

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**ORIGEM DE DEPÓSITOS DE QUEDA DE CINZA
VULCÂNICA NO NEOPALEOZÓICO DA BACIA DO
PARANÁ**

Onicélia de Cássia Ribeiro da Rosa

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Rocha-Campos

**MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-2006/39)**

**SÃO PAULO
2006**

**TF
R788
OCR.o**

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**Gênese de depósitos de queda de cinza vulcânica no
Neopaleozóico da Bacia do Paraná**

Onicelia de Cássia Ribeiro Rosa

Monografia de Trabalho de Formatura



Banca Examinadora

Prof. Dr. Antonio Carlos Rocha Campos

Prof. Dr. Sérgio Luis Fabris de Matos

Prof. Dr. Gianna Maria Garda

São Paulo

2006

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

DEDALUS - Acervo - IGC



30900024417

**ORIGEM DE DEPÓSITOS DE QUEDA DE CINZA VULCÂNICA NO
NEOPALEOZÓICO DA BACIA DO PARANÁ**

Onicélia de Cássia Ribeiro da Rosa



Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Rocha-Campos

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-2006/39)

SÃO PAULO
2006

SUMÁRIO

ÍNDICE DE FIGURAS.....	i
ÍNDICE DE TABELAS.....	iii
ÍNDICE DE QUADROS.....	iii
AGRADECIMENTOS.....	iv
RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii

1. Introdução	1
2. Objetivos	3
3. Localização das áreas de estudo	3
4. Materiais e Métodos	4
4.2 Trabalhos de campo.....	5
4.2 Atividades de Laboratório.....	5
5. Atividades realizadas	7
6. Depósitos de queda de cinza vulcânica.....	8
7. Depósitos de queda de cinza vulcânica na Bacia do Paraná.....	10
7.1 Trabalhos anteriores.....	10
8. Contexto estratigráfico local	12
8.2 Grupo Itararé (Carbonífero).....	12
8.2 Formação Rio do Rasto (Permiano)	14
9. Resultados Obtidos	15
9.1 Atividades de campo	15
9.1.2 Grupo Itararé	15
9.1.2 Formação Rio do Rasto	17
9.2 Análises laboratoriais	21
9.2.1 Análises granulométricas.....	21
9.2.2 Petrografia	22
9.2.4 Difração de Raios-X.....	26
9.2.4 Fluorescência de Raios-X.....	26
9.2.5 Microscopia eletrônica de Varredura (MEV).....	28
10. Conclusões	30
11. Referências Bibliográficas	32

ANEXO I – TABELAS DE DADOS DE ANÁLISES GRANULOMÉTRICAS

ANEXO II – HISTOGRAMAS DE DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA

ANEXO III – DIFRATOGRAMAS DAS AMOSTRAS

ÍNDICE DE FIGURAS

1. Mapa geológico da Bacia do Paraná com as áreas de estudos.	4
2. Localização das amostras na seqüência Permo-Carbonífera da Bacia do Paraná.	4
3 (A,B,C). Modelo de confecção de seção polida.	7
4. Distância de transporte de tefra <i>versus</i> tamanho dos grãos.	9
5. Distribuição geográfica de cinzas da erupção do vulcão Quizapu (1932).	10
6. Mapa geológico das associações litológicas do Grupo Itararé.	14
7. Afloramento na Cerâmica Navarro - Grupo Itararé, Itu, SP.	17
8. Detalhe da camada de intercalação com contribuição vulcanoclástica, Grupo Itararé, Itu, SP.	17
9. Siltito em contato com a camada de bentonita, Formação Rio do Rasto, Aceguá, RS.	19
10. Argilito em contato com a camada de bentonita, Formação Rio do Rasto, Aceguá, RS.	19
11. Arenito com carbonato e argilito com lentes de arenito, Formação Rio do Rasto, Aceguá, RS.	19
12. Siltito argiloso com bioturbações.	20
13. Arenito com estratificação.	20
14. Camada de bentonita.	20
15. Seção polida, amostra ORICN-1, Grupo Itararé, Itu SP.	24
16. Contato transiicional da camada com contribuição vulcanoclástica e o argilito, Grupo Itararé, Itu (SP).	24
17 (A, B). Intraclastos no argilito, Grupo Itararé, Itu (SP).	25
18. Laminação milimétrica no material de contribuição vulcanoclástica, Grupo Itararé, Itu (SP)	25
19. Seção polida, Formação Rio do Rasto, Aceguá (RS)	25

20. Diagrama de filiação magmática das amostras do Grupo Itararé, Itu SP e Formação Rio do Rasto (RS)	28
21. Imagem MEV – CCV Grupo Itararé	29
22. Imagem MEV – Cristais de zeólita na CCv do Grupo Itararé	29
23. Imagem MEV – Encaixante superior Grupo Itararé	29
24. Imagem MEV – Encaixante inferior Formação Rio do Rasto	29
25. Imagem MEV – CCV Formação Rio do Rasto	29
26. Imagem MEV – Encaixante superior Formação Rio do Rasto	29
27. Variação e comparação de cristais de zircão e <i>glass shard</i> de rochas neopaleozóicas da Bacia do Paraná	31
AIII.1 – Difrátograma de rocha total, amostra OR\CN-1	X
AIII.2 – Difrátograma de rocha total, amostra OR\CN-1(S)	X
AIII.3 – Difrátograma de rocha total, amostra OR\AC-1	XI
AIII.4 – Difrátograma de rocha total, amostra OR\AC-1(S)	XI
AIII.5 – Difrátograma de rocha total, amostra OR\AC-1(I)	XII
AIII.6 – Difrátograma da fração argila, amostra OR\CN-1(S)	XIII
AIII.7 – Difrátograma da fração argila, amostra OR\AC-1	XIII
AIII.8 – Difrátograma da fração argila, amostra OR\AC-1(S)	IX
AIII.9 – Difrátograma da fração argila, amostra OR\AC-1(I)	IX

ÍNDICE DE TABELAS

1. Resultados das análises granulométricas em proporção de massa (resumido).	21
2. Parâmetros estatísticos na distribuição granulométrica.	21
3. Escala Granulométrica	22
4. Resultados as análises de fluorescência de Raios-X	27
AI.1 – Resultados da análise granulométrica, amostra OR\CN-1	I
AI.2 – Resultados da análise granulométrica, amostra OR\CN-1(S)	II
AI.3 – Resultados da análise granulométrica, amostra OR\AC-1	III
AI.4 – Resultados da análise granulométrica, amostra OR\AC-1(S)	IV
AI.5 – Resultados da análise granulométrica, amostra OR\AC-1(I)	V
AI.6 – Resultados da análise granulométrica, amostra OR\AC-3	VI

ÍNDICE DE QUADROS

1- Cronograma das atividades realizadas	8
A II.1 – Histograma, amostra OR\CN-1	VII
A II.2 – Histograma, amostra OR\CN-1(S)	VII
A II.3 – Histograma, amostra OR\AC-1	VIII
A II.4 – Histograma, amostra OR\AC-1(S)	VIII
A II.5 – Histograma, amostra OR\AC-1(I)	IX
A II.5 – Histograma, amostra OR\AC-3	IX

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar a oportunidade de estudar esta ciência tão complexa que é a geologia.

Aos meus pais José e Zélia, por todo amor, amizade, apoio e principalmente por me ensinarem que vale a pena lutar por um sonho.

As minhas irmãs Otília (sem você não estaria aqui), Ortêmia (suas palavras de incentivo sempre me ajudaram) e Onicelma (por todos os e-mails, foram muitos em cinco anos com palavras de carinho e apoio), e principalmente pela amizade e confiança que vocês me dedicaram. Ao meu sobrinho João Gabriel, por sua presença marcante em minha vida e meu cunhado Josianderson (Dôca).

Aos meus padrinhos Luís e Magali, que sempre estiverem ao meu lado em todos os momentos. Luis Gustavo e Mateus meus irmãos adotivos.

Ao Prof. Dr. Antonio Carlos Rocha-Campos, por ser um excelente orientador sempre disposto a ensinar e ajudar. Agradeço pela confiança, pelas oportunidades que me ofereceu e principalmente pela paciência.

A Prof. Dra. Wânia Duleba, por seu incentivo, pela amizade e por ter me permitido utilizar o laboratório para realização de grande parte deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Paulo Roberto dos Santos (Paulinho), pela amizade e sua disposição em ajudar.

A todos os professores do Instituto de Geologia com os quais tive oportunidade de aprender e trabalhar.

A Rafaela (Rafa) e Silas por toda a amizade e por todos os momentos que passamos juntos em especial os engraçados (foram muitos). A Fernanda (Fê) pela amizade, pela ajuda nos trabalhos de campo e é claro pelas aventuras.

As meninas do laboratório de Micropaleontologia Juliana, Luciana e especialmente Andréia pela amizade e por sempre estar disposta a ajudar não só com atitudes, mas com palavras.

Aos amigos: Alexandre (Alê), Andrezza, Carlos (Assado), Débora, Fabrizzio, Itamar, Juliana Livi, Leonardo (Suga), Rosa, Sueli, Thiago (Nulo), Vanessa Faria, Weder (mineiro), Tereza Lee e Yuri, por todos os momentos e campos que passamos juntos.

A todos os funcionários do instituto que me ajudaram durante os anos de graduação e principalmente os funcionários dos laboratórios que ajudaram durante a realização deste trabalho: Laboratório de Sedimentologia (Elaine, Rodolfo e Vitor),

Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura (Isaac), Laboratório de Tratamento de Amostras (José Paulo), Laboratório de Microscopia Ótica (Angélica), Laboratório de Fluorescência de Raios-X (Paulo e Ricardo), Laboratório de Difração de Raios-X (Flávio), Laboratório de Laminação, Laboratório de Réplicas (Ivone e Alcina), Verônica, Samuel (Samuca), Marcos e Luceir. Agradeço também aos funcionários da gráfica e aos motoristas principalmente Antonio e Angelito que me acompanharam nos trabalhos de campo.

A ERM do Brasil pela oportunidade de trabalho a mim oferecida, e aos novos amigos que fiz: Patrícia Paoli, Sandra Satin, Marcelo Germani, Luís Henrique e Fabíola Rossato.

Enfim, agradeço todos que de alguma forma estiveram presentes no decorrer destes anos e peço desculpa se esqueci de alguém (o que é muito provável).

Valeu!!!!

RESUMO

O estudo detalhado de duas ocorrências de camadas do tipo CCV (camada com mais de 25% de componentes vulcanoclásticos) intercaladas em rochas do neopaleozóico da Bacia do Paraná, Grupo Itararé (parte basal) e topo da Formação Rio do Rasto, localizadas respectivamente na porção norte e sul da Bacia da Paraná, permitiu comparar os processos de acumulação de tefra em ambientes subaquáticos distintos, marinho de águas calmas e profundas no Grupo Itararé, e lacustre, de águas relativamente rasas, com forte influência fluvial na Formação Rio do Rasto.

Análise estratigráfica e sedimentológica permitiram estabelecer os paleoambientes deposicionais das ocorrências e constatar que, a despeito do aspecto brusco dos contatos inferior e superior das camadas de queda de cinza vulcânica, materiais vulcânicos podem ser reconhecidos pouco acima e abaixo dos seus contatos inferior e superior com a rochas locais. Esta situação revela certo grau de transição de processos provavelmente relacionados com a dinâmica das explosões vulcânicas que produziram tefra. Os dados indicam ainda que a deposição de materiais vulcanoclásticos foi possivelmente controlada por correntes densas verticais, e possível intervenção de correntes de fundo muito diluídas no Grupo Itararé e por correntes densas verticais na Formação Rio do Rasto.

As plumas vulcânicas de tefra documentadas pelas CCVs eram compostas principalmente por gases, vidros vulcânicos e minerais, como zircão euédricos sem sinais de retrabalhamento encontrados nas amostras estudadas.

Dados geoquímicos indicam filiação magmática riodacito/traquiandesítica para a camada de tefra do Grupo Itararé e andesítica para a camada de tefra da Formação Rio do Rasto. Estes tipos de magmatismos estão associados a arcos de ilha e margens continentais ativas.

A diferença das espessuras das camadas estudadas, Grupo Itararé (4-10cm), Formação Rio do Rasto (30-40cm), podem ser indicadoras de variação na intensidade de eventos vulcânicos e possivelmente diferentes distâncias da área fonte.

ABSTRACT

The study of two examples of ash fall beds intercalated in late Paleozoic rocks of the Itararé Group, and Rio do Rasto Formation, respectively in northern and southern Paraná Basin, allowed identification of evidences on processes related to the accumulation of tephra in subaquatic paleoenvironment, correspondent, respectively to relatively deep marine and lacustrine/fluviatile settings.

Stratigraphic and sedimentological features of the beds and their enveloping lithologies point to a gradual increase in the volume of tephra deposited both before and after the arrival and deposition of the main plume of tephra. The data indicated also that deposition of the volcanoclastic materials in the subaquatic settings involved the action of vertical dense currents and settling of particles.

The plume of tephra that reached the Paraná Basin was mostly made up of volcanic glass and minerals, such as zircon as demonstrated by the finding of glass shards in the sedimentary rocks studied, as well as of primary euhedral zircon crystals. Size of tephra varied from 80 to 200 microns.

Geochemical data indicates a similar trachyandesitic to andesitic volcanic source area for the volcanoclastic material associated to an island arch tectonic setting.

1. Introdução

A identificação de materiais vulcanoclásticos ou tefra resultantes de queda de cinza vulcânica, sob a forma dispersa em diferentes litologias, ou concentrada em camadas ou lâminas intercaladas em rochas de unidades estratigráficas do Permo-Carbonífero da Bacia do Paraná (Formoso *et al.* 1972, Coutinho *et al.* 1982, 1991, Maynard *et al.* 1996, Formoso *et al.* 1999, Mizusaki *et al.* 1999, Matos 1999, Matos *et al.* 2000, 2001, Calarge *et al.* 2003, Coutinho & Hachiro 2005, Rocha-Campos *et al.* 2006) foi de grande importância geológica, inicialmente por revelar a ocorrência de longo episódio de intenso e repetitivo vulcanismo externo à bacia e contemporâneo à história de seu preenchimento sedimentar, durante o neopaleozóico.

Como notado por vários autores, depósitos de queda de cinza vulcânica freqüentemente constituem excelentes marcos crono-estratigráficos (ou camadas-guia), no geral de extensão regional, desse modo facilitando a correlação à longa distância.

A caracterização petrográfica e geoquímica desses depósitos permite identificar o tipo de magmatismo e ambiente tectônico da área fonte do vulcanismo, sendo eles, extremamente valiosos por conterem minerais primários passíveis de serem datados radiometricamente, como, sanidina e zircão (Roberts *et al.* 1995).

Algumas das aplicações acima citadas foram exploradas por vários autores, incluindo, principalmente, a identificação mineralógica da natureza vulcanoclástica e filiação petrogenética e geotectônica dos depósitos, por meio de análises petrográfica (Coutinho *et al.* 1982, 1991, Coutinho & Hachiro 2005), de difração e fluorescência de raios-X (Formoso *et al.* 1972, Matos 1999, Matos *et al.* 2000, 2001, Calarge *et al.* 2003) e, mais restritamente, de estudo dos contextos estratigráfico e sedimentológico das ocorrências e datações geocronológicas pela U-Pb em cristais de zircão (Matos 1999, Matos *et al.* 2000). Com exceção dos trabalhos de Coutinho *et al.* 1982 as contribuições acima focalizaram localidades e unidades estratigráficas específicas da Bacia do Paraná.

Resultados do projeto Calibragem Geocronológica da Seqüência Neopaleozóica da Bacia do Paraná, divulgados por Rocha-Campos *et al.* (2004, 2006), no qual a autora participou ativamente, abordaram, de modo mais abrangente e sistemático, ocorrências de materiais vulcanoclástico do tipo concentrado e disperso, identificadas em afloramentos e em subsuperfície, de praticamente todas as unidades estratigráficas que compõem a seqüência neopaleozóica da Bacia do Paraná.

Embora voltado principalmente para obtenção de idades radiométricas dos depósitos pela técnica U-Pb SHRIMP em zircões, o projeto incluiu ainda o estudo detalhado da estratigrafia e sedimentologia dos locais de ocorrência, por meio de análises de fácies sedimentares e laboratoriais (e.g., petrografia e seções polidas). Uma característica notável de todas as ocorrências estudadas do neopaleozóico da Bacia do Paraná consistiu na sua

associação a paleoambientes sedimentares subaquáticos, predominantemente marinhos, de águas rasas a relativamente profundas.

Ampla pesquisa bibliográfica realizada sobre depósitos de tefra cenozóicos e atuais (e.g. *Mont Saint Helens*, Pinatubo, Quizapu), que pudessem servir de análogos aos da Bacia do Paraná revelou que, além de constituírem marcadores cronoestratigráficos, têm sido eles usados para inferir o tamanho e dinâmica de erupções individuais, com base em suas propriedades granulométricas, espessura e padrão de distribuição (Ninkowich *et al.* 1978).

Segundo a literatura, embora as características do transporte aéreo e deposição de tefra subaéreo sejam relativamente bem conhecidas, menos claros são os mecanismos relacionados à sua liberação nos oceanos. Desse modo, o conceito geralmente aceito de que partículas de tamanho de cinza (menores que 2 mm), predominante em camadas de tefra submarinho, após cruzarem a interface atmosfera-água, decantam-se segundo a lei de Stokes, não leva em conta o importante papel desempenhado por correntes densas verticais e correntes termo-halinas. O efeito de agregação de partículas por floculação ou causas biológicas, e sua influência sobre o fundo pela ação de correntes marinhas não devem também ser negligenciados (Manville & Wilson, 2004).

De modo geral, as informações de literatura sobre possíveis evidências indicativas da história deposicional da tefra marinha, não obstante, restringem-se a referências sobre espessura, continuidade lateral das camadas/lâminas e natureza de contatos com a(s) litologia(s) encaixante(s). Praticamente esta mesma situação repete-se na maioria dos estudos disponíveis sobre os depósitos de tefra intercalados na sucessão neopaleozóica da Bacia do Paraná (Matos 1999, Matos *et al.* 2000, 2001).

Tendo em vista o quadro acima, o presente projeto foi elaborado visando contribuir para o esclarecimento da gênese, do ponto de vista dos processos sedimentares envolvidos, de depósitos do tipo concentrado, subaquáticos de tefra, com base no estudo detalhado de dois exemplos da Bacia do Paraná, a saber: folhelho do Grupo Itararé, Itu (SP), argilito Formação Rio do Rasto, Aceguá (RS).

2. Objetivos

a) Caracterizar detalhadamente a estratigrafia regional e local, características físicas dos depósitos (espessura e extensão e variações destas, estruturas sedimentares, relações de contato, granulometria e litologia das rochas matrizes das intercalações) etc.

b) Com base nos elementos acima, interpretar mecanismos deposicionais envolvidos na formação das camadas/lâminas (e.g. decantação, correntes de densidade).

c) Interpretar os ambientes deposicionais em que as camadas/lâminas se formaram e as interações entre estas e mecanismos sedimentares próprios dos diferentes ambientes;

d) Analisar possíveis variações na intensidade dos eventos vulcânicos permo-carboníferos que deram origem aos depósitos brasileiros.

3. Localização das áreas de estudo

A seleção das amostras analisadas levou em consideração a distribuição estratigráfica e geográfica, correspondendo a formações, respectivamente da base e topo da Superseqüência permo-carbonífera (Fig. 1) e afloramentos localizados no norte e sul da Bacia do Paraná, a saber:

a) Folhelho inferior do Grupo Itararé situado na área de extração de argila da Cerâmica Navarro, em Itu, SP (Rocha-Campos *et al.* 2006).

b) Bentonita intercalada na Formação Rio do Rasto, Membro Morro Pelado, na rodovia BR-153 que liga as cidades de Bagé - Aceguá, RS (Calarge *et al.* 2003).

A localização estratigráfica regional das amostras é mostrada no quadro cronoestratigráfico do Paleozóico da Bacia do Paraná (Boreti de Almeida, 2005) (Fig. 2).

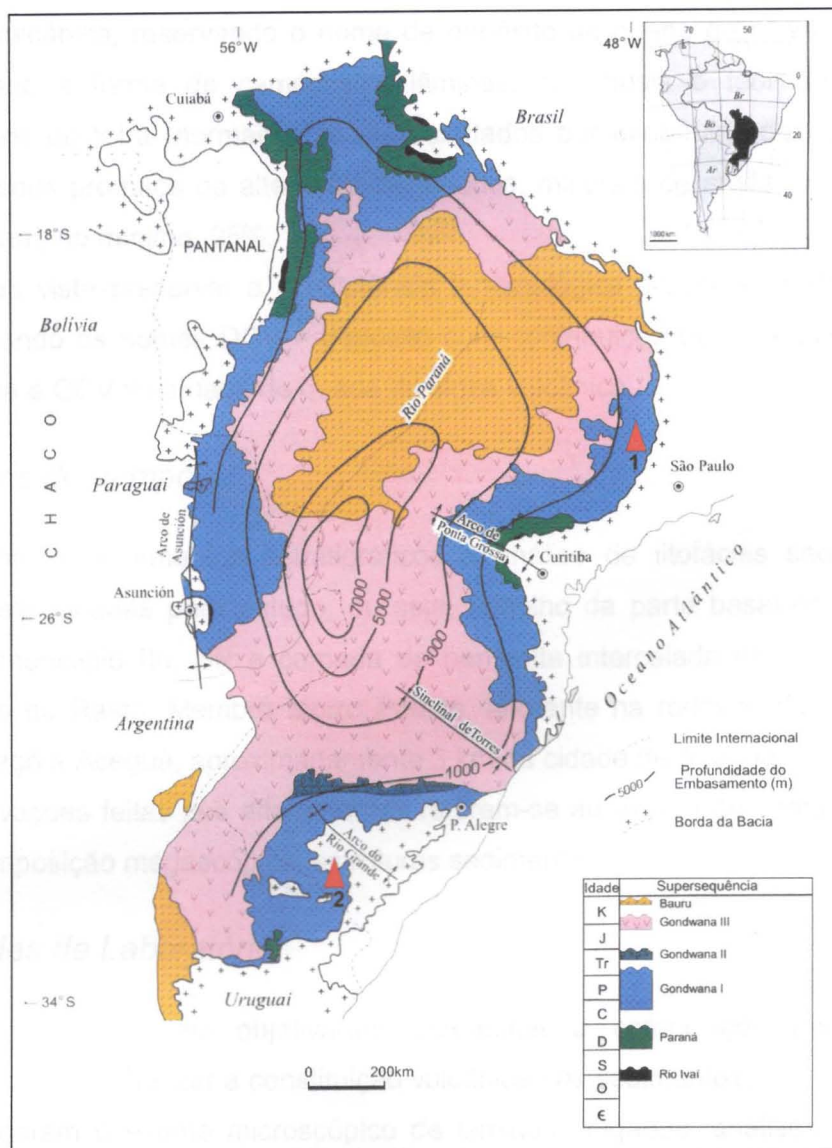


Fig. 1. Mapa geológico da Bacia do Paraná com as áreas de estudos: 1. Grupo Itararé, Itu, SP; 2. Formação Rio do Rasto, Aceguá, RS. Milani, 1997.

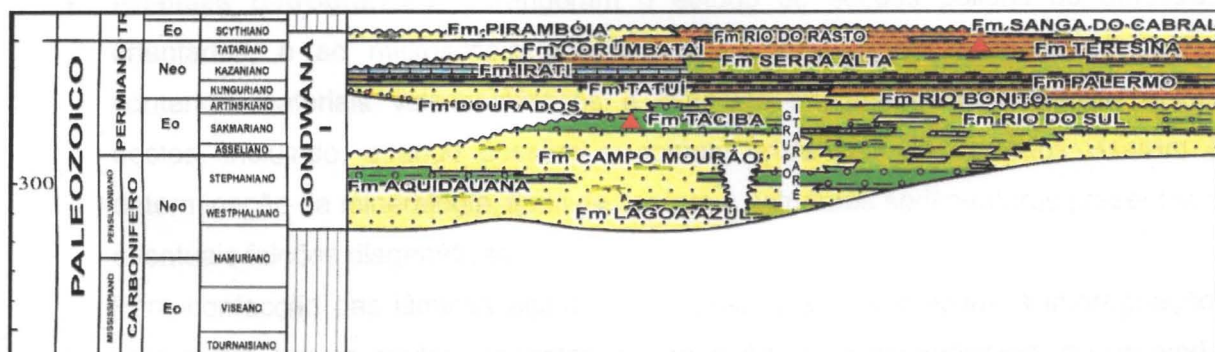


Fig. 2. Localização das amostras na sequência Permo-Carbonífera da Bacia do Paraná, modificado de Boreti de Almeida, 2005.

4. Materiais e Métodos

Coutinho & Hachiro (2005) propuseram denominar ocorrências de materiais de queda de cinza vulcânica (*ash fall*) dispersos em diferentes litologias, como depósitos com

contribuição vulcânica, reservando o nome de depósito de queda de cinza vulcânica para ocorrências sob a forma de camadas e lâminas, nas quais o teor de componentes vulcanoclásticos ou tefra (normalmente representados por esquímulas de vidro e minerais vulcânico ou seus produtos de alteração diagenética, minerais de argila, como bentonita e caulinita) atinjam, no mínimo, 25%.

Tendo em vista preservar a consistência terminológica propõe-se adotar os critérios acima, abreviando os nomes DCV = depósito com contribuição de materiais de queda de cinza vulcânica e CCV = camada de queda de cinza vulcânica.

4.1 Trabalhos de campo

Incluíram levantamentos estratigráficos e análise de litofácies sedimentares das localidades selecionadas para estudo, ou seja, folhelho da parte basal do Grupo Itararé, aflorante no município Itu, SP e camada de bentonita intercalada em siltitos/argilitos na Formação Rio do Rasto, Membro Morro Pelado, aflorante na rodovia BR-153 que liga as cidades de Bagé a Aceguá, aproximadamente 3 km da cidade de Aceguá.

Observações feitas nos afloramentos referem-se ao exame de contatos, espessura, extensão, composição megascópica, estruturas sedimentares.

4.2 Atividades de Laboratório

Análises laboratoriais objetivaram determinar a composição mineralógica das amostras visando caracterizar a constituição vulcânica dos sedimentos.

Abrangeram o exame microscópico de lâminas delgadas, análises de difração de raios-X e de fluorescência de raios-X, análises granulométricas e microscopia eletrônica de varredura.

- **Análises petrográficas:** abrangeram o estudo de seções polidas de amostras orientadas, e ao microscópio petrográfico de lâminas delgadas das camadas contendo materiais vulcanoclásticos e litologias imediatamente abaixo e acima destas, incluindo, quando possível o contato entre elas. Os estudos visaram à determinação da mineralogia, tipos de contato e estruturas sedimentares presentes e eventuais feições diagenéticas.

Para confecção das lâminas algumas amostras foram submetidas à impregnação, para evitar que as argilas presentes em abundância se expandissem, o que ainda ocorreu parcialmente. Neste caso o corte foi feito a seco. Para a confecção de seções polidas as amostras foram envolvidas por gesso pedra, afim de evitar a fragmentação durante o corte (Fig. 3A, 3B, 3C).

- **Análises de difração de raios-X:** a difratometria procurou caracterizar mineralógicamente as amostras. Para tanto, foram analisadas a rocha total e a

fração argila das amostras. Para a análise de rocha total as amostras foram pulverizadas manualmente e prensadas com lâminulas em recipiente próprio. A fração argila foi coletada, utilizando a pipeta a partir do material que permaneceu em suspensão na proveta, depois de 2 horas da agitação manual do material. Para identificar os principais argilominerais presentes as amostras foram submetidas as seguintes condições: amostra natural, amostra com etileno glicol por 12 horas o que provoca a expansão do espaçamento interplanar dos argilominerais suscetíveis e amostra aquecida a 500°C por 4 horas (que provoca a destruição de argilomineral suscetível).

- **Análises de fluorescência de Raios-X:** visaram a determinação quantitativa de elementos maiores, menores e traços, obtidos a partir de pastilha fundida e prensada, respectivamente. A preparação das amostras de pastilha prensada envolveu as seguintes etapas:

- quarteamento;
- pulverização (utilizando moinho de anéis de ágata);
- micronização (7,6 gramas de amostra);
- homogeneização manual com 7,5g da amostra mais 20% de ligante (cera);
- prensagem;

Para a preparação de pastilha fundida foram utilizados 1 grama de amostra e 9,0 gramas de fundente (borato de lítio), além de uma pequena quantidade de nitrato de amônia que ajuda a fundir o material, em seguida essa mistura foi colocada em um cadinho para a fundição. Uma vez iniciado o processo no aparelho, com temperatura da ordem de 1000° C, obtêm-se as pastilhas.

- **Análises granulométricas:** análises granulométricas objetivaram a quantificação da distribuição granulométrica em massa das amostras coletadas em campo. Cerca de 60 gramas de sedimentos obtidos com a desagregação das amostras foram submetidos a pipetagem, seguida de lavagem da fração mais fina (elutriação) e peneiramento da fração areia após secagem.

Para evitar problemas como a floculação dos finos e a não dispersão de sedimentos arenosos, durante o processo de preparação da amostra foram adicionados cerca de 1,0 g de pirofosfato de sódio ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$), como agente dispersante.

Para validação da análise exigiu-se um erro inferior a 5%, tendo sido repetido o processamento das amostras cujo fator de correção, não estivesse no intervalo entre 0,95 - 1,05, dado pela relação peso inicial/ peso final da amostra.

- **Microscopia eletrônica de varredura:** análises em microscopia eletrônica de varredura (MEV) visaram verificar como as argilas estavam dispostas e assim, interpretar como as cinzas de depositaram. Para realização desta análise as

amostras foram secas em estufa, coladas com cola de prata nos stubs e, em seguida, recoberta por carbono.



Fig. 3 A. Amostra preparada para ser envolvida em gesso, tamanho do bloco 20 cm.



Fig. 3 B. Amostra dentro do molde de papelão pronta para ser envolvida em gesso.



Fig. 3 C. Molde com bloco preenchido com gesso.

5. Atividades realizadas

No quadro 1 estão descritas as atividades realizadas no decorrer deste Trabalho de Formatura.

Quadro 1. Cronograma de planejamento das atividades.

Atividades	Meses							
	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
Aquisição e estudos bibliográficos								
Campo								
Confecções de seções delgadas								
Estudo megascópico das amostras								
Análises laboratoriais								
MEV								
Preparação de dados estratigráficos								
Relatórios								

6. Depósitos de queda de cinza vulcânica

Tendo em vista o caráter provavelmente explosivo, pliniano, do vulcanismo responsável pela geração de DCVs e CCVs no neopaleozóico da Bacia do Paraná (Formoso *et al.* 1972, Amaral, 1987, Coutinho *et al.* 1991, Coutinho & Hachiro, 2005) julgou-se relevante apresentar alguns comentários sintéticos sobre características gerais desse tipo de manifestação vulcânica, pertinentes ao tema da monografia.

A maior parte dos materiais vulcânicos passíveis de serem transportados a grandes distâncias são constituídos de pó e cinza, correspondendo a um tipo de tefra de diâmetro menor que 2 mm, gerada durante erupções explosivas principalmente do tipo pliniano e depositada por processos vulcânicos primários (queda, fluxo e surge). No geral, a cinza é constituída principalmente de vidro vulcânico sob a forma de esquírulas (glass shards) e de alguns minerais, tais como: zircão, quartzo beta e apatita.

Erupções plinianas são responsáveis pelos maiores depósitos de queda, envolvendo magmas silicosos, ricos em voláteis e altamente viscoso. Neste tipo de erupção são ejetadas grandes quantidades de material fragmentado e gases. Quando este material atinge a região do “guarda chuva”, formam grandes plumas, que segundo, Fisher & Schminke, (1984) o transporte e a distribuição do material presente na pluma (fragmentos, cinzas) estão relacionados às condições atmosféricas durante e imediatamente após a erupção, como direção e velocidade do vento incluindo também a proximidade geográfica com a área fonte. Os materiais mais densos tendem a se depositar próximos da área fonte, enquanto, os mais leves podem percorrer longas distâncias até se depositarem.

No modelo teórico de dispersão de cinza vulcânica proposto por Shaw *et al.*, 1974, mostra que a distância de deposição das partículas é função da altura da coluna eruptiva *versus* tamanho das partículas (Fig. 4).

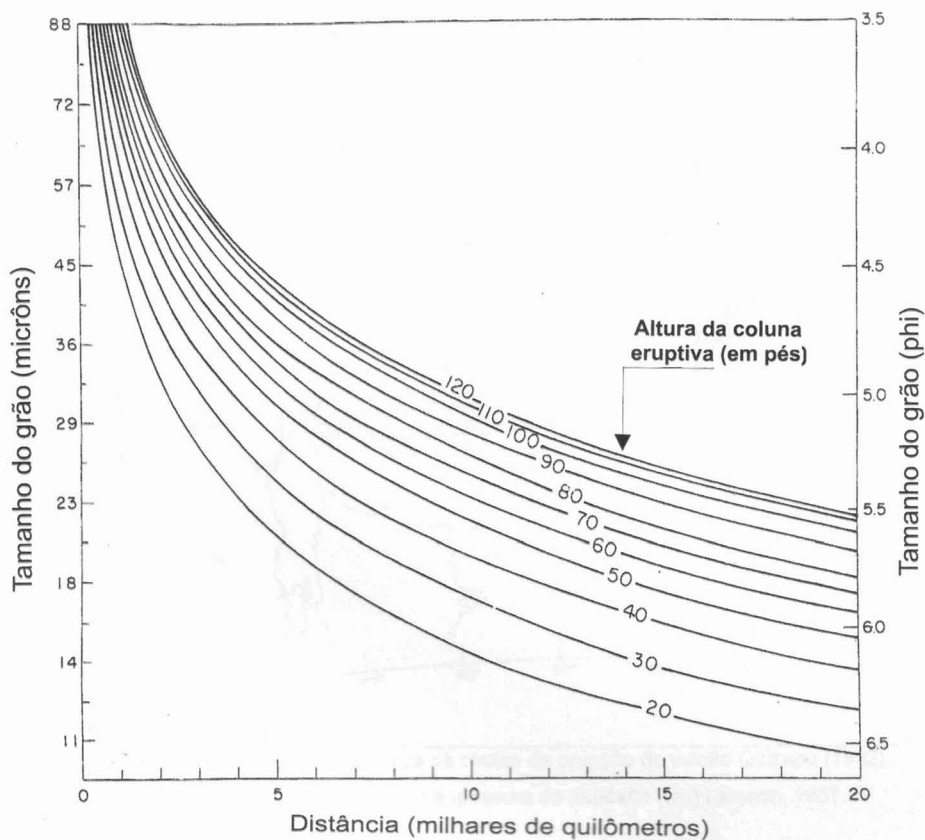


Fig. 4. Distância de transporte de tefra versus tamanho dos grãos (Shaw et al., 1974).

Utilizando como o exemplo, à erupção do vulcão Quizapu, localizado junto ao limite entre o Chile e Argentina, ocorrida em 1932 (Hildreth & Drake, 1992) é possível entender como material ejetado pode percorrer longas distâncias (Fig. 5). A erupção foi a maior de composição dacítica conhecida até hoje. De natureza pliniana, ejetou uma coluna dacítica de tefra e aerossóis, que atingiu 25 km de altura na estratosfera, resultando em imensos cogumelos e pluma que se propagaram para nordeste a velocidades de 25-60 km/h.

O volume de tefra ejetado, de cerca de 20 km^3 , cobriu uma imensa área da Argentina e Chile, atingindo, a queda de cinza, o sudeste brasileiro (Rio de Janeiro) e a África austral, através do Oceano Atlântico, regiões distanciadas a até mais de 3.000 km de distância do vulcão. Essa distribuição indica claramente a predominância de ventos deslocando-se para leste, porém drenagem subsidiária para NE, é também notada.

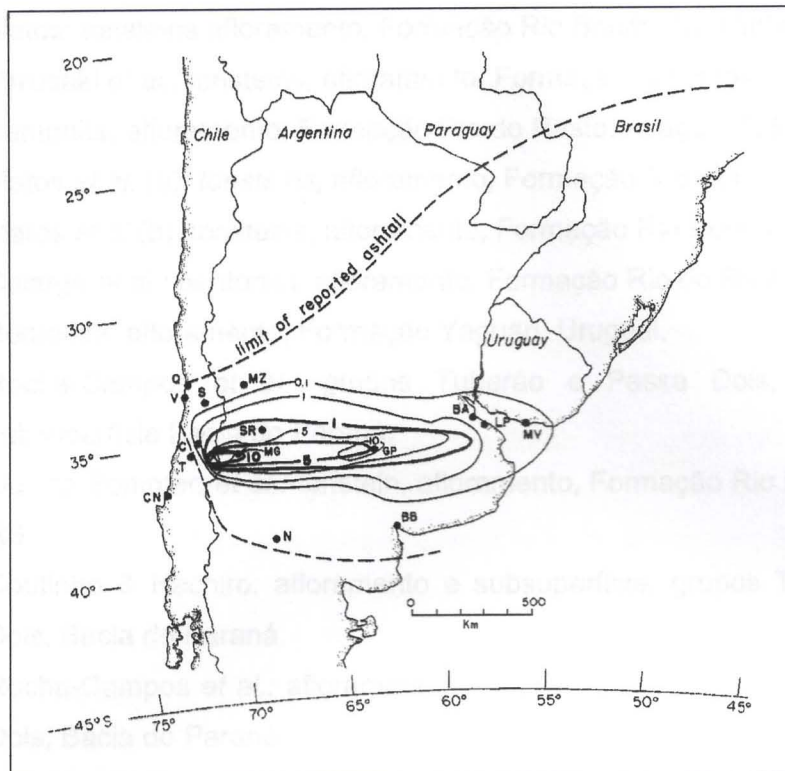


Fig. 5. Distribuição geográfica de cinzas da erupção do vulcão Quizapu (1932).
Números correspondem à espessura do depósito (cm) Larsson, 1937.

7. Depósitos de queda de cinza vulcânica na Bacia do Paraná

7.1 Trabalhos anteriores

A bibliografia a respeito da ocorrência de depósitos de materiais de queda de cinza vulcânica no neopaleozóico da Bacia do Paraná é ainda relativamente escassa, conforme demonstra a lista abaixo.

- 1964 de Loczy: "material tufáceo", afloramento, Formação Rio Bonito, SC.
- 1972 Formoso *et al.*: tonstein, afloramento, Formação Rio Bonito, Candiota, RS.
Bentonita, afloramento, Formação Rio do Rasto, Aceguá, RS.
- 1982 Coutinho *et al.* (a): sedimentos portadores de cinzas, poços, Formação Rio Bonito.
- 1987 Amaral: "níveis de material vulcânico", afloramento/poço ?, formações Palermo e Irati.
- 1991 Coutinho *et al.* (b): sedimentos portadores de cinzas afloramentos e poços formações Tatuí/Palermo, Rio Bonito, Serra Alta, Estrada Nova/Teresina.
- 1996 Maynard *et al.*: bentonitas, afloramento e poço, Formação Irati, São Mateus do Sul, PR.
- 1999 Formoso *et al.*: tonsteins, afloramento, Formação Rio Bonito, Candiota, RS.
Bentonita, afloramento, Formação Rio do Rasto, Aceguá, RS.

- 1999 Matos: tonsteins afloramento, Formação Rio Bonito, Candiota, RS.
- 1999 Mizusaki *et al.*: tonsteins, afloramento, Formação Rio Bonito, Candiota, RS.
Bentonita, afloramento, Formação Rio do Rasto, Aceguá, RS.
- 2000 Matos *et al.* (a): *tonsteins*, afloramento, Formação Rio Bonito, Candiota, RS.
- 2001 Matos *et al.* (b): tonsteins, afloramento, Formação Rio Bonito, Candiota, RS.
- 2003 Calarge *et al.*: bentonita, afloramento, Formação Rio do Rasto, Aceguá, RS.
Bentonita, afloramento, Formação Yaguari, Uruguai.
- 2004 Rocha-Campos *et al.*: grupos Tubarão e Passa Dois, afloramentos e subsuperfície Bacia do Paraná.
- 2005 Guerra-Sommer, *et al.*: tonstein, afloramento, Formação Rio Bonito, Candiota, RS.
- 2005 Coutinho & Hachiro: afloramento e subsuperfície, grupos Tubarão e Passa Dois, Bacia do Paraná.
- 2006 Rocha-Campos *et al.*: afloramentos e subsuperfície grupos Tubarão e Passa Dois, Bacia do Paraná.

Informações iniciais sobre a presença de DCVs e/ou CCVs em rochas neopaleozóicas da Bacia do Paraná devem-se a de Loczy, (1964), Formoso *et al.* 1972, Coutinho *et al.* (1982) e Amaral, (1987).

O artigo de Coutinho *et al.* (1991) documentaram a ocorrência ampla de DCVs e raros CCVs em rochas sedimentares da seqüência permo-carbonífera ou do Gondwana (Milani *et al.* 1998) da Bacia do Paraná, sudeste do Brasil, correspondentes, litoestratigraficamente, aos grupos Tubarão e Passa Dois.

A interpretação de natureza vulcânica dos materiais baseou-se na constatação da presença de esqúirulas vítreas (glass shards) e de mineralogia indicativas de natureza vulcanoclástica, por meio de análises petrográfica e de difração de raios-X.

Outras contribuições posteriores destes e de autores acima citados abordaram outros aspectos importantes do tema, tais como, a mineralogia, filiação petrogenética, ambiente geotectônico e idade radiométrica e, mais raramente, estratigrafia e sedimentologia de camadas de CCVs, e possíveis áreas-fonte de tefra.

Pesquisas realizadas por Rocha-Campos *et al.* (2004, 2006) demonstraram a presença de CCVs e DCVs em praticamente todas as unidades neopaleozóicas da Bacia. Essa descoberta ocorreu no quadro de projeto de calibração geocronológica do pacote sedimentar neopaleozóico da Bacia do Paraná, por meio da obtenção de idades precisas U-Pb SHRIMP de zircões de origem vulcânica, contemporâneos à deposição das formações permo-carboníferas.

Por várias razões, ocorrências concentradas de materiais de origem vulcânica CCVs são mais vantajosas que as encontradas sob a forma dispersa, descritas por Coutinho *et al.*

(1991) e Coutinho & Hachiro (2005), em diferentes tipos de matrizes sedimentares lamito arenoso/calcário, arenito (fino/muito fino), calcário arenoso, folhelho, interlaminado (siltito, arenito) e argilito. Esses tipos de depósitos, pouco densos, foram detectados em amostras de calha de vários poços perfurados na Bacia do Paraná pelo Consórcio PAULIPETRO, ao longo de intervalos estratigráficos relativamente espessos e de delimitação imprecisa (Coutinho *et al.* 1991). Em consequência, fornecem poucos dados de interesse para o entendimento de aspectos sedimentológicos e deposicionais dos materiais vulcânicos envolvidos (Coutinho *et al.*, 1991).

Além das intercalações constituídas de misturas, em proporções variáveis, de materiais vulcânicos com outras partículas sedimentares, outros exemplos foram interpretados como correspondentes mineralogicamente a bentonitas ou a tufitos. Estes dois últimos exibem, no mínimo, 25% de materiais vulcânicos diversos (Coutinho & Hachiro, 2005).

Embora vários autores tenham procurado descrever as características físicas gerais das ocorrências do tipo concentrado ou CCV (Matos, 1999; Matos *et al.* 2000, 2001, Calarge *et al.* 2003) constatou-se existirem na literatura raras observações de feições úteis para a interpretação de processos sedimentares envolvidos na formação das camadas/lâminas e entendimento dos ambientes de sedimentação nos quais as acumulações se deram.

8. Contexto estratigráfico local

8.1 Grupo Itararé (Carbonífero)

O Grupo Itararé constitui a unidade estratigráfica mais espessa (1.500m, Milani & Ramos, 1998), extensa (1,5 milhões de km²) e de história geológica mais longa (atualmente estimada em 53 Ma) de todo o pacote fanerozóico da Bacia do Paraná. Aspectos estratigráficos e sedimentológicos do grupo, pertinentes aos objetivos da presente monografia, referem-se à localidade amostrada, situada no município de Itu, SP.

Informações recentes sobre a geologia da área foram apresentados por Viviani, (2001) e Viviani & Rocha-Campos (2002).

O afloramento amostrado situa-se na parte inferior da seção do Grupo Itararé exposta em cortes de área de extração de argila da Cerâmica Navarro, situada no Município de Itu, SP.

Na região de Itu (SP), a parte inferior do Grupo Itararé corresponde a um pacote de litologias silto-argilosas, raramente arenosas, incluindo folhelhos, laminitos finos, ritmitos, irregulares (turbiditos) e regulares finos a grossos ("varvitos") e, mais raramente, argilitos puros, com espessura de até algumas dezenas de metros, que afloram extensivamente junto à margem da Bacia do Paraná, mapeado por Setti (1998), Viviani & Rocha-Campos

(2002), junto ao contato com embasamento local formado pelo granito de Itu ou depositado diretamente sobre ele (Fig. 6).

Viviani (2001) e Viviani e Rocha-Campos (2002) subdividiram o Grupo Itararé em três grandes unidades litológicas, descritas e interpretadas do ponto de vista do provável ambiente deposicional, a saber:

- Associação A: basal, em contato com o embasamento, geralmente preenchendo depressões neste. É constituída por arenitos fino-médio, diamictitos compactados e foliados; diamictito maciço; ritmito de siltito e argilito com clastos caídos e arenito médio conglomerático com estratificação cruzada;
- Associação B: intermediária, com maior expressão em área e espessura, composta por sedimentos clásticos finos (folhelhos, siltitos, localmente arenitos finos);
- Associação C: superior complexa, composta por intercalação irregular de siltitos, arenitos finos e conglomerados, por vezes sob forma de preenchimento de canais.

A amostra estudada provém de argilito da Associação B.

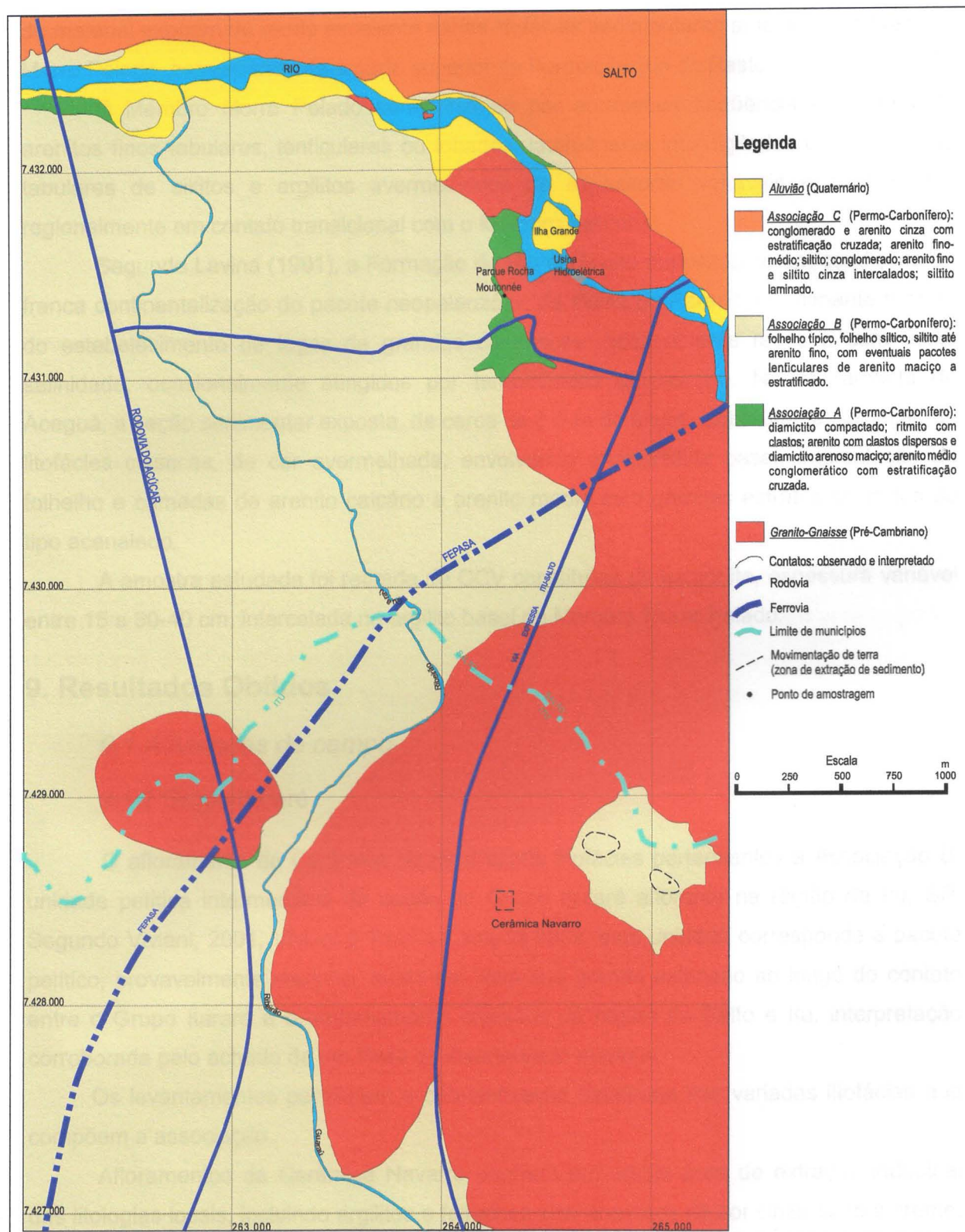


Fig. 6. Mapa geológico das associações litológicas do Grupo Itararé, modificado de Viviani, 2001.

8.2 Formação Rio do Rasto (Permiano)

O afloramento da Formação Rio do Rasto amostrado situa-se a cerca de 3 km ao norte da localidade de Aceguá, RS, junto à margem esquerda da rodovia BR- 153 constando de pedra para extração de areia abandonada. As escavações feitas durante a exploração

do material expõem de modo excelente várias litofácies sedimentares atribuídos ao Membro Morro Pelado, correspondente à parte superior da Formação Rio do Rasto.

O Membro Morro Pelado caracteriza-se por apresentar seqüência de corpos de arenitos finos tabulares, lenticulares ou lobados, lateralmente interdigitados com depósitos tabulares de siltitos e argilitos avermelhados de espessuras variáveis e encontra-se, regionalmente em contato transicional com o Membro Serrinha.

Segundo Lavina (1991), a Formação do Rio do Rasto depositou-se em condições de franca continentalização do pacote neopaleozóico da Bacia do Paraná, inicialmente a partir do estabelecimento de lagos de grandes dimensões, relativamente rasos e com baixa salinidade, ocasionalmente atingidos por tempestades de inverno. No afloramento de Aceguá, a seção sedimentar exposta, de cerca de 3-5 m de altura, exhibe uma associação de litofácies clásticas, de cor avermelhada, envolvendo argilito/siltito basal, intercalação de folhelho e camadas de arenito calcário e arenito médio com grandes estratos cruzados do tipo acanalado.

A amostra estudada foi retirada de CCV constituída de bentonita, espessura variável entre 15 a 30-40 cm, intercalada no argilito basal do Membro Morro Pelado.

9. Resultados Obtidos

9.1 Atividades de campo

9.1.2 Grupo Itararé

O afloramento da Cerâmica Navarro expõe litofácies pertencentes à Associação B, unidade pelítica intermediária da seção do Grupo Itararé aflorante na região de Itu, SP. Segundo Viviani, 2001, Viviani & Rocha-Campos 2002, esta unidade corresponde a pacote pelítico, provavelmente marinho, tendo em vista sua grande extensão ao longo do contato entre o Grupo Itararé e o embasamento cristalino da região de Salto e Itu, interpretação corroborada pelo achado de um fóssil de invertebrado marinho.

Os levantamentos permitiram a caracterização detalhada das variadas litofácies que compõem a associação.

Afloramentos da Cerâmica Navarro ocorrem em ampla área de extração industrial das litologias locais, incluindo argilitos e folhelhos silto-arenosos de cor cinza claro a creme, acumulados no que parece ser uma pequena bacia sedimentar, situada sobre o granito de Itu (neoproterozóico), que forma o embasamento local.

Basicamente, duas litofácies podem ser reconhecidas no local, a inferior argilosa (argilito), megascopicamente maciço ou com laminação milimétrica tênue, que passa transicionalmente para pacote de argilito ou folhelho com intercalações de camadas centrimétricas a decimétricas extensas de arenito carbonático. A primeira unidade assenta-

se em contato não diretamente observado, mas provavelmente discordante e erosivo, sobre o granito de Itu, visível em exposições próximas.

Onze camadas argilosas a silto-arenosas, em alguns casos carbonáticas, variando em espessura de 4 a 20-25 cm, foram encontradas intercaladas concordantemente nas rochas locais. Embora amostradas, não foram ainda todas devidamente estudadas, sendo que várias delas, na parte superior da seção, parecem corresponder a intercalações “normais” de arenito fino, carbonático, depositado por algum tipo de corrente densa.

No presente projeto, as camadas inferiores (1-2) (Fig. 7) foram examinadas, formadas de argila compacta, de 4-10 cm de espessura, expostas na parte média da seção da pedreira, dentro do pacote de argilito denso, com fraturamento concóide, aspecto porcelânico e grande plasticidade quando úmidas, denunciadores de predominância de argila. A amostragem realizada incluiu não somente a CCV (OR\CN-1), mas parte do argilito superior (OR\CN-1 (S)), no sentido de registrar o contato entre a camada e litologia encaixante.

Macroscopicamente, a CCV possui geometria tabular, raramente lenticular, granulometria fina a muito fina com predomínio de silte e argila (Fig. 8). Seu caráter pouco coeso torna difícil a retirada de blocos íntegros da rocha, necessários para a análise em seção polida e confecção de lâminas delgadas, exigindo cuidados especiais no seu manuseio (Fig. 3).

Influência glacial durante a deposição da Unidade B é atestada pela presença de clastos caídos, às vezes numerosos e grandes (até 3-4 m de diâmetro), junto à base da unidade intermediária, principalmente, onde esta repousa diretamente sobre o granito.

Clastos caídos, denunciadores da presença de icebergs não foram encontrados na seção da Cerâmica Navarro, o que pode indicar um paleoambiente protegido e de profundidade marinha maior, afastado da margem da geleira, onde a sedimentação ocorreu em condições de baixíssimo nível de energia, em grande parte provavelmente por decantação de finos. Essa circunstância é também sugerida pela ocorrência das rochas em uma pequena bacia isolada do afloramento principal da Associação B (Viviani 2000 e Viviani & Rocha-Campos, 2001).

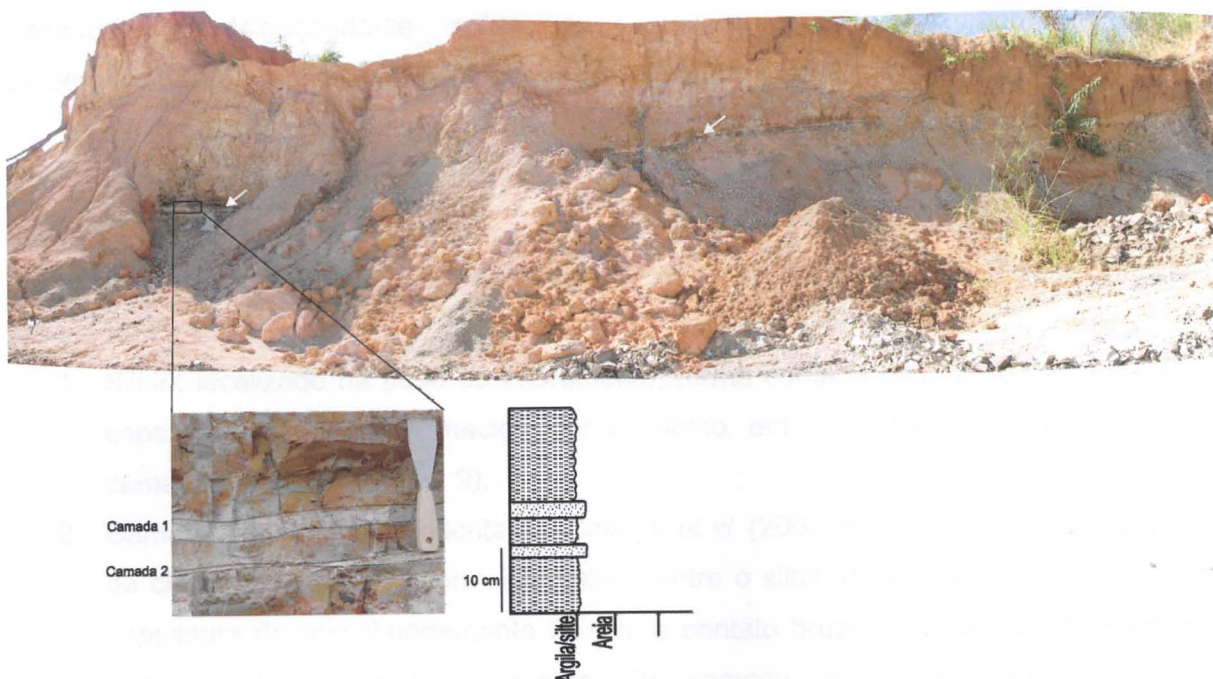


Fig. 7. Afloramento do Grupo Itararé na Cerâmica Navarro em Itu (SP), camadas e lâminas contendo material de queda de cinza vulcânica intercaladas com argilito.

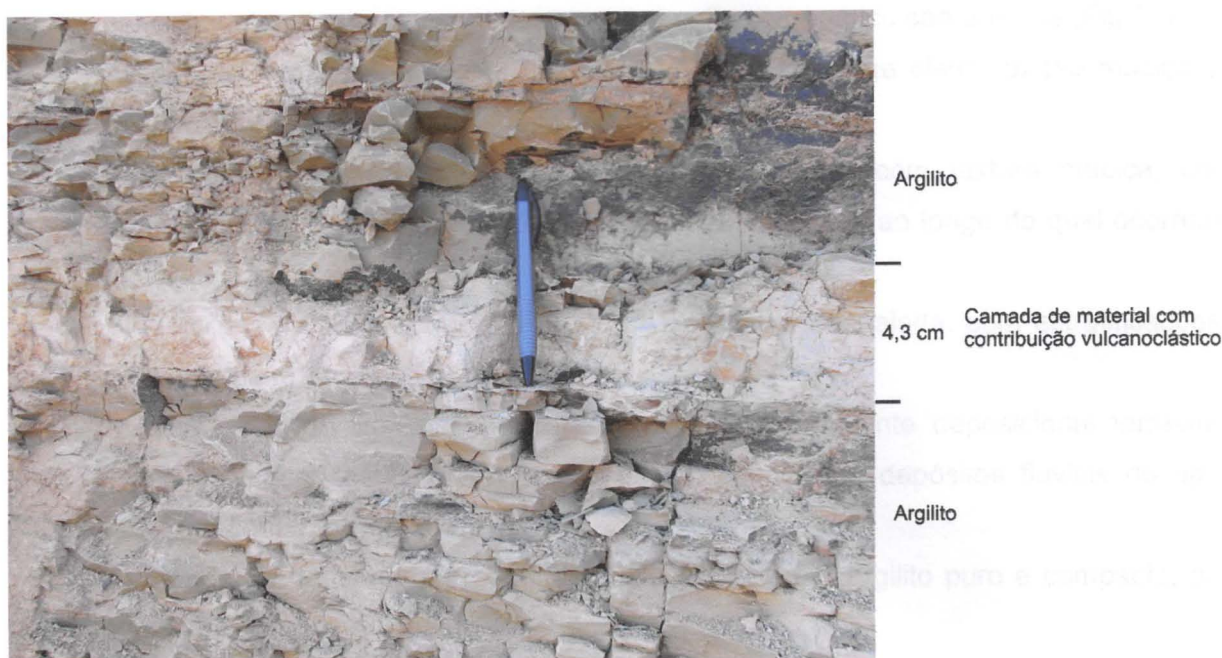


Fig. 8. Intercalação de camada de material vulcanoclástico em argilito.

9.1.2 Formação Rio do Rasto

Os trabalhos concentraram-se no afloramento localizado junto a Aceguá (RS), descrito em Calarge *et al.* (2003). No local, afloram rochas da parte superior da Formação Rio do Rasto, correspondentes ao Membro Pelado. Em direção sul essas camadas

transgridem, adelgaçando-se sobre o embasamento pré-cambriano, falhado e topograficamente elevado em relação à área sedimentar vizinha.

As camadas do Membro Morro Pelado aflorantes na pedreira apresentam-se ligeiramente basculados e mergulhando para o interior da escavação, configurando uma espécie de mini-bacia sedimentar.

A análise estratigráfica realizada levou à distinção de 6 fácies principais, grandemente superpostas:

1. Siltito: localizado na base do afloramento, forma camada tabular de cerca de m de espessura, com textura maciça, cor vermelho, em contato superior brusco com a camada de bentonita (Fig. 9).
2. Camada de bentonita: descrita em Calarge *et al.* (2003) como resultante da alteração de cinzas vulcânicas, ocorre intercalada entre o siltito e folhelho/argilito. Apresenta espessura de aproximadamente 30 cm, e contato brusco com as rochas inferior e superior. A tonalidade rosa-claro da camada destaca-se entre as cores vermelho/arroxeadas das rochas sotoposta e sobreposta.
3. Folhelho/argilito: forma camadas tabulares, com espessura de 15 cm, textura maciça, por vezes, fraturada em pastilhas, cor arroxeadas. O contato inferior, com a camada de bentonita e o superior, com o arenito carbonático são bruscos (Fig.10).
4. Arenito de matriz carbonática: geometria tabular, cor bege claro, textura maciça e contato brusco com as rochas encaixantes (Fig. 11).
5. Siltito argiloso intercalado com camadas de arenito: com textura maciça, cor vermelha, contato inferior abrupto e superior gradacional, ao longo do qual ocorrem bioturbações (Fig. 12).
6. Arenito fino-médio, vermelho e bege, de geometria acanalada, com estratificações cruzadas de grande porte, truncantes (Fig. 13).

A associação de litofácies descrita configura um ambiente deposicional terrestre iniciado pela instalação de um lago, sobre o qual avançaram depósitos fluviais do tipo entrelaçado, em condições de aridez.

A camada de bentonita corresponde, litologicamente, a argilito puro e compacto, de fratura concóide, cor rosa e aspecto saponáceo (Fig. 14).

Durante o trabalho de campo foram coletadas amostras da camada de bentonita (OR\AC-1), e das rochas encaixantes superior e inferior (OR\AC-1(S) e OR\AC-1(I)), respectivamente. Além disso, coletaram-se amostras do arenito com cimento carbonato (OR\AC-2) e do arenito intercalado em meio ao siltito argiloso (OR\AC-3).

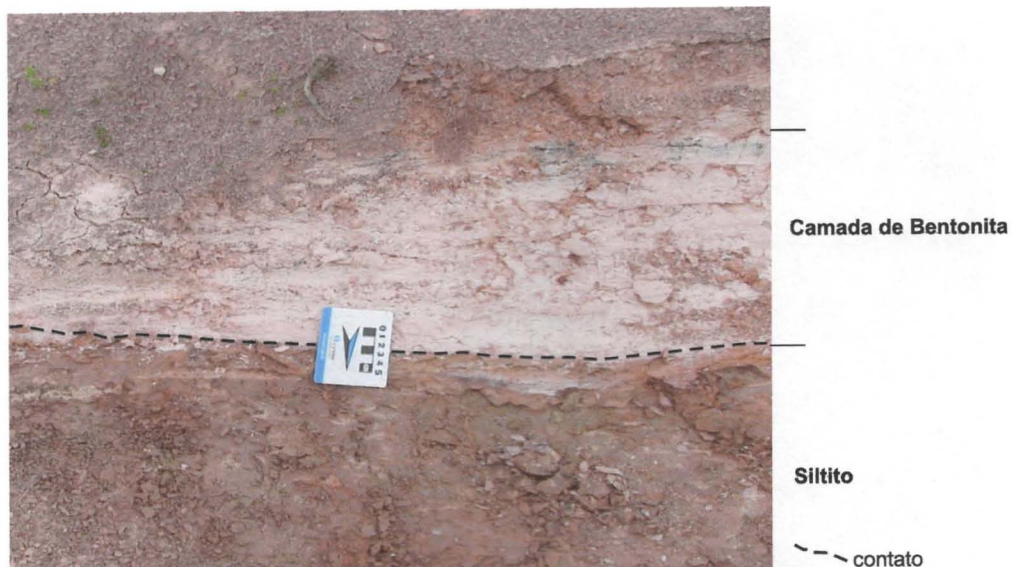


Fig. 9. Siltito em contato brusco com a camada de bentonita.



Fig. 10. Argillito em contato brusco com a camada de bentonita

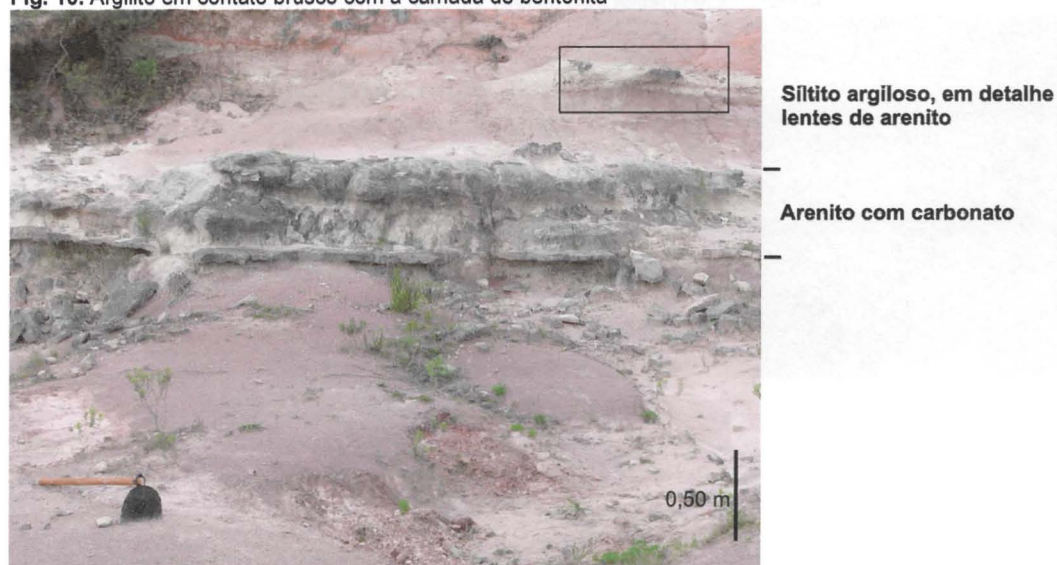


Fig. 11. Arenito de matriz carbonática intercalado em argillito (inferior) e siltito argilosos com lentes de arenito (superior)



Fig. 12. Siltito argiloso com bioturbações

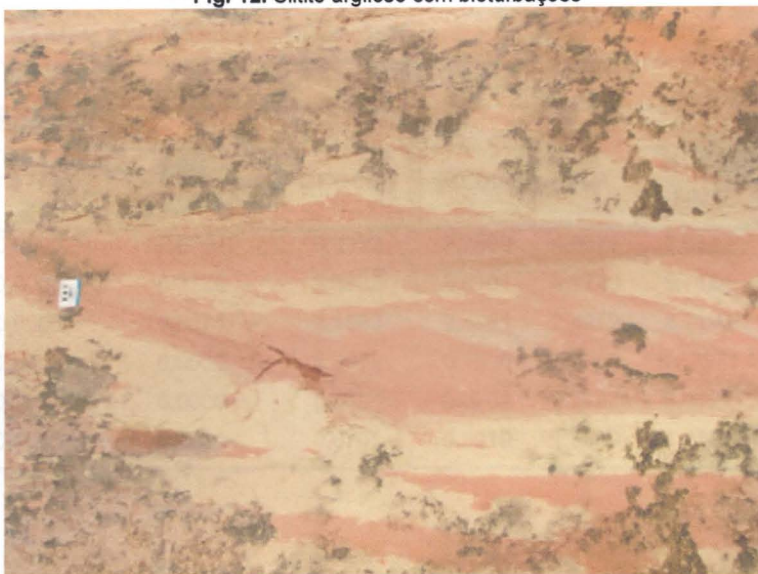


Fig. 13. Arenito com estratificação cruzada



Fig. 14. Camada de bentonita intercala entre os argilitos (superior) e siltito (inferior). Aceguá (RS)

9.2 Análises laboratoriais

9.2.1 Análises granulométricas

De cada localidade estudada foram analisadas granulometricamente, além da CCVs, rochas envoltentes imediatamente superior e inferior a esta.

Dados obtidos inicialmente em peso (Anexo I), posteriormente transformados em porcentagens, foram usados para cálculo de composição granulométrica e de parâmetros estatísticos (desvio padrão, diâmetro médio, assimetria e curtose), por meio do programa *Momento4- expansão.Xls*, elaborado por Paulo César Giannini e Daniel R. Nascimento Jr., calculados pela técnica analítica dos momentos de Pearson.

A Tabela 1 apresenta os dados de distribuição granulométrica e a Tabela 2 apresenta os dados estatísticos.

Tabela 1. Resultados da análise granulométrica em proporção de massa.

FAIXA GRANULOMÉTRICA (%)								
CÓDIGO DA AMOSTRA	CASCALHO	AREIA					PELÍTICOS	
	TOTAL	MUITO GROSSA	GROSSA	MÉDIA	FINA	MUITO FINA	SILTE	ARGILA
ORVAC-1	0,0000	0,0762	0,8322	2,2569	4,0579	8,5732	20,7361	63,4676
ORVAC-1(I)	0,0000	0,3729	2,6565	3,8101	4,1743	6,7124	28,7222	53,5517
ORVAC-1 (S)	0,0000	0,8575	2,1653	2,4061	2,4219	3,7192	43,3754	45,0546
ORVAC-3	0,0000	0,0000	0,0072	0,1596	7,2805	64,7571	8,9617	18,8339
ORVACN-1	0,0000	0,0000	0,0194	0,0782	0,2227	6,8621	15,8591	76,9584
ORVACN-1(S)	0,0000	0,0000	0,0701	0,3919	1,5809	1,3382	36,3589	60,2599

Tabela 02. Parâmetros estatísticos calculados pela técnica analítica dos momentos de Pearson.

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DA DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA (Phi)				
CÓDIGO DA AMOSTRA	DIÂMETRO MÉDIO	DESVIO PADRÃO	ASSIMETRIA	CURTOSE
ORVAC-1	6,2782	2,1361	-0,4489	2,3331
ORVAC-1(I)	6,1646	2,4037	-0,4668	2,4102
ORVAC-1 (S)	7,0900	2,2972	-1,2896	4,0451
ORVAC-3	4,2023	1,7332	1,9451	5,6228
ORVACN-1	5,6818	1,6893	0,9886	2,7397
ORVACN-1(S)	6,9828	1,8027	-0,3293	2,1852

Amostras da Formação Rio do Rasto apresentaram distribuição granulométrica variando de areia muito grossa a argila e silte, predominando estes últimos, no caso da CCV (bentonita) e das camadas sotoposta e sobreposta a ela. O diâmetro médio situa-se entre silte grosso/silte médio, com desvio padrão variando de 2,1361 a 2,4037, o que, segundo a classificação de Folk & Ward (1957) corresponde a amostras muito pobremente

selecionadas. Uma exceção é a amostra de arenito (OR\AC-3), onde há predomínio de areia com diâmetro médio na fração areia muito fina, classificada como pobremente selecionada.

Em amostras do Grupo Itararé predominaram sedimentos pelíticos, tanto na CCV quanto na litologia encaixante superior. O diâmetro médio corresponde à fração silte muito grosso a silte médio, pobremente selecionado.

Para melhor visualização, os dados obtidos foram plotados em histogramas (Anexo II). As frações foram classificadas de acordo com a escala de Wentworth, (1922) (Tabela 3).

Tabela 3. Escala Granulométrica modificada de Wentworth, (1922).

Mm	ϕ	FRAÇÃO
4	-2	seixo
2	-1	grânulo
1	0	areia muito grossa
0,5	1	areia grossa
0,25	2	areia média
0,125	3	areia fina
0,062	4	areia muito fina
0,031	5	silte muito grosso
0,016	6	silte grosso
0,008	7	silte médio
0,004	8	silte fino
<0,004	>8	argila

Nota-se, pela distribuição granulométrica que, nas amostras das duas áreas estudadas, predominam sedimentos pelíticos, pobremente a muito pobremente selecionados. Estas afirmações corroboram, nos dois casos, a interpretação de acumulação deposicional em ambiente subaquático, com ausência de corrente e predomínio de decantação. A porcentagem expressiva de granulação areia na amostra de bentonita de Aceguá provavelmente tem a ver como ambiente fluvial em que a deposição de materiais vulcanoclásticos ocorreu.

9.2.2 Petrografia

As análises petrográficas visaram identificar os minerais constituintes, a relação de contato entre os grãos e possíveis feições reliquias que pudessem comprovar a presença de materiais vulcanoclásticos nas amostras de CCV e encaixante superior e inferior.

A amostra OR\CN-1 (Grupo Itararé) compõem-se de quartzo (60%) sob forma de cristais euédricos a subeuédricos e, subordinadamente, biotita, zeólita, feldspato, por vezes apresentando feições de dissolução, óxidos e zircão (3%). Amostra de granulometria fina, com matriz argilosa (constatada pela DRX, como sendo esmectita) e contato entre grãos pontual.

Os cristais de zircão extremamente pequenos (em torno de 0,01 mm) encontrados na amostra são euédricos, às vezes subeuédricos, não apresentando feições de retrabalhamento, sendo, pois, considerados como primários.

A encaixante superior OR\CN-1(S) é composta por cristais de quartzo (75%), euédricos a anédricos, biotita, feldspato e zircão (2%), em matriz argilosa (esmectita) é granulometricamente mais fina que amostra de CCV. O contato entre os grãos é pontual.

A amostra OR\AC-1 (bentonita da Formação Rio do Rasto) mostrou granulometria muito fina, e presença de alguns cristais de quartzo (10%) euédricos, zéolita e mica. Observa-se aqui a presença de laminação submilimétrica incipiente, provavelmente herdada do depósito original, grandemente obliterada pelos processos diagenéticos ligados à formação da bentonita. A matriz é argilosa composta por esmectita, constatada através de difração de raios-X. Já a amostra OR\AC-1(I), encaixante inferior, é composta por quartzo (35%) euédricos a subédricos dispersos em matriz argilosa (esmectita). Subordinadamente ocorrem cristais de biotita e zircão. Essa ocorrência pode ser indicativa da presença de materiais vulcanoclásticos já durante sua deposição. A amostra OR\AC-2, litofácies estratigraficamente superior à camada de bentonita, é composta por quartzo em cristais euédricos, feldspato por vezes sericitizado e biotita, com cimento carbonático.

Paralelamente ao exame petrográfico, a observação de seções polidas das amostras visaram identificar estruturas e texturas sedimentares diagnósticas, com relação aos processos sedimentares associados a sua acumulação. Seções polidas analisadas incluíram o argilito da Cerâmica Navarro (OR\CN-1) caracterizada CCV (Fig. 15) e OR\AC-1 (camada de bentonita) do afloramento de Aceguá (RS) (Fig. 19).

O contato superior entre a CCV e a rocha local aponta claramente para a existência de zona de transição, com espessura decimétrica a centimétrica (Fig. 16), na qual se percebe a presença de “intraclastos” milimétricos, glomerulares, de margens difusas, de material vulcanoclástico. De tamanho variável, esses corpos podem mostrar certa gradação com diminuição de tamanho para cima envolvendo *ghosts* e glomérulos dobrados (Fig. 17A e 17B). Estas estruturas assemelham-se às grapes, corpos ovóides de caulinita resultantes da alteração de cinza vulcânica, descritas por Coutinho & Hachiro (2005) na Formação Palermo. Alguns desses glomérulos deformaram-se ao assentar sobre o argilito, em razão de pequenos deslocamentos dentro da matriz argilosa.

A seção polida da CCV da Cerâmica Navarro exhibe laminação interna plano-paralela, milimétrica, variável, de espessura milimétrica variável, horizontal e paralela, horizontal, de diferenciação pouco nítida, aparentemente marcada por pequena variação textural. Em algumas lâminas nota-se indícios de gradação granodecrescente para cima. Também em lâminas é possível visualizar evidência de gradação sutil (Fig. 18).

As feições observadas sugerem que as condições deposicionais ocorreram sob condições subaquáticas, de nível de energia muito baixo, durante a deposição do argilito

abaixo da CCV, na Cerâmica Navarro, provavelmente, por meio de decantação e correntes de turbidez extremamente diluídas. Esta constatação harmoniza-se com as discussões em andamento sobre os efeitos de correntes densas verticais na deposição e distribuição de tefra em ambientes marinhos (Manville & Wilson, 2004). Esses processos sedimentares parecem ter se mantido durante a deposição da CCV.

A acumulação dos materiais vulcanoclásticos possivelmente ocorreu de modo “maciço” na fase inicial até o topo da CCV e, a partir daí, ocorre provavelmente uma brusca redução na chegada do material vulcânico, que, no entanto, persiste depositando-se sob a forma de aglomerados de partículas de limites pouco definidos.

As observações feitas concordam com as realizadas por McLachlan & Jonker (1990), em amostras de intercalações de materiais vulcanoclásticos encontradas dentro de rochas do Supergrupo Karoo, na África do Sul. Relações de contato indicativas de processos deposicionais similares foram também descritas em camadas de *ash-fall* recentes em lagos do mar da Noruega e Atlântico Norte (Mangerud *et al.* 1984).



Fig. 15. Seção polida da amostra OR/CN-1 (Cerâmica Navarro – Itu (SP)).

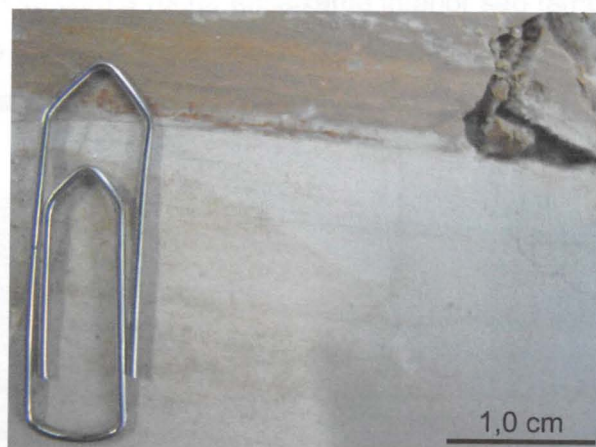


Fig. 16. Contato transicional entre a camada de material vulcanoclástico e o argilito



Fig. 17A. Detalhe da amostra OR/CN-1, notar intraclastos, glomérulos dobrados na rocha encaixante.



Fig. 17B. Detalhe da amostra OR/CN-1, notar o intervalo de ocorrência de intraclastos.

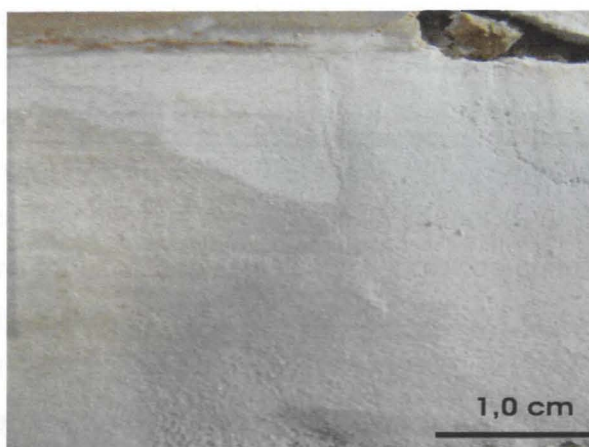


Fig. 18. Detalhe da amostra OR/CN-1, observar a laminação milimétrica da intercalação de material vulcanoclástico.

O material utilizado para a confecção de seção polida da amostra da Formação Rio do Rasto inclui apenas a camada que contém material vulcanoclástico. Macroscopicamente a rocha apresenta-se com aspecto maciço (Fig. 19). As relações de contato reconhecidas em campo, principalmente com a rocha encaixante inferior são também de natureza brusca. A natureza de contato superior transicional não foi definitivamente constatado, tendo em vista a fragmentação da amostra junto a esse nível.

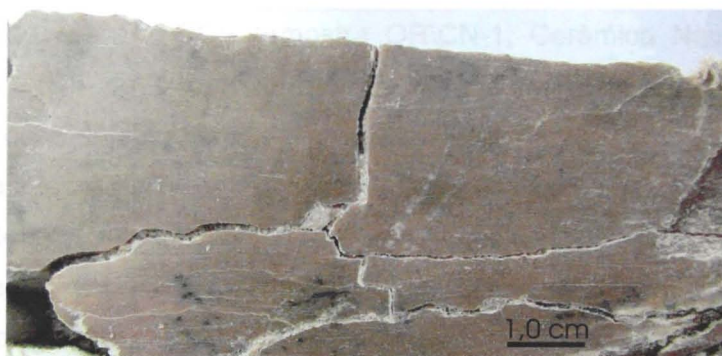


Fig. 19. Seção polida da amostra ORVAC-1, Formação Rio do Rasto, Aceguá (RS).

9.2.3 Difração de Raios-X

Resultados obtidos por difração de raios-X em rocha total de amostras do Grupo Itararé são apresentados nas Fig. AIII.1 – AIII.2 do Anexo III.

Difratograma da amostra (OR\CN-1) da Cerâmica Navarro indica que seu principal componente mineralógico é o quartzo, associado à presença de pequena quantidade de illita e/ou muscovita e pico de aproximadamente 15 Å característico de argilomineral. O difratograma da rocha encaixante superior (OR\CN-1(S)) mostra que a rocha é composta por quartzo e feldspato (microclínio) e illita. A mineralogia da fração argila, por sua vez, indica que a amostra possui esmectita e mica (Fig. AIII.6 - anexo III).

Os difratogramas em rocha total obtidos pelo método de raios-X para amostras da Formação Rio do Rasto são apresentados nas Fig. AIII.3 - AIII.5 do anexo III. A amostra (OR\AC-1) apresenta-se composta praticamente por quartzo e argilomineral, identificado como esmectita no difratograma da fração argila (Fig. AIII.7 - anexo III).

Os difratogramas das encaixantes superior e inferior (OR\AC-1(S)) mostram que as duas amostras possuem composições semelhantes incluindo quartzo, feldspato, microclínio e argilominerais identificadas como esmectita por difração de Raios-X da fração argila (Fig. AIII.8 – AIII.9 - anexo III).

Ressalta-se que devido a limitações na preparação das amostras na fração argila, não foi possível realizar análise da amostra do Grupo Itararé (OR\CN-1), uma vez que algumas ficaram destruídas devido a sua fragmentação durante a secagem.

9.2.4 Fluorescência de Raios-X

As análises visaram estabelecer a filiação magmática das amostras do Grupo Itararé e Formação Rio do Rasto e verificar suas afinidades e diferenças, por meio do diagrama de Winchester e Floyd (1977).

Na Tabela 4 os resultados obtidos são expressos em porcentagem para elementos maiores e menores, e em ppm para os elementos traços.

Dados obtidos para a CCV (amostra OR\CN-1, Cerâmica Navarro), e a camada superior (OR\CN-1 (S)) do Grupo Itararé, indicam composições químicas similares. O mesmo ocorre no caso da camada de bentonita da Formação Rio do Rasto (OR\AC-1) e os argilitos superior e inferior (OR\AC-1(S) e OR\AC-1(I)), mais uma vez confirmando a provável presença de materiais vulcanoclásticos no local antes e depois da fase principal de deposição de tefra.

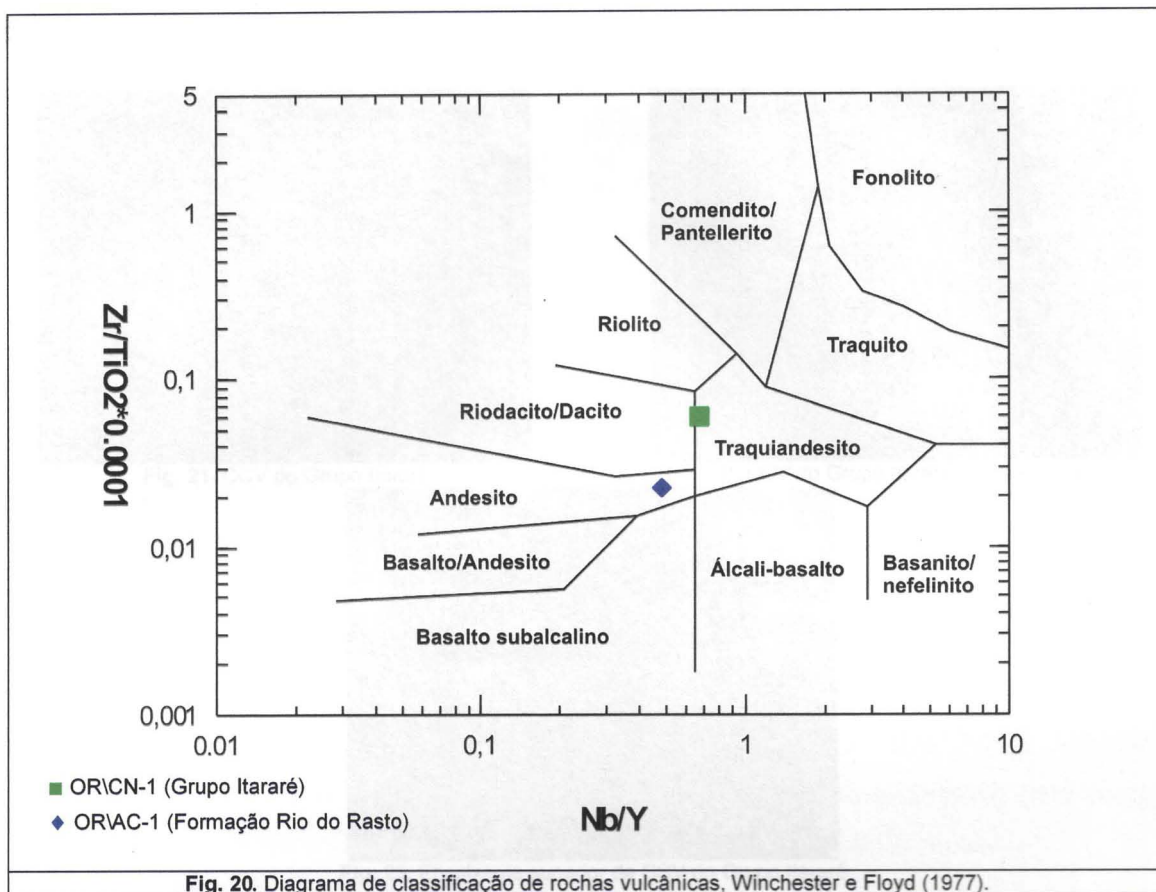
Nota-se, contudo, significativa diferença na composição química entre as CCVs dos dois locais amostrados (amostras OR\CN-1 e OR\AC-1) provavelmente em decorrência de diferenciação magmática ocorridas na área-fonte vulcânica.

Tabela 4. Resultados de Fluorescência de RX, obtidos através de análise de rocha total.

	OR\CN-1	OR\CN-1(S)	OR/AC-1	OR\AC-1 (I)	OR\AC-1(S)	LD
SiO ₂	82,00	67,79	66,38	66,33	61,01	0,03
Al ₂ O ₃	9,47	14,86	14,69	15,93	19,28	0,01
MnO	0,052	0,015	0,059	0,060	0,144	0,002
MgO	0,19	1,59	2,39	2,42	4,84	0,01
CaO	0,11	0,25	0,83	0,98	2,77	0,01
Na ₂ O	0,24	0,24	1,31	1,19	0,38	0,02
K ₂ O	2,52	2,71	4,65	4,52	0,56	0,01
TiO ₂	0,608	0,672	0,575	0,666	0,293	0,007
P ₂ O ₅	0,028	0,082	0,092	0,067	0,035	0,003
Fe ₂ O ₃	1,92	5,77	5,58	4,04	1,74	0,01
Loi	3,02	5,32	3,56	4,10	7,90	0,01
Total	100,16	99,30	100,12	100,30	98,95	
Ba	583	570	563	575	477	37
Ce	< 35	70	< 35	< 35	47	35
Cl	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	50
Co	7	10	12	11	10	6
	34					
Cr		57	48	39	< 13	13
Cu	18	25	29	27	31	5
F	981	1239	1521	1766	1639	550
Ga	13	18	21	24	28	9
La	<28	52	< 28	86	69	28
Nb	16	13	18	26	9	9
Nd	14	37	27	63	45	14
Ni	9	19	21	17	20	5
Pb	15	29	19	27	100	4
Rb	97	132	264	221	22	3
S	< 300	< 300	< 300	< 300	< 300	300
Sc	6	< 14	< 14	18	< 14	14
Sr	61	82	124	150	250	2
Th	8	14	19	27	22	7
U	< 3	4	5	7	< 3	3
V	48	86	76	92	16	9
Y	24	30	37	72	41	2
Zn	30	66	100	84	69	2
Zr	362	211	131	238	197	2

LD: limite de detecção

A filiação vulcânica do material das intercalações vulcanoclásticas foram obtidas através do diagrama de Winchester e Floyd (1977) (Fig. 20). O diagrama mostra que as composições das amostras não são homogêneas; a CCV do Grupo Itararé variando entre riodacítica/dacítica a traqui-andesítica, enquanto que a amostra da Formação Rio do Rasto é de composição andesítica.



As classificações obtidas através do diagrama (Fig. 20) indicaram magmatismo vulcânico ácido, comum em arcos de ilha e margens continentais. Atividades vulcânicas relacionadas a este tipo de magmatismo são responsáveis pela produção de depósitos piroclásticos, tais como, os encontrados na supersequência Neopaleozóica da Bacia do Paraná.

9.2.5 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

As imagens obtidas em MEV visaram observar a disposição espacial das argilas e verificar sua organização mútua e, desse modo, interpretar a possível maneira como as cinzas se depositaram floculadas ou dispersas.

Nas amostras referentes ao Grupo Itararé, as argilas aparecem grosseiramente alinhadas paralelamente à laminação (Fig. 21, 23). Presença de zeólita foi detectada na amostra OR\CN-1, correspondente CCV da Cerâmica Navarro (Fig. 22).

Nas amostras da Formação Rio do Rasto, na camada de CCV nota-se uma textura menos organizada. Nas encaixantes superior e inferior é possível observar laminação incipiente (Fig. 24, 25, 26).



Fig. 21. CCV do Grupo Itararé

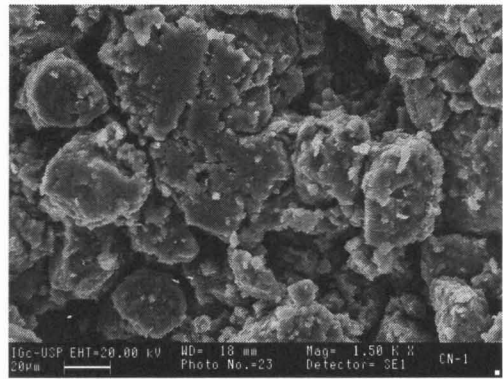


Fig. 22. CCV do Grupo Itararé, cristais de zeólita



Fig. 23. Encaixante superior da CCV do Grupo Itararé

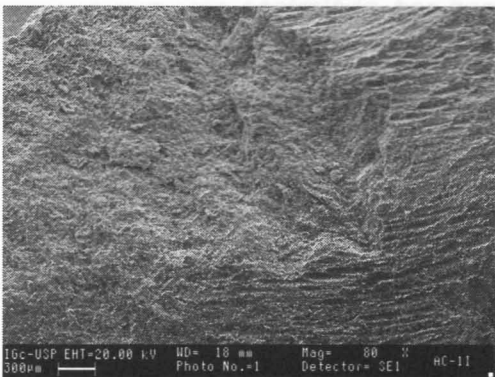


Fig. 24. Encaixante inferior da CCV da Formação Rio do Rasto

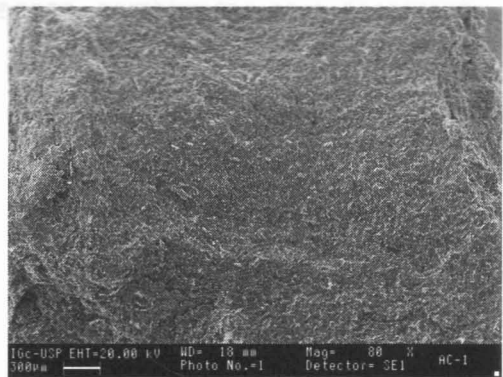


Fig. 25. CCV da Formação Rio do Rasto

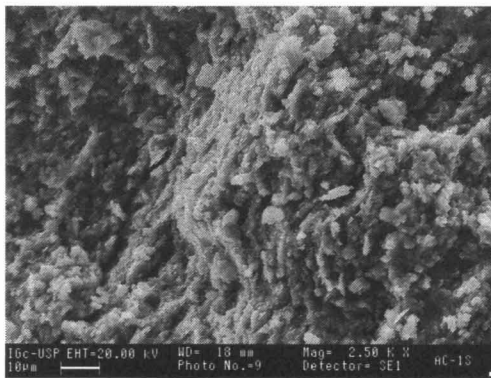


Fig. 26. Encaixante superior da CCV da Formação Rio do Rasto

10. Conclusões

- A abordagem analítica utilizada, envolvendo análises petrográfica, de difração e fluorescência de raios-X, de amostras de CCV do Grupo Itararé e Formação Rio do Rasto, localizadas, respectivamente, em Itu, SP e Aceguá, RS, são inteiramente compatíveis com a presença de materiais vulcanoclásticos.
- Evidências estratigráficas e sedimentológicas regionais e locais indicam que a acumulação das CCVs nas duas localidades deu-se em ambiente subaquático, lacustre, de águas relativamente rasas na Formação Rio do Rasto e relativamente profundas, no caso do Grupo Itararé.
- As CCVs das duas localidades diferem na quantidade/volume de tefra que as atingiu como demonstram a espessura das camadas e a quantidade de materiais vulcanoclásticos que as compõem.
- Dados obtidos do estudo de lâminas petrográficas e seções polidas, e evidências geoquímicas registram a presença precoce de tefra nos dois locais estudados, precedendo e sucedendo a fase principal de deposição, caracterizada pela chegada de grandes quantidades de tefra e sua deposição relativamente rápida.
- Evidências sedimentológicas indicam que a deposição dos materiais foi possivelmente controlada por correntes densas, combinadas com decantação das partículas.
- As plumas de cinza vulcânica e gases que atingiram os dois locais transportaram principalmente vidro vulcânico, identificado pela presença de esférulas vítreas e minerais característicos nas CCVs das duas localidades.

Aceitando-se a hipótese de área-fonte vulcânica situada na região sudoeste da América do sul, a enorme diferença de espessura das CCVs estudadas em Itu e Aceguá poderia estar relacionada com a maior ou menor proximidade da área-fonte dos materiais vulcanoclásticos que as atingiram. Não se nota, entretanto, relação direta entre tamanho de partículas transportadas (exemplificadas pelas dimensões de grãos de zircão primários, Fig. 27) e a proximidade da área-fonte.

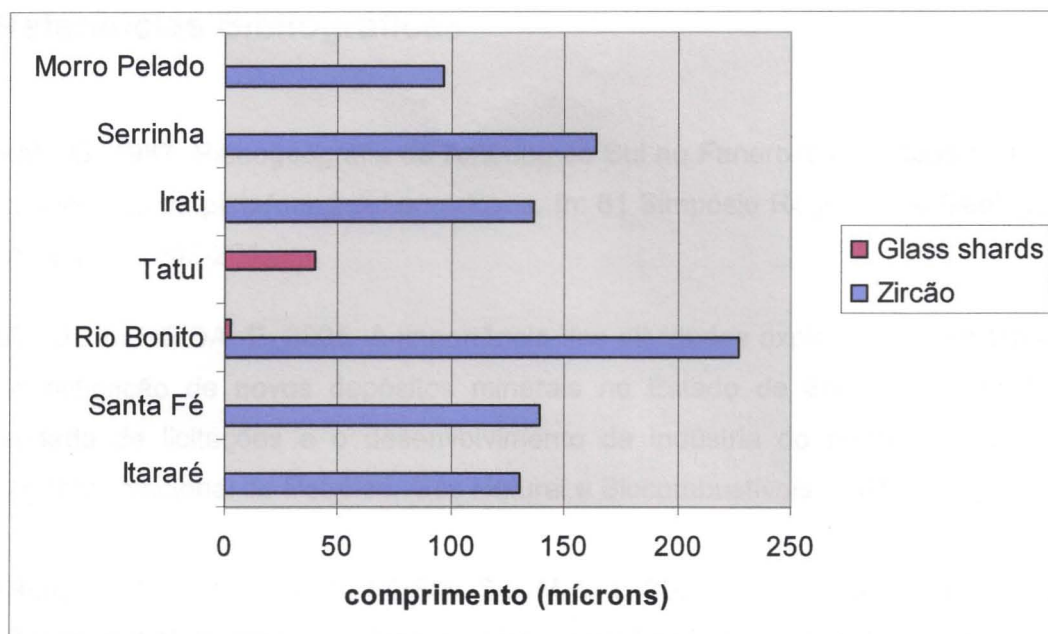


Fig. 27. Variação e comparação de cristais de zircão e glass shards de rochas neopaleozóicas da Bacia do Paraná, Rocha-Campos *et al.* 2006.

A utilização de gráficos de distância *versus* tamanho de partículas transportadas (Fig. 4. Shaw *et al.*, 1974) resulta em distâncias extremamente curtas entre os locais de deposição e a hipotética fonte vulcânica.

11. Referências Bibliográficas

- AMARAL, G. 1987. Paleogeografia da América do Sul no Fanerozóico e suas relações com a evolução da plataforma sul-americana. In: 61 Simpósio Regional de Geologia, SBG, Atas v.1, p.243-261.
- BORETI DE ALMEIDA, E. 2005. A importância das atividades exploratórias em terra para a identificação de novos depósitos minerais no Estado de São Paulo. In: A sétima rodada de licitações e o desenvolvimento da indústria do petróleo e gás natural. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP.
- CALARGE, L. M.; MEUNIER, A.; FORMOSO, M. L. L. 2003. A bentonite bed in Aceguá (RS, Brazil) and Melo (Uruguay) áreas: a highly crystallized. *Journal of South American Earth Sciences*, **16**:187-198.
- COUTINHO, J. M. V.; RODRIGUES, E. P.; SHIGUEMITSU, A.; DE OLIVEIRA, M.C.B. 1982. "Ash Fall" permeano na Bacia do Paraná. In: 51 CONGRESSO LATINO AMERICANO DE GEOLOGIA, Resúmenes. p.127.
- COUTINHO, J. M. V.; HACHIRO, J.; COIMBRA, A. M.; SANTOS, P. R. 1991. Ash-fall derived vitroclastic tuffaceous sediments in the Permiano of the Paraná Basin and their provenances. In: Seventh International Gondwana Symposium. Proceedings, H. Ulbrich e A. C. Rocha-Campos (eds). Instituto de Geociências, USP, São Paulo. p.147-160.
- COUTINHO, J. M. V. & HACHIRO, J. 2005. Distribution, mineralogy, provenance and significance of Permian ash-carrying deposits in the Paraná Basin, Brazil. *Revista do Instituto de Geociências da USP – Geologia Série Científica*, São Paulo (SP), **5**(1):29-39.
- DE LOCZY, L. 1964. Problemas estratigráficos e paleogeografia carbonífera da Bacia do Paraná. Rio de Janeiro, **DGM 214**.
- Fisher, R. V. & Schminke, H. U. 1984. Pyroclastic rocks, New York: Springer-Verlag. 472 p.
- FOLK, R. L. & Ward, W. C. 1957. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, **27**:2-26.

- FORMOSO, M.L.L.; PINTAUDE, D.A. 1972. Ocorrência de Argila Montmorilonítica em Aceguá, RS. Boletim **57** Instituto Tecnológico do Rio Grande do Sul.
- FORMOSO, M. L. L.; CALARGE, L. M.; GARCIA, A. J. V.; ALVES, D. B.; DUTRA, C. V.; MIZUSAKU, A. M. P. 1999. Permian Tonsteins from the Paraná Basin. Kodama A. R. & Torrance J. K. (eds), *Clays for our future*, Proceedings of the 11th International Clay Conference, 1997, Geological Survey of Canada. p. 613-621.
- GUERRA-SOMMER, M.; CAZZULO-KLEPZIG, M.; FORMOSO, M.L.; MENEGAT, R.; BASEI, M.A.S. 2005. New radiometric data from ash fall rocks in Candiota coal-bearing strata and the palynostratigraphic framework in southern Paraná Basin (Brazil). Gondwana 12, Mendoza, Argentine, abstracts. 189p.
- Hildreth, W. & Drake R. E., 1992. Volcán Quizapu, Chilean Andes. Bulletin of Volcanology, **54**:93-125.
- KLEIMAN, L. 1993. El volcanismo permo-triásico del Bloque de San Rafael (Provincia de Mendoza): su potencial uranífero. *Doce congreso Geológico Argentino*, **5**:284-293.
- LARSSON, W., 1937. Vulkanischen Asohe vom Ausbruch des chilenischen Vulkans Quizap6 (1932) in Argentina gesammelt: Eine studie uber aolische differentiation. Geol. Inst. Upsala Bull. v.**26**, p.27-52.
- LAVINA, E. L. 1991. *Geologia sedimentar e paleogeografia do neopermiano e Eotriássico (intervalo Kazaniano – Citiano) da Bacia do Paraná*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, universidade federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 332p.
- LÓPEZ-GAMUNDI, O. R.; CONAGHAN, P. J.; ROSELLO, E. A.; COBBOLD, P. R. 1995. The Tunas Formation (Permian) in the Sierras Australes Foldbelt, east central Argentina: evidence for syntectonic sedimentation ins a foreland basin. *Journal of South American Earth Sciences* **8**(2):129-142.
- MANGERUD, J.; LIE, S. E.; FURNES, H.; KRIESTIANSEN I. L.; LOMO L. 1984. A younger dryas ash bed in Wester Norway, and its possible correlations with tephra in cores from Norwegian sea and north Atlantic. *Quaternary Research*, **21**:85-104.

- MANVILLE, V. & WILSON, C. J. N. 2004. Vertical Density currents: a review of their potential role in the deposition and interpretation of deep-sea ash layers. *Journal of the Geological Society of London*, **161**:947-958.
- MATOS, S. L. F. de 1999. *História deposicional e idade do intervalo portador de carvão da Formação Rio Bonito, Permiano da Bacia do Paraná, no depósito de carvão Candiota, RS*. Tese de doutoramento. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 158 p.
- MATOS, S. L. F. de; YAMAMOTO, J. K.; HACHIRO, J.; COIMBRA, A. M. 2000. Tonsteins da Formação Rio Bonito no depósito de carvão de Candiota, RS. *Revista Brasileira de Geociências*, **30**:679-684.
- MATOS, S. L. F. DE; YAMAMOTO J. K.; RICCOMINI C.; HACHIRO J.; TASSINARI, C. C. G. 2001. Absolute dating of Permian ash-fall in the Rio Bonito Formation, Paraná Basin. *Gondwana Research*, **4**:421-426.
- MAYNARD, J. B.; CHOCYK-JAMINSKI, M.; GAYNES, R. R.; KREKELER, M. P.; PROPENKO, M.; SUMMERS, A. M.; HUFF, W. D. 1996. Bentonites in the Late Permian (Tartarian) Irati Formation of Brazil: Geochemistry and potencial for stratigraphic correlation. Geological Society of America, 28th Annual Meeting, Abstracts. 280 p.
- MCLACHLAN, R. & JONKER, J. P. 1990. Tuff beds in the northwestern part of the Karoo Basin. *South African Journal of Geology* **93**:329-338.
- MILANI, E. J. 1997. *Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com geodinâmica Fanerozóica do Gondwana sul-ocidental*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2v.
- MILANI, E. J.; FACCINI, U. F.; SCHERER, C. M.; ARAÚJO, L. M.; CUPERTINO, J. A. 1998. Sequences and Stratigraphic Hierarchy of the Parana Basin (Ordovician to Cretaceous), Southern Brasil. *Boletim IG-USP*, **29**:125-173.
- MIZUSAKI, A. M. P.; FORMOSO, M. L.; ALVES, D. B. 1999. Tephra layers in the southern portion of the South America continent. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **74**: 825-829.

- NINKOVICH, D. & SHACKLETON, N. J. 1975. Distribution, stratigraphic position and age of ash layer 'L' in the Panama Basin region. *Earth and Planetary Science Letters*, **27**:20-34.
- ROBERTS, J.; CLAOUÉ-LONG, J.; JONES, P. J.; FOSTER, C. B. 1995. SHRIMP zircon age control of Gondwana sequences in Late Carboniferous and Early Permian in Australia. In: R.E. Dunay e E.A. Hailwood (eds.), Non-biostratigraphical methods of dating and correlation. *Geological Society of America Special Publication*, **89**:145-174.
- ROCHA-CAMPOS, A. C.; BASEI, M. A. S.; ROSA, O. C. R. da; CANILE, F. M.; FERNANDES, M. T. 2004. Calibração cronoestratigráfica da seqüência permo-carbonífera da Bacia do Paraná: problemas e perspectivas. In: Simpósio 40 anos de Geocronologia no Brasil, Boletim de resumo. 8p.
- ROCHA-CAMPOS, A. C.; BASEI, M. A. S.; NUTMAN, A.; SANTOS, P. R. 2006. SHRIMP U-Pb Zircon Geochronological Calibration of the Late Paleozoic Supersequence, Paraná Basin, Brazil. In: V SIMPÓSIO SUDAMERICANO DE GEOLOGÍA ISOTÓPICA, 2006, Punta del Este. Actas. p.322-325.
- SETTI, G. C. X. 1998. Sedimentologia e paleomagnetismo de diamictitos da Formação Jequitaiá. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia). Universidade de São Paulo, São Paulo. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.
- SHAW, D. M.; WATKIN, N. D.; HUANG, T. C. 1974. Atmospherically transported volcanic glass in deep-sea sediments: theoretical considerations. *Journal of Geophysical Research*, **79** (21):3087-3094.
- VIVIANI, J. B. 2001. Feições glaciais de abrasão e deposicionais do Subgrupo Itararé em Salto, SP. Relatório final de bolsa de iniciação científica (FAPESP), Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 67p.
- VIVIANI, J. B. & ROCHA-CAMPOS, A. C. 2002. Late Paleozoic exhumed glacial erosive landscape in Salto, SP. In: Reunião da Academia de Ciências, 2001, São Paulo. Anais da Academia Brasileira de Ciências, **74**:549-550.
- WENTWORTH, C.K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, **30**(1):377-392.

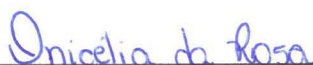
WINCHESTER, J. A. & FLOYD P. A. 1977. Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. *Chemical. Geology*, **20**:325-343.

São Paulo, 14 de Novembro de 2006.

De acordo,



Orientador: Prof. Dr. A. C. Rocha-Campos



Aluna: Onicélia de Cássia Ribeiro da Rosa

Massa dispersante (g): 1,02		*Após a separação granulométrica	
"Antes da separação granulométrica"		"Após a separação granulométrica"	
Massa amostra (g)	60,45	Partículas 4,000 - 0,063 (g)	
Massa 4,000 - 0,063 (g)	0	Partículas 0,063 - 0,025 (g)	
Massa 0,063 - 0,025 (g)	0	Massa 0,025 - 0,0075 (g)	
Massa 0,025 - 0,0075 (g)	1,000	Massa 0,0075 - 0,0025 (g)	
Massa 0,0075 - 0,0025 (g)		Massa 0,0025 - 0,00125 (g)	
Massa 0,0025 - 0,00125 (g)		Massa 0,00125 - 0,000625 (g)	
Massa 0,00125 - 0,000625 (g)		Massa 0,000625 - 0,0003125 (g)	
Massa 0,000625 - 0,0003125 (g)		Massa 0,0003125 - 0,00015625 (g)	
Massa 0,0003125 - 0,00015625 (g)		Massa 0,00015625 - 0,000078125 (g)	
Massa 0,00015625 - 0,000078125 (g)		Massa 0,000078125 - 0,0000390625 (g)	
Massa 0,000078125 - 0,0000390625 (g)		Massa 0,0000390625 - 0,00001953125 (g)	
Massa 0,0000390625 - 0,00001953125 (g)		Massa 0,00001953125 - 0,000009765625 (g)	
Massa 0,00001953125 - 0,000009765625 (g)		Massa 0,000009765625 - 0,0000048828125 (g)	
Massa 0,000009765625 - 0,0000048828125 (g)		Massa 0,0000048828125 - 0,00000244140625 (g)	
Massa 0,0000048828125 - 0,00000244140625 (g)		Massa 0,00000244140625 - 0,000001220703125 (g)	
Massa 0,000001220703125 - 0,0000006103515625 (g)		Massa 0,0000006103515625 - 0,00000030517578125 (g)	
Massa 0,00000030517578125 - 0,000000152587890625 (g)		Massa 0,000000152587890625 - 0,0000000762939453125 (g)	
Massa 0,0000000762939453125 - 0,00000003814697265625 (g)		Massa 0,00000003814697265625 - 0,000000019073486328125 (g)	
Massa 0,000000019073486328125 - 0,0000000095367431640625 (g)		Massa 0,0000000095367431640625 - 0,00000000476837158203125 (g)	
Massa 0,00000000476837158203125 - 0,000000002384185791015625 (g)		Massa 0,000000002384185791015625 - 0,0000000011920928955078125 (g)	
Massa 0,0000000011920928955078125 - 0,00000000059604644775390625 (g)		Massa 0,00000000059604644775390625 - 0,000000000298023223876953125 (g)	
Massa 0,000000000298023223876953125 - 0,0000000001490116119384765625 (g)		Massa 0,0000000001490116119384765625 - 0,00000000007450580596923828125 (g)	
Massa 0,00000000007450580596923828125 - 0,000000000037252902984619140625 (g)		Massa 0,000000000037252902984619140625 - 0,0000000000186264514923095703125 (g)	
Massa 0,0000000000186264514923095703125 - 0,00000000000931322574615478515625 (g)		Massa 0,00000000000931322574615478515625 - 0,000000000004656612873077392578125 (g)	
Massa 0,000000000004656612873077392578125 - 0,0000000000023283064365386962890625 (g)		Massa 0,0000000000023283064365386962890625 - 0,00000000000116415321826934814453125 (g)	
Massa 0,00000000000116415321826934814453125 - 0,000000000000582076609134674072265625 (g)		Massa 0,000000000000582076609134674072265625 - 0,0000000000002910383045673370361328125 (g)	
Massa 0,0000000000002910383045673370361328125 - 0,00000000000014551915228366851806640625 (g)		Massa 0,00000000000014551915228366851806640625 - 0,000000000000072759576141834259033203125 (g)	
Massa 0,000000000000072759576141834259033203125 - 0,0000000000000363797880709171295166015625 (g)		Massa 0,0000000000000363797880709171295166015625 - 0,00000000000001818989403545856475830078125 (g)	
Massa 0,00000000000001818989403545856475830078125 - 0,000000000000009094947017729282379150390625 (g)		Massa 0,000000000000009094947017729282379150390625 - 0,0000000000000045474735088646141895751953125 (g)	
Massa 0,0000000000000045474735088646141895751953125 - 0,00000000000000227373675443230709478759765625 (g)		Massa 0,00000000000000227373675443230709478759765625 - 0,000000000000001136868377216153547393798828125 (g)	
Massa 0,000000000000001136868377216153547393798828125 - 0,0000000000000005684341886080767736968994140625 (g)		Massa 0,0000000000000005684341886080767736968994140625 - 0,00000000000000028421709430403838684844970703125 (g)	
Massa 0,00000000000000028421709430403838684844970703125 -			

Tab. AI-1. Resultados da análise Granulométrica amostra OR\CN-1

IGcUSP - GSA - LABSED							
Responsável: Onicélia da Rosa							
Projeto: Origem dos Depósitos de Queda de Cinza Vulcânica no Neopaleozóico da Bacia do Paraná							
Data: 02/07/06							
Amostra: OR\CN-1			Massa dispersante (g): 1,02				
Antes da separação granulométrica			*Após a separação granulométrica*				
Massa total inicial - Mi (g)		60,45	Partículas 4,000 - 0,062 (g)		4,3636		
Massa dos seixos (g)		0	Partículas menores 0,062 (g)		56,3900		
Eliminação ataque químico (g)		0	Massa total final - Mf (g)		60,7536		
Volume da proveta - Vp (ml)		1000	Fator de correção Mi/Mf		0,9950		
PIPETAGEM							
Granulometria	Tempo (min:s)		M. total (g)	M. frasco (g)	M.alíquota (g)	M.suspens alíq (g)	M susp.total (g)
(mm)	10cm	20cm	Mt	Mfr	Mt-Mfr-D	Ms	Ms*Vp/20
0,062 - 0,031	00:29	00:58	9,0246	7,8764	1,1278	0,4973	24,8650
0,031 - 0,016	01:56	03:52	8,2975	7,6466	0,6305	0,2934	14,6700
0,016 - 0,008	07:44	15:28	7,6958	7,3383	0,3371	0,0818	4,0900
0,008 - 0,004	31:00	62:00	7,9834	7,7077	0,2553	0,0626	3,1300
<0,004	123:00	246:00	7,5382	7,3251	0,1927	0,1927	9,6350
PENEIRAMENTO			CÁLCULOS PARA CURVA ACUMULATIVA E HISTOGRAMA				
Granulometria (mm)	Massa (g)	M.corrig (g)	Prp.massa (%)	Prp.acumulada (%)	Wentworth	Krumbein (phi)	
4,000 - 2,830	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	grânulo		
2,830 - 2,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	grânulo		
2,000 - 1,410	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	areia mt.grossa		
1,410 - 1,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	areia mt.grossa		
1,000 - 0,707	0,0024	0,0024	0,0040	0,0040	areia grossa		
0,707 - 0,500	0,0094	0,0094	0,0155	0,0194	areia grossa		
0,500 - 0,354	0,0166	0,0165	0,0273	0,0467	areia média		
0,354 - 0,250	0,0309	0,0307	0,0509	0,0976	areia média		
0,250 - 0,177	0,0620	0,0617	0,1021	0,1997	areia fina		
0,177 - 0,125	0,0733	0,0729	0,1207	0,3203	areia fina		
0,125 - 0,088	0,4440	0,4418	0,7308	1,0511	areia mt.fina		
0,088 - 0,062	3,7250	3,7064	6,1313	7,1825	areia mt.fina		
<0,062* (fundo)	15,9329	15,8533			silte/argila		
0,062 - 0,031	24,8650	24,7407	40,9276	48,1101	silte grosso		
0,031 - 0,016	14,6700	14,5967	24,1467	72,2568	silte médio		
0,016 - 0,008	4,0900	4,0696	6,7321	78,9889	silte fino		
0,008 - 0,004	3,1300	3,1144	5,1520	84,1409	silte mt. fino		
<0,004	9,6350	9,5869	15,8591	100,0000	argila		
Total	60,7536	60,4500	100,0000				

Tab. AI-2. Resultados da análise Granulométrica amostra OR\CN-1(S)

IGcUSP - GSA - LABSED							
Responsável: Onicélia da Rosa							
Projeto: Origem dos Depósitos de Queda de Cinza Vulcânica no Neopaleozóico da Bacia do Paraná							
Data: 25/07/06							
Amostra: OR\CN-1(S)			Massa dispersante (g): 1,32				
Antes da separação granulométrica			*Após a separação granulométrica*				
Massa total inicial - Mi (g)		68,13		Partículas 4,000 - 0,062 (g)		2,4155	
Massa dos seixos (g)		0		Partículas menores 0,062 (g)		69,0250	
Eliminação ataque químico (g)		0		Massa total final - Mf (g)		71,4405	
Volume da proveta - Vp (ml)		1000		Fator de correção Mi/Mf		0,9537	
PIPETAGEM							
Granulometria	Tempo (min:s)		M. total (g)	M. frasco (g)	M.alíquota (g)	M.suspens alíq (g)	M susp.total (g)
(mm)	10cm	20cm	Mt	Mfr	Mt-Mfr-D	Ms	Ms*Vp/20
0,062 - 0,031	00:29	00:58	9,3660	7,9591	1,3805	0,1451	7,2550
0,031 - 0,016	01:56	03:52	10,7377	9,4759	1,2354	0,3081	15,4050
0,016 - 0,008	07:44	15:28	10,7272	9,7735	0,9273	0,2417	12,0850
0,008 - 0,004	31:00	62:00	10,6999	9,9879	0,6856	0,1661	8,3050
<0,004	123:00	246:00	8,4657	7,9198	0,5195	0,5195	25,9750
PENEIRAMENTO			CÁLCULOS PARA CURVA ACUMULATIVA E HISTOGRAMA				
Granulometria (mm)		Massa (g)	M.corrig (g)	Prp.massa (%)	Prp.acumulada (%)	Wenthwort	Krumbein (phi)
4,000 - 2,830		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	grânulo	
2,830 - 2,000		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	grânulo	
2,000 - 1,410		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	areia mt.grossa	
1,410 - 1,000		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	areia mt.grossa	
1,000 - 0,707		0,0024	0,0023	0,0034	0,0034	areia grossa	
0,707 - 0,500		0,0477	0,0455	0,0668	0,0701	areia grossa	
0,500 - 0,354		0,0872	0,0832	0,1221	0,1922	areia média	
0,354 - 0,250		0,1928	0,1839	0,2699	0,4621	areia média	
0,250 - 0,177		0,3309	0,3156	0,4632	0,9252	areia fina	
0,177 - 0,125		0,7985	0,7615	1,1177	2,0430	areia fina	
0,125 - 0,088		0,2896	0,2762	0,4054	2,4483	areia mt.fina	
0,088 - 0,062		0,6664	0,6355	0,9328	3,3811	areia mt.fina	
<0,062* (fundo)		0,5738	0,5472			silte/argila	
0,062 - 0,031		7,2550	6,9188	10,1553	13,5364	silte grosso	
0,031 - 0,016		15,4050	14,6911	21,5634	35,0998	silte médio	
0,016 - 0,008		12,0850	11,5250	16,9162	52,0160	silte fino	
0,008 - 0,004		8,3050	7,9202	11,6251	63,6411	silte mt. fino	
<0,004		25,9750	24,7713	36,3589	100,0000	argila	
Total		71,4405	68,1300	100,0000			

Tab. AI-3. Resultados da análise Granulométrica amostra ORAC-1

IGcUSP - GSA - LABSED							
Responsável: Onicélia da Rosa							
Projeto: Origem dos Depósitos de Queda de Cinza Vulcânica no Neopaleozóico da Bacia do Paraná							
Data: 02/10/06							
Amostra: OR\AC-1			Massa dispersante (g): 2,00				
Antes da separação granulométrica			*Após a separação granulométrica*				
Massa total inicial - Mi (g)		66,98	Partículas 4,000 - 0,062 (g)		10,2231		
Massa dos seixos (g)			Partículas menores 0,062 (g)		54,4950		
Eliminação ataque químico (g)		0	Massa total final - Mf (g)		64,7181		
Volume da proveta - Vp (ml)		1000	Fator de correção Mi/Mf		1,0350		
PIPETAGEM							
Granulometria	Tempo (min:s)		M. total (g)	M. frasco (g)	M.alíquota (g)	M.suspens alíq (g)	M susp.total (g)
(mm)	10cm	20cm	Mt	Mfr	Mt-Mfr-D	Ms	Ms*Vp/20
0,062 - 0,031	00:29	00:58	7,8475	6,7176	1,0899	0,1924	9,6200
0,031 - 0,016	01:56	03:52	10,4265	9,4890	0,8975	0,1878	9,3900
0,016 - 0,008	07:44	15:28	11,2245	10,4748	0,7097	0,0724	3,6200
0,008 - 0,004	31:00	62:00	8,2055	7,5282	0,6373	0,3689	18,4450
<0,004	123:00	246:00	7,9544	7,6460	0,2684	0,2684	13,4200
PENEIRAMENTO			CÁLCULOS PARA CURVA ACUMULATIVA E HISTOGRAMA				
Granulometria (mm)	Massa (g)	M.corrig (g)	Prp.massa (%)	Prp.acumulada (%)	Wentworth	Krumbein (phi)	
4,000 - 2,830	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	grânulo		
2,830 - 2,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	grânulo		
2,000 - 1,410	0,0031	0,0032	0,0048	0,0048	areia mt.grossa		
1,410 - 1,000	0,0462	0,0478	0,0714	0,0762	areia mt.grossa		
1,000 - 0,707	0,0877	0,0908	0,1355	0,2117	areia grossa		
0,707 - 0,500	0,4509	0,4667	0,6967	0,9084	areia grossa		
0,500 - 0,354	0,6018	0,6228	0,9299	1,8383	areia média		
0,354 - 0,250	0,8588	0,8888	1,3270	3,1653	areia média		
0,250 - 0,177	1,4496	1,5003	2,2399	5,4051	areia fina		
0,177 - 0,125	1,1766	1,2177	1,8180	7,2232	areia fina		
0,125 - 0,088	2,3427	2,4246	3,6199	10,8430	areia mt.fina		
0,088 - 0,062	3,2057	3,3177	4,9533	15,7964	areia mt.fina		
<0,062* (fundo)	3,0541	3,1608			silte/argila		
0,062 - 0,031	9,6200	9,9562	14,8645	30,6608	silte grosso		
0,031 - 0,016	9,3900	9,7182	14,5091	45,1699	silte médio		
0,016 - 0,008	3,6200	3,7465	5,5935	50,7634	silte fino		
0,008 - 0,004	18,4450	19,0897	28,5005	79,2639	silte mt. fino		
<0,004	13,4200	13,8890	20,7361	100,0000	argila		
Total	64,7181	66,9800	100,0000				

Tab. AI-4 . Resultados da análise Granulométrica amostra ORAC-1(S)

IGcUSP - GSA – LABSED							
Responsável: Onicélia da Rosa							
Projeto: Origem dos Depósitos de Queda de Cinza Vulcânica no Neopaleozóico da Bacia do Paraná							
Data: 02/10/06							
Amostra: ORAC-1 (S)			Massa dispersante (g): 1,02				
Antes da separação granulométrica			*Após a separação granulométrica*				
Massa total inicial - Mi (g)		65,08	Partículas 4,000 - 0,062 (g)		7,5448		
Massa dos seixos (g)		0	Partículas menores 0,062 (g)		57,6650		
Eliminação ataque químico (g)		0	Massa total final - Mf (g)		65,2098		
Volume da proveta - Vp (ml)		1000	Fator de correção Mi/Mf		0,9980		
PIPETAGEM							
Granulometria	Tempo (min:s)		M. total (g)	M. frasco (g)	M.alíquota (g)	M.suspens alíq (g)	M susp.total (g)
(mm)	10cm	20cm	Mt	Mfr	Mt-Mfr-D	Ms	Ms*Vp/20
0,062 - 0,031	00:29	00:58	8,7391	7,5654	1,1533	0,0321	1,6050
0,031 - 0,016	01:56	03:52	8,4799	7,3383	1,1212	0,1782	8,9100
0,016 - 0,008	07:44	15:28	11,2086	10,2452	0,9430	0,1092	5,4600
0,008 - 0,004	31:00	62:00	8,1113	7,2571	0,8338	0,2681	13,4050
<0,004	123:00	246:00	10,2872	9,7011	0,5657	0,5657	28,2850
PENEIRAMENTO			CÁLCULOS PARA CURVA ACUMULATIVA E HISTOGRAMA				
Granulometria (mm)	Massa (g)	M.corrig (g)	Prp.massa (%)	Prp.acumulada (%)	Wentworth	Krumbein (phi)	
4,000 - 2,830	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	grânulo		
2,830 - 2,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	grânulo		
2,000 - 1,410	0,0564	0,0563	0,0865	0,0865	areia mt.grossa		
1,410 - 1,000	0,5028	0,5018	0,7710	0,8575	areia mt.grossa		
1,000 - 0,707	0,3562	0,3555	0,5462	1,4038	areia grossa		
0,707 - 0,500	1,0558	1,0537	1,6191	3,0229	areia grossa		
0,500 - 0,354	0,8044	0,8028	1,2336	4,2564	areia média		
0,354 - 0,250	0,7646	0,7631	1,1725	5,4289	areia média		
0,250 - 0,177	0,7916	0,7900	1,2139	6,6429	areia fina		
0,177 - 0,125	0,7877	0,7861	1,2079	7,8508	areia fina		
0,125 - 0,088	1,1558	1,1535	1,7724	9,6232	areia mt.fina		
0,088 - 0,062	1,2695	1,2670	1,9468	11,5700	areia mt.fina		
<0,062* (fundo)	0,9967	0,9947			silte/argila		
0,062 - 0,031	1,6050	1,6018	2,4613	14,0313	silte grosso		
0,031 - 0,016	8,9100	8,8923	13,6636	27,6949	silte médio		
0,016 - 0,008	5,4600	5,4491	8,3730	36,0679	silte fino		
0,008 - 0,004	13,4050	13,3783	20,5567	56,6246	silte mt. fino		
<0,004	28,2850	28,2287	43,3754	100,0000	argila		
Total	65,2098	65,0800	100,0000				

Tab. AI-5. Resultados da análise Granulométrica amostra ORAC-1(I)

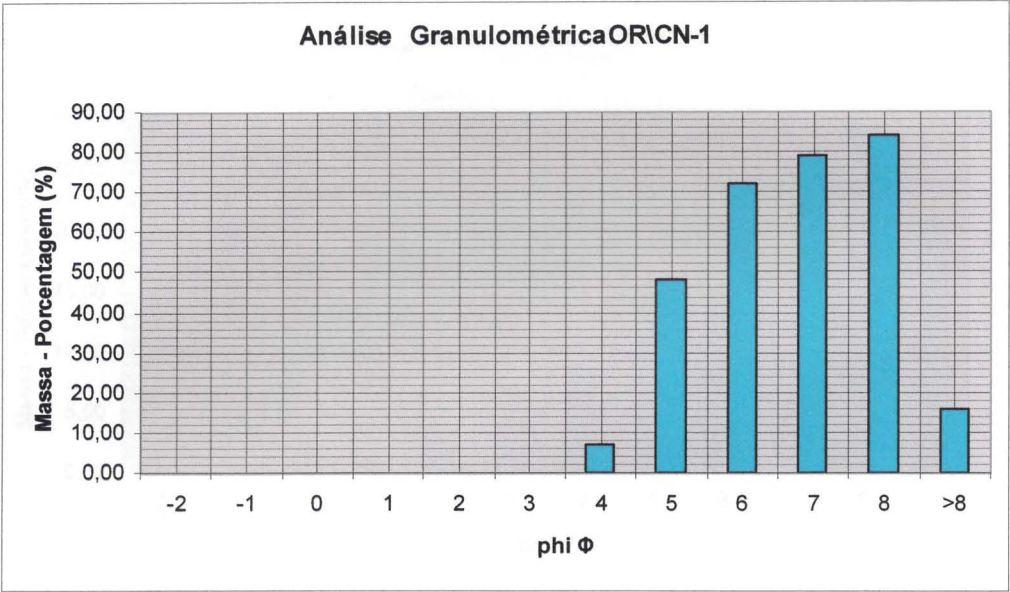
IGcUSP - GSA - LABSED								
Responsável: Onicélia da Rosa								
Projeto: Origem dos Depósitos de Queda de Cinza Vulcânica no Neopaleozóico da Bacia do Paraná								
Data: 02/10/06								
Amostra: OR\AC-1(I)			Massa dispersante (g): 1,01					
Antes da separação granulométrica			*Após a separação granulométrica*					
Massa total inicial - Mi (g)		64,49	Partículas 4,000 - 0,062 (g)		11,2477			
Massa dos seixos (g)		0	Partículas menores 0,062 (g)		52,2050			
Eliminação ataque químico (g)		0	Massa total final - Mf (g)		63,4527			
Volume da proveta - Vp (ml)		1000	Fator de correção Mi/Mf		1,0163			
PIPETAGEM								
Granulometria		Tempo (min:s)		M. total (g)	M. frasco (g)	M.alíquota (g)	M.suspens alíq (g)	M susp.total (g)
(mm)		10cm	20cm	Mt	Mfr	Mt-Mfr-D	Ms	Ms*Vp/20
0,062 - 0,031		00:29	00:58	8,3217	7,2574	1,0441	0,1635	8,1750
0,031 - 0,016		01:56	03:52	8,4666	7,5658	0,8806	0,2222	11,1100
0,016 - 0,008		07:44	15:28	11,1549	10,4763	0,6584	0,1482	7,4100
0,008 - 0,004		31:00	62:00	8,0293	7,4989	0,5102	0,1457	7,2850
<0,004		123:00	246:00	7,7681	7,3834	0,3645	0,3645	18,2250
PENEIRAMENTO			CÁLCULOS PARA CURVA ACUMULATIVA E HISTOGRAMA					
Granulometria (mm)		Massa (g)	M.corrig (g)	Prp.massa (%)	Prp.acumulada (%)	Wentworth	Krumbein (phi)	
4,000 - 2,830		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	grânulo		
2,830 - 2,000		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	grânulo		
2,000 - 1,410		0,0178	0,0181	0,0281	0,0281	areia mt.grossa		
1,410 - 1,000		0,2188	0,2224	0,3448	0,3729	areia mt.grossa		
1,000 - 0,707		0,3309	0,3363	0,5215	0,8944	areia grossa		
0,707 - 0,500		1,3547	1,3768	2,1350	3,0293	areia grossa		
0,500 - 0,354		1,2291	1,2492	1,9370	4,9664	areia média		
0,354 - 0,250		1,1885	1,2079	1,8730	6,8394	areia média		
0,250 - 0,177		1,2125	1,2323	1,9109	8,7503	areia fina		
0,177 - 0,125		1,4362	1,4597	2,2634	11,0137	areia fina		
0,125 - 0,088		1,7064	1,7343	2,6892	13,7030	areia mt.fina		
0,088 - 0,062		2,5528	2,5945	4,0232	17,7261	areia mt.fina		
<0,062* (fundo)		4,1177	4,1850			silte/argila		
0,062 - 0,031		8,1750	8,3086	12,8836	30,6097	silte grosso		
0,031 - 0,016		11,1100	11,2916	17,5091	48,1188	silte médio		
0,016 - 0,008		7,4100	7,5311	11,6780	59,7968	silte fino		
0,008 - 0,004		7,2850	7,4041	11,4810	71,2778	silte mt. fino		
<0,004		18,2250	18,5229	28,7222	100,0000	argila		
Total		63,4527	64,4900	100,0000				

Tab. AI-6. Resultados da análise Granulométrica amostra ORVAC-3

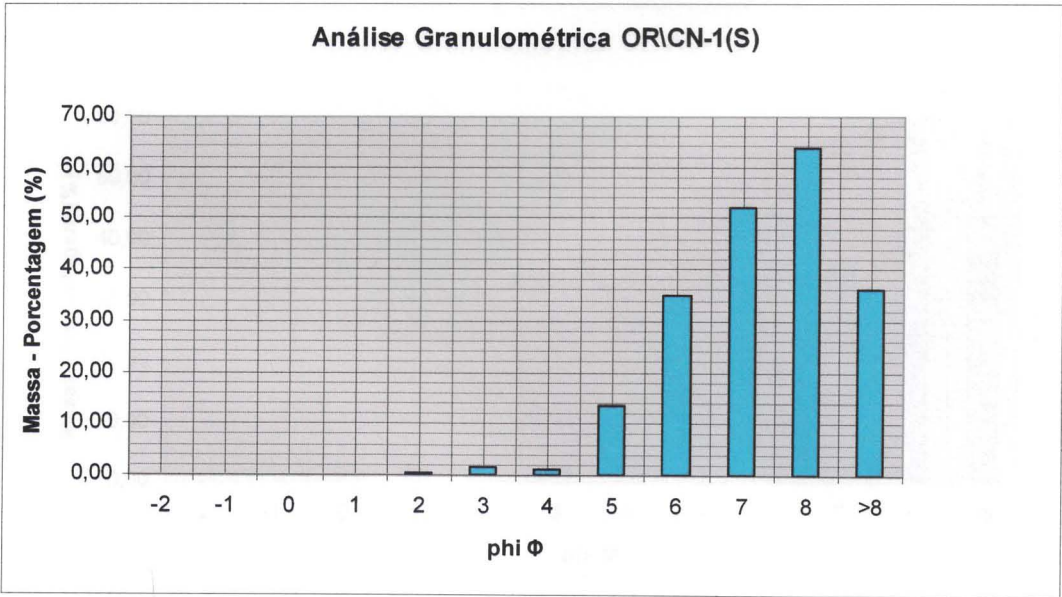
IGcUSP - GSA - LABSED							
Responsável: Onicélia da Rosa							
Projeto: Origem dos Depósitos de Queda de Cinza Vulcânica no Neopaleozóico da Bacia do Paraná							
Data: 02/10/06							
Amostra: ORIAC-3			Massa dispersante (g): 1,04				
Antes da separação granulométrica			*Após a separação granulométrica*				
Massa total inicial - Mi (g)		65,09		Partículas 4,000 - 0,062 (g)		45,1998	
Massa dos seixos (g)		0		Partículas menores 0,062 (g)		17,4000	
Eliminação ataque químico (g)		0		Massa total final - Mf (g)		62,5998	
Volume da proveta - Vp (ml)		1000		Fator de correção Mi/Mf		1,0398	
PIPETAGEM							
Granulometria		Tempo (min:s)		M. total (g)	M. frasco (g)	M.alíquota (g)	M.suspens alíq (g)
(mm)		10cm	20cm	Mt	Mfr	Mt-Mfr-D	Ms
0,062 - 0,031		00:29	00:58	8,3565	7,9877	0,3480	0,1459
0,031 - 0,016		01:56	03:52	10,4220	10,1991	0,2021	0,0427
0,016 - 0,008		07:44	15:28	11,0882	10,9080	0,1594	0,0290
0,008 - 0,004		31:00	62:00	9,6409	9,4897	0,1304	0,0182
<0,004		123:00	246:00	9,9047	9,7717	0,1122	0,1122
PENEIRAMENTO			CÁLCULOS PARA CURVA ACUMULATIVA E HISTOGRAMA				
Granulometria (mm)		Massa (g)	M.corrig (g)	Prp.massa (%)	Prp.acumulada (%)	Wenthwort	Krumbein (phi)
4,000 - 2,830		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	grânulo	
2,830 - 2,000		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	grânulo	
2,000 - 1,410		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	areia mt.grossa	
1,410 - 1,000		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	areia mt.grossa	
1,000 - 0,707		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	areia grossa	
0,707 - 0,500		0,0045	0,0047	0,0072	0,0072	areia grossa	
0,500 - 0,354		0,0120	0,0125	0,0192	0,0264	areia média	
0,354 - 0,250		0,0879	0,0914	0,1404	0,1668	areia média	
0,250 - 0,177		0,3187	0,3314	0,5091	0,6759	areia fina	
0,177 - 0,125		4,2389	4,4075	6,7714	7,4473	areia fina	
0,125 - 0,088		25,6137	26,6326	40,9166	48,3639	areia mt.fina	
0,088 - 0,062		14,9241	15,5178	23,8405	72,2044	areia mt.fina	
<0,062* (fundo)		4,6586	4,8439			silte/argila	
0,062 - 0,031		7,2950	7,5852	11,6534	83,8578	silte grosso	
0,031 - 0,016		2,1350	2,2199	3,4106	87,2683	silte médio	
0,016 - 0,008		1,4500	1,5077	2,3163	89,5846	silte fino	
0,008 - 0,004		0,9100	0,9462	1,4537	91,0383	silte mt. fino	
<0,004		5,6100	5,8332	8,9617	100,0000	argila	
Total		62,5998	65,0900	100,0000			

ANEXO II – GRÁFICOS DE DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA

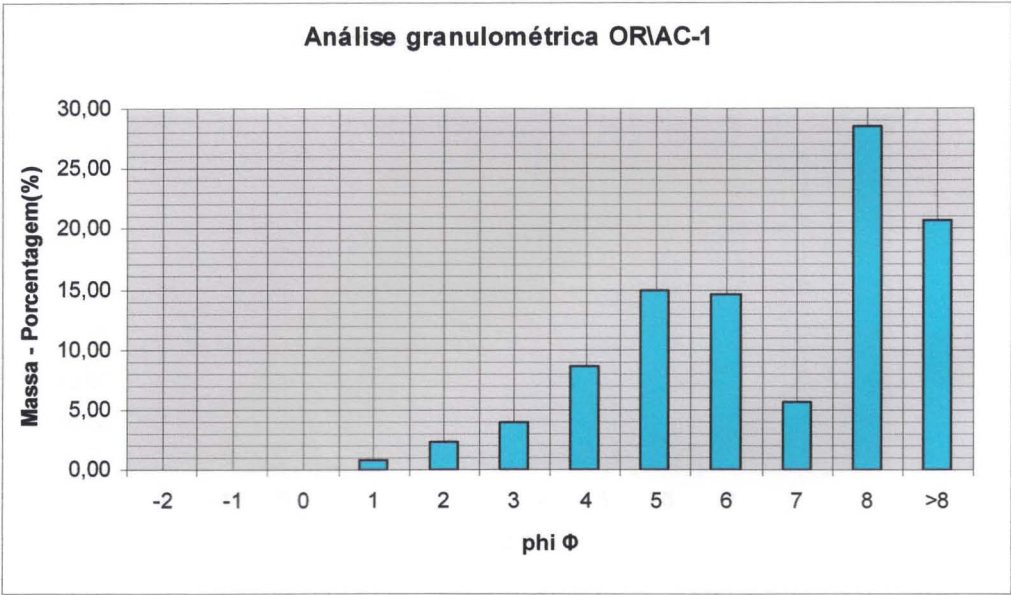
Quadro AII-1. Histograma da massa (%) versus tamanho dos grãos na escala phi - OR\CN-1.



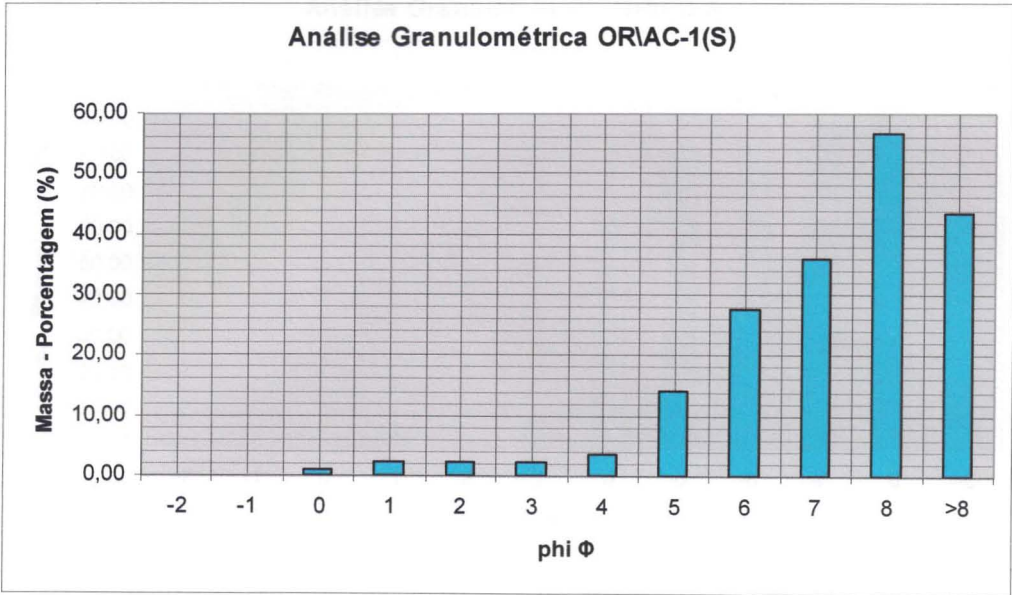
Quadro AII-2. Histograma da massa (%) versus tamanho dos grãos na escala phi - OR\CN-1(S).



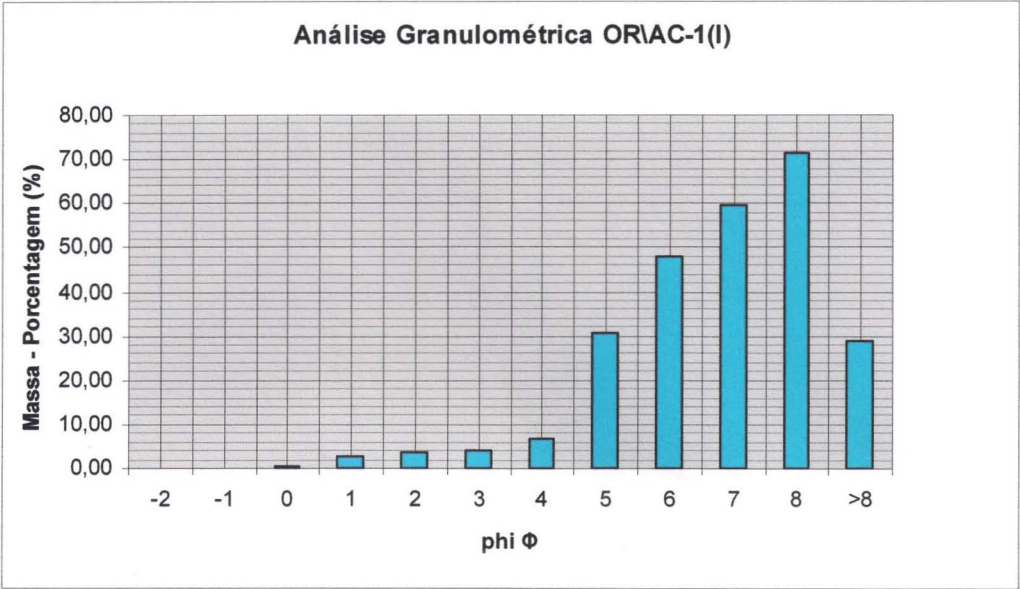
Quadro AII-3. Histograma da massa (%) versus tamanho dos grãos na escala phi - ORIAC-1.



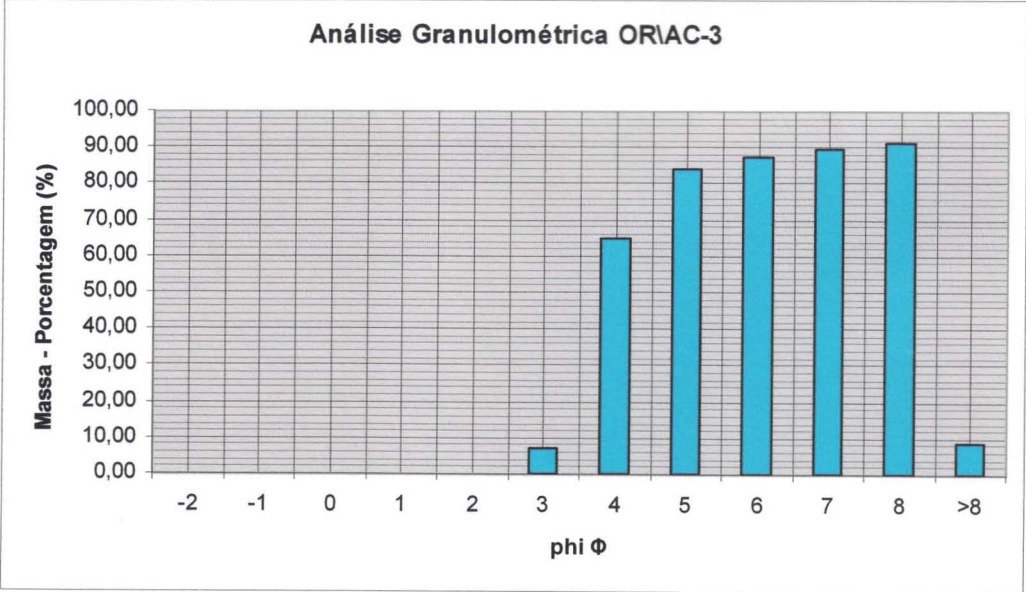
Quadro AII-4. Histograma da massa (%) versus tamanho dos grãos na escala phi - ORIAC-1(S).



Quadro AII-4. Histograma da massa (%) versus tamanho dos grãos na escala phi - OR\AC-1(I).



Quadro AII-4. Histograma da massa (%) versus tamanho dos grãos na escala phi - OR\AC-3.



ANEXO III – DIFRATOGRAMAS DAS AMOSTRAS

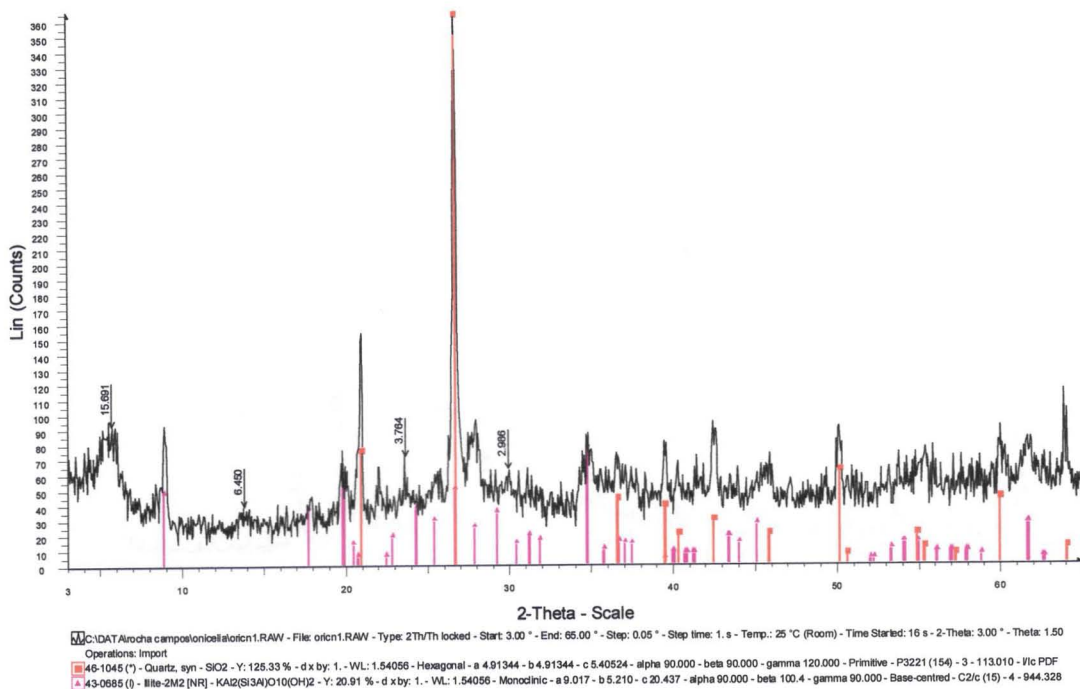


Fig. AIII.1. Difratograma de Raios-X em rocha total amostra ORICN-1 (Grupo Itararé, Itu (SP)).

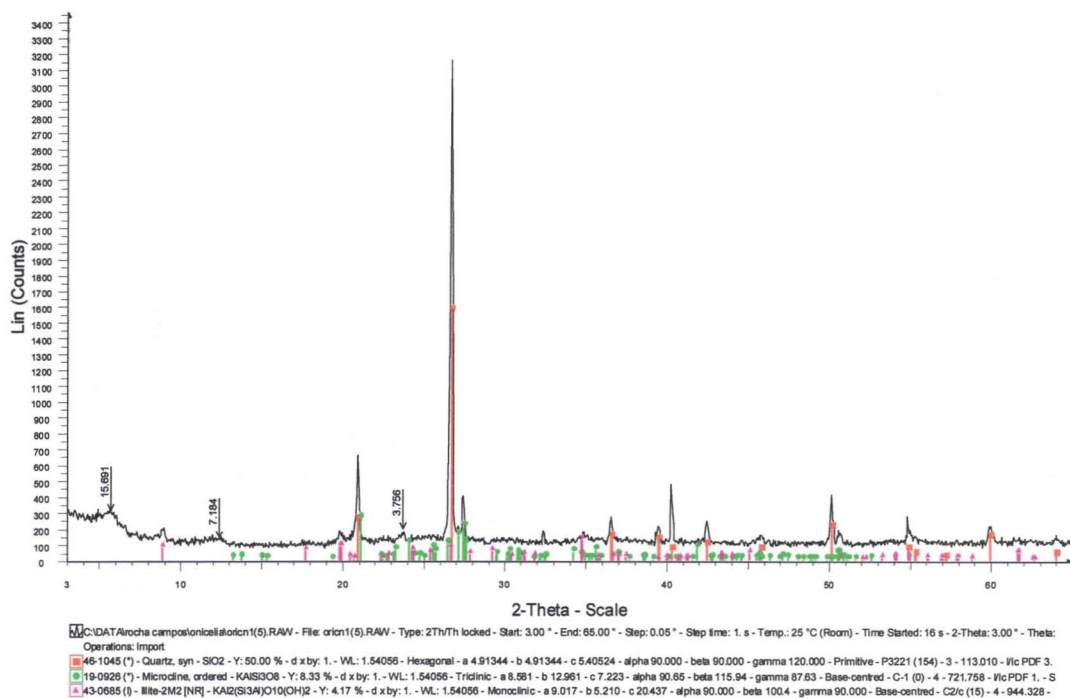


Fig. AIII.2. Difratograma de Raios-X em rocha total, amostra ORICN-1(S), (Grupo Itararé – Itu (SP)).

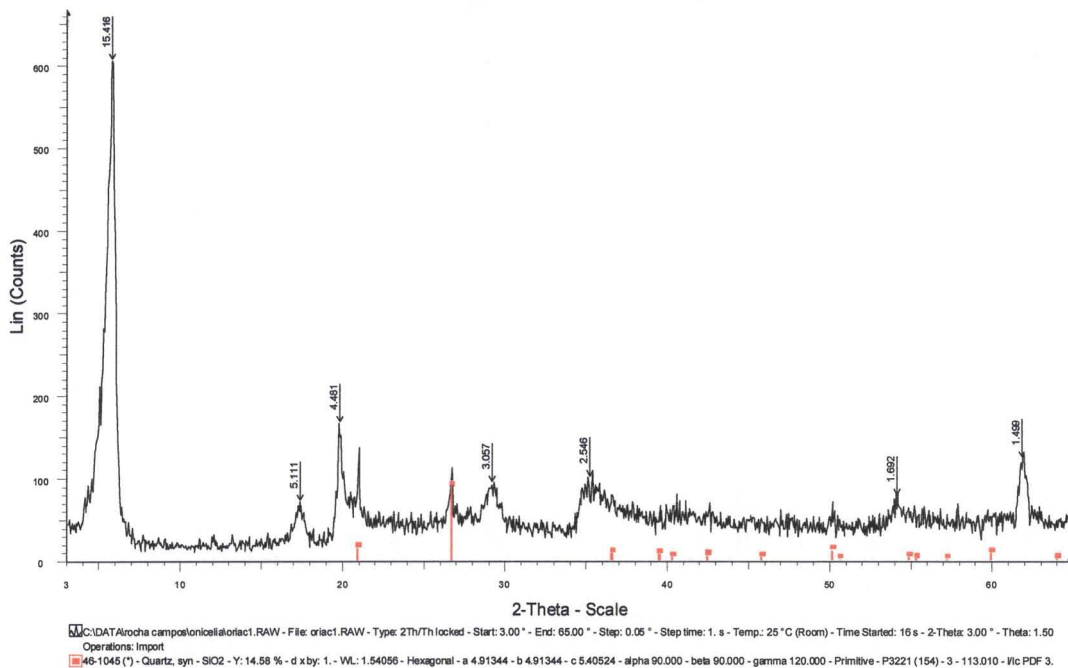


Fig. AIII.3. Difratoograma de Raios-X em rocha total, amostra ORAC-1, (Formação Rio do Rasto, Aceguá (RS)).

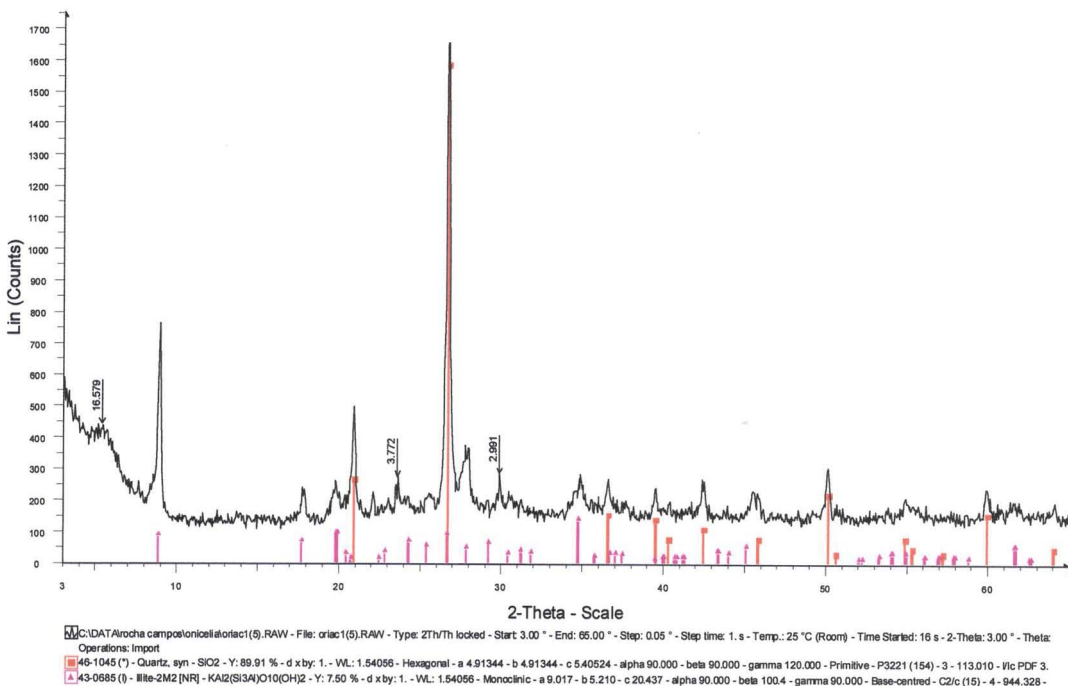


Fig. AIII.4. Difratoograma de Raios-X em rocha total, amostra ORAC-1(S), (Formação Rio do Rasto, Aceguá (RS)).

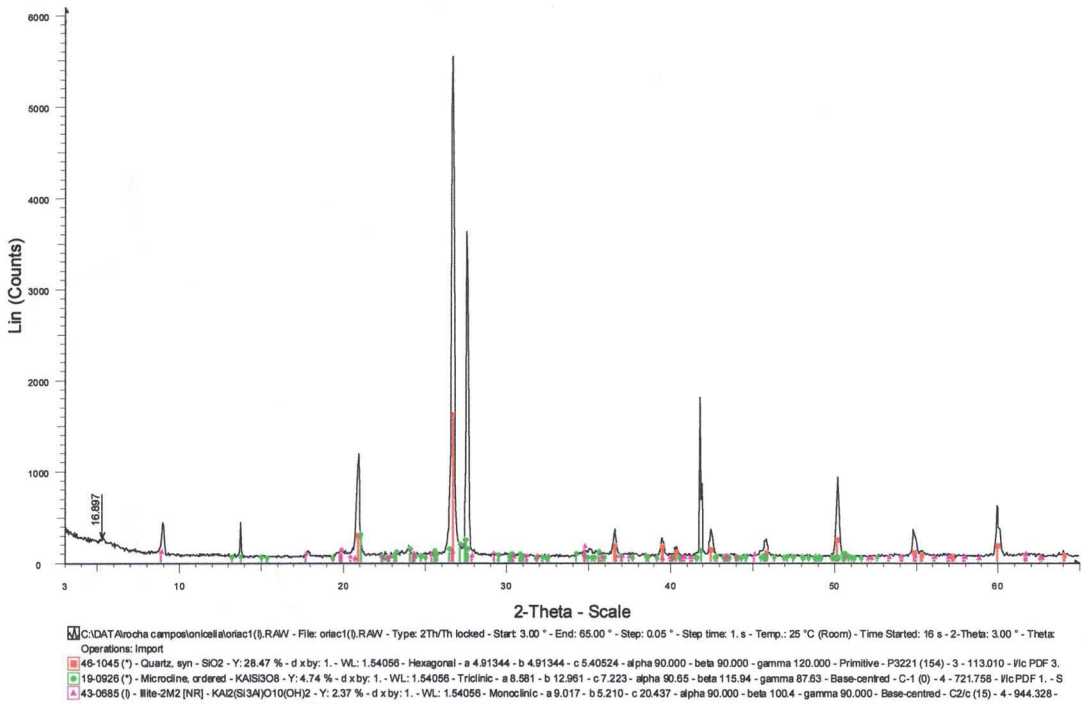


Fig. AIII.5. Difratograma de Raios-X em rocha total, amostra ORAC-1(I), (Formação Rio do Rasto, Aceguá (RS)).

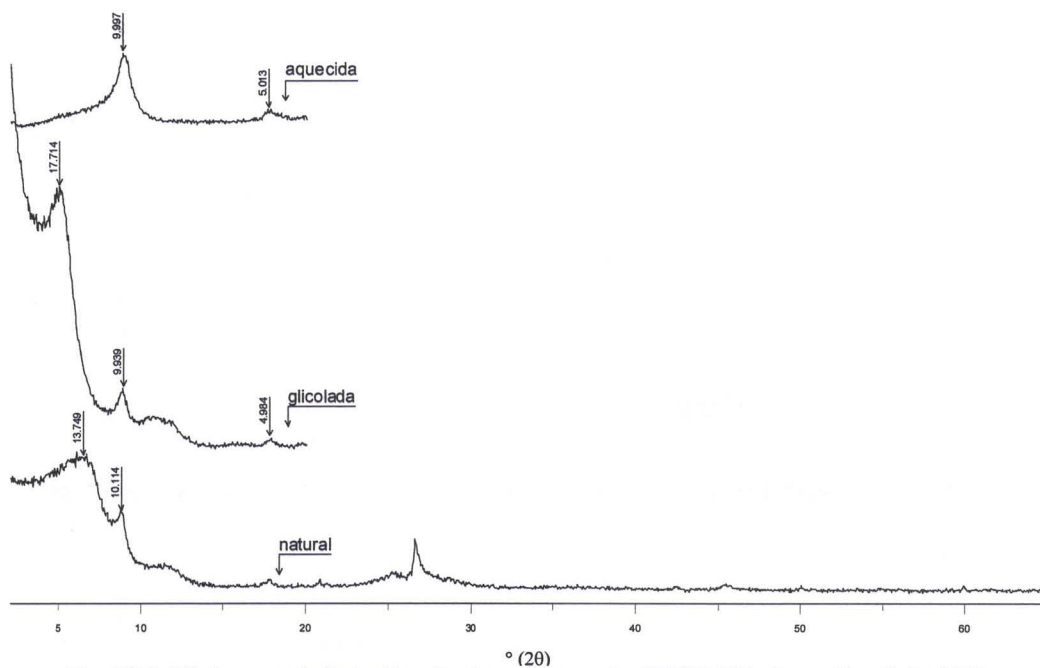


Fig. AIII.6. Difratoograma de Raios-X na fração argila, amostra OR/CN-1(S), (Grupo Itararé, Itu (SP)).

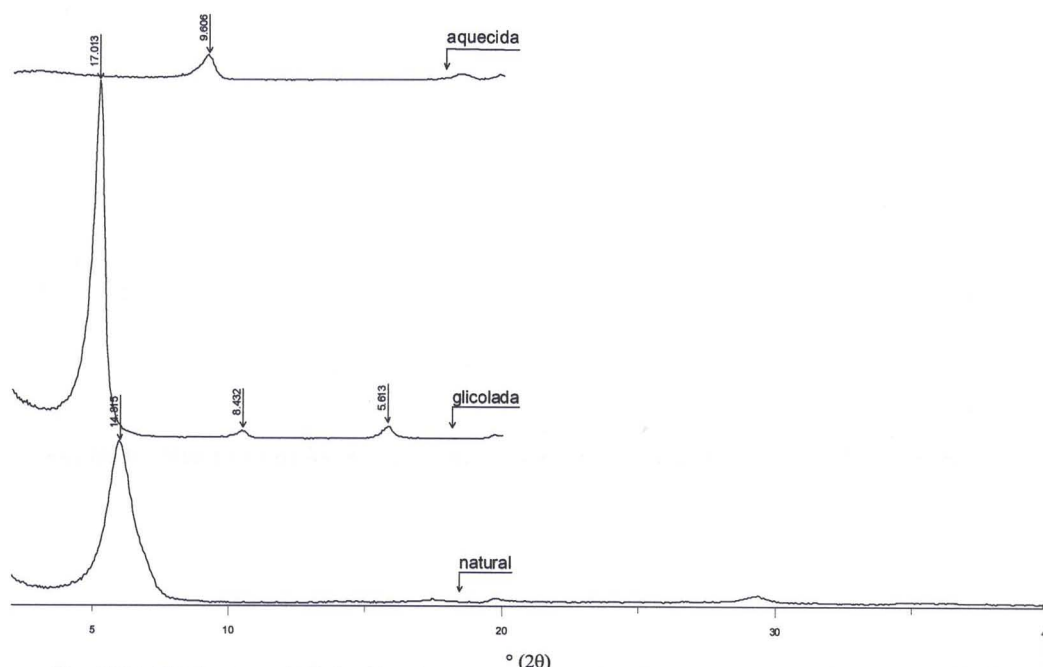


Fig. AIII.7. Difratoograma de Raios-X na fração argila, amostra ORAC-1, (Formação Rio do Rasto (RS)).

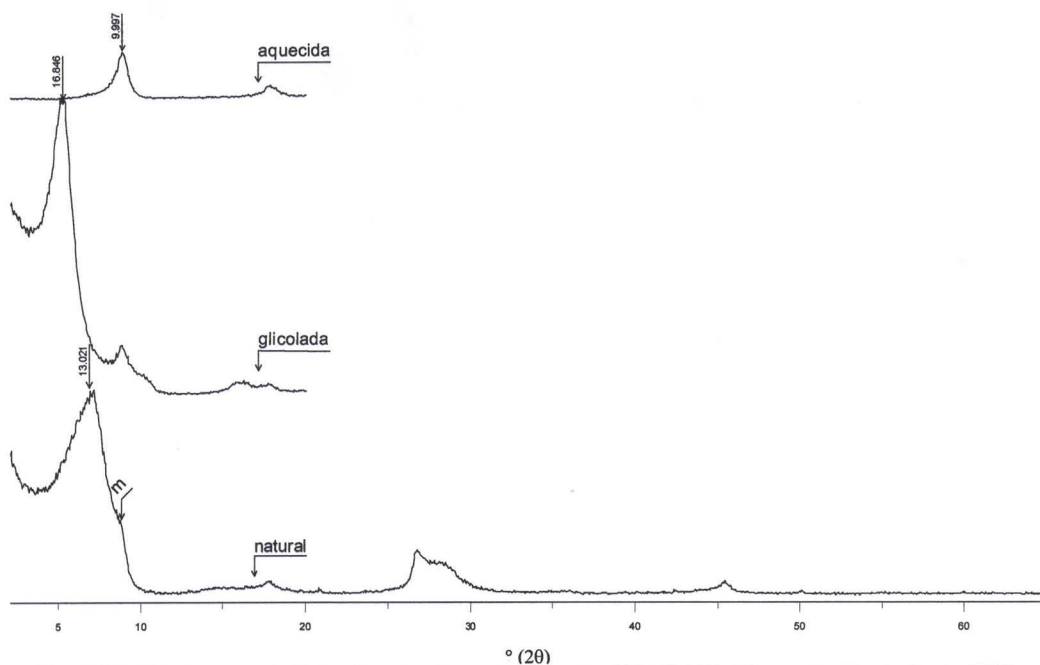


Fig. AIII.8. Difratoograma de Raios-X na fração argila, amostra ORVAC-1(S), (Formação Rio do Rasto (RS)).

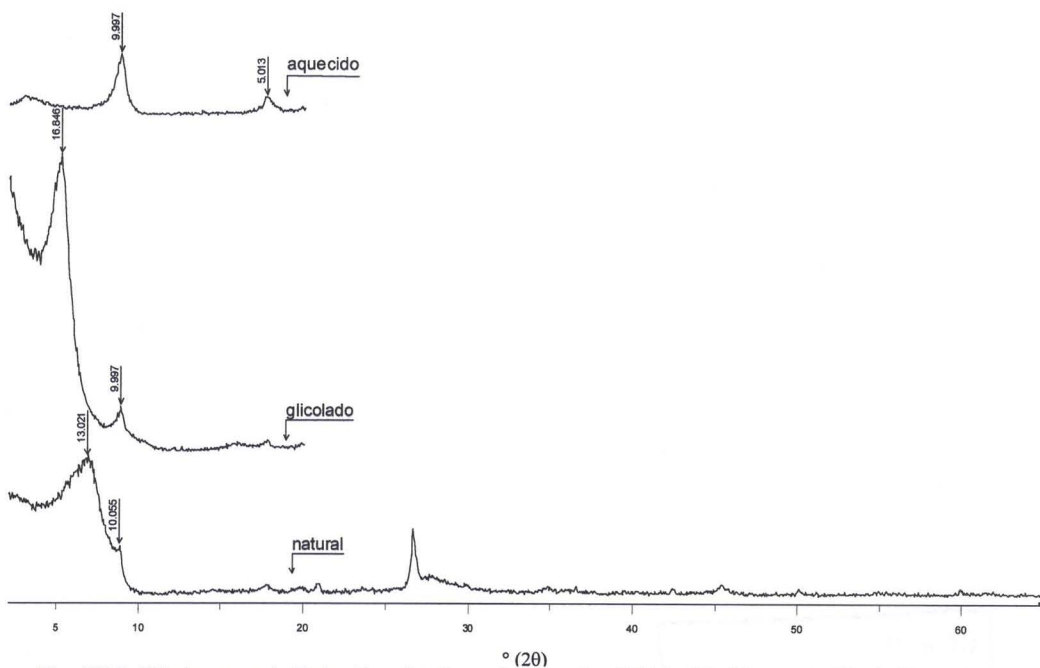
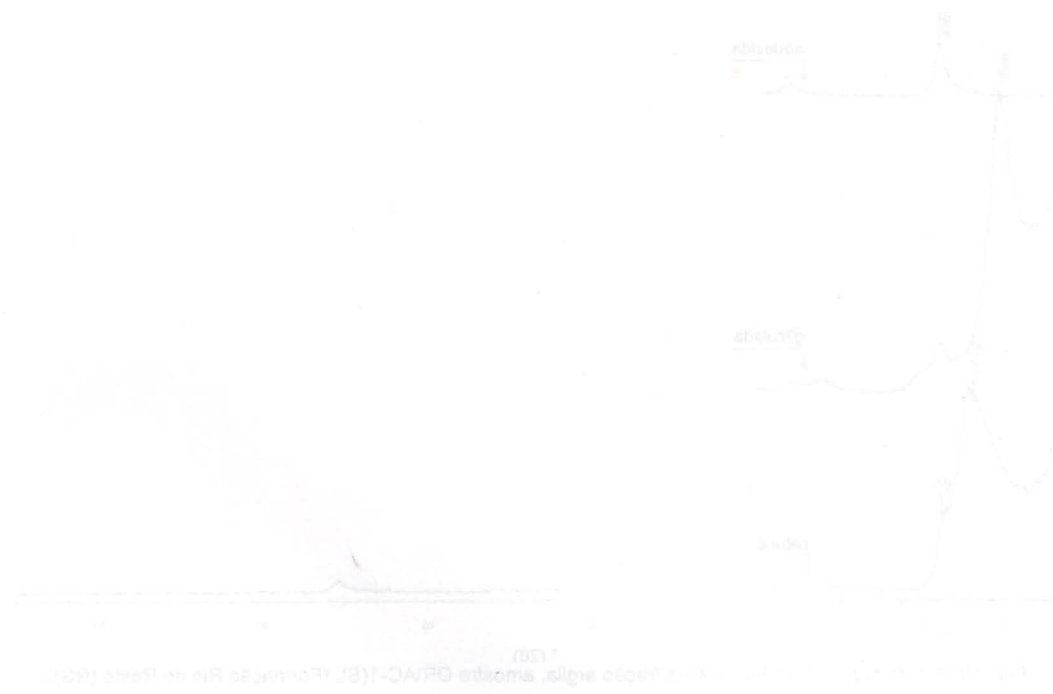


Fig. AIII.9. Difratoograma de Raios-X na fração argila, amostra ORVAC-1(I), (Formação Rio do Rasto (RS)).



DOAÇÃO _____
IGC-USP
Data: 02/05/08