

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**FÁCIES SEDIMENTARES E PALEOCORRENTES  
DA FORMAÇÃO ITAQUAQUECETUBA (CENOZOICO,  
BACIA DE SÃO PAULO)**

Pedro Aronchi Neto

15239

Orientador: Prof. Dr. Claudio Riccomini

Monografia de Trabalho de Formatura

SÃO PAULO  
1999

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**FÁCIES SEDIMENTARES E PALEOCORRENTES  
DA FORMAÇÃO ITAQUAQUECETUBA (CENOZÓICO,  
BACIA DE SÃO PAULO)**

Pedro Aronchi Neto



Orientador: Prof. Dr. Claudio Riccomini

Monografia de Trabalho de Formatura

DEDALUS - Acervo - IGC



30900004561

SÃO PAULO  
1999

A769  
P.f

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

RAÍZES SEDIMENTARES E PALÉOCORRENTES  
DA FORMAÇÃO LAGOA VERDE (CENozoico)  
SACIA DE SÃO PAULO

Pedro Alfonso Neto



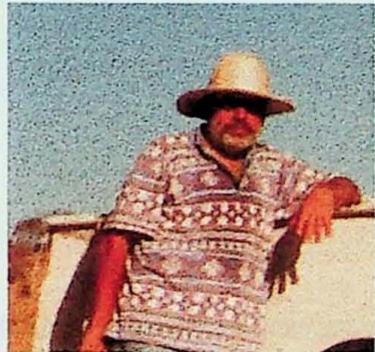
Quintuplo Padrão Du Chêne (1976)

Mondaine de Tissot (1976)

SÃO PAULO  
1976

## DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado à memória de Armando Márcio Coimbra.



*“O resto era o calado das pedras, das plantas bravas que crescem tão demorosas, e do céu e do chão, em seus lugares”*

João Guimarães Rosa

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho dificilmente alcançaria a sua conclusão sem a ajuda de algumas pessoas muito especiais.

Gostaria de agradecer, pela ajuda nos trabalhos de campo, elaboração do relatório, fornecimento de material, discussões e sugestões, etc, às seguintes figuras:

André Stern (*Pau molhado*)

Daniel Jelin (*New Kids*)

Daniela Goulios (*Grega*)

Alethaea Ernades Martins Sallun (*Cacá*)

Guilherme Rosa Gualda (*Khamiku*)

Carlos Eduardo Pillegi (*Oncinha*)

Afonso Nogueira

Lucy Gomes Sant'Anna

Thomas Fairchild

Minha família

E em especial ao meu orientador, Cláudio Riccomini.

## ÍNDICE

1- IDENTIFICAÇÃO	01
2- RESUMO	01
3- ABSTRACT	01
4- INTRODUÇÃO	02
5- JUSTIFICATIVAS	02
6- OBJETIVOS	03
7- LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	03
8- FUNDAMENTAÇÃO BIBLIOGRÁFICA	03
8.1- Apanhado Histórico dos Principais Trabalhos	03
8.2- Caracterização Textural e Mineralógica	04
8.3- Paleontologia e Palinologia	05
8.4- Paleoclimatologia	05
8.5- Relações Estratigráficas e Idade	06
9- MATERIAIS E MÉTODOS	07
10- DESENVOLVIMENTO DOS TRABALHOS	08
11- RESULTADOS OBTIDOS	09
11.1- Fácies Sedimentares	09
11.2- Paleocorrentes	11
11.3- Estruturas Tectônicas Rúpteis	15
12- INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS	18
12.1- Litofácies e Arquitetura Deposicional	18
12.2- Paleocorrentes	19
12.3- Geologia Estrutural	19
13- CONCLUSÕES	19
14- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20
ANEXO 1	
ANEXO 2	
ANEXO 3	

## 1- IDENTIFICAÇÃO

Instituição: Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo

Projeto nº: TF-99/13

Título do Projeto: Fácies Sedimentares e Paleocorrentes da Formação Itaquaquecetuba (Cenozóico, Bacia de São Paulo)

Aluno: Pedro Aronchi Neto

Orientador: Claudio Riccomini, Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental

Local e data de conclusão: São Paulo, 10 de Novembro de 1999

## 2- RESUMO

A Formação Itaquaquecetuba (Cenozóico, Bacia de São Paulo) tem sua área tipo localizada no Município Itaquaquecetuba, Estado de São Paulo. Nesta região, em contato direto com o embasamento cristalino, afloram sedimentos caracterizados por associações de fácies sedimentares com atributos litológicos, sedimentológicos e morfológicos típicos de depósitos formados em sistema fluvial entrelaçado. Os sedimentos apresentam tendência geral de orientação de paleocorrente para W, com variações locais condicionadas pela morfologia do embasamento. Estruturas tectônicas rúpteis, como juntas e falhas normais, sem relação aparente de superposição, estão presentes tanto no embasamento quanto nos depósitos sedimentares, sendo que aquelas que afetam a Formação Itaquaquecetuba são pós-deposicionais.

## 3- ABSTRACT

The Itaquaquecetuba Formation (Cenozoic, São Paulo Basin) has its type area located in the Municipality of Itaquaquecetuba, São Paulo. In this region this unit lies directly upon Precambrian basement rock, and is composed of a sedimentary facies association with lithological, sedimentological and morphological attributes typical of a braided fluvial system. Paleocurrent analysis indicates a general direction of transport from E to W with local variations in part imposed by the morphology of basement rocks. Brittle tectonic structures, such as joints and normal faults, affect both basement and sedimentary rocks of the Itaquaquecetuba Formation. The relative age of these structures is not evident, except for those affecting the Itaquaquecetuba Formation that are obviously post-sedimentary.

#### 4- INTRODUÇÃO

Embora encontre-se bem caracterizada no que diz respeito aos seus atributos sedimentológicos e tectonismo deformador, a Formação Itaquaquecetuba (Coimbra *et al.* 1983) não foi ainda objeto de trabalhos que dessem ênfase às fácies sedimentares que a constituem e à análise da orientação de paleocorrentes.

O presente trabalho pretende dar contribuição aos conhecimentos sobre a Formação Itaquaquecetuba através da caracterização de litofácies, estudos de arquitetura deposicional e orientação de paleocorrentes. Pretendia-se, inicialmente, analisar em maior detalhe o tectonismo sin-sedimentar à Formação Itaquaquecetuba, preliminarmente caracterizado por Coimbra *et al.* (1983). Entretanto, o avanço da exploração de areia na área tipo desta formação não propiciou a observação direta de evidências de atividade tectônica dessa natureza.

#### 5- JUSTIFICATIVAS

O último estudo realizado na Formação Itaquaquecetuba foi feito por Claudio Riccomini em sua Tese de Doutoramento "O Rift Continental do Sudeste do Brasil" em 1989, portanto, há dez anos atrás. De lá para cá não houve significativa evolução nos conhecimentos sobre a Formação Itaquaquecetuba, particularmente no que diz respeito à caracterização de fácies sedimentares e ao estudo de orientação de paleocorrentes.

Os depósitos arenosos Formação Itaquaquecetuba constituem importante fonte de exploração de areia para uso em construção civil, haja visto o número de portos de areia existentes na região do Município de Itaquaquecetuba, e o aprofundamento dos conhecimentos sobre a estratigrafia e arquitetura deposicional desta unidade pode eventualmente contribuir para a prospecção e exploração de jazidas deste bem mineral. Além disso, por apresentar afloramentos bastante didáticos e por sua área-tipo estar localizada no Município de Itaquaquecetuba, próximo a São Paulo, a Formação Itaquaquecetuba vem sendo estudada por alunos de geologia em aulas práticas de campo durante os últimos vinte e cinco anos. Assim, a realização e publicação de um novo trabalho a respeito desta unidade pode vir a ser uma referência para estes estudos.

## 6- OBJETIVOS

Os objetivos principais deste trabalho são a caracterização de algumas das fácies sedimentares que compõem os depósitos de sistema fluvial entrelaçado da Formação Itaquaquecetuba e o estudo da orientação de paleocorrentes em cada uma destas fácies. Paralelamente, é feita uma análise das principais estruturas tectônicas rúpteis observadas durante os levantamentos de campo, tanto nos depósitos sedimentares quanto no embasamento cristalino.

## 7- LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Todos os levantamentos de campo foram realizados dentro das instalações da ITAQUAREIA INDÚSTRIA EXTRATIVA DE MINÉRIOS LTDA, localizada no Município de Itaquaquecetuba, Estado de São Paulo. O acesso a partir da Cidade de São Paulo é feito pela Rodovia Airton Senna (SP-70), até a saída para Itaquaquecetuba e seguindo pela Estrada Santa Isabel até as proximidades do porto de areia (*Figura 1, Anexo 1*).

Esta região constitui a área-tipo da Formação Itaquaquecetuba, Cenozóico, Bacia de São Paulo (*Figura 2, Anexo 1*).

## 8- FUNDAMENTAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

### 8.1 Apanhado histórico dos principais trabalhos

Os depósitos sedimentares característicos de sistema fluvial entrelaçado daquela que é atualmente denominada Formação Itaquaquecetuba (Coimbra *et al.*, 1983), foram primeiramente observados e descritos por Junqueira (1969), em estudo realizado no local onde encontra-se a Raia Olímpica da Cidade Universitária da USP. No passado, existiam cavas para a extração de areia neste local, o que potencializava a exposição dos sedimentos e de suas estruturas.

Suguió & Takahashi (1970) denominaram estes mesmos sedimentos como Aluviões Antigas do Rio Tietê, para diferenciá-los das Aluviões Modernas do Rio Tietê.

Os dois trabalhos supracitados, somados aos estudos de Suguió *et al.* (1971) e Suguió (1980), enfocaram os aspectos sedimentológicos e estratigráficos destes sedimentos, ressaltando a predominante ocorrência de sedimentos psamíticos (areias

grossas) com intercalações de níveis conglomeráticos e argilosos ricos em matéria orgânica (Coimbra *et al.*, 1980).

Os trabalhos de Bigarella (1971), Suguio (1971), Bigarella (1975) e Suguio & Mussa (1978), representam os estudos pioneiros sobre a paleontologia, palinologia e paleoclimatologia destes sedimentos, destacando a presença de troncos de madeira fossilizados.

Juntamente ao trabalho de Coimbra *et al.* (1983), tem-se os trabalhos de Riccomini (1989) e Riccomini & Coimbra (1992), que tiveram papel fundamental na caracterização textural, mineralógica, paleontológica e paleoclimatológica dos sedimentos da Formação Itaquaquecetuba.

## 8.2 Caracterização Textural e Mineralógica

O trabalhos apresentados em Riccomini (1989) e Riccomini & Coimbra (1992) subdividem a Formação Itaquaquecetuba em cinco diferentes litofácies.

A primeira litofácie é constituída por arenitos com estratificação cruzada acanalada e tabular de grande porte, de granulação média a grossa, mal selecionados, arcoseanos, com níveis basais de espessura decimétrica de conglomerados com seixos de quartzo e quartzito bem arredondados. Localmente, estes arenitos apresentam fragmentos tablóides (megaclastos), de espessura decimétrica a métrica, irregularmente distribuídos, de siltito, arenito e folhelhos de coloração cinza a marrom-escuro, ricos em restos vegetais. Estes fragmentos, que por vezes encontram-se retrabalhados à fração areia-grânulo, encontram-se alojados nas camadas frontais dos estratos cruzados, juntamente com abundantes troncos fósseis e estruturas tipo fluxo de grãos. Existe também a presença de marcassita no cimento destes arenitos, a qual, quando alterada, dá origem a uma variedade de sulfetos secundários (Atencio, 1986). Esta primeira litofácie seria a mais representativa de depósitos de canais de rios entrelaçados, com os arenitos de estratificação cruzada representando barras com cristas transversais de dunas subaquosas e cascalhos e areias de granulometria grossa de barras longitudinais.

A segunda litofácie é formada por conglomerados sustentados por clastos, com seixos bem arredondados e polidos de quartzo e quartzito. Dispõem-se na forma de camadas decimétricas com persistência lateral de até vinte metros. Estes conglomerados correspondem aos lençóis aluviais detriticos de Coimbra (1983, *in* Petri & Amaral, 1983), e aparentemente representam a coalescência lateral de níveis de conglomerados residuais de barras longitudinais de canais.

A terceira litofácie é composta por arenitos maciços de granulação fina a média, mal selecionados, apresentando localmente estruturas do tipo almofada. Estes arenitos maciços são provavelmente resultantes de processos de lixiviação de sedimentos

de barras arenosas da litofácie de arenitos com estratificação cruzada (Riccomini & Coimbra, 1992).

A quarta litofácie compreende lamitos maciços, silto-arenosos, ocasionalmente contendo seixos bem arredondados de quartzo e quartzito dispersos na matriz. Estes lamitos ocorrem associados aos arenitos da litofácie de arenitos maciços.

A quinta e última das litofácies é composta por blocos subangulosos de rochas do embasamento (rochas cataclásticas e granítoides foliados), folhelhos siltosos e arenitos marrom-escuro com matéria orgânica, clastos menores de quartzo e quartzito e abundantes troncos vegetais fósseis incarbonizados.

### 8.3 Paleontologia e Palinologia

No que se refere ao estudo paleontológico dos troncos fossilizados presentes na quinta litofácie citada no item anterior (litofácie de blocos subangulosos) estes foram pioneiramente estudados por Suguio (1971) e Suguio & Mussa (1978). Os estudos paleoanatômicos desenvolvidos classificaram estes troncos como leguminosas de grande porte e com grande diversidade de espécies (Suguio & Mussa, 1978). Os processos de fossilização destes troncos variam entre silicificação, marcassitização e carbonificação, sendo que foi constatada a presença de espécimes exibindo estados transicionais entre silicificado e marcassitificado, e marcassificado e incarbonizado, o que sugere que estas três formas de fossilização possam ocorrer simultaneamente em ambientes diagenéticos redutores (Suguio & Mussa, 1978).

Riccomini (1989) descreve a Microflora de Itaquaquecetuba como contendo predominantemente pólens colporados de dimensões reduzidas (20 a 50  $\mu$ ), ocorrendo subordinadamente pólens porados e sincolporados. Estes pólens descritos sugerem a predominância de plantas superiores (angiospermas). No mesmo trabalho, porém, o autor define a Microflora da Cidade Universitária, correspondente também a sedimentos da Formação Itaquaquecetuba, como contendo predominantemente esporos de pteridófitas, características de clima úmido.

### 8.4 Paleoclimatologia

O sistema entrelaçado ao qual pertencem os sedimentos da Formação Itaquaquecetuba, conduz, num primeiro instante, à interpretação de um clima semi-árido vigente durante a deposição destes sedimentos, como fora admitido em trabalhos anteriores (Junqueira, 1969; Suguio, 1980). Como evidências de clima semi-árido têm-se a abundância de minerais instáveis nas areias e conglomerados, fácies de blocos subangulosos de matriz arenosa, sem lama. Porém, um regime de alta pluviosidade poderia lavar e segregar

minerais presentes na lama e um rápido sepultamento poderia preservar os minerais instáveis, mesmo sob condições bastante úmidas (Riccomini & Coimbra, 1992).

Os troncos fósseis presentes, de acordo com os estudos realizados por Suguio (1971) e Suguio & Mussa (1978), indicam condições climáticas do tipo tropical úmido para o ambiente no qual desenvolveram-se estas plantas, com espécimes de grande porte e com grande diversidade de espécies. Admitindo-se a hipótese de clima semi-árido no ambiente deposicional destes sedimentos, pode-se pensar em relacionar a presença dos troncos fósseis a matas de galeria ou matas ciliares. Porém, este tipo de vegetação apresenta baixo índice de diversificação de espécies, ao contrário daquilo que é constatado nos fósseis existentes (Riccomini & Coimbra, 1992).

As características das Microfloras de Itaquaquecetuba e Cidade Universitária (Riccomini, 1989), corroboram a hipótese de clima úmido no ambiente deposicional dos sedimentos da Formação Itaquaquecetuba.

#### 8.5 Relações Estratigráficas e Idade

Os sedimentos da Formação Itaquaquecetuba apresentam um aspecto que os diferem de outras unidades sedimentares: encontram-se alojados em contatos ora erosivos, ora tectônicos, unicamente com rochas do embasamento pré-cambriano, sendo que até o presente momento não foram observadas relações diretas com as unidades sedimentares terciárias (Riccomini & Coimbra, 1992). Os sedimentos desta formação ocorrem sob os depósitos aluviais holocênicos dos rios Tietê, Pinheiros e Tamanduateí (Riccomini & Coimbra, 1992).

Inicialmente, com base nas relações de contato dos sedimentos da Formação Itaquaquecetuba com o embasamento e em datações de troncos fósseis pelo método C14 (Bigarella, 1971; Suguio, 1971), que indicaram idade acima do limite deste método, admitiu-se idade pleistocênica para esta formação (Suguio, 1971). Determinações palinológicas realizadas por Melo (1984), Melo *et al.* (1985a, 1986) e Riccomini *et al.* (1987), efetuadas em folhelhos siltosos a siltitos arenosos, ricos em matéria orgânica, situados em meio aos sedimentos arenosos da litofácie de arenitos com estratificação cruzada e ocorrentes normalmente sob a forma de megaclastos, indicaram idade oligocênica. Porém, a presença de pólens dissacados na microflora da Cidade Universitária afasta a possibilidade de idade oligocênica, podendo então ser mais antiga ou mais jovem que esta época (Riccomini, 1989).

## 9- MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho, foram selecionadas dentro da área de estudo três (3) seções geológicas que apresentassem características adequadas para os estudos de paleocorrentes, fácies sedimentares e arquitetura deposicional. Estas seções deveriam possuir dimensões suficientemente grandes para possibilitarem a visualização de depósitos de diferentes litofácies, suas morfologias e as relações de contato entre os mesmos.

As três seções geológicas escolhidas para a realização deste trabalho são:

- **Seção 1**, subdividida em **Seção 1A** e **Seção 1B**;
- **Seção 2**, subdividida em **Seção 2A** e **Seção 2B**; e
- **Seção 3**, subdividida em **Seção 3A** e **Seção 3B**.

A localização das seções é mostrada na *Figura 3* do Anexo 1.

Uma vez selecionadas as seções geológicas, as mesmas foram fotografadas e localizadas em carta topográfica com o auxílio de GPS. A partir das fotografias obtidas, foram confeccionadas fotomontagens para cada uma das seções.

Para cada seção geológica selecionada e fotografada, os levantamentos de campo consistiram em:

- Identificação das superfícies limitantes, ou superfícies discordantes;
- Identificação e delimitação da ocorrência das diferentes litofácies, de acordo com os procedimentos contidos em Coimbra *et al.* (1992b) e Miall (1977, 1978);
- Levantamento de medidas de paleocorrentes em estratos cruzados e de orientação de troncos fósseis (quando existentes);
- Levantamento de medidas de planos de falha e fraturas (quando existentes); e
- Plotagem de todos os dados obtidos em folhas de papel vegetal posicionadas sobre as fotomontagens (*overlay*).

As fotomontagens e *overlays* foram digitalizados. Os dados de paleocorrentes, orientação de troncos fósseis, falhas e fraturas foram tratados no software Quickplot (Van Everdingen, D. & Van Gool, J. 1990. *Quickplot, plotting program for orientation data*. Newfoundland, Departament of Earth Sciences, Memorial University of Newfoundland).

## 10- DESENVOLVIMENTO DOS TRABALHOS

Os trabalhos realizados seguiram o seguinte cronograma:

ATIVIDADE	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
Revisão Bibliográfica e elaboração da versão final do projeto	✓	✓	✓	✓					✓	
Levantamentos de campo						✓	✓	✓	✓	
Tratamento de dados em gabinete								✓	✓	
Confecção da monografia									✓	✓

A maior dificuldade encontrada para a realização do trabalho foi conciliar os levantamentos de campo com as atividades de lavra do porto de areia. Inicialmente, foram selecionadas cinco seções geológicas para a realização deste trabalho. Logo na segunda ida ao campo, duas destas cinco seções haviam sido completamente destruídas por desmonte hidráulico, sendo que uma delas possuía uma unidade pelítica e estruturas sedimentares que não haviam sido descritas nos estudos sobre a Formação Itaquaquecetuba. Uma nova seção foi escolhida, porém logo foi destruída. O trabalho foi realizado então com três seções geológicas, sendo que ao término dos levantamentos de campo, duas destas seções já não mais existiam.

Outro problema, foi a inexistência de uma base cartográfica atualizada do local de trabalho. Por tratar-se de um porto de extração de areia, a topografia local sofre uma constante modificação. Dada a impossibilidade da obtenção de uma foto aérea do local, mesmo porque as fotos também estão sujeitas ao problema da constante transformação da topografia, optou-se por localizar as seções geológicas em carta topográfica (*Figura 3, Anexo 1*) com o auxílio de GPS.

## 11- RESULTADOS OBTIDOS

### 11.1- Fácies Sedimentares

Baseado na análise das diferentes litofácies encontradas em depósitos fluviais, Miall (1997, 1998) definiu seis modelos básicos de classificação de sistemas deposicionais e as correspondentes associações de fácies para rios entrelaçados. Destes seis modelos, dois são relativos a leques aluviais, um a rios entrelaçados em posição distal e três a canais entrelaçados. Como em um mesmo rio pode-se ter passagens laterais de um sistema para o outro, os seis modelos são tratados conjuntamente, devendo a classificação de Miall (1977, 1978) ser tomada antes como uma classificação de associações de fácies do que de modelos de ambientes deposicionais (Coimbra *et al.*, 1992b).

A classificação de Miall (1977, 1978), que relaciona litofácies e suas estruturas sedimentares ao ambiente deposicional, foi modificada por Coimbra *et al.* (1992b), que adaptaram a classificação litológica para cada litofácie. Esta classificação é apresentada na *Figura 1* do Anexo 2 e foi utilizada como base para todos os trabalhos de identificação de litofácies aqui apresentados.

Segue a descrição das litofácies encontradas em cada seção geológica estudada:

- **Seção 1A-** Na porção basal do afloramento ocorre a litofácie *St AC*, caracterizada por arenitos conglomeráticos, variando de areia média a muito grossa, contendo horizontes com grânulos e pequenos seixos centimétricos, com estratificações cruzadas acanaladas de médio porte associadas a regime de fluxo inferior. Em alguns pontos da seção esta litofácie apresenta-se mais rudácea, dificultando o reconhecimento das estratificações cruzadas acanaladas. Em alguns pontos bastante localizados, ocorre a litofácie *Gm OACS*, caracterizada por ortoconglomerados arenosos, clasto sustentados, maciços, associados a depósitos residuais de canais. Ocupando a porção superior do afloramento, ocorre a litofácie *Gt AC*, caracterizada por arenitos conglomeráticos com estratificação cruzada acanalada, associada a depósitos de preenchimento de canais. Em um único ponto da seção ocorre a litofácie *Fl PA*, composta por pelitos arenosos com laminação fina, associada a depósitos de transbordamento. Nota-se a presença de troncos fósseis nas litofácies *St AC* e *Gt AC* (*Figura 1*, Anexo 3).

- **Seção 1B-** Esta seção é uma continuação lateral para NW da Seção 1A, apresentando feições muito semelhantes à mesma. Em sua porção basal ocorre a litofácie *St AC*, caracterizada por arenitos conglomeráticos, variando de areia média a muito grossa, contendo horizontes com grânulos e pequenos seixos centimétricos, com estratificações cruzadas acanaladas de médio porte associadas a regime de fluxo inferior e em sua porção

superior a litofácies *Gt AC*, caracterizada por arenitos conglomeráticos com estratificação cruzada acanalada, associada a depósitos de preenchimento de canais. Entre as duas litofácies citadas ocorre a litofácies *St A*, caracterizada por arenitos, composta por areia média e níveis pelíticos, com estratificação cruzada acanalada, associada a depósitos de regime de fluxo inferior. Nota-se a presença de troncos fósseis nas litofácies *St A* e *Gt AC* (Figura 2, Anexo 3).

• **Seção 2A-** Na porção basal da seção ocorre a litofácies *St A*, constituída por arenitos, areia média, com estratificação cruzada acanalada, associada a depósitos de regime de fluxo inferior, seguida pela litofácies *Fl PA*, caracterizada por pelitos arenosos, com laminações finas e ondulações de pequena amplitude, associada a depósitos de transbordamento. A porção superior do afloramento é formada por intercalações da litofácies *St A* e da litofácies *Gm OACS*, composta por ortoconglomerados arenosos, clasto sustentados, com seixos centimétricos a decimétricos, associada a depósitos de barras longitudinais (Figura 3, Anexo 3).

• **Seção 2B-** Esta seção é uma continuação lateral a E da seção anterior. Apresenta em sua porção basal intercalações das litofácies *St A*, constituída por arenitos de granulação média, com estratificação cruzada acanalada, associada a depósitos de regime de fluxo inferior, *Gm OACS*, composta por ortoconglomerados arenosos, clasto sustentados, com seixos centimétricos a decimétricos, associada a depósitos de barras longitudinais, e *Sp A*, caracterizada por arenitos compostos por areia média, com estratificação cruzada planar, associada a depósitos de barras linguóides transversais, regime de fluxo inferior. A porção superior da seção apresenta predominância da litofácies *Gt AC*, formada por arenitos conglomeráticos com estratificação cruzada acanalada, associada a depósitos de preenchimento de canais. Em alguns pontos localizados ocorre a litofácies *Fl AP*, caracterizada por arenitos pelíticos, com laminações finas e ondulações de pequena amplitude, associada a depósitos de transbordamento (Figura 4, Anexo 3).

• **Seção 3A-** Na porção basal do afloramento ocorre a litofácies *Sp A*, caracterizada por arenitos compostos por areia média, com estratificação cruzada planar, associada a depósitos de barras linguóides transversais, regime de fluxo inferior, com dois horizontes localizados da litofácies *Sp AC*, caracterizada por arenitos conglomeráticos, areia média a muito grossa, com horizontes contendo grânulos e seixos centimétricos, com estratificações cruzadas planares, associada a depósitos de barras linguóides transversais. Na porção superior do afloramento ocorre a litofácies *Fl AP*, composta por arenitos pelíticos, com laminações finas e ondulações de pequena amplitude, associada a depósitos de

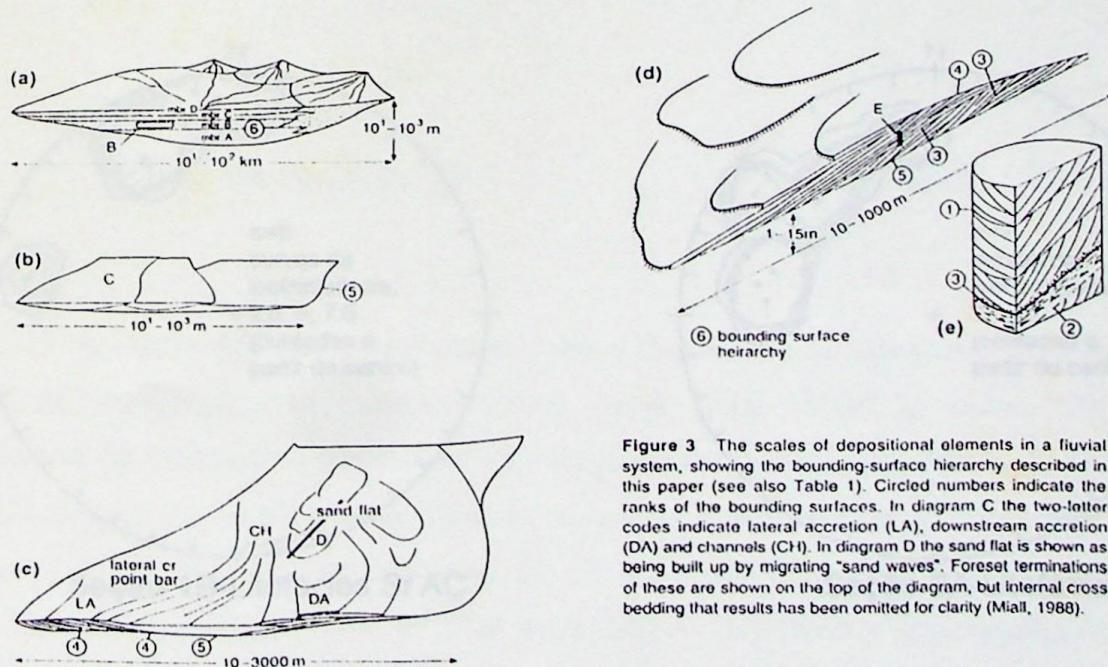
transbordamento. No canto esquerdo inferior do afloramento, pode ser notada a presença de um alto do embasamento, com orientação NE (Figura 5, Anexo 3).

- **Seção 3B-** Esta seção é um corte lateral de orientação SW-NE da seção anterior e apresenta as mesmas características desta (Figura 6, Anexo 3).

No total, em todas as seções estudadas, foi constatada a ocorrência de oito litofácies diferentes: St A, St AC, Sp A, Sp AC, Gt AC, Gm OACS, Fl AP e Fl PA.

### 11.2- Paleocorrentes

Para o tratamento das medidas de paleocorrentes levantadas nas seções estudadas foi feita a tentativa de utilizar a classificação hierárquica de superfícies limitantes proposta por Miall (1992). Nesta classificação o autor divide a hierarquia de superfícies limitantes em níveis que variam de 1 a 6, indo da superfície de um simples estrato ou laminação até a superfície do paleoval (Figura 11.2), sendo que quanto mais próximas da hierarquia 6 estiverem as medidas de paleocorrentes, mais serão representativas da direção geral de transporte do sistema fluvial. Porém, nas seções geológicas aqui estudadas, em virtude da dimensão dos afloramentos, que dificultam a diferenciação da hierarquia de algumas superfícies limitantes (como pode ser observado nas Figuras do Anexo 3), e da impossibilidade de observar-se diretamente as superfícies dos paleovals, tornou-se inviável a aplicação deste método.



**Figure 3** The scales of depositional elements in a fluvial system, showing the bounding-surface hierarchy described in this paper (see also Table 1). Circled numbers indicate the ranks of the bounding surfaces. In diagram C the two-letter codes indicate lateral accretion (LA), downstream accretion (DA) and channels (CH). In diagram D the sand flat is shown as being built up by migrating "sand waves". Foreset terminations of these are shown on the top of the diagram, but internal cross bedding that results has been omitted for clarity (Miall, 1988).

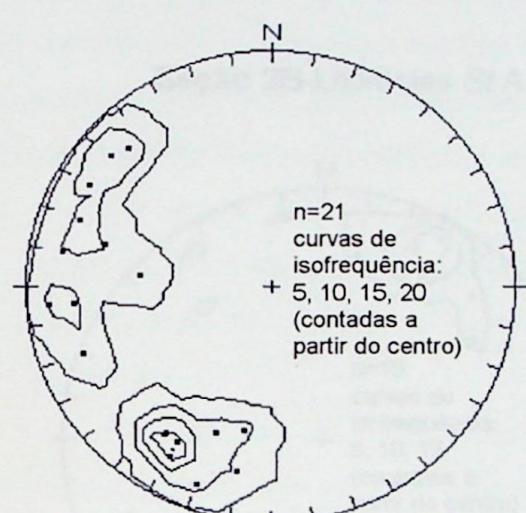
**Figura 11.2- Hierarquia das superfícies limitantes (extraído de Miall, 1992)**

Todavia, como pode ser visto nas *Figuras do Anexo 3*, as medidas de paleocorrentes obtidas nas seções estudadas não apresentaram grande dispersão. Tendo isto em vista, optou-se por tratar os dados de paleocorrentes de cada seção separando-os por litofácies.

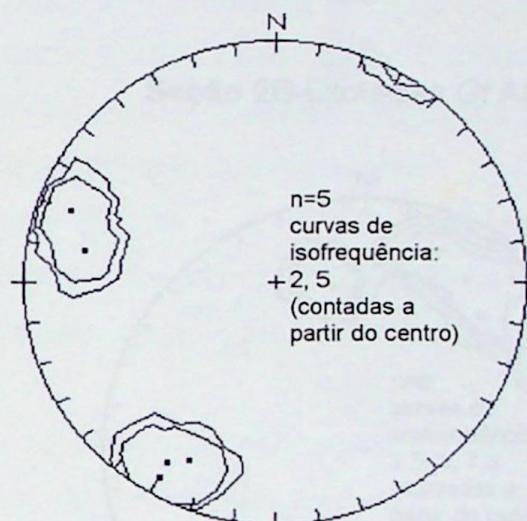
Foram tratadas somente as medidas de paleocorrentes levantadas em estratos cruzados das litofácies arenosas *St A*, *St AC*, *Sp A* e *Gt AC*. As medidas foram tomadas tendo em vista atingir a maior representatividade possível para cada seção, evitando-se concentrações em pontos localizados.

Todos os pontos onde foram levantadas medidas de paleocorrentes, com suas respectivas indicações de rumo de mergulho, são mostrados nas *Figuras do Anexo 3*.

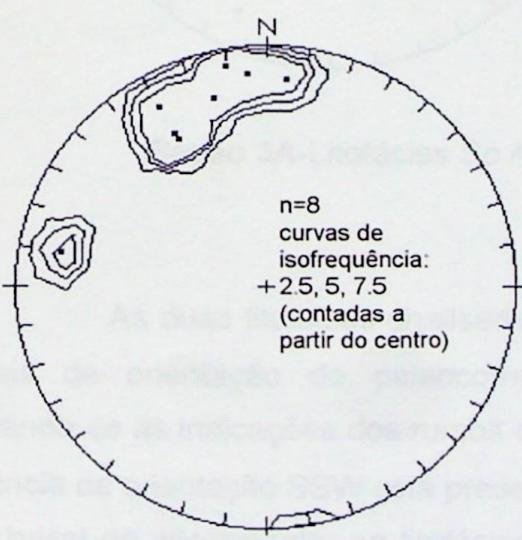
Os dados obtidos para cada seção são apresentados a seguir.



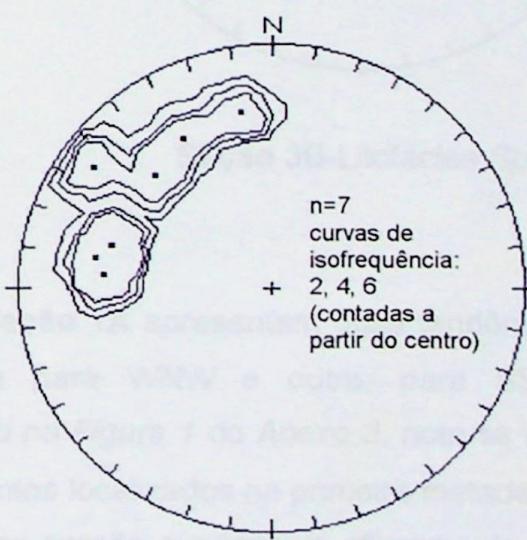
Seção 1A-Litofácies *St AC*



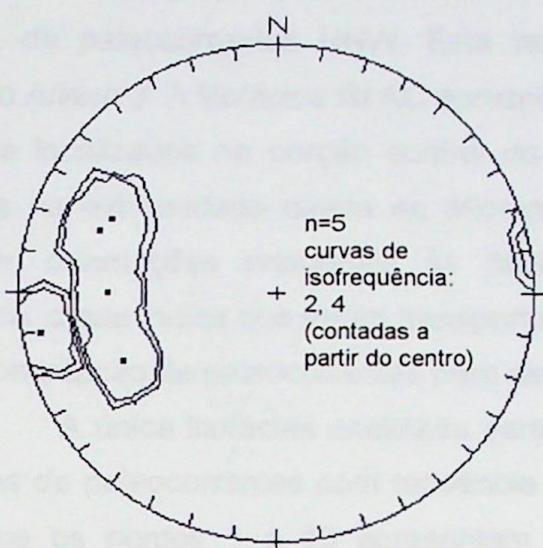
Seção 1A-Litofácies *Gt AC*



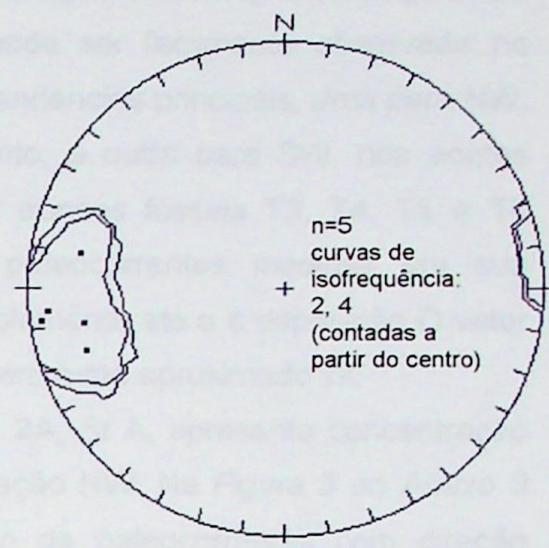
Seção 1B-Litofácies *St AC*



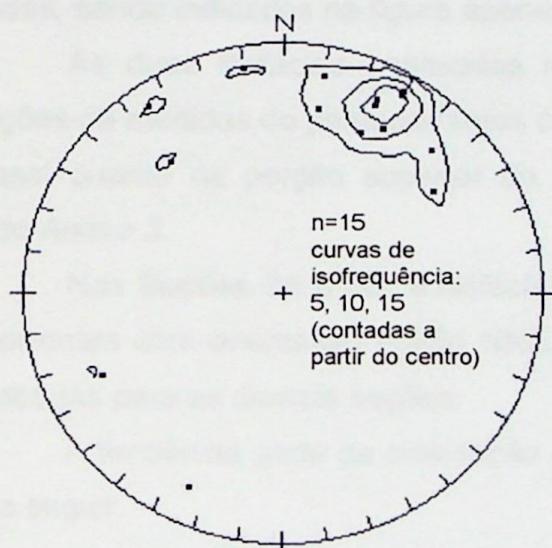
Seção 2A-Litofácies *St A*



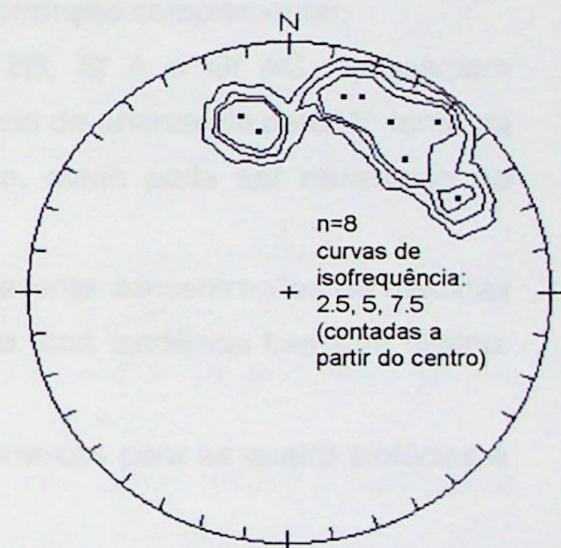
Seção 2B-Litofácies St A



Seção 2B-Litofácies Gt AC



Seção 3A-Litofácies Sp A



Seção 3B-Litofácies Sp A

As duas litofácies analisadas para a Seção 1A apresentam duas tendências principais de orientação de paleocorrentes, uma para WNW e outra, para SSW. Observando-se as indicações dos rumos de mergulho na *Figura 1* do Anexo 3, nota-se que a tendência de orientação SSW está presente nos pontos localizados na primeira metade da porção basal do afloramento, na litofácie St AC e na porção superior do afloramento, na litofácie Gt AC. O restante dos pontos apresentam orientação aproximada WNW. As medidas de paleocorrentes apresentam mergulho médio de aproximadamente 30°. Os troncos fósseis T1 e T2, apresentam orientações ortogonais às direções de paleocorrentes medidas em sua proximidade, o que indica que foram transportados por rolamento até a

deposição. O vetor médio de orientação de paleocorrentes para esta seção tem rumo aproximado SW.

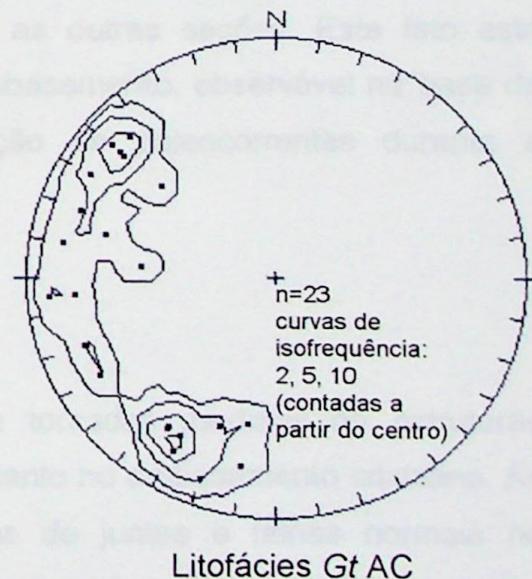
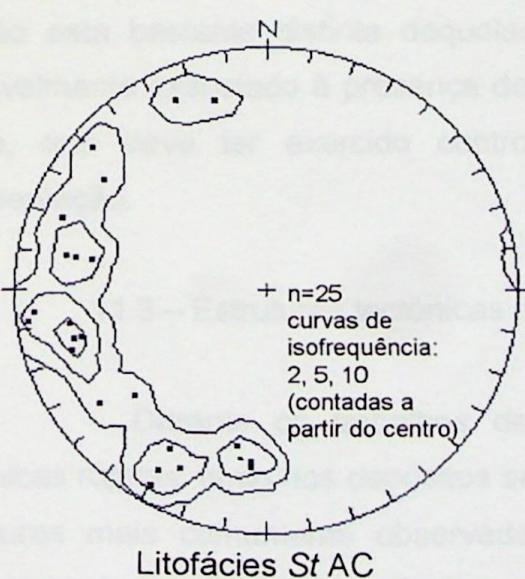
Na **Seção 1B**, as litofácies *St AC* e *St A* apresentam tendência geral de orientação de paleocorrentes NNW. Esta tendência pode ser facilmente observada na *Figura 2* do Anexo 3. A litofácie *Gt AC* apresenta duas tendências principais, uma para NW, nos pontos localizados na porção central do afloramento, e outra para SW, nos pontos localizados na extremidade direita do afloramento. Os troncos fósseis T3, T4, T5 e T8 apresentam orientações ortogonais às direções de paleocorrentes medidas em sua proximidade, o que indica que foram transportados por rolamento até a deposição. O vetor médio de orientação de paleocorrentes para esta seção tem rumo aproximado W.

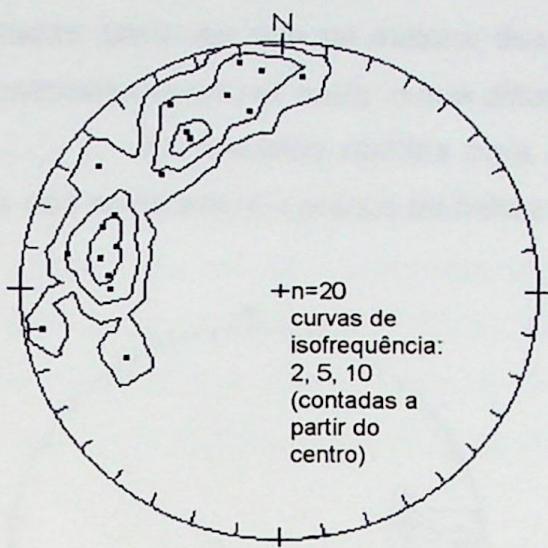
A única litofácie analisada para a **Seção 2A**, *St A*, apresenta concentração de medidas de paleocorrentes com tendência de orientação NW. Na *Figura 3* do Anexo 3 nota-se que os pontos 1 e 10 apresentam orientação de paleocorrentes com direção bastante discrepante dos demais pontos da seção. Estes pontos pertencem à litofácie *Fl AP*, associada a depósitos de transbordamento, e não foram incluídos nas estatísticas aqui apresentadas, sendo indicados na figura apenas como informação complementar.

As duas litofácies analisadas na **Seção 2B**, *St A* e *Gt AC*, apresentam concentrações de medidas de paleocorrentes com tendência de orientação para W, tanto na porção basal quanto na porção superior do afloramento, como pode ser observado na *Figura 4* do Anexo 3.

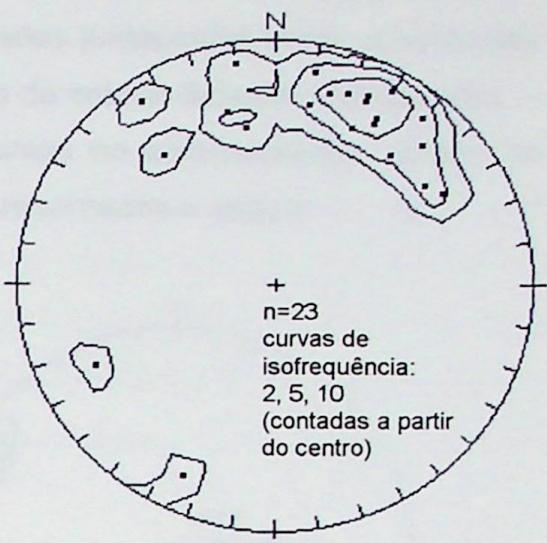
Nas **Seções 3A e 3B**, a litofácie *Sp A* apresenta concentrações de medidas de paleocorrentes com orientação média NNE, mostrando uma tendência bastante distinta daquelas obtidas para as demais seções.

A tendência geral de orientação de paleocorrentes para as quatro litofácies é mostrada a seguir.





Litofácies *St A*



Litofácies *Sp A*

As medidas de paleocorrentes obtidas para a litofácies *St AC* apresentam concentrações de rumo médio NW e SW. O vetor médio de orientação de paleocorrentes para esta litofácies é WSW.

A exemplo da litofácies *St AC*, a litofácies *Gt AC* apresenta concentrações de rumo médio NW e SW, tendo como vetor médio de orientação de paleocorrentes WSW.

A litofácies *St A* apresenta concentrações de medidas de paleocorrentes de rumo médio NNW e WNW, sendo o vetor médio de orientação WNW.

Finalmente, a litofácies *Sp A* apresenta concentrações a NNE e, em menor grau, a NNW. O vetor médio de orientação de paleocorrentes para esta litofácies é NNW, direção esta bastante distinta daquelas obtidas para as outras seções. Este fato está provavelmente associado à presença de um alto de embasamento, observável na base da seção, que deve ter exercido controle na orientação de paleocorrentes durante a sedimentação.

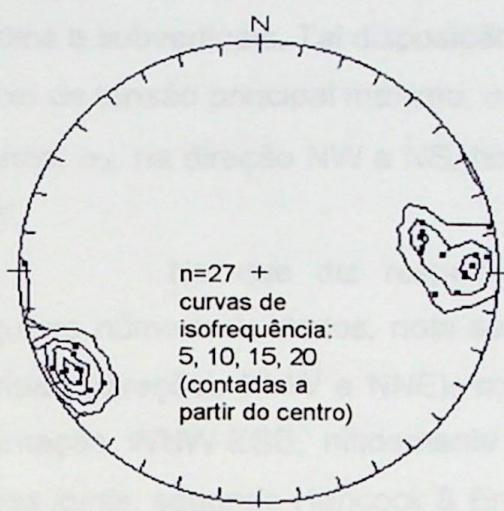
### 11.3 – Estruturas tectônicas rúpteis

Durante os trabalhos de campo foram tomadas medidas de estruturas tectônicas rúpteis, tanto nos depósitos sedimentares, quanto no embasamento cristalino. As estruturas mais comumente observadas foram planos de juntas e falhas normais no embasamento, composto por milonito-gnaisses, e nos sedimentos. Em alguns casos, como na **Seção 1A**, foi possível observar a justaposição do embasamento aos depósitos

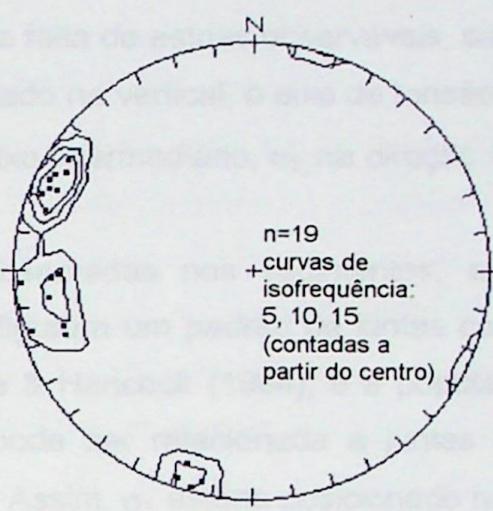
sedimentares por falha normal. Em todos os casos, as estruturas observadas são pós-sedimentares.

Não foi possível observar indicadores cinemáticos nas falhas normais estudadas, uma vez que na maioria dos casos as camadas justapostas eram constituídas predominantemente por areia, o que dificultou a formação de estrias durante o falhamento.

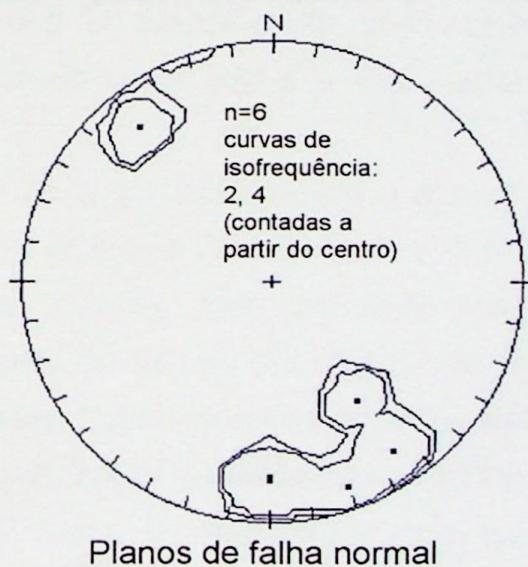
As medidas obtidas para os planos de juntas no embasamento, planos de juntas nos sedimentos e planos de falhas normais são apresentadas a seguir.



Juntas no embasamento



Juntas nos sedimentos



Planos de falha normal

As juntas observadas no embasamento possuem orientação francamente predominante segundo a direção NNW-SSE, com mergulhos subverticais. Configuram um padrão típico de juntas conjugadas de extensão (Pollard & Aydin, 1998), onde o tensor principal mínimo,  $\sigma_3$ , está orientado segundo ENE-WSW. A posição vertical pode ser ocupada por  $\sigma_1$  ou  $\sigma_2$ .

A população de falhas normais que secciona rochas do embasamento e da Formação Itaquaquecetuba apresenta orientações entre NE-SW e E-W, com mergulhos médios a subverticais. Tal disposição, a despeito da falta de estrias observáveis, sugere que o eixo de tensão principal máximo,  $\sigma_1$ , esteja orientado na vertical, o eixo de tensão principal mínimo,  $\sigma_3$ , na direção NW a NS, horizontal, e o eixo intermediário,  $\sigma_2$ , na direção NE-SW a E-W.

No que diz respeito às juntas observadas nos sedimentos, apesar do pequeno número de dados, nota-se que elas configuram um padrão de juntas conjugadas híbridas (direções NNW e NNE), conforme Dunne & Hancock (1994), e a população com orientação WNW-ESE, nitidamente secundária, pode ser relacionada a juntas cruzadas (*cross joints*, segundo Hancock & Engelder, 1989). Assim,  $\sigma_1$  estaria posicionado na direção N-S, horizontal,  $\sigma_3$  na direção E-W, vertical, e  $\sigma_2$  na vertical.

Não há relações de corte evidente entre os três tipos de estruturas observadas. Pode-se concluir apenas que aquelas que afetam a Formação Itaquaquecetuba são pós-sedimentares.

## 12- INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

### 12.1- Litofácies e arquitetura deposicional

A partir dos resultados obtidos na caracterização das litofácies e estudo das medidas de paleocorrentes, é possível fazer uma análise da arquitetura deposicional e da evolução dos processos geológicos responsáveis pela formação dos afloramentos observados.

Nas **Seções 1A e 1B**, as litofácies *St AC* e *St A* são formadas por depósitos arenosos, com estratificação cruzada acanalada, associados a regime de fluxo inferior. Por estarem localmente em contato erosivo com o embasamento cristalino e apresentarem em alguns pontos a presença de cunhas clásticas, representam o primeiro ciclo de sedimentação que veio a preencher o paleovale. Logo acima destas litofácies, em discordância erosiva, temos a presença da litofácie *Gt AC*, em corpos menores. A morfologia de seus depósitos indica claramente uma sucessão horizontal de canais entrelaçados, com preenchimento por deposição de arenitos conglomeráticos com estratificação cruzada acanalada. Localmente, existe a presença da litofácie *Fl AP*, composta por arenitos pelíticos, tendo sua ocorrência associada a depósitos de transbordamento, que preencheriam canais abandonados. A presença de troncos fósseis com orientações ortogonais às direções de paleocorrentes dos depósitos arenosos, evidencia o grande aporte de sedimento e a alta energia envolvidos no sistema fluvial entrelaçado.

As **Seções 2A e 2B** representam a alternância de ciclos deposicionais de maior e menor energia. As litofácies *Gt AC*, *St A* e *Fl PA* aparentemente representam a sedimentação habitual do sistema, com depósitos areno-conglomeráticos e arenosos, associados a preenchimento de canais em regime de fluxo inferior e depósitos arenopelíticos, de transbordamento. Alternando-se a estas litofácies, temos a ocorrência de ortoconglomerados arenosos, clasto sustentados, com seixos centimétricos a decimétricos, da litofácie *Gm OACS*. Estes conglomerados correspondem a depósitos de barras longitudinais, associados a eventos de maior energia, como a ocorrência de fortes chuvas.

Nas **Seções 3A e 3B** apresentam em sua porção basal o contato erosivo da litofácie *Sp A* com o alto do embasamento cristalino. Esta litofácie, formada por arenitos com estratificação cruzada planar, associada a regime de fluxo inferior representa o primeiro ciclo de sedimentação a preencher o paleovale. A morfologia de seus depósitos, mostra uma série de canais que estão por vezes intercalados a horizontes de arenitos conglomeráticos da litofácie *Sp AC*, associados a eventos de maior energia, como a ocorrência de fortes chuvas. Na porção superior das seções, temos a presença de depósitos

arenó-pelíticos, associados a transbordamentos, da litofácie *F/PA*, em discordância erosiva com as litofácies *Sp A* e *Sp AC*.

### 12.2- Paleocorrentes

Os resultados obtidos nos estudos de orientação de paleocorrentes indicam tendências de direção de fluxo deposicional para cada seção estudada.

A **Seção 1A**, apresenta vetor médio de orientação de paleocorrentes de rumo SW e a **Seção 1B**, de rumo aproximado W.

Para a **Seção 2A**, o vetor médio de orientação de paleocorrentes possui rumo NW, enquanto para a **Seção 2B**, esse vetor médio possui orientação para W.

As **Seções 3A e 3B**, apresentam paleocorrentes de orientação média para NNE. Esta orientação, bastante distinta daquelas obtidas para as demais seções, está provavelmente associada a um controle imposto pelo alto de embasamento, de orientação NE-SW.

### 12.3- Geologia estrutural

Durante os levantamentos de campo, foram reconhecidas famílias de juntas no embasamento, falhas normais que seccionam rochas do embasamento e da Formação Itaquaquecetuba, e juntas nos sedimentos.

Como sugerido anteriormente, não foram observadas relações de superposição entre estas estruturas. Pode-se apenas afirmar que as estruturas que afetam a Formação Itaquaquecetuba são pós sedimentares.

## 13- CONCLUSÕES

Os resultados obtidos a partir das observações realizadas durante os levantamentos de campo e do tratamento de dados em gabinete indicam que:

- Foram identificadas oito diferentes fácies sedimentares nos depósitos das três seções geológicas estudadas. Estas fácies apresentam atributos litológicos, sedimentares e morfológicos francamente associados a deposição em sistema fluvial entrelaçado.
- As medidas de paleocorrentes obtidas mostram uma tendência geral de orientação para W, com variações locais para SW, NW e NNE, esta última associada ao controle exercido pela morfologia do embasamento.

- Não foi observada relação de superposição entre as estruturas tectônicas rúpteis estudadas. Pode-se apenas concluir que aquelas que afetam a Formação Itaquaquecetuba são pós-sedimentares.

## 14-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATENCIO, D. 1986. *Sulfatos Secundários: Relação com Rochas Preexistentes e Síntese*. Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. São Paulo, 210p.
- BIGARELLA, J.J. 1971. Variações Climáticas no Quaternário Superior e sua Datação Radiométrica pelo Método do Carbono 14. *Paleoclimas*, 1:22p.
- BIGARELLA, J.J. 1975. Topics for Discussions. *Bol. Paran. Geoc.*, 33:171-276.
- COIMBRA, A.M.; ATENCIO, D.; BRANDT NETO, M. 1980. Sulfatos Secundários associados às aluviões antigas do Rio Tietê, (Itaquaquecetuba - S.P.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 4. Balneário de Camboriú, 1980. *Anais...* Balneário de Camboriú, SBG. v.4, p. 1970-1981.
- COIMBRA, A.M. 1983. In: PETRI, S. & AMARAL, G. 1983 Relato da Sessão Técnica de Geologia do Fanerozóico. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 4. São Paulo. *Atas...* São Paulo, SBG. p.463-472.
- COIMBRA, A.M.; RICCOMINI, C.; MELO, M.S. 1983. A Formação Itaquaquecetuba: evidências de tectonismo no Quaternário paulista. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 4. São Paulo, 1983. *Atas...* São Paulo, SBG/NSP. P.253-266.
- COIMBRA, A.M.; GÓES, A.M.; HACHIRO, J.; SANT'ANNA, L.G.; HELLMEISTER, Jr., Z.; CABRAL Jr., M.; MORAES, M.C.; STEFANI, F.L.; VIEIRA, P.C. 1992b. Proposta de classificação integrada de rochas sedimentares clásticas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, São Paulo, 1992. *Boletim de Resumos Expandidos*. São Paulo, SBG. v.2, p.419-421.
- HANCOCK, P.L. & ENGELDER, T. 1989. Neotectonic Joints. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 101(1): 1.197-1.208.
- JUNQUEIRA, C.B. 1969. Camadas Cruzadas de Areias, Gravas e Cascalhos Fluviais do Vale do Pinheiros ("campus" da Cidade Universitária). *Boletim do Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo (Série Geomorfologia)*, 10:7-9.
- POLLARD, D.D. & AYDIN, A. 1988. Progress in understanding jointing over the past century. *Geol. Soc. Am. Bull.* 100: 1181-1204
- RICCOMINI, C.; APPI, C.J.; FREITAS, E.L.; ARAI, M. 1987. Tectônica e Sedimentação no Sistema de Rifts Continentais da Serra do Mar (Bacias de Volta Redonda, Resende, Taubaté e São Paulo). I SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA. Rio de Janeiro. P.253-298.
- RICCOMINI, C. 1989. *O Rift Continental do Sudeste do Brasil*. Tese de doutoramento apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. São Paulo. 265p.
- RICCOMINI, C. & COIMBRA, A.M. 1992. Geologia da Bacia Sedimentar. In: NEGRO Jr, A.; FERREIRA, A.A.; ALONSO, U.R.; LUZ, P.A.C. (eds) *Solos da Cidade de São Paulo*. São Paulo, ABMS/ABEF. P.37-94.

MELO, M.S. 1984. Géologie du bassin de Resende et contribution à l'évolution du système de Rift du SE du Brésil. *Rapport de DEA, Université d'Aix - Marseille I et II*. Marseille. 62p.

MELO, M.S.; VINCENS, A.; TUCHOLKA, P. 1985a Contribuição à cronologia da Formação Itaquaquecetuba - SP. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. Rio de Janeiro. v.57, p.175-181.

MELO, M.S.; CAETANO, S.L.V.; COIMBRA, A.M. 1986. Tectônica e sedimentação na área das bacias de São Paulo e Taubaté. *XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*. Goiânia. v.1, p.321-336.

MIALL, A . D. 1977 A review of the braided-river depositional environment. *Earth-Sci. Ver.*, 13: 1-62.

MIALL, A . D. 1978. Lithofacies types and vertical profile models in braided river deposits: a summary. In: MIALL, A. D. (eds) *Fluvial Sedimentology*. Calgary, CANADIAN SOCIETY OF PETROLEUM GEOLOGISTS, p.597-604 (Canadian Society of Petroleum Geologists Memoir, 5).

MIALL, A . D. 1992. Alluvial deposits. In: WALKER, R.G & JAMES, N. P. (eds) *Facies Model: Response to Sea Level Change*. Ontario, GEOLOGICAL ASSOCIATION OF CANADA. P.119-142

SUGUIO, K. 1971. Estudos dos Troncos de Árvores "Linhificados" dos Aluviões Antigos do Rio Pinheiros (São Paulo), Significado Geocronológico e Possivelmente Paleoclimático. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25. São Paulo, 1971. *Anais...* São Paulo, SBG. v.1, p.63-65.

SUGUIO, K. & TAKAHASHI, L.I. 1970. Estudo dos Aluviões Antigos dos Rios Pinheiros e Tietê, São Paulo, S.P.. *Anais da Academia Brasileira de ciências*, 42:555-570.

SUGUIO, K.; COIMBRA, A.M.; MARTINS, C.; BARCELOS, J.H.; GUARDADO, L.R.; RAMPAZZO, L. 1971. Novos dados sedimentológicos dos aluviões antigos do Rio Pinheiros (São Paulo) e seus significados na interpretação do ambiente deposicional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25, São Paulo, 1971. *Anais:* São Paulo, SBG. v.2, p.219-225

SUGUIO K. & MUSSA, D. 1978. Madeiras fósseis dos Aluviões Antigos dos Rios Pinheiros e Tietê, São Paulo, SP. *Boletim do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (Série Científica)*, 9:25-45.

SUGUIO, K. 1980. Síntese dos conhecimentos sobre a sedimentação da Bacia de São Paulo. In: MESA REDONDA SOBRE ASPECTOS GEOLÓGICOS GEOTÉCNICOS DA BACIA SEDIMENTAR DE SÃO PAULO, São Paulo. *Publicação Especial*. São Paulo, ABGE/SBG, p.25-32.

## **ANEXO 1**

**Figura 1 - Localização da Área Estudada**

**Figura 2 - Mapa Geológico da Região Metropolitana de São Paulo**

**Figura 3 – Mapa de Localização das Seções Estudadas**

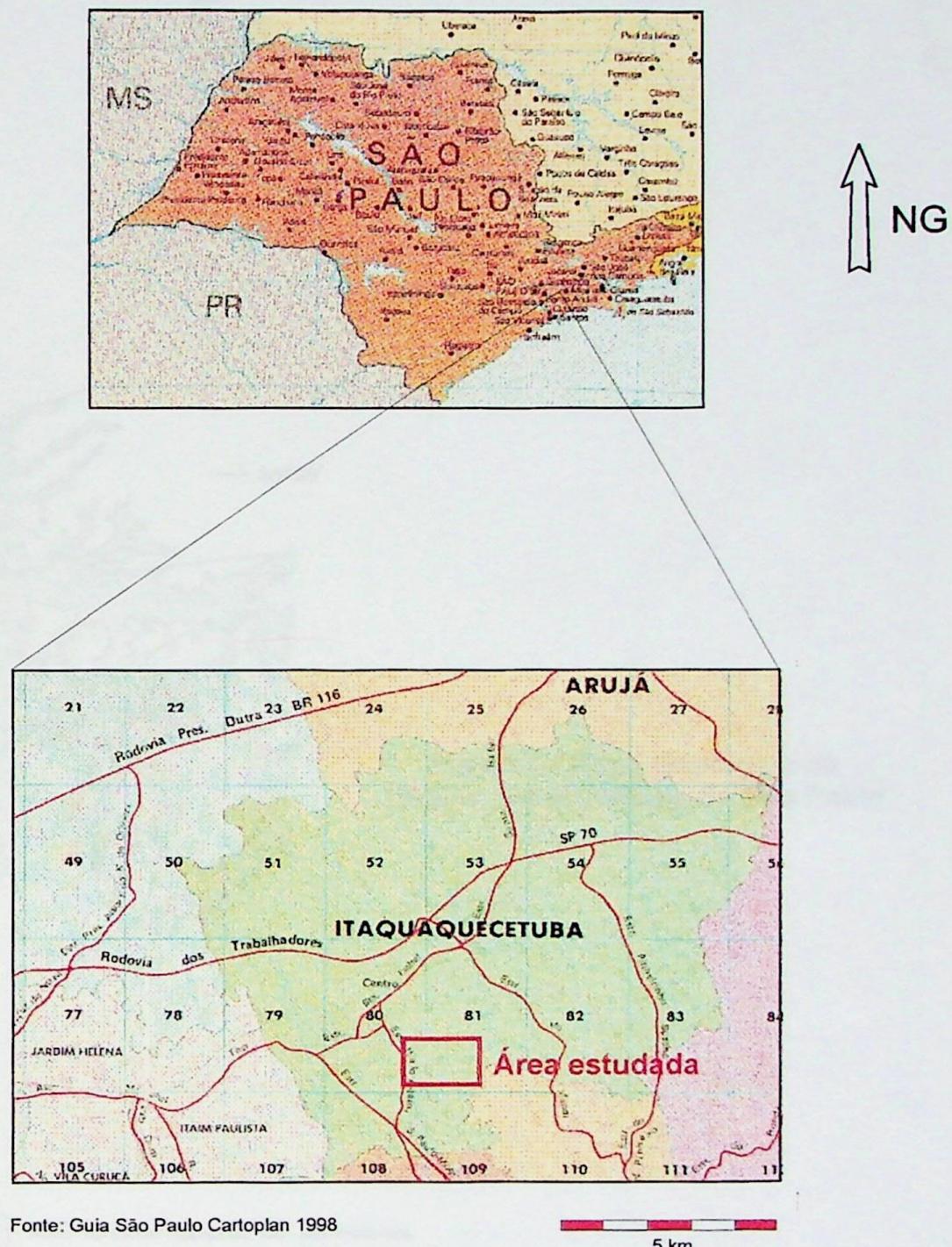


Figura1- Localização da Área Estudada

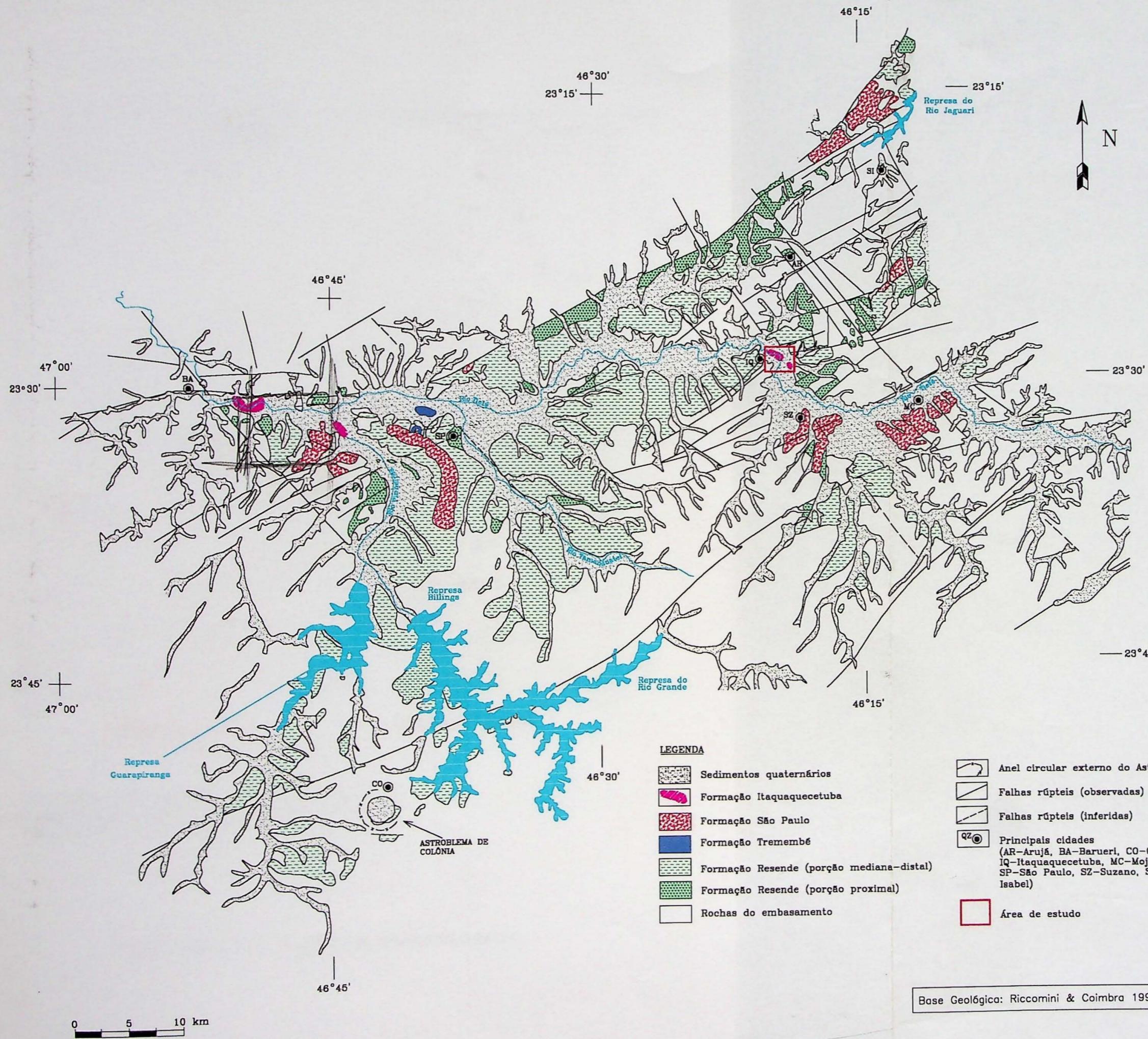
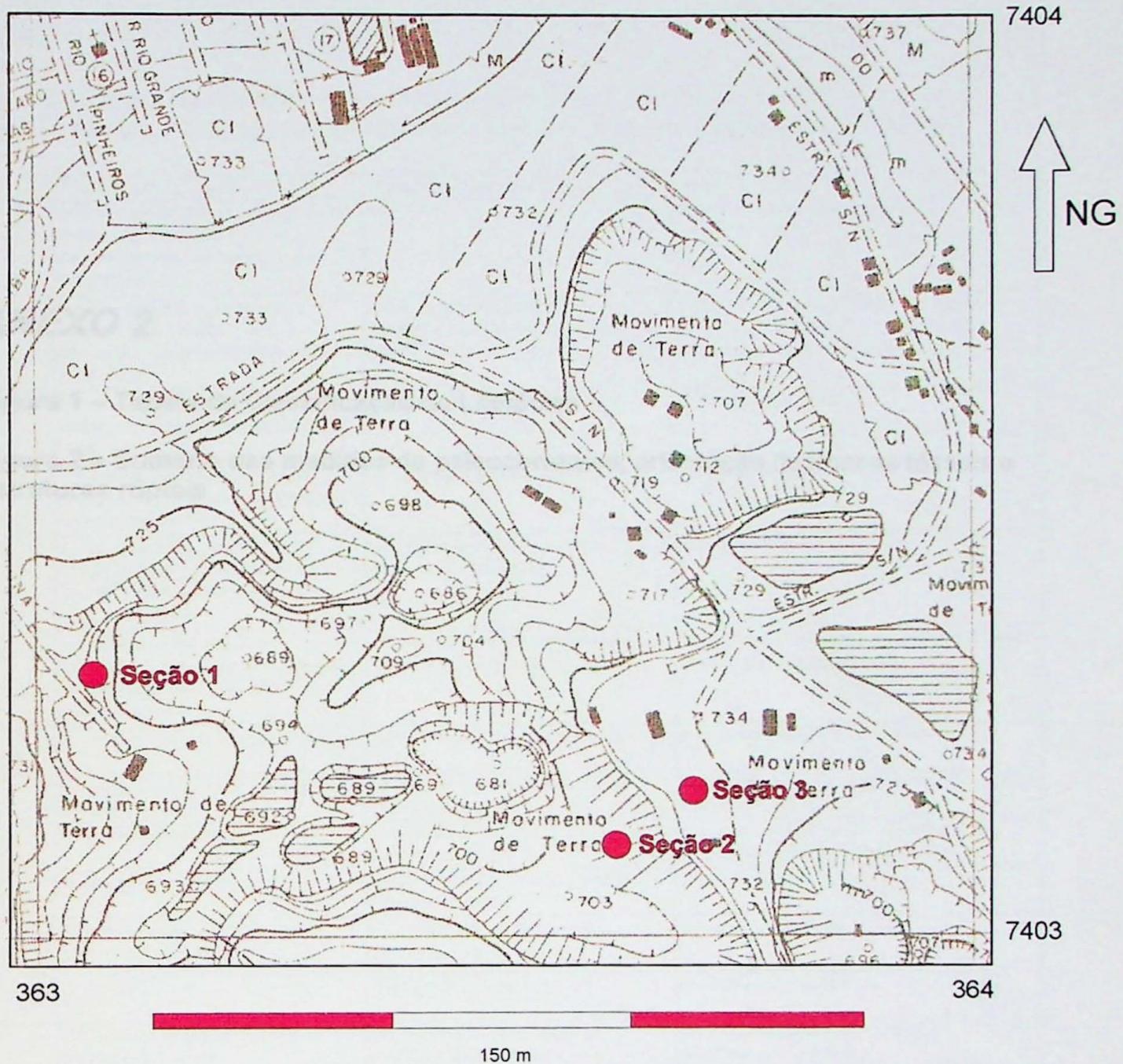


Figura 2- Mapa Geológico da Região Metropolitana de São Paulo



Fonte: EMPLASA, Sistema Cartográfico Metropolitano,  
escala 1:5000 (ampliado a partir da folha 1:2500)  
Folha 444-SF-23-Y-D-I-3-SE

Figura 3 Mapa de Localização das Seções Estudadas

## **ANEXO 2**

**Figura 1 – Tabela de Classificação de Litofácies**

**Figura 2 – Sumário das medidas de paleocorrentes, orientação de troncos fósseis e estruturas rúpteis**

**Figura 1 - Tabela de classificação de litofácies associadas a depósitos fluviais  
(adaptado de MIALL, 1978, com a classificação litológica segundo COIMBRA et al., 1992b)**

Litofácies	Classificação litológica	Estruturas sedimentares	Interpretação
<i>Gms</i>	OAAS, ortoconglomerados arenosos (areia sustentados) e PLS, paraconglomerados (lama sustentados)	maciços	depósitos de fluxo de detritos
<i>Gm</i>	O, ortoconglomerados (clasto sustentados), OACS, ortoconglomerados arenosos (clasto sustentados)	maciços ou grosseiramente estratificados (acamamento horizontal, imbricação)	barras longitudinais, depósitos residuais de canais (lag), depósitos de peneiramento (estrutura gradacional inversa)
<i>Gt</i>	AC, arenitos conglomeráticos e OAAS, ortoconglomerados arenosos (areia sustentados)	estratificação cruzada acanalada	preenchimento de canais
<i>Gp</i>	AC, arenitos conglomeráticos e OAAS, ortoconglomerados arenosos (areia sustentados)	estratificação cruzada planar	barras linguóides
<i>St</i>	A, arenitos, a AC, arenitos conglomeráticos (areia média a muito grossa, podendo conter grânulos e pequenos seixos	estratificações cruzadas acanaladas isoladas ou agrupadas	dunas (regime de fluxo inferior)
<i>Sp</i>	A, arenitos, a AC, arenitos conglomeráticos (areia média a muito grossa, podendo conter grânulos e pequenos seixos	estratificações cruzadas planares isoladas ou agrupadas	barras linguóides transversais e ondas-de-areia (regime de fluxo inferior)
<i>Sr</i>	A, arenitos (areia muito fina a grossa)	marcas onduladas de todos os tipos	ondulações (regime de fluxo inferior)
<i>Sh</i>	A, arenitos (areia muito fina a grossa, podendo conter grânulos)	laminação horizontal, lineação de partição ou de fluxo	fluxo acamado planar (regimes de fluxo superior e inferior)
<i>Sl</i>	A, arenitos (areia fina)	estratificação cruzada de baixo ângulo (menor que 10 graus)	preenchimento de sulcos, rompimento de diques marginais (pestanas), antidunas
<i>Se</i>	A, arenitos com intraclastos	sulcos erosivos com estratificação cruzada incipiente	preenchimento de sulcos
<i>Ss</i>	A, arenitos (areia fina a grossa, podendo conter grânulos)	sulcos amplos e rasos incluindo estratificações cruzadas tipo //	preenchimento de sulcos
<i>Sse, She e Spe</i>	A, arenitos	análogos a <i>Ss</i> , <i>Sh</i> e <i>Sp</i>	depósitos eólicos
<i>Fl</i>	AP, arenitos pelíticos, PA, pelitos arenosos e P, pelitos	laminação fina, ondulações de amplitude muito pequena	depósitos de transbordamento ou de decantação de enchentes
<i>Fsc</i>	P, pelitos	laminada a maciça	depósitos de áreas pantanosas ou planicie de inundação
<i>Fct</i>	P, pelitos, localmente com moluscos de água doce	maciça	depósitos de pântanos alagadiços
<i>Fm</i>	P, pelitos	maciça com gretas de contração (ressecção)	depósitos de transbordamento
<i>Fr</i>	P, pelitos	marcas de raízes	camadas pelíticas subjacentes a camadas de carvão
<i>C</i>	carvão, pelitos carbonosos	restos vegetais, filmes de lama	depósitos de pântanos
<i>P</i>	carbonatos (calcretes)	feições pedogenéticas	solos

Figura 2 – Sumário das medidas de paleocorrentes, orientação de troncos fósseis e estruturas rúpteis

Seção 1A								
Ponto	Rumo	Mergulho	Ponto	Rumo	Mergulho	Tronco	Rumo	Mergulho
1	200	35	14	280	24	1	115	5
2	190	38	15	210	15	2	135	2
3	210	18	16	205	20	3	70	30
4	190	22	17	300	15			
5	215	26	18	200	12			
6	215	25	19	290	15			
7	215	25	20	285	30			
8	275	45	21	310	15			
9	265	10	22	250	20			
10	210	18	23	280	15			
11	265	20	24	290	18			
12	210	25	25	310	15			
13	210	8	26	315	18			

Seção 1B								
Ponto	Rumo	Mergulho	Ponto	Rumo	Mergulho	Ponto	Rumo	Mergulho
1	330	15	14	240	18	27	280	18
2	5	15	15	310	40	28	335	15
3	345	20	16	310	20	29	310	10
4	350	8	17	210	25	30	305	22
5	330	30	18	230	32			
6	330	28	19	345	20	1	320	10
7	355	12	20	235	20	2	170	8
8	290	15	21	185	30	3	75	8
9	280	5	22	185	28	4	270	5
10	240	20	23	255	25	5	10	9
11	310	22	24	255	22	6	10	8
12	240	25	25	190	35	7	180	8
13	250	30	26	280	30	8	255	4

Seção 2A			Seção 2B		
Ponto	Rumo	Mergulho	Ponto	Rumo	Mergulho
1	35	15	1	245	35
2	280	30	2	270	35
3	285	35	3	290	28
4	315	35	4	295	30
5	305	15	5	260	8
6	350	28	6	260	22
7	275	34	7	252	20
8	330	30	8	262	5
9	320	35	9	264	8
10	5	28	10	280	20

Seção 3A						Seção 3B		
Ponto	Rumo	Mergulho	Ponto	Rumo	Mergulho	Ponto	Rumo	Mergulho
1	320	32	10	30	8	1	40	31
2	10	13	11	30	20	2	60	26
3	30	25	12	325	10	3	30	23
4	25	16	13	45	20	4	15	20
5	25	18	14	10	26	5	20	18
6	205	16	15	30	10	6	40	12
7	350	10	16	245	24	7	345	28
8	55	30	17	190	10	8	350	35
9	25	30						

**Figura 2 – Sumário das medidas de paleocorrentes,  
orientação de troncos fósseis e estruturas rúpteis (conclusão)**

Juntas do Emasamento				Juntas do Sedimento				Falhas normais	
Rumo	Mergulho	Rumo	Mergulho	Rumo	Mergulho	Rumo	Mergulho	Rumo	Mergulho
270	75	252	61	111	84	73	71	325	75
264	66	62	82	113	78	13	84	325	50
276	72	61	76	115	83	18	78	140	72
266	85	62	82	107	80	19	85	360	70
258	88	67	72	113	82	15	88	360	72
277	63	53	70	117	82			340	80
265	80	64	85	119	78				
271	75	62	80	122	80				
270	75	57	78	74	85				
268	78	60	75	70	72				
257	58	65	74	87	87				
263	57	54	76	82	75				
261	58	92	87	88	73				
255	60			89	70				

## **ANEXO 3**

**Figura 1 – Seção 1A**

**Figura 2 – Seção 1B**

**Figura 3 – Seção 2A**

**Figura 4 - Seção 1B**

**Figura 5 – Seção 3A**

**Figura 6 - Seção 1B**

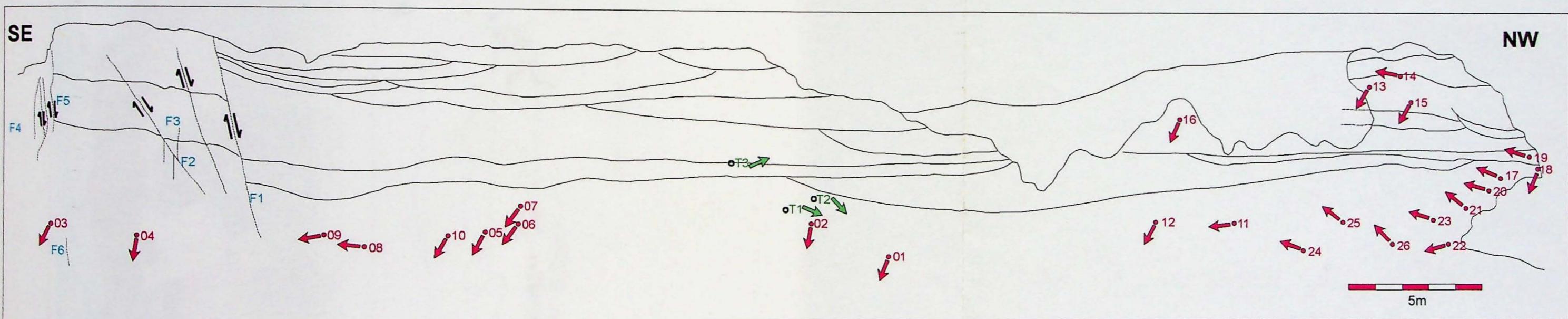
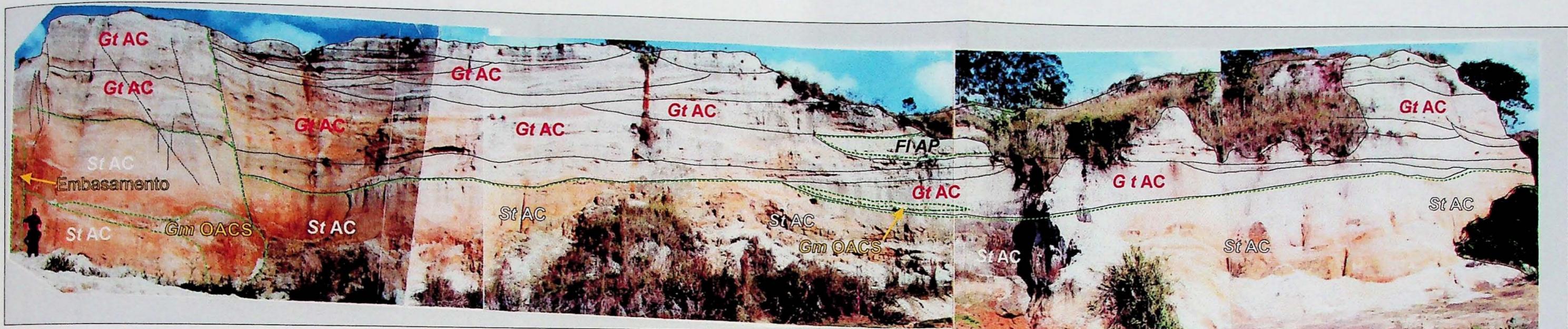
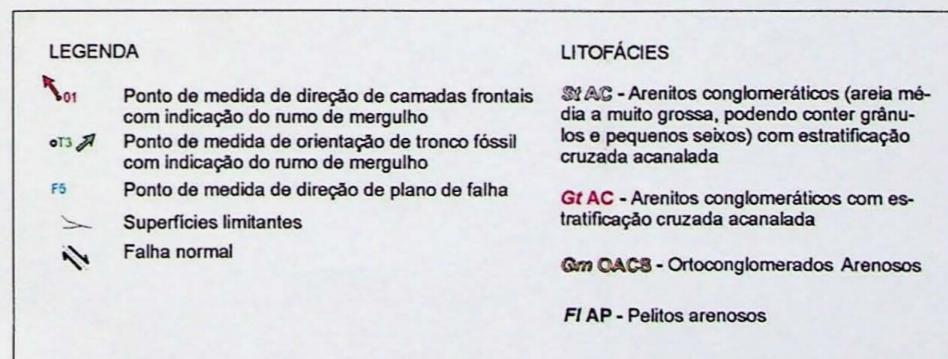


Figura 1- Seção I-A



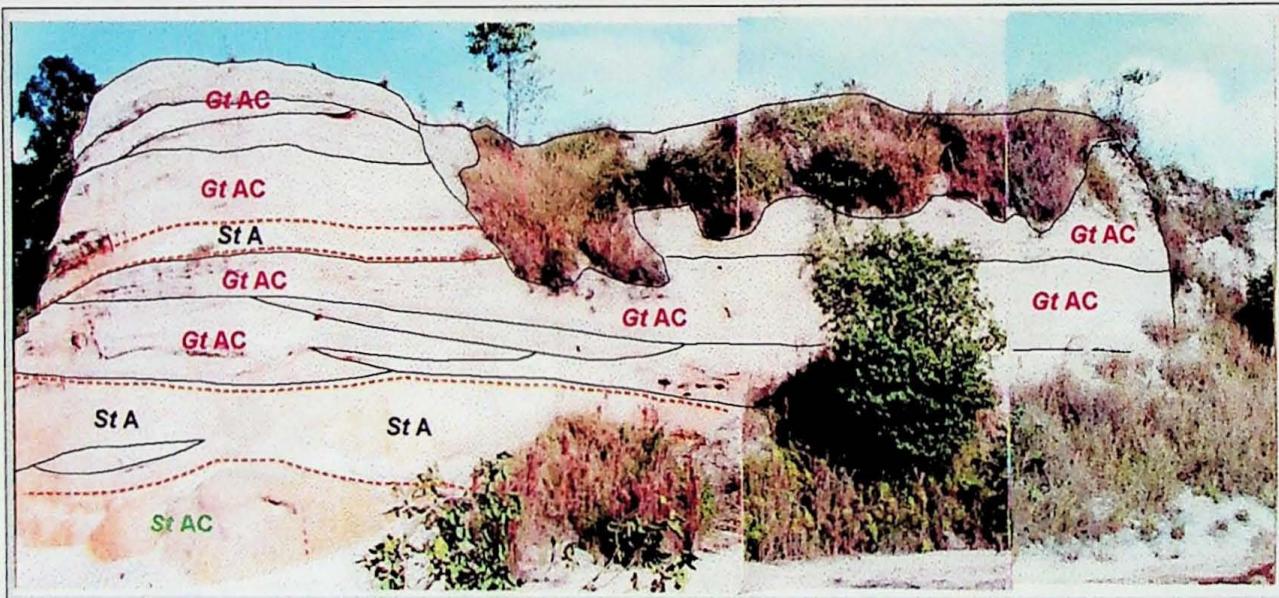
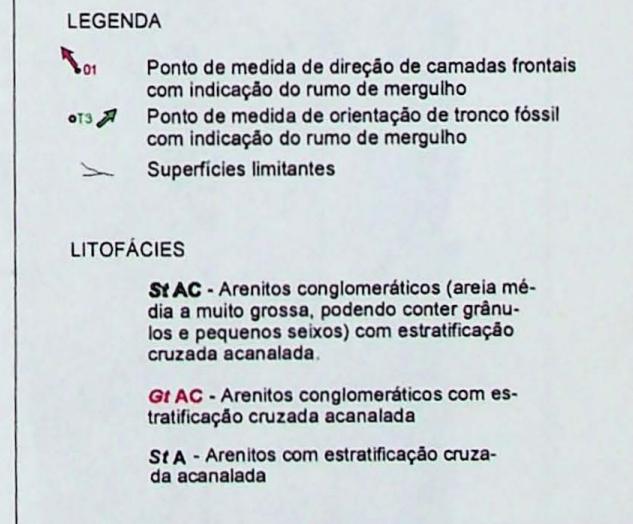
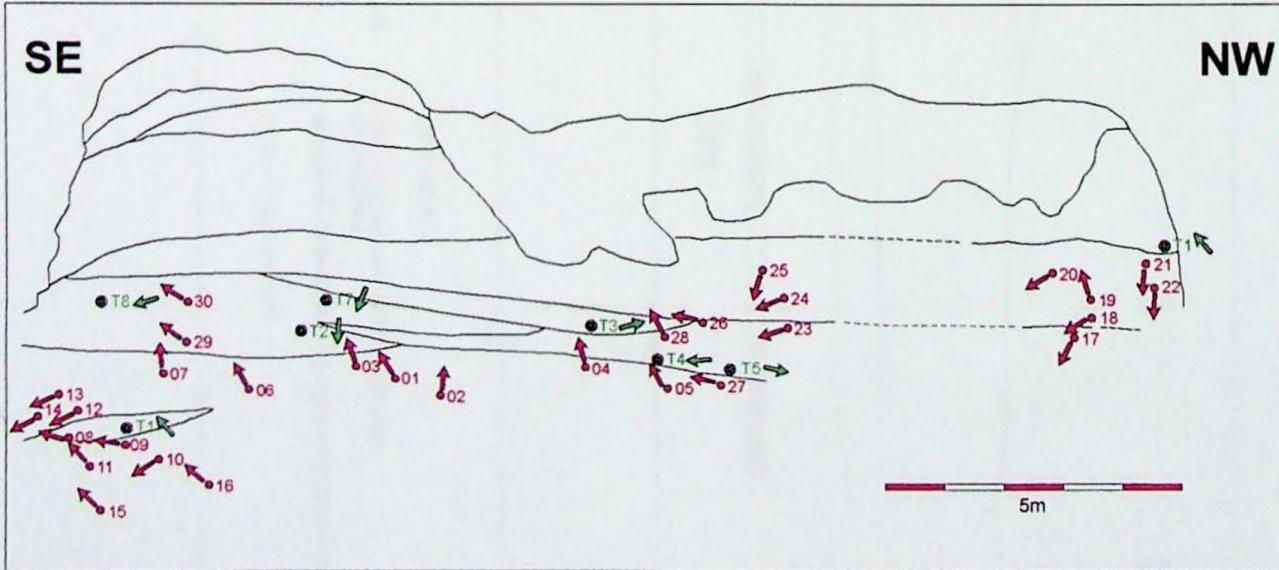


Figura 2- Seção I-B



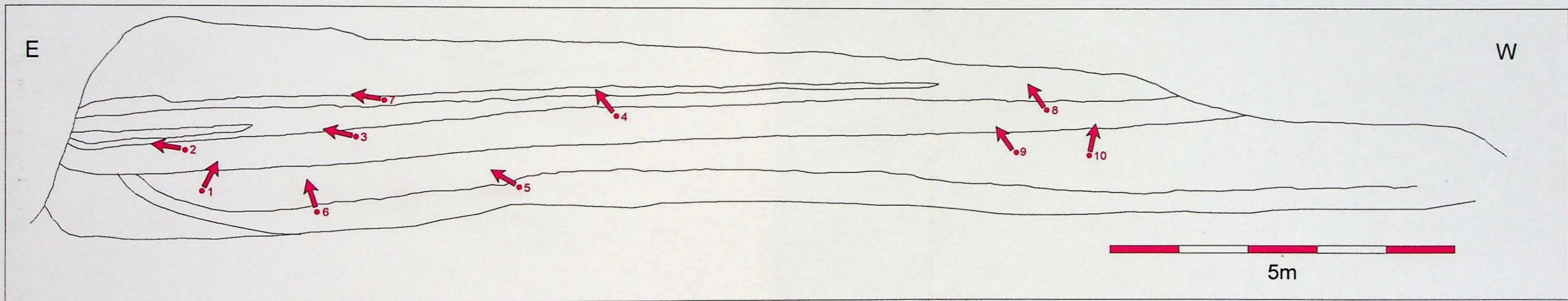
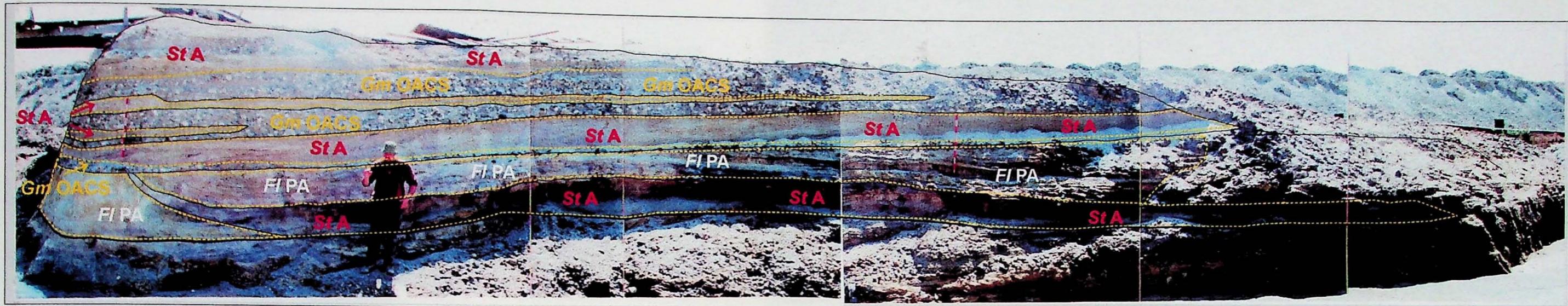


Figura 3 - Seção 2A

LEGENDA		LITOFAÍCIES
01	Ponto de medida de direção de camadas frontais com indicação do rumo de mergulho	<b>St A</b> - Arenitos com estratificação cruzada acanalada
	Superfícies limitantes	<b>Gm OACS</b> - Ortoconglomerados arenosos (areia sustentados)
		<b>FIPA</b> - Pelitos arenosos



Figura 4 - Seção 2B

LEGENDA

- 01 Ponto de medida de direção de camadas frontais com indicação do rumo de mergulho
- Superfícies limitantes

LITOFAÍCIES

- St A - Arenitos com estratificação cruzada acanalada
- Gm OACS - Ortoconglomerados arenosos (areia sustentados)
- FI AP - Arenitos pelíticos
- Gt AC - Arenitos conglomeráticos com estratificação cruzada acanalada
- Sp A - Arenitos com estratificação cruzada planar

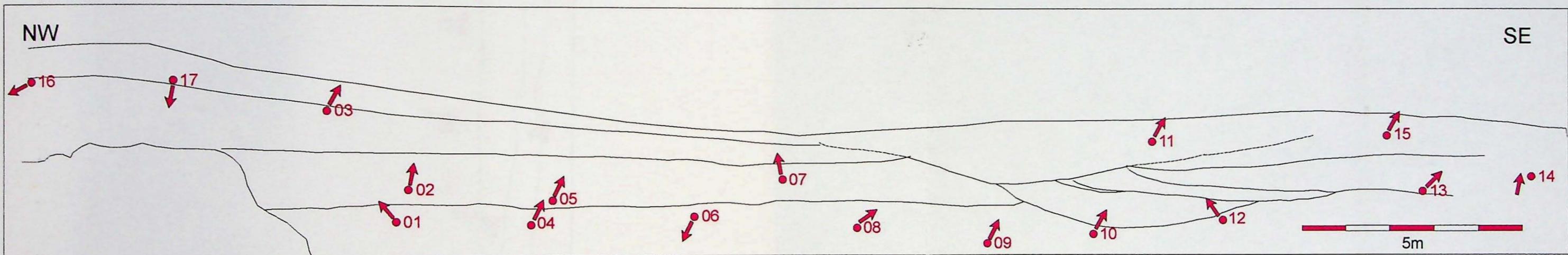
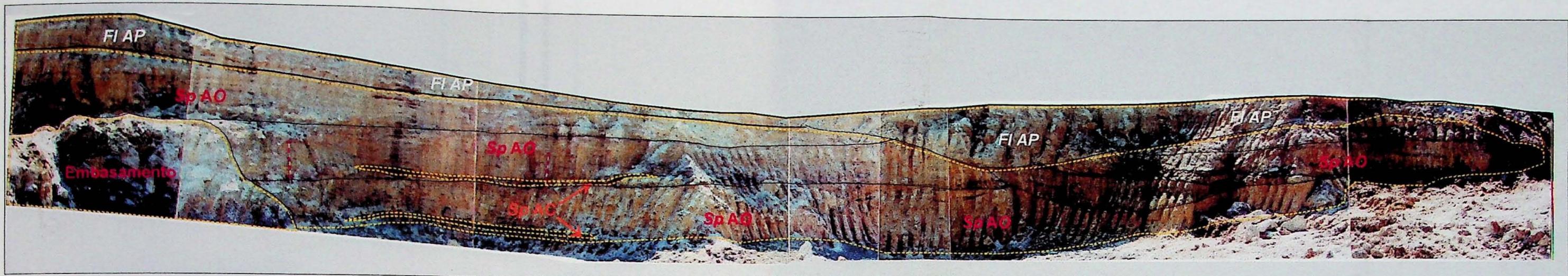


Figura 5 - Seção 3A

LEGENDA		LITOFAÇÕES
01	Ponto de medida de direção de camadas frontais com indicação do rumo de mergulho	FI AP - Arenitos pelíticos
	Superfícies limitantes	Sp AO - Arenito com estratificação cruzada planar
		Sp AC - Arenitos conglomeráticos com estratificação cruzada planar

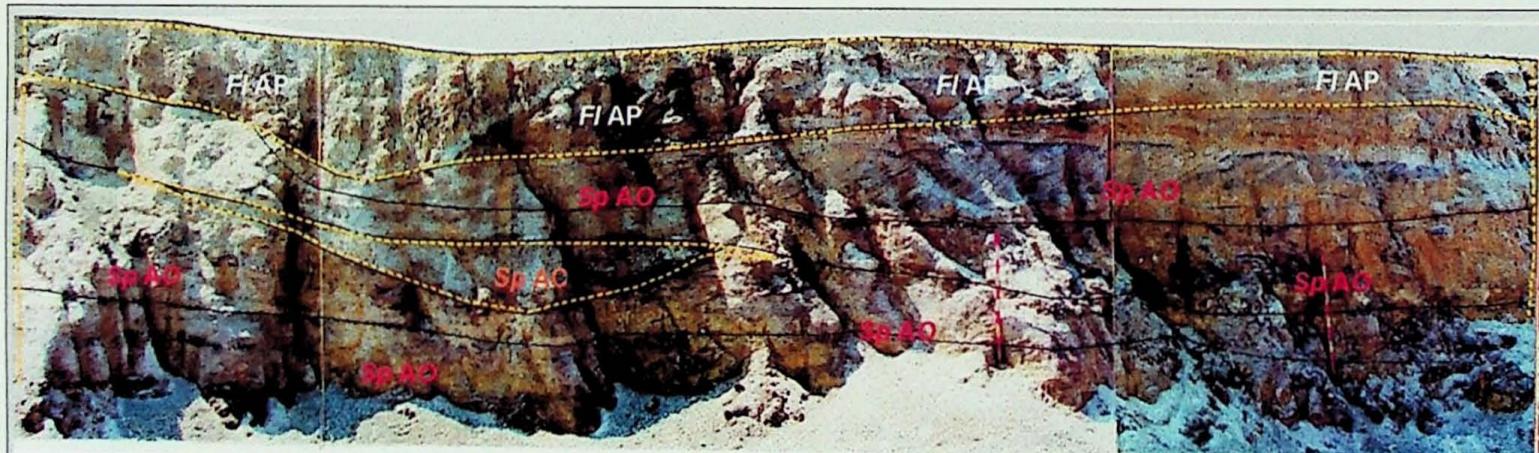


Figura 6 - Seção 3B

