso cinza esverdeado (SI), parte intermediária da Formação Tatuí.



Foto 8. Nível concrecionado, (SI), topo da Formação Tatuí.





Foto 9. Dique clástico de arenito fino cortando a Formação Tatuí.



Foto 10. Dique clástico em meio ao siltito arenoso verde (SI), topo da Formação Tatuí.



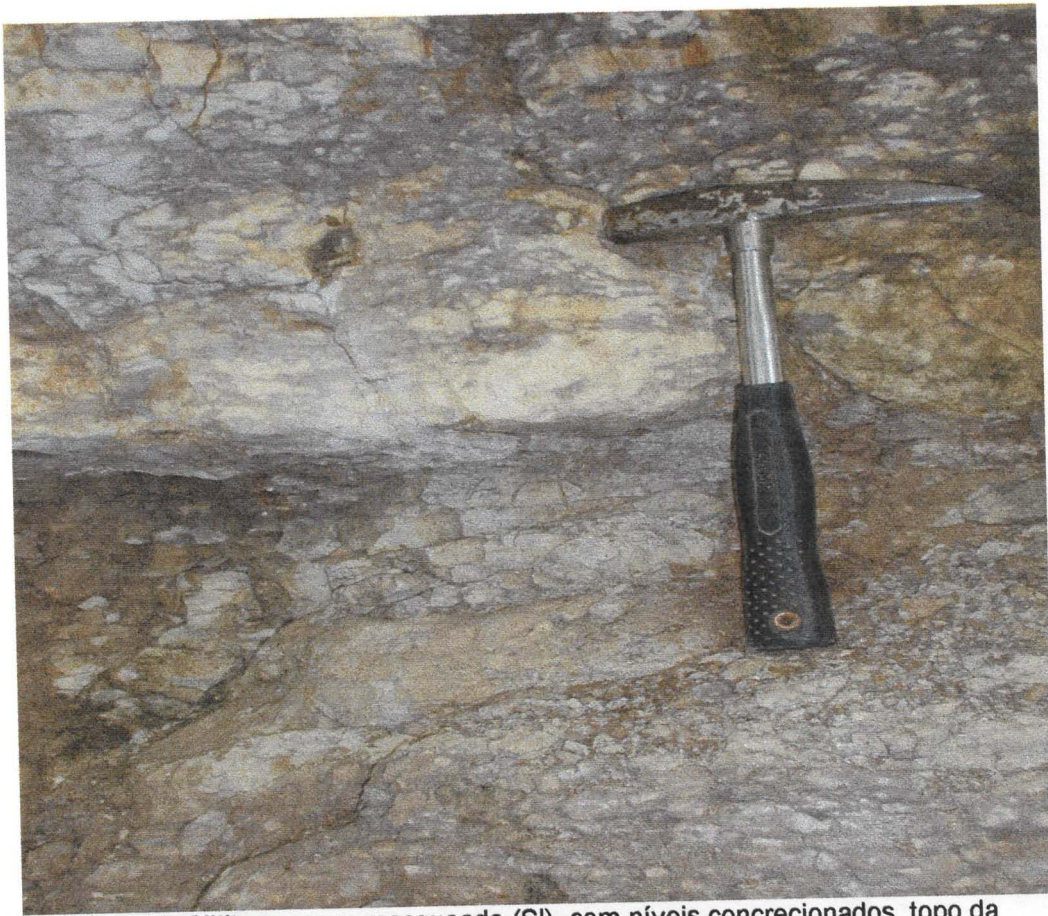


Foto 11. Siltito arenoso mosqueado (Sl), com níveis concrecionados, topo da Formação Tatuí.



Foto 12. Siltito arenoso mosqueado (Sl) com concreções, topo da Formação Tatuí.





Foto 13. Conglomerado polimítico (Ce) com seixos de siltito, Camada Ibicatu.



Foto 14. Conglomerado (Ce) intercalado com arenito grosso (Aa), Camada Ibicatu.





Foto 15. Tronco fóssil no conglomerado (Ce), Camada Ibicatu, próximo a Araras.



Foto 16. Fragmento de siltito esverdeado em meio ao conglomerado (Ce), Camada Ibicatu, seção tipo próxima a Araras.





Foto 17. Arenito grosso com estratificação cruzada (Aa), Camada Ibicatu, próxima a Araras.



Foto 18. Camada Ibicatu erodindo a Formação Tatuí, seção tipo próxima a Araras.

## 9.4 Sistemas deposicionais

As fácies sedimentares descritas e interpretadas e o reconhecimento de suas associações em sucessões verticais permitiram a interpretação dos sistemas deposicionais relacionados às unidades estudadas.

1. Topo do Grupo Itararé – O Grupo Itararé na área estudada é representado por suas sucessões mais superiores, nos últimos metros antes do contato com a Formação Tatuí. Nesse nível estratigráfico, a unidade é caracterizada por intercalações e passagens laterais entre diamictitos (**Dm**), arenitos finos com cruzadas de baixo ângulo (**Afb**), arenitos com estratificação cruzada acanalada (**Aa**) e siltitos (**SI**) com intercalações de arenitos com marcas onduladas (**Ao**). Uma origem em ambiente influenciado por geleiras é indicada pela presença de diamictitos de origem glacial, formados por acúmulo de material transportado por geleiras e, localmente, por queda de clastos de icebergs no fundo de corpos d'água calmos (como no caso da transição de diamictitos para siltitos na seção 1). Variações laterais para depósitos fluviais e costeiros indicam um sistema deposicional complexo.

2. Formação Tatuí – Composta basicamente por fácies de decantação (**SI**), com variações litológicas resultantes de processos diagenéticos que influenciaram a cor, cimentação e abundância de concreções. Localmente ocorrem delgadas intercalações de arenitos finos muito cimentados, aparentemente maciços, interpretados como depósitos de eventos de tempestades. Interpreta-se um ambiente deposicional de águas calmas, abaixo do nível de ação de ondas de tempo bom.

3 – Camada Ibicatú – Apresenta predomínio de fácies de granulação grossa, como arenitos com estratificação cruzada acanalada (**Aa**), arenitos grossos laminados (**AI**) e conglomerados (**Ce**), dispostos em corpos lenticulares canalizados lateralmente descontínuos, relacionados a correntes trativas de provável origem fluvial. Além da ocorrência de camadas métricas de conglomerados escavando canais, a presença de um nível lateralmente contínuo, de poucos centímetros de espessura, de arenitos com grânulos em todas as exposições do contato entre a Formação Ibicatú e o Sub-grupo Irati sugere o retrabalhamento dos depósitos fluviais durante uma transgressão, resultando na formação de um depósito residual do tipo *lag* (Assine *et al.* 2003).



## 9.5. Superfícies com significado cronológico

As principais superfícies com significado cronológico encontradas foram uma superfície de inundação (ou transgressiva) no contato entre as fácies glaciais ou periglaciais do Grupo Itararé e as fácies de decantação da Formação Tatuí, uma superfície erosiva na base da Camada Ibicatu e uma superfície transgressiva marcada por um depósito residual retrabalhando os sedimentos fluviais no topo da Camada Ibicatu.

Dessa forma, a Formação Tatuí equivale ao trato transgressivo de uma seqüência deposicional do topo do Grupo Itararé, não tendo sido reconhecida discordância entre as unidades na região estudada. Já a Camada Ibicatu, litoestratigraficamente posicionada dentro da Formação Tatuí, corresponderia ao trato de mar baixo, sobre um limite de seqüências formado por um evento de queda do nível de base, de outra seqüência deposicional cujo trato transgressivo equivale à Formação Taquaral do Sub-grupo Iratí.

## 10. Discussão dos Resultados

A Formação Tatuí aflorante na área estudada é constituída basicamente por uma seqüência de siltitos arenosos maciços marrom avermelhados seguidos por siltitos arenosos também maciços, cinza esverdeados. Localmente ocorrem concreções esféricas de tamanho centimétrico ou até mesmo níveis centimétricos totalmente cimentados por carbonato, formados provavelmente pela coalescência de diversas concreções, sempre no nível estratigráfico dos siltitos cinza esverdeados.

As espessuras destes corpos de siltitos são semelhantes nas seções medidas, sempre em torno de 20 m de espessura total.

O contato inferior da Formação Tatuí com o Grupo Itararé é comumente caracterizado por uma transição de diamictitos com seixos esparsos para siltitos arenosos semelhantes a estes, porém sem seixos. Localmente (seção 2), os siltitos da Formação Tatuí apresentam-se diretamente sobre arenitos com seixos, pertencente, ao Grupo Itararé, indicando variação lateral entre diamictitos glaciais e depósitos fluviais periglaciais no nível estratigráfico sotoposto à superfície de inundação.

No topo, a Formação Tatuí é truncada de forma contínua pela camada Ibicatu, que serve como nível-guia estratigráfico, apresentando sempre pequenas espessuras e variações composicionais desde arenitos grossos com fósseis até conglomerados monomíticos de sílex.

A correlação com poços proposta no projeto inicial não foi realizada, já que a maioria dos litotipos descritos nestes não são encontrados na área estudada, provavelmente devido a distância entre as áreas e também a falta de detalhes nas descrições de testemunhos em Câmara Filho (1997).

## 11. Conclusões

A Formação Tatuí depositou-se em ambiente marinho de águas calmas, abaixo do nível de ação de ondas. Composta basicamente por fácies de decantação, com variações litológicas resultantes de processos diagenéticos que influenciaram a cor, cimentação e abundância de concreções. A espessura total da unidade não ultrapassa 20 m na região.

As sucessões de arenitos finos com estratificação cruzada sotopostas aos siltitos, tradicionalmente incluídas na Formação Tatuí (e.g. Soares 1972, Fúlfaro *et al.* 1984), são separadas destes por um nível que contém diamictitos, portanto pertencem ainda ao Grupo Itararé.

O contato entre o Grupo Itararé e a Formação Tatuí é transicional, formado em ambiente subaquático, por isto não deve ser considerada a existência de um hiato entre as duas unidades. A primeira discordância significativa ocorre no limite entre a Formação Tatuí e o Sub-grupo Iratí, marcada por uma superfície erosiva na base da Camada Ibicatu.

As fácies correlacionáveis à Camada Ibicatu na área estudada e a seção tipo dessa unidade, aflorante próximo a Araras, encontram-se no mesmo nível estratigráfico. A análise de paleocorrentes no afloramento-tipo indica vetor médio para Leste, com provável área fonte situada a Noroeste.

## 12. Referências Bibliográficas

- Aboarrage, A. M., Lopes, R. C. 1986. Projeto borda leste da Bacia do Paraná: integração geológica e avaliação econômica. São Paulo: CPRM, 18vls (Relatório).
- Almeida, F.F.M., Melo, M.S. 1981. A Bacia do Paraná e o Vulcanismo Mesozóico. In: Bistrichi, C.A.; Carneiro, C.D.R.; Dantas, A.S.L.; Ponçano, W.L. (eds.). Mapa geológico do Estado de São Paulo –nota Explicativa. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, v.1, p.46-77.
- Assine M. L., Soares, P. C., Milani E. J. 1994. Sequências tectono-sedimentares mesopaleozóicas da Bacia do Paraná, Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, **24**(2):77-89
- Assine M. L., Zacharias, A. A., Perinotto, J. A. 2003. Paleocorrentes, paleogeografia e sequências deposicionais da Formação Tatuí, centro-leste do Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Geociências*, **33**(1): 33-40.
- Barbosa, O.; Almeida, F.F.M. 1949. A Série Tubarão na Bacia do Rio Tietê, Estado de São Paulo, Rio de Janeiro, DNPM/DGM, Not. Prel. (Boletim 48).
- Barbosa, O.; Gomes, F.A. 1958. Pesquisa de Petróleo na Bacia do Rio Corumbataí, Estado de São Paulo, Rio e Janeiro, DNPM/DGM (Boletim 171).
- Cabral JR, M., Campanha, V. A., Motta, J. F. M., Saad, A. R. 1988. Contribuição à estratigrafia e paleogeografia da interface Itararé e Tatuí (P) e considerações sobre sua potencialidade para carvão no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35., Belém. Anais...Belém: SBG, v.2 879-893
- Câmara Filho, L. 1997. *Estratigrafia de sequências no Grupo Guatá na faixa subaflorante do sudeste paulista*. Rio Claro: UNESP. Dissertação de mestrado, 290p.
- Castro, J. C. 1997. Arcabouço cronestratigráfico do Grupo Guatá (Eopermiano) na faixa subaflorante do leste do Paraná. In: SIMPÓSIO DE CRONOESTRATIGRAFIA DE BACIA DO PARANÁ, 3. Barra do Garças. Boletim de resumos. Rio de Janeiro: UERJ, p.25-26.
- Castro, J. C., Maciel, U., Alves, C. F. C., Grechi, R. C. O. 1993. Grupo Guatá na margem nordeste da Bacia do Paraná: uma revisão. In: SIMPÓSIO DE CRONOESTRATIGRAFIA DA BACIA DO PARANÁ, 1, Rio Claro. Resumos... Rio claro: Departamento de Geologia Sedimentar, IG. CE, UNESP. p. 55-56.

- Fúlfaro, V.J.; Saad, A.R.; Santos, M.V.; Viana, R.B. 1982. Compartimentação e evolução tectônica da Bacia do Paraná. São Paulo, *Revista Brasileira de Geociências*, 12 (4): 590-610
- Fúlfaro, V.J., Stevaux, J. C., Souza Filho, E.E., Barcelos, J.H. 1984. A Formação Tatuí (P) no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33., 1984, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: SBG, v.2, 711-724.
- Gama Jr., E.; Bandeira Jr.; França, A.B. 1982. Distribuição espacial e temporal das unidades litoestratigráfica paleozóicas na parte central da Bacia do Paraná. São Paulo, *Revista Brasileira de Geociências*, 12 (4) 578-589
- Gordon Jr., M. 1947. Classification of the gondwanic rocks of Paraná, Santa Catarina and Rio Grande do Sul, *DNPM, Div. Geol. Min., Not. Prel. Est.*, nº 38.
- Hachiro, J. 1991. *Litotipos, associações faciológicas e sistemas deposicionais da Formação Iratí no Estado de São Paulo*. São Paulo: USP. Dissertação de mestrado, 175p.
- Hachiro, J.; Combra, A.M.; Matos, S.L.F. 1993. O caráter cronoestratigráfico da Unidade Iratí. In: SIMPOSIO SOBRE CRONOESTRATIGRAFIA DA BACIA DO PARANÁ, 1. Rio Claro, 1993. *Resumos...*, Rio Claro, IG-UNESP. P.62-63.
- Hachiro, J. 1996. O Subgrupo Iratí (Neopermiano) da Bacia Do Paraná. Instituto de Geociências-USP, Tese de Doutorado, 196p.
- Landim, P.M.B. 1970. Contribuição ao estudo dos mistitos do Grupo Tubarão no Estado de São Paulo, Tese de livre Docência, Fac. Fil. Ciênc. Let. Rio Claro.
- Medeiros, R.A.; Thomaz Filho, A. 1973. Fácies e ambientes deposicionais da Formação Rio Bonito. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 27, Aracaju. Anais...Aracaju: Sociedade Brasileira de Geologia, v.3, p. 3-32.
- Miall A.D. 1985. Architectural-element analysis: a new method of facies analysis applied to fluvial deposits. *Earth Sci. Rev.* 22:261-238.
- Miall A.D. 1990. *Principles of sedimentary basin analysis*. 2<sup>nd</sup> ed., New York, Springer-Verlag, 668 p.
- Miall A.D. 1996. *The Geology of Fluvial Deposits: Sedimentary Facies, Basin Analysis and Petroleum Geology*. 852p. Springer. Berlin.
- Miall A.D. 2000. *Principles of sedimentary basin analysis*. 3<sup>rd</sup> ed., New York, Springer-Verlag, 616 p.

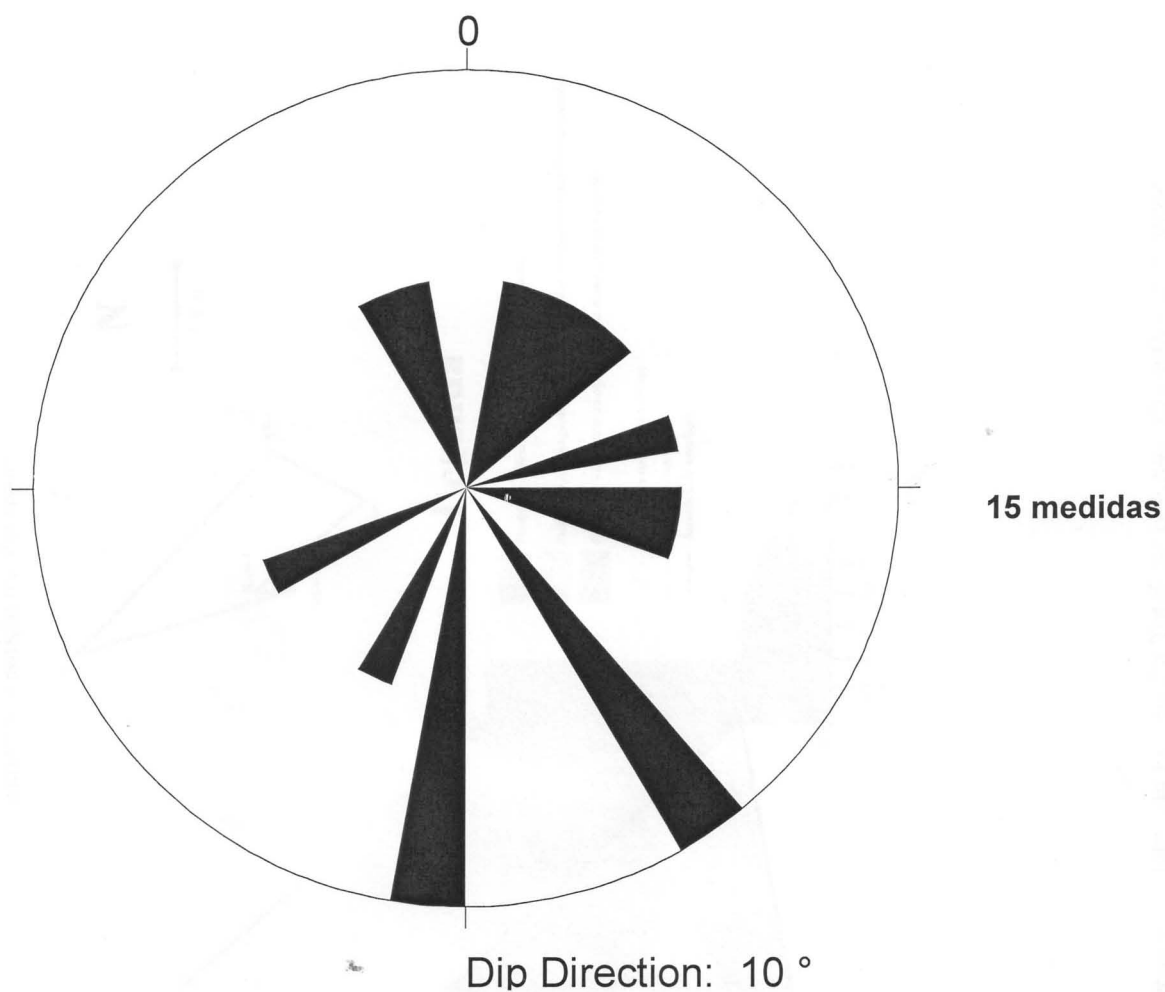


- Milani, E. J. 1997. *Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica Fanerozóica do Gondwana sul-ocidental*. Porto Alegre: UFRS. Tese de doutoramento, 255p.
- Mezzalana, S. 1971. Contribuição ao conhecimento da geologia de subsuperfície e da paleontologia da Formação Irati, no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO DE PALEONTOLOGIA, Rio de Janeiro, *Anais...*, 43 (suplemento): 273-336.
- Northfleet, A.A.; Medeiros, R.A.; Muhlmann, H. 1969. Reavaliação dos dados geológicos da Bacia do Paraná, Bol. Tec. Petrobrás, 12 (3); 231-343.
- Pacheco, J. C. 1927. Relatório elucidativo do esboço geológico da região compreendida entre os meridianos 4° Rio Itararé e os Paralelos 23° 34' e 24° 38', Rel. Com. Geol. de São Paulo.
- Posamentier H.W., Jervey M.T., Vail P.R. 1988. Eustatic controls on clastic deposition I – conceptual framework. In: *Sea-level Changes – An Integrated Approach* (Ed. by Wilgus C.K., Hastings B.S., Kendall C.G.S.T.C., Posamentier H.W., Ross C.A., Van Wagoner J.C.) *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication*, 42:109-124.
- Reading H.G. 1986. Facies. In: H.G. Reading (ed.) 1986. *Sedimentary Environments and Facies 2<sup>nd</sup> edition*. 4-19.
- Riccomini, C. 1995. *Tectonismo gerador e deformador dos depósitos sedimentares pós-gondwânicos da porção centro-oriental do Estado de São Paulo e áreas vizinhas*. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Livre-Docência, 100p.
- Riccomini, C.; Sant'anna, L.G.; Coimbra, A.M. 1997. Sílica microcristalina (Trípoli) em rochas sedimentares Permianas do flanco leste da Bacia do Paraná, Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 27 (4): 395-402
- Rocha Campos, A.C. 1967. The Tubarão Groups in The Brazilian portion of the Parana Basin, in Bigarella, J.J.; Becker, R.D.; Pinto, I.D. (Problems in Brazilian Gondwana Geology), Curitiba: 27 – 103.
- Schneider, R.L.; Muhlmann, H.E.; Medeiros, R.A.; Daemon, R.F.; Nogueira, A.A. 1974. revisão estratigráfica da Bacia do Paraná, In: CONGRESSO Brasileiro de geologia. Porto Alegre, 1974. *Anais...SBG*, v.2, p. 59-68.
- Soares, P. C. O limite glacial – pós-glacial do Grupo Tubarão na Estado da São Paulo. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v.44 (suplemento), p.333-341, 1972.

- Soares, P. C. 1991. *Tectônica sinsedimentar cíclica na Bacia do Paraná – controles*. Departamento de Geologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Tese para Professor Titular, 130p.
- Sousa, M.O.L. 2002. *Evolução Tectônica dos Altos Estruturais de Pitanga, Artemia, Pau D'alto e Jibóia – Centro do Estado de São Paulo*. Rio Claro: UNESP. Dissertação de mestrado, 206p.
- Stevaux, J.C.; Souza Filho, E.E.; Fúlfaro, V.J. 1986. Trato deposicional da Formação Tatuí (P) na área aflorante do NE da Bacia do Paraná, Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34, Goiânia, 1986. *Anais...Goiânia*, SBG. V.1, p. 219-232.
- Van Wagoner J.C., Mitchum R.M., Campion K.M., Rahmanian V.D. 1990. Siliciclastic sequence stratigraphy in well logs, cores, and outcrops: concepts for high-resolution correlation of time and facies. *American Association of Petroleum Geologists./ Methods in Exploration Series* 7:55.
- Van Wagoner J.C., Posamentier H.W., Mitchum R.M., Vail P.R., Sarg J.F., Loutitt T.S., Handbol J. 1988. An overview of the fundamentals of sequence stratigraphy and key definitions. In: *Sea-level Changes – An Integrated Approach* (Ed. by Wilgus C.K., Hastings B.S., Kendall C.G.ST.C., Posamentier H.W., Ross C.A., Van Wagoner J.C.) *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication* 42:30-45.
- Vail P.R., Mitchum R.M.Jr., Todd R.G., Widmier J.M., Thompson S. III., Sangree J.B., Bubb J.N., Hatlelid W.G. 1977. Seismic stratigraphy and global changes of sea-level. In: Payton C.E. (ed.) *Seismic stratigraphy - applications to hidrocarbon exploration*. *American Association of Petroleum Geologists Memoir* 26:49-212.
- Walker R.G. 1992. Facies, facies models and modern stratigraphic concepts. In: Walker R.G. & James N.P. (eds): *Facies Models and Response to Sea-level Change* 1-14. Geological Association of Canada Geotext 1.
- Washburne, C.W. 1930. Petroleum geology of State São Paulo, Bol. Com. Geogr. Geol. de São Paulo, nº2.
- Wentworth, C.K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, 30: 377-392.

### 13.ANEXOS

#### ESTEREOGRAMA



Estereograma 1. O vetor médio aponta para leste, notar que no quadrante Noroeste não ocorre nenhuma medida, indicando este quadrante como provável área fonte.



# DIAGRAMA EM CERCA

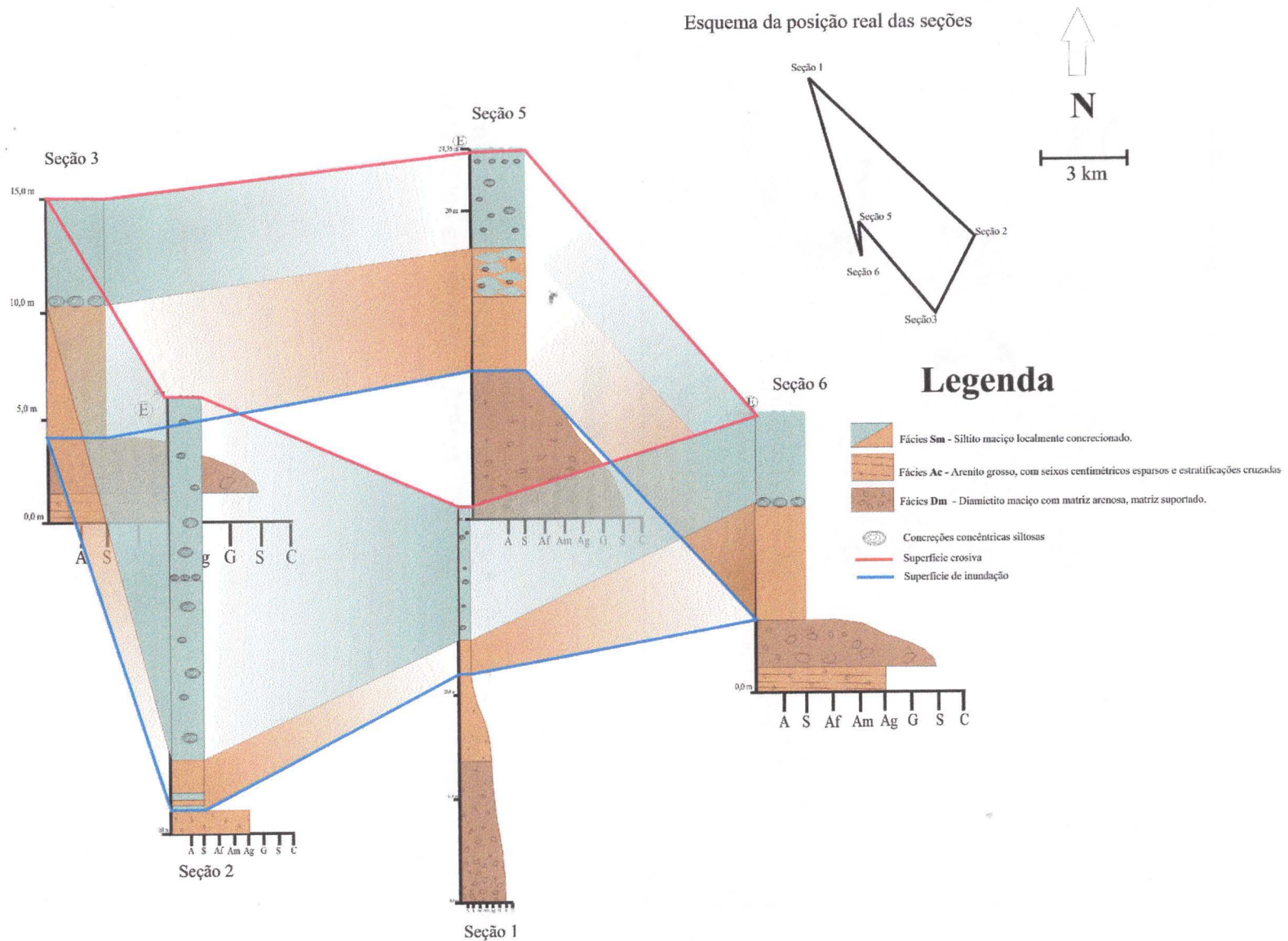
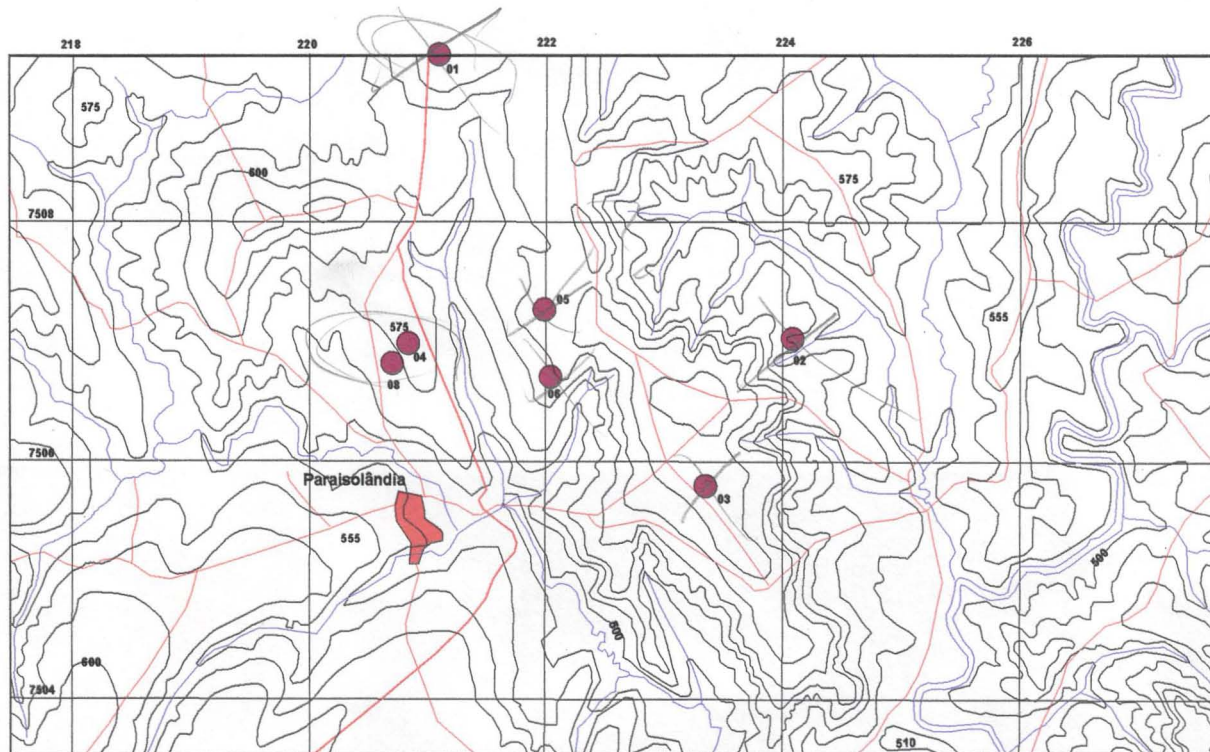


Diagrama em cerca, mostrando as colunas estratigráficas completas da Formação Tatuí, as colunas não estão na posição real, as posições corretas se encontram no esquema ao lado do diagrama.

## MAPA DE LOCALIZAÇÃO



0 1 2 KM

Mapa com localização das seções realizadas, a seção 07 não está localizada pois está deslocada 52 km em direção a Araras.