

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**AVALIAÇÃO DE OCORRÊNCIAS DE FELDSPATO DO COMPLEXO
GRANÍTICO TRÊS CÓRREGOS, NA REGIÃO DE CASTRO (PR),
COMO MATÉRIA-PRIMA PARA CERÂMICA.**

Márcia Mika Saito

Orientadora: Prof^a Dr^a. Lilia Mascarenhas Sant'Agostino

Monografia de Trabalho de Formatura

**São Paulo
1998**

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

AVALIAÇÃO DE OCORRÊNCIAS DE FELDSPATO DO COMPLEXO
GRANÍTICO TRÊS CÓRREGOS, NA REGIÃO DE CASTRO (PR),
COMO MATÉRIA-PRIMA PARA CERÂMICA.

Márcia Mika Saito

Orientadora: Prof^a Dr^a. Lilia Mascarenhas Sant'Agostino

DEDALUS - Acervo - IGC



30900002774



Monografia de Trabalho de Formatura

São Paulo
1998

3458
MM.a

IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

N.º do Projeto: **TF/14**

Título do Projeto: **AVALIAÇÃO DE OCORRÊNCIAS DE FELDSPATO DO COMPLEXO
GRANÍTICO TRÊS CÓRREGOS, NA REGIÃO DE CASTRO (PR),
COMO MATÉRIA-PRIMA PARA CERÂMICA.**

Nome da Aluna: **Márcia Mika Saito**

Nome da Orientadora: Prof^a. Dr.^a **Lilia Mascarenhas Sant'Agostino**

ÍNDICE

página

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	ii
ABSTRACT	iv
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO	1
1. OBJETIVO	1
2. JUSTIFICATIVAS	1
3. LOCALIZAÇÃO E ACESSO	2
CAPÍTULO II - METODOLOGIA	3
1. MATERIAIS E MÉTODOS	3
1.1. Preparação para os trabalhos de campo	3
1.2. Atividades de campo	3
1.3. Atividades de laboratório	5
1.4. Inventário do mercado consumidor de feldspato	7
CAPÍTULO III - CARACTERÍSTICAS DA REGIÃO E ÁREAS PESQUISADAS	8
1. ASPECTOS FISIOGRAFICOS E GEOMORFOLÓGICOS	8
2. GEOLOGIA REGIONAL	13
3. GEOLOGIA LOCAL	17
CAPÍTULO IV - RESULTADOS OBTIDOS	21
1. PESQUISA MINERAL	21
1.1. Vargeado	21
1.2. Vargem grande	22
1.3. Cálculo de reservas	23
2. ESTUDOS DO MINÉRIO	25
2.1. Estudos petrográficos	25
2.1.1. Vargeado	25
2.1.2. Vargem Grande	28
2.2. Caracterização tecnológica	31
2.2.1. Amostras volumétricas	31
2.2.2. Amostras de pesquisa	37
3. INVENTÁRIO DO MERCADO CONSUMIDOR DE FELDSPATO	38
3.1. Definições	38
3.2. Aplicação	39
3.3. Oferta Mundial de Feldspato	39
3.4. Reservas de Feldspato no Brasil	40
3.5. Setores de aplicação do feldspato	41
3.5.1. Indústria Cerâmica	41
3.5.2. Indústrias do Vidro	46
3.6. Preços	48
3.7. Mercado Produtor e Consumidor	50
CAPÍTULO V - INTERPRETAÇÕES E CONCLUSÕES	52
1. INTERPRETAÇÕES	52
2. CONCLUSÕES	53
3. RECOMENDAÇÕES FINAIS	54
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
5. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	59
ANEXO 1 - MAPA GEOLÓGICO	
ANEXO 2 - MAPA DE TRABALHOS EXECUTADOS	
ANEXO 3 - TABELAS DOS TRABALHOS DE PESQUISA MINERAL	
ANEXO 4 - AMOSTRAS DE PESQUISA - ensaios granulométricos e análises químicas	
ANEXO 5 - FOTOS	

AGRADECIMENTOS

Foram muitas pessoas amigas que contribuíram para a realização deste trabalho. Desde já, peço um milhão de desculpas caso tenha me esquecido algum nome.

À Prof.^a Dr.^a Lilia Mascarenhas Sant'Agostino, minha orientadora, agradeço por toda a ajuda prestada neste projeto e paciência. Sua experiência profissional foi de vital importância e, sem dúvida, as conversas e trocas de informações contribuíram imensamente para o bom desenvolvimento deste trabalho.

À todos da empresa "Marc Minerais Industriais", em especial a Marcus Costa Ribeiro, pela cessão dos dados, infra-estrutura dos trabalhos de campo e confiança depositada, que sem eles o TF não seria executado.

Ao Eng. Ricardo Dutra, pela colaboração em atividades de campo e escritório.

Ao Geólogo Manoel L. D. Camlofski, que durante toda a permanência em Ponta Grossa auxiliou na execução dos trabalhos.

Ao Sr. Adir e a equipe de sondagem, pela ajuda e acompanhamento nos trabalhos de campo, além da força (literalmente) nos trabalhos mais pesados.

Agradeço ao Sílvio Luiz (IG-USP) e Jaílson (LCT/EPUSP) pela contribuição no tratamento das amostras.

À todos da turma de 1994 que conseguiram se manter unidos, mesmo após inúmeras batalhas, em especial ao Rosely Teruya (Rose), Lucelene Martins (Waudemar), Alexandre Carnier (Tobias), George de Barros (Cecê), Luciano Gobbo (Americana), que muito me ajudaram durante o desenvolvimento deste trabalho (literalmente).

Ao Prof. Dr. Raphael Hypólito, amigo de broncas e incentivos, a Célia e a Mirian fiéis amigas do CEPAS, grandes torcedoras do meu futuro profissional.

À Liliana Nakayama, paciente e entusiasmada amiga, por suas orações, nos momentos alegres, agradecendo pela vitória ou nos momentos difíceis me fortalecendo para ser vitoriosa.

A minha tia Yoshiko Motizuki, por ter me adotado, muito pacientemente, em sua casa durante os últimos anos.

E finalmente, agradeço aos meus pais pela oportunidade concedida de realizar tudo aquilo que não puderam em suas vidas, estudar e escolher uma profissão, não permitindo que a falta de condições financeiras fossem obstáculos para a formação profissional de seus filhos.

RESUMO

O Paraná, tradicional produtor de não-metálicos (calcário calcítico, calcário dolomítico, areia, argila, caulim, talco, fluorita, etc.), em momento algum foi auto-suficiente na produção de feldspatos para suas indústrias cerâmicas situadas principalmente no polo de Campo Largo.

O enfoque deste Trabalho de Formatura foi a avaliação de ocorrências de granitóides porfiríticos em duas áreas de pesquisa da empresa Marc Minerais Industriais, Vargeado e Vargem Grande, ambas no município de Castro (PR), para extração de feldspato para a aplicação na indústria cerâmica.

O feldspato, empregado na indústria cerâmica e vidreira, faz parte de um grupo denominado minerais industriais, caracterizados quase sempre pelo baixo valor comercial, predomínio de pequenas empresas com métodos de extração e beneficiamento rudimentares e não raramente garimpo.

Um fator imprescindível para o sucesso de um empreendimento no setor mineral é o conhecimento detalhado do jazimento. Muitas empresas de minerais industriais vêm se conscientizando de que a pesquisa mineral e a caracterização tecnológica de seus produtos são fundamentais para a sobrevivência no mercado.

Foram realizados mapeamento geológico na escala 1:10.000 e pesquisa mineral com sondagens a cavadeira, trado e escavações, resultando em reservas totais de feldspato contido, na ordem de 1.000.000t para o Vargeado e 730.000t para a Vargem Grande.

Amostras de rochas sãs foram analisadas petrograficamente, determinando-se as dimensões dos grãos (fenocristais e matriz) e composições mineralógicas. Os feldspatos potássicos constituem cerca de 35% em volume do Vargeado e 30% da Vargem Grande, concentrando-se em granulometrias superiores a 4mm. A matriz é composta por quartzo, plagioclásio e anfibólio (superior na Área Vargeado) como minerais essenciais e titanita, zircão, apatita, etc. como minerais acessórios.

Amostras volumétricas das Áreas Vargeado e Vargem Grande foram submetidas a ensaios de peneiramento à úmido, gerando frações definidas como GROSSOS (+9#), INTERMEDIÁRIOS (-9 + 16#) e FINOS (-16#). Esses produtos foram analisados em forma TAL QUAL e PÓS MOAGEM/ATRIÇÃO E SEPARAÇÃO MAGNÉTICA para serem comparados com amostras da pesquisa mineral (amostras de canal, trincheira, etc.)

Como etapa final do trabalho, buscou-se, junto às entidades patronais (ABC, ABIVIDRO) e bibliotecas (IG-USP, IPT), compor o perfil do mercado consumidor de feldspato, tentando abranger o Sul e Sudeste do Brasil, com informações sobre consumo, qualidade, fornecedores, etc.

Hoje existe uma preocupação maior por parte dos fornecedores e consumidores de minerais industriais em busca de adequação dos produtos disponíveis. Ao invés da aplicação de especificações rígidas e inflexíveis, os dois grupos buscam conjuntamente a constância na qualidade com garantia de fornecimento.

O trabalho traz uma coletânea de especificações e características dos feldspatos consumidos nos diferentes setores de aplicação. No entanto, somente segmentos como o de fritas/esmaltes e alguns tipos de vidros especiais exigem matérias-primas com teores de óxidos cromóforos (Fe_2O_3 , TiO_2 , Cr_2O_3) inferiores a 0,10%. Em setores cujas cores claras de queima não são fundamentais, como revestimento, louça sanitária, porcelana elétrica, materiais menos nobres podem ser empregados sem alteração na qualidade do produto final.

Em geral, os diferentes setores têm empregado feldspatos com teor de SiO_2 entre 65-66%, de Al_2O_3 13-18%, o $\text{Na}_2\text{O} < 4\%$ e de K_2O 11-13%.

A avaliação da composição química das amostras coletadas (volumétricas e pesquisa) permitiram visualizar a existência de uma homogeneidade lateral e vertical do corpo de minério, não exibindo variações expressivas nas diferentes amostras. Nota-se entretanto, que há uma considerável diminuição nos teores de Fe_2O_3 com a separação magnética, chegando a ordem de 10 vezes (de 2,00 para 0,20% em peso). Os teores de álcalis para as duas áreas são distintos, no Vargeado os teores de Na_2O e K_2O estão em torno de 3,5 e 9% e na Vargem Grande 2,5 e 12%, respectivamente.

O Vargeado apresenta um rendimento na fração +9# muito maior (66%) quando comparado com Vargem Grande (55%) na fração mais grossa. Embora as frações intermediárias e finas apresentem características químicas favoráveis, a baixa recuperação inviabiliza o aproveitamento.

ABSTRACT

Parana State, in South Brazil, unless being a traditional industrial minerals producer could never be independent in feldspar raw material for the Campo Largo Ceramic Centre.

This Monograph focused the evaluation of porphyritic intemperized rocks, of granite composition, in Vargeado and Vargem Grande areas located in Castro (PR), with the aim of ceramic raw material exploitation. The project was conducted under the facilities, time schedule and budget of a small mining company.

As usually for the majority of the industrial minerals, the reality of a great number of feldspar exploitation and commerce is associated with small companies that apply simple, sometimes even rudimental, procedures of mining and beneficiation.

Actually, many companies are concerned about the importance of the geological exploration in acquiring the knowledge of ore reserves and quality, to guarantee quantity as well as product specifications constancy for the consumers.

Field research involving geological mapping to delimited ore exposition and surficial sampling (auger drilling, wells,...) to verify ore thickness potentially exploitable, led to data for ore reserve definition. Chemical and petrographic analysis were performed in eighteen samples selected for verifying ore variability; while technological studies including particle size classification, attrition and mineral separation were performed in representative volumetric samples from both areas.

Complementary, a profile of feldspar consumers and suppliers in South and Southeast Brazilian Regions, was done by consulting sectorial entities. It was then detected an actual bigger integration between suppliers and consumers in order to adequate the existing raw materials with the guaranty of product quality and supply, in spite of traditional rigid chemical and physical specifications.

Specifications applied in several segments of the Brazilian industry are here indicated. Only glass industry and ceramic need chromatograph oxides low than 0,1% in weight, the others ceramic segments, where light calcination colour is not needed, can assimilate less pure feldspar. Typical specifications have SiO_2 around 65%, Al_2O_3 between 13 and 18%, Na_2O less than 4% and K_2O from 11 to 13%.

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

1. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi a avaliação de duas áreas de ocorrências de granitóides porfiríticos do Complexo Granítico Três Córregos, Vargeado e Vargem Grande, na região de Castro (PR), para a possível obtenção de feldspato potássico para indústria cerâmica.

Na execução deste trabalho foram envolvidos atividades de campo, laboratório e um inventário do mercado consumidor de feldspatos.

Os trabalhos de campo visaram a delimitação e quantificação das reservas de feldspato, a parti de mapeamento geológico e escavações rasas de pesquisa (trado e cavadeira manuais, trincheiras e poços).

A etapa laboratorial teve por finalidade a caracterização tecnológica dos materiais coletados nas escavações de pesquisa, quanto às suas propriedades físicas e químicas, tendo envolvido classificações granulométricas, moagens/atritões e separações minerais, com controle dos ensaios por análises petrográficas, mineralógicas e químicas.

Como etapa final, buscou-se inventariar o mercado consumidor de feldspatos, principalmente os setores de cerâmica branca e vidro, atentando para as necessidades, especificações, consumo e preços praticados de cada segmento relacionado.

2. JUSTIFICATIVAS

Os materiais geológicos apresentam variabilidade espacial, em geral, sendo imprescindível a realização de estudos sistemáticos em três dimensões. As Áreas Vargeado e Vargem Grande, inseridas no Complexo Granito Três Córregos, mostram-se distintamente caracterizadas, fazendo-se necessário maximizar o aproveitamento do minério potencial. A otimização dos procedimentos deve, entretanto, se adequar à realidade dos bens minerais industriais, cujos procedimentos geralmente empregados na pesquisa são rudimentares e por vezes simplistas. Justifica-se a aplicação de métodos tecnicamente mais criteriosos, visando melhor avaliação do material, sem que haja dispêndio financeiro adicional significativo.

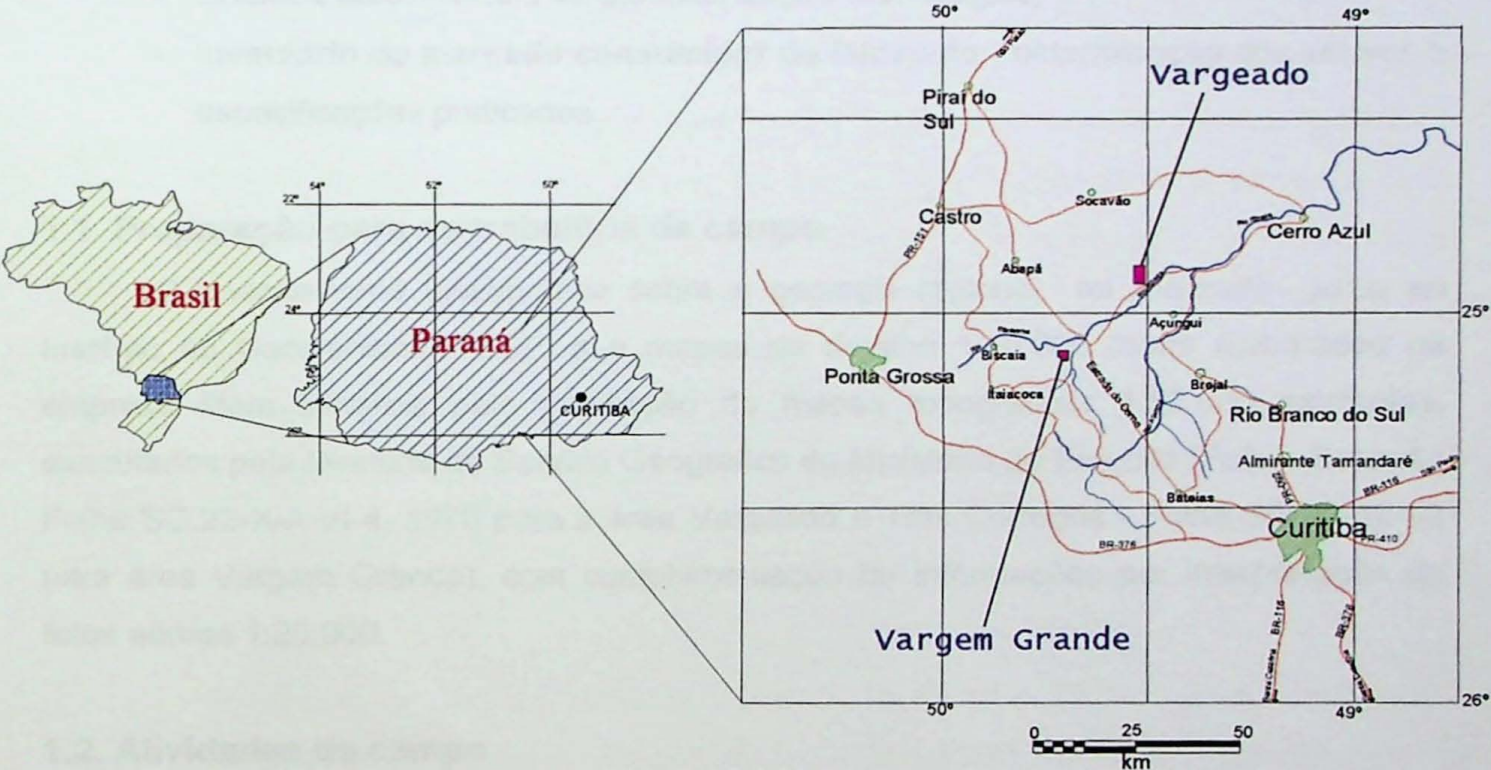
A etapa de reconhecimento na pesquisa é de suma importância na caracterização preliminar de uma área. No mercado atual, somente empresas estruturadas que garantam em quantidade e qualidade conseguem se manter.

Numa avaliação econômica de um empreendimento mineiro, devem ser considerados, além de aspectos geológicos, os geomorfológicos (topografia, pontos de captação de água para planta de beneficiamento, etc.), os aspectos tecnológicos e mercadológicos.

3. LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A área denominada Vargeado localiza-se no limite entre os municípios de Castro e Rio Branco do Sul, ambos no Paraná. O acesso é dado a partir de São Paulo pela Rodovia Régis Bittencourt (BR116) e depois por estradas secundárias:

Origem	Acesso	Destino	DISTÂNCIA
São Paulo	Rodovia Régis Bittencourt (BR116)	Curitiba	408 km
Curitiba	PR-092	Rio Branco do Sul	32km
Rio Branco do Sul	Estrada de terra rumo a Castro	Açungui	50km
Açungui	Estrada de terra rumo a Castro	Vargeado	15km



A Área Vargem Grande localiza-se no município de Castro, PR, é cortada pelo Rio Ribeirinha que passa a ser chamada de Rio Ribeira, mais a juzante. O acesso a partir de São Paulo é feito pela Rodovia Régis Bittencourt até Curitiba, de onde deve ser tomada a BR376 para Ponta Grossa e depois estradas secundárias pavimentadas e de terra.

Origem	Acesso	Destino	DISTÂNCIA
São Paulo	Rodovia Régis Bittencourt (BR116)	Curitiba	408 km
Curitiba	BR 376	Ponta Grossa	114km
Ponta Grossa	Estrada Pery Costa Ribeiro	Abapã	50km
Abapã	Estrada do Cerne	Vargem Grande	25km

CAPÍTULO II – METODOLOGIA

1. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a execução dos objetivos propostos neste projeto, foram realizados contatos com a empresa de mineração Costalco/Marc Minerais Industriais, com sede em Ponta Grossa (PR), para a cessão dos dados de pesquisa e apoio em campo.

O trabalho foi administrado em etapas consecutivas e interrelacionadas:

- **Preparação para os trabalhos de campo** - com elaboração de mapas topográficos, reconhecimento das estradas, interpretação de fotos aéreas 1:25.000 e consulta bibliográfica da geologia regional e local e metodologia de pesquisa empregada em minerais industriais.
- **Atividades de campo** - mapeamento geológico e pesquisa mineral;
- **Ensaio laboratoriais de caracterização tecnológica;**
- **Inventário do mercado consumidor de feldspato** - determinação dos setores e especificações praticados.

1.1. Preparação para os trabalhos de campo

O levantamento bibliográfico sobre a geologia regional foi realizado junto ao Instituto de Geociências - USP, e o mapas de detalhe 1:10.000 foram elaborados na empresa Marc Minerais pela ampliação de mapas topográficos 1:50.000 existentes, executados pela Diretoria do Serviço Geográfico do Ministério do Exército (Folha Socavão Folha SG.22-X-A-VI-4, 1970 para a área Vargeado e Três Córregos - Folha SG-22-12-I-2 para área Vargem Grande), com complementação de informações por interpretação de fotos aéreas 1:25.000.

1.2. Atividades de campo

As atividades de campo consistiram no mapeamento geológico de detalhe (1:10.000) e trabalhos de pesquisa mineral nas áreas Vargeado e Vargem Grande, ambos no município de Castro (PR).

- ***Mapeamento geológico***

O mapeamento geológico foi realizado junto com os trabalhos de pesquisa mineral, com caminhamentos em estradas principais e secundárias, ambas de terra, trilhas de gado, drenagem e picadas confeccionadas em locais de difícil acesso.

Amostras de rochas sã e semi-alteradas foram coletadas para a análise petrográfica, assim como amostragem de canal para caracterização tecnológica.

- ***Pesquisa mineral***

Os dados de campo deste trabalho foram gerados em atividades relacionadas a pesquisa mineral da mineração Marc Minerais Industriais, cujos orçamentos e cronogramas foram estabelecidos pela mesma.

O detalhamento do trabalho de pesquisa, foi feito com sondagens a trado e cavadeira, trincheiras, poços e canais, definindo o comportamento do manto de alteração em diferentes pontos da área pesquisada, a fim de estabelecer os parâmetros básicos para a definição das reservas e características do corpo de minério.

Para a realização dos trabalhos de pesquisa mineral foram seguidas as etapas abaixo:

- Determinação das áreas potencialmente favoráveis, considerando
 - a) facilidade de acesso, de preferência margeando estradas;
 - b) concentração de megacristais de feldspato potássico de aproximadamente 30% em volume, desde que se apresentassem preservados (grãos centimétricos cinza a cinza rosado com brilho característico) em matriz friável.
- Instalação de malhas de sondagem por topógrafos (teodolito e bússola) com balizas e marcadores (piquetes numerados) e linhas distadas de 100m com pontos de furação de 50m e em casos duvidosos, furos adicionais foram definidos fora da malha implementada.
- Locação de trincheiras à meia encosta, distribuídas na área, aproveitando a topografia local, bastante acidentada, para a análise do comportamento do manto de alteração sobre o substrato rochoso e espessura de material estéril (solo) com largura - variando de 1 a 3m; profundidade de 3 a 5m e, comprimento de 5 m.
- Instalação de poços quadrados rasos de 1m de profundidade e arestas de 1m locados, na tentativa de determinação de espessura de estéril, somente para a área Vargeado.
- O trado demonstrou-se mais eficiente que a cavadeira na Vargem Grande, devido ao elevado grau de alteração do material, gerando um capeamento favorável à aplicação do trado.
- O uso da cavadeira predominou no Vargeado e na Vargem Grande, pois no primeiro caso, o granito alterado mostrou-se bastante resistente à perfuração com o trado, fato que possibilitou a determinação do horizonte do material explotável por retroescavadeira e escarificador. Por outro lado na área Vargem Grande, o solo perfurável por trado atingia profundidades de até 9m.
- Amostragens de canal, com enxadões e picaretas, foram feitas nas duas áreas,

aproveitando-se cortes de terrenos, estradas e paredes de trincheiras. Geralmente, as dimensões dos canais foram de 10-15cm de profundidade e 15 cm de largura.

Em todos os métodos aplicados foram coletadas amostras e quando estas atingiam massas superiores à 20 kg, quarteava-se em campo, empregando-se pilhas cônicas e pás (Foto 2.1, Anexo 5).

1.3. Atividades de laboratório

Análises de apoio foram realizadas nos laboratórios do Instituto de Geociências-USP e Laboratório de Caracterização Tecnológica - EPUSP, compreendidas em duas etapas, uma a partir de amostras de rocha sã e semi-alterada e outra de amostras volumétricas de material de alteração das rochas granitóides porfíricas.

• Estudos Petrográficos

Para a caracterização tecnológica do material e processo produtivo, o estudo da composição mineralógica dos constituintes mineralógicos maiores e menores, assim como as dimensões de cada uma das frações é de suma importância.

A presença de minerais com conteúdos apreciáveis de ferro, titânio e cromo podem interferir negativamente, promovendo cores escuras de queima aos produtos cerâmicos. Os minerais mais enriquecidos nesses elementos, encontrados nas rochas granitóides são a biotita e anfibólio (hornblenda) em maior proporção e dentre os minerais acessórios a titanita.

Foram empregados para os estudos petrográficos, microscopia óptica de luz transmitida em lâminas delgadas de 30µm de rocha sã e semi-alterada. Utilizou-se também, para o material desagregado, observações em lupa binocular.

• Caracterização Tecnológica

Submeteu-se as amostras coletadas na pesquisa mineral à triagem para escolha daquelas mais representativas das duas áreas, avaliando-se grau de alteração, coloração e localização.

Foi efetuado um estudo expedito constando de peneiramento à úmido em malha de 4mm de abertura (5#), com balanço de massa e análise química do produto retido. Este estudo foi realizado em 18 amostras e teve como objetivo aferir possível variabilidade do material no depósito mineral.

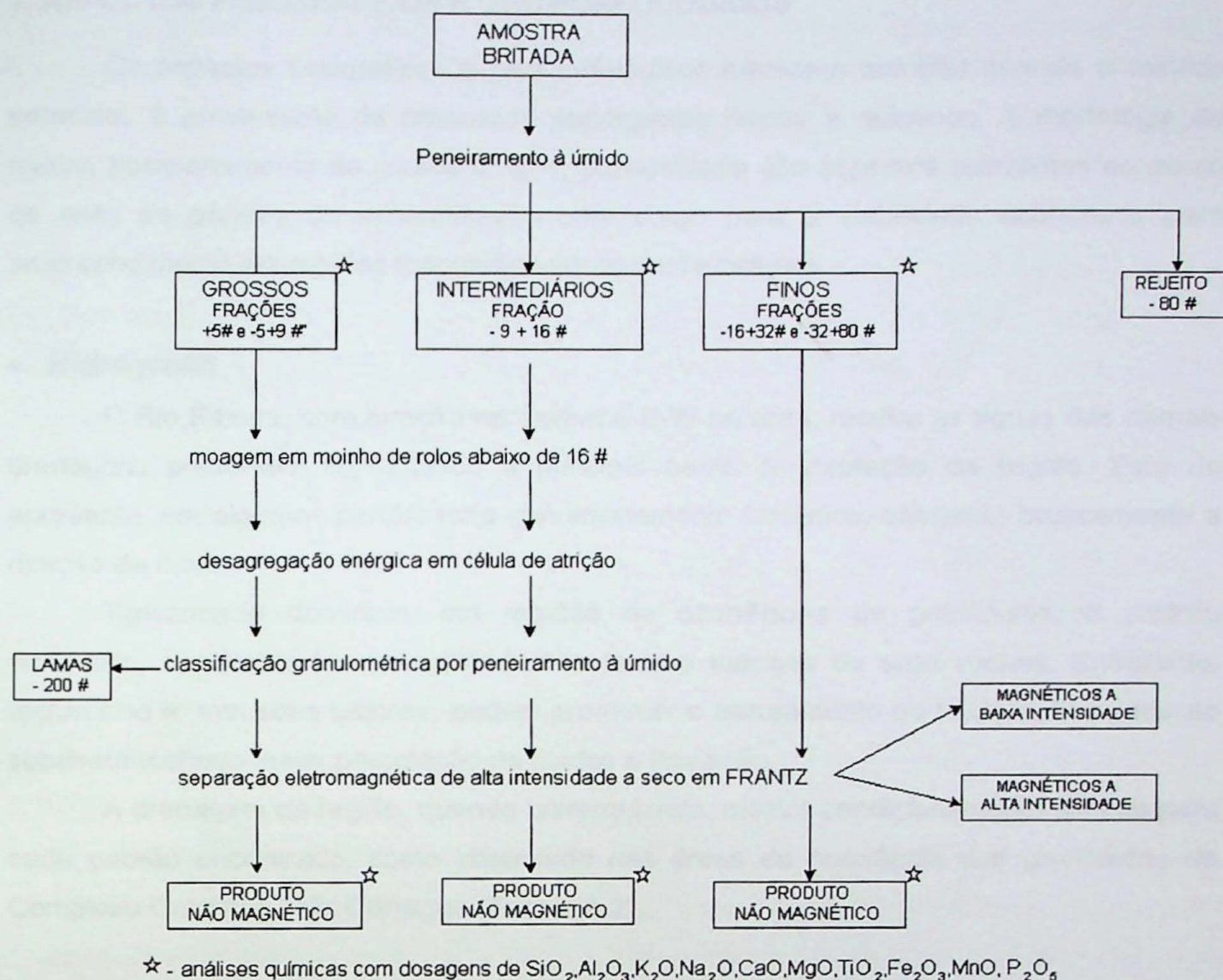
Um outro estudo mais detalhado foi desenvolvido em duas amostras volumétricas retiradas em frentes de exposição representativas das áreas e teve por finalidade obter

dados para o beneficiamento do mineral potencial. Consta das seguintes atividades (Figura 2.1).

- 1) Desagregação em meio úmido e classificação granulométrica a úmido em peneiras de 5, 9, 16, 80, 150 e 200#;
- 2) Análise mineralógica das frações obtidas, definição de classes de materiais semelhantes (GROSSOS, INTERMEDIÁRIOS E FINOS) e malha de liberação dos fenocristais (16#).
- 3) Cominuição em rolos das frações não liberadas, separadamente segundo as classes referidas no item anterior: GROSSOS (+9#) e INTERMEDIÁRIOS (-9 + 16#).
- 4) Análises mineralógicas (em lupa) e químicas (SiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O , K_2O , CaO , Fe_2O_3 e TiO_2);
- 5) Separação magnética a seco em aparelho Frantz em várias intensidades de campo (0,3; 0,6; 1,0 e 1,7 A) dos produtos GROSSOS, INTERMEDIÁRIOS E FINOS.
- 6) Análises mineralógicas e químicas (SiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O , K_2O , CaO , Fe_2O_3 , TiO_2 , P_2O_5 , MnO e MgO).

As análises mineralógicas foram feitas por observação ao microscópio estereoscópico (IG-USP). As análises químicas foram obtidas por fluorescência de Raios X (Laboratório de Caracterização Tecnológica - EPUSP) em procedimento analítico que fornece composições semiquantitativas (partilha direta "software" UNIQUANT).

Figura 2.1: Fluxograma do processo aplicado às amostras volumétricas P-40 (Vargeado) e Cerne (Vargem Grande)



1.4. Inventário do mercado consumidor de feldspato

Esta etapa do projeto constituiu-se de levantamento de especificações físicas e químicas relativas às indústrias de aplicação, principalmente cerâmica e de vidro.

O inventário realizado junto à entidades patronais, como a ABIVIDRO – Associação Brasileira das Indústrias Automáticas de Vidro (SP), ABC – Associação Brasileira de Cerâmica (SP) e bibliotecas do Instituto de Geociências -USP, IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas e visita à empresa Incepa de revestimentos (PR), teve por finalidade avaliar as características dos materiais atualmente aceitos e suas características, comparando-as com o material obtido das duas áreas.

CAPÍTULO III - CARACTERÍSTICAS DA REGIÃO E ÁREAS PESQUISADAS

1. ASPECTOS FISIAGRÁFICOS E GEOMORFOLÓGICOS

Os aspectos fisiográficos e geomorfológicos merecem atenção quando o minério potencial, é proveniente de processos supérgenos físicos e químicos. A morfologia do relevo, posicionamento de cursos d'água, pluviosidade são aspectos relevantes do ponto de vista de gênese da mineralização bem como para a viabilidade econômica para empreendimento em regiões topograficamente desfavoráveis.

• Hidrografia

O Rio Ribeira, com direção aproximada E-W na área, recebe as águas das demais drenagens presentes, constituindo a principal bacia de captação da região. Este rio apresenta, em algumas partes, forte condicionamento tectônico, alterando bruscamente a direção de fluxo.

Tipicamente dominam, em regiões de ocorrências de granitóides, o padrão dendrítico, condicionados pela estrutura e textura maciças de suas rochas. Entretanto, tectonismo e intrusões básicas, podem promover o fraturamento ou foliação, impondo ao substrato rochoso maior percolação de fluidos e lixiviação.

A drenagem da região, quando hierarquizada, mostra condicionamento distinto para cada padrão encontrado, como observado nas áreas de ocorrência dos granitóides do Complexo Granítico Três Córregos (Tabela 3.2).

Tabela 3.2 : Padrões de drenagem identificados nas duas áreas e seus condicionantes.

Ordem	Padrão	Condicionantes
1º	Subdendrítico	Litologia
2º	Subdendrítico	Litologia
3º	Retangular a subparalelo	Intrusões básicas do Arco de Ponta Grossa
4º	não definido na área	Faixa de Lineamentos Ribeira

• Solos

A decomposição de granitos porfíricos gera solos do tipo podzólico, em geral pouco espessos, atingindo em média 50 cm, consequência da declividade dos morros da área. Neste tipo de solo, o horizonte A é pouco desenvolvido, o B é raramente observado.

Segundo Gerrard (1988), os processos intempéricos, físicos e químicos, geram perfis verticais particulares a cada região devido às variações litológicas, estruturais, topografia, razão de erosão, comportamento do nível freático e variações climáticas. Um perfil pode ser usualmente dividido em duas zonas, uma superior, constituído de material de alteração transportado e uma zona inferior, in situ, denominado

saprolito, que mantém boa parte de suas estruturas e texturas preservadas. O conjunto saprolito e colúvio pode ser chamado de regolito.

Existem muitas variações nas propriedades do regolito desde a superfície até o final, refletindo vários estágios do processo intempérico.

O estudo de perfis de alteração de rochas graníticas tem sido realizada extensivamente por diferentes autores. Ruxton & Berry (in Gerrard, 1988) descrevem uma seqüência encontrada num perfil típico em granitos:

I – nível residual constituído de areia argilosa ou argila arenosa desestruturadas, com espessuras de 1 a 25m, com mais de 30% de argila, predominando quartzo e caulim.

Ila – nível residual com blocos arredondados em matriz friável, compondo cerca de 10% do material com argilas constituindo menos de 5% do material.

IIb – nível semelhante ao anterior com 10 a 50% de blocos arredondados, com boa parte da estrutura original preservada.

III – blocos retangulares predominam sobre o material friável, variando de 50 a 90%.

IV – neste nível ocorrem quase 90% de rocha sã, embora minerais como a biotita possam estar em estágios avançados de alteração.

É difícil generalizar a espessura do manto de alteração, por ser resultado de muitos fatores interrelacionados. A espessura do material alterado representa o balanço entre o intemperismo e remoção de material superficial, podendo chegar a 1.000m, mas em média variando de 20 a 60m (Gerrard, 1988).

Num perfil de alteração pode-se observar um zoneamento mineralógico e químico. O intemperismo remove elementos mais solúveis como Ca, K e Na nas porções mais superficiais. A densidade do material também apresenta variações com a profundidade. Em geral, diminuem da rocha fresca para a alterada, mostrando um aumento na parte mais superior, o solo, dada concentração de argilominerais (Gerrard, 1988).

Segundo Daniels (1992) um perfil de alteração de rochas quartzo-feldpáticas como os granitóides apresentam características distintas de outros litotipos (Tabela 3.1).

Tabela 3.1. Perfil de alteração em rochas quartzo-feldspáticas (Pavich (1989) in Daniels, 1992 - modificado).

Zona	Horizonte	Minerais maiores	Estrutura e textura	Processo intempérico predominante.
Solo	A	Caolinita, vermiculita e Quartzo	Pedogenético	Químico e físico
Solo	B	Caolinita, vermiculita e Quartzo	Pedogenético a maciço	Químico e físico.
Solo maciço	C	Caolinita, vermiculita e quartzo	Maciço	Físico
Saprolito	Inerte	Halloysita, muscovita e quartzo	Material friável com estrutura parcialmente preservada	Químico
	Reativo	Halloysita, muscovita, quartzo e plagioclásio	Estrutura preservada	Químico (dissolução do plagioclásio)
Rocha alterada		Muscovita quartzo, plagioclásio e biotita	Estrutura preservada	Química – oxidação e hidratação de minerais máficos
Rocha sã				

As características do perfil de alteração das duas áreas estudadas são bastante distintas. Na área Vargeado, a cobertura de solo é sempre pouco espessa, raramente ultrapassando 1m. Por outro lado a Área Vargem Grande apresenta espessas coberturas de solo, com estruturas e texturas pedogenéticas, mostrando um estágio maior de alteração.

De forma esquemática estão sendo apresentadas duas seções mostrando as características gerais dos perfis de alteração das Áreas Vargeado (Figura 3.1) e Vargem Grande (Figura 3.2).

Figura 3.1. Seção esquemática do perfil de alteração na Área Vargeado.

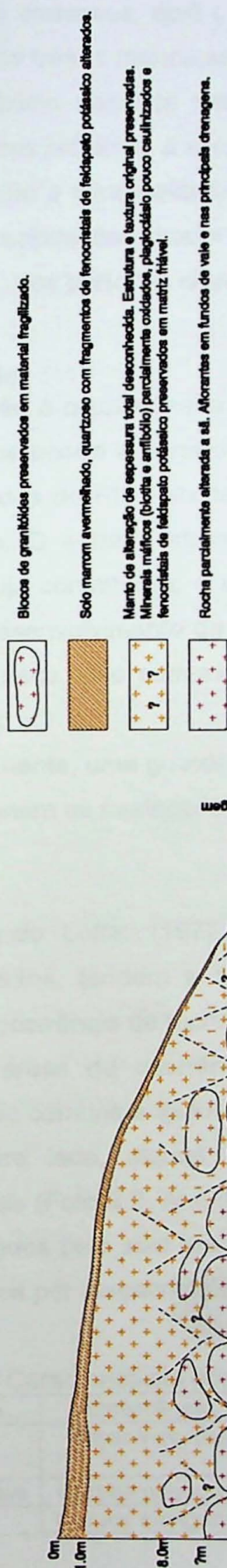
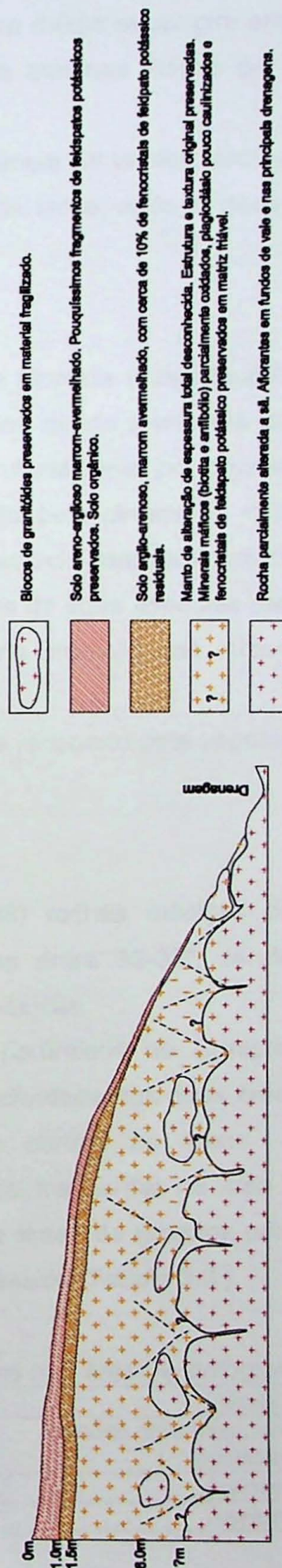


Figura 3.2. Seção esquemática do perfil de alteração na Área Vargem Grande.



- **Clima**

Segundo IBGE (1977) a região de Castro apresenta média da precipitação anual de 1,414mm, apresentando como períodos mais chuvosos dezembro, janeiro e fevereiro e meses menos chuvosos, abril (período mais seco), agosto, (segundo mês mais seco) e julho (dentre os três, o menos seco). A temperatura média anual gira em torno de 20 a 22° C, com a máxima absoluta chegando a 36° C e mínimas diárias de 10-12°C, podendo chegar a valores próximos a zero.

A região é caracterizada pela quase ausência de ventos, protegida em fundos de vales com precipitações quase diárias ao final da tarde, após o decorrer de um dia de intenso calor, nos períodos chuvosos.

- **Vegetação**

A região é caracterizada pela presença de Floresta Subcaducifólia Subtropical com Araucária que ocorre a partir das cotas 500-600m, desde a encosta da Serra do Mar até as proximidades do Rio Paraná, constituído estruturalmente por dois estratos arbóreos e um arbustivo. O estrato arbóreo é caracterizado pelo pinheiro e o inferior, por outros elementos cuja constituição e altura variam de acordo com as condições locais e com o estágio de desenvolvimento da vegetação. Muitas de suas espécies perdem as folhas em períodos de seca. São comuns as epífitas, como Bromeliáceas, Aráceas e Orquidáceas (IBGE, 1977).

Atualmente, uma grande parcela do solo é recoberto pela vegetação secundária, na qual predominam as pastagens com braquiárias.

- **Relevo**

Segundo Loffer (1977 in Gerrard, 1988) rochas maciças como granodioritos, granitos, dioritos, tendem a formar declividades entre 35-38°, sendo mais suaves os terrenos de ocorrência de rochas básicas a ultrabásicas.

Nas áreas de ocorrência de granitos porfíricos do Complexo Granítico Três Córregos, são comuns ângulos de 32°-34° de declividade nas duas áreas (Foto 3.1, Anexo 5). Por outro lado, diques de diabásio que cortam as áreas geram patamares subhorizontais (Foto 3.2, Anexo 5). Leucogranitos, freqüentes na área Vargeado puderam ser identificados pelo solo arenoso, diferente da áreas de granitos porfíricos, constituído de fragmentos por megacristais de feldspato potássico (Tabela 3.3.).

Tabela 3.3 - Características dos solos encontrados nas áreas e litologias associadas.

Litologia	Ocorrência	Declividade	Solo
Granitos	Predominantes	≤ 32°	Arenoso com fragmentos de feldspato potássico.
Leucogranitos	Corpos pequenos	< 32°	Arenoso
Diabásio	Corpos alongados	Patamares	Argiloso

- **Aspectos sócio-econômicos**

A região é basicamente movida pelo setor primário, na qual estão relacionadas atividades de pecuária extensiva bovina de corte e leite, agricultura de subsistência.

2. GEOLOGIA REGIONAL

A geologia da região tem sido objeto de incansáveis estudos devido a grande complexidade dos eventos geológicos e geotectônicos ocorridos regionalmente. Desta forma, as colunas estratigráficas e as hierarquias das formações são discutidas até o presente momento.

Para o presente trabalho serão considerados as unidades litoestratigráficas pertencentes ao: Grupo Itaiacoca, Complexo Granítico Três Córregos e Grupo Açungui (Figura 3.3)

- **GRUPO ITAIACOCA**

Segundo Reis Neto (1994), a Faixa Itaiacoca é uma faixa de direção geral NE-SW, surgindo a SW por baixo das rochas sedimentares da Bacia do Paraná, próxima a cidade de Ponta Grossa (PR), desaparecendo sob a mesma bacia nas proximidades de Itapeva (SP). Num sentido mais amplo, a Faixa Itaiacoca engloba todas as rochas compreendidas entre os Complexos Graníticos Cunhaporanga, a NW e Três Córregos à SE.

Segundo Reis Neto (1994), a configuração atual da Faixa Itaiacoca foi provocada pela atuação do Ciclo Brasileiro, que propiciou a colagem de dois blocos continentais distintos. A sedimentação na bacia Itaiacoca ocorreu durante o Mesoproterozóico, com início da abertura através de rifts profundos. No Neoproterozóico completou-se o processo distensional da Bacia Itaiacoca dando início ao processo compressional que culminou com a colagem dos blocos e o desenvolvimento do Ciclo Brasileiro, sendo representado por três orogêneses: Orogênese Cunhaporanga (800-700Ma), Orogênese Três Córregos (700-600 Ma) e a terceira responsável pela geração de inúmeros corpos de rochas graníticas e riolíticas cálcio-alcálicas, de idades entre 700-600Ma, porém mais atuante no bloco sudeste da Faixa Itaiacoca.

Como último evento geológico importante que se destaca na região foi a implantação do Arco de Ponta Grossa, com expressivos enxames de diques, alinhados sub-paralelamente ao eixo do arco, com atitudes preferencialmente, N40-60W/subverticais, com freqüências de 1,5 a 4 diques por quilômetro (Pinese, 1989). Segundo Melfi et al. (1988) no Arco de Ponta Grossa ocorrem diversas intrusões de diques do Cretáceo Inferior cortando o embasamento pré-Cambriano, concentrados entre os lineamentos São

Jerônimo-Curiuva e Rio Alonzo. Segundo Guimarães (1995) os tipos litológicos mais comuns nestes diques são: diabásios, mais frequentes, dioritos, normalmente diques mais espessos, dioritos pórfiros, pouco frequentes e quartzo-dioritos, mais raramente.

A Formação Itaiacoca, definida por Almeida (1956,1957) é formada por pacotes de mármore, essencialmente dolomíticos e localmente estromatolíticos, sobrepostos a uma unidade basal de quartzitos e filitos quartzosos e sotopostos por filitos sericíticos.

O termo Itaiacoca foi empregado pelos pesquisadores para caracterizar uma das formações do Grupo Açungui, entretanto foi elevado à categoria de Grupo por Bristrich et al. (1985) e Souza (1990) (in Reis Neto, 1994). Entretanto, atualmente existem diversas colunas estratigráficas para o Grupo Itaiacoca. Reis Neto (1994) propõe a separação do Grupo Itaiacoca em 4 formações: Abapã, Água Clara, Serra dos Macacos e Bairro dos Campos.

A **Formação Abapã** constitui a base do Grupo, sendo composto de metarenitos e metaarenitos feldspáticos com intercalações de metavulcânicas e metavulcanoclásticas.

A **Formação Água Clara** formada de petapelitos carbonáticos cálcio-silicatados de plataforma continental, a **Formação Serra dos Macacos** por quartzitos, com termos pelíticos arenosos: sericita filitos e quartzo-filitos e a **Formação Bairro dos Campos**, unidade de topo do Grupo, é constituída de metadolomitos de plataforma carbonática, com termos impuros: filitos e metarenitos finos.

As rochas do Grupo Itaiacoca, segundo Reis Neto (1994) teriam sido intrudidos por intenso magmatismo ácido, representados por rochas gnáissicas, graníticas e riolíticas que constituem os Complexos Graníticos Cunhaporanga e o Três Córregos, a sudeste à noroeste da Faixa Itaiacoca, respectivamente.

• COMPLEXO GRANÍTICO TRÊS CÓRREGOS

As rochas granitóides do Complexo Granítico Três Córregos correspondem ao limite sudeste da faixa Itaiacoca e constituem o primeiro planalto paranaense.

A denominação Granito Três Córregos, proposta por Fuck (1966) e Muratori (1966), para se referir às rochas graníticas da porção NE da quadrícula Colônia Quero-Quero (PR) que ocorrem numa área de aproximadamente 10Km². Fuck (1967) refere-se à estreita faixa de rochas graníticas aflorantes na porção sudeste da quadrícula de Abapã (cerca de 1,2 km de largura) como continuidade do corpo principal do batólito granítico de Três Córregos. Fuck et al (1967) propuseram que o Granito Três Córregos compreende o batólito granítico individualizado se estendia desde a região de Itaiacoca-Três Córregos até o Rio Itapirapuã, emergindo sobre os arenitos devonianos da Formação Fumas, onde adentra o Estado de São Paulo. O corpo granítico apresenta forma alongada com direção NE-SW com contatos tectônicos (CPRM, 1977 a, b in Gimenez Filho, 1995) alternados por contatos intrusivos

(Fuck et al, 1967; CPRM, 1977 a, b in Gimenez Filho, 1995) e foram classificados como tardi a pós-tectônicos.

Gimenez Filho (1993) propõe que o complexo constitui um batólito multi-intrusivo, caracterizado por quatro grupos de granitóides:

Granitóides Orientados: São rochas compostas por matriz de granulação média, coloração cinza, em geral orientada, constituídos, principalmente de quartzo, plagioclásio, feldspatos alcalinos, biotita e hornblenda.

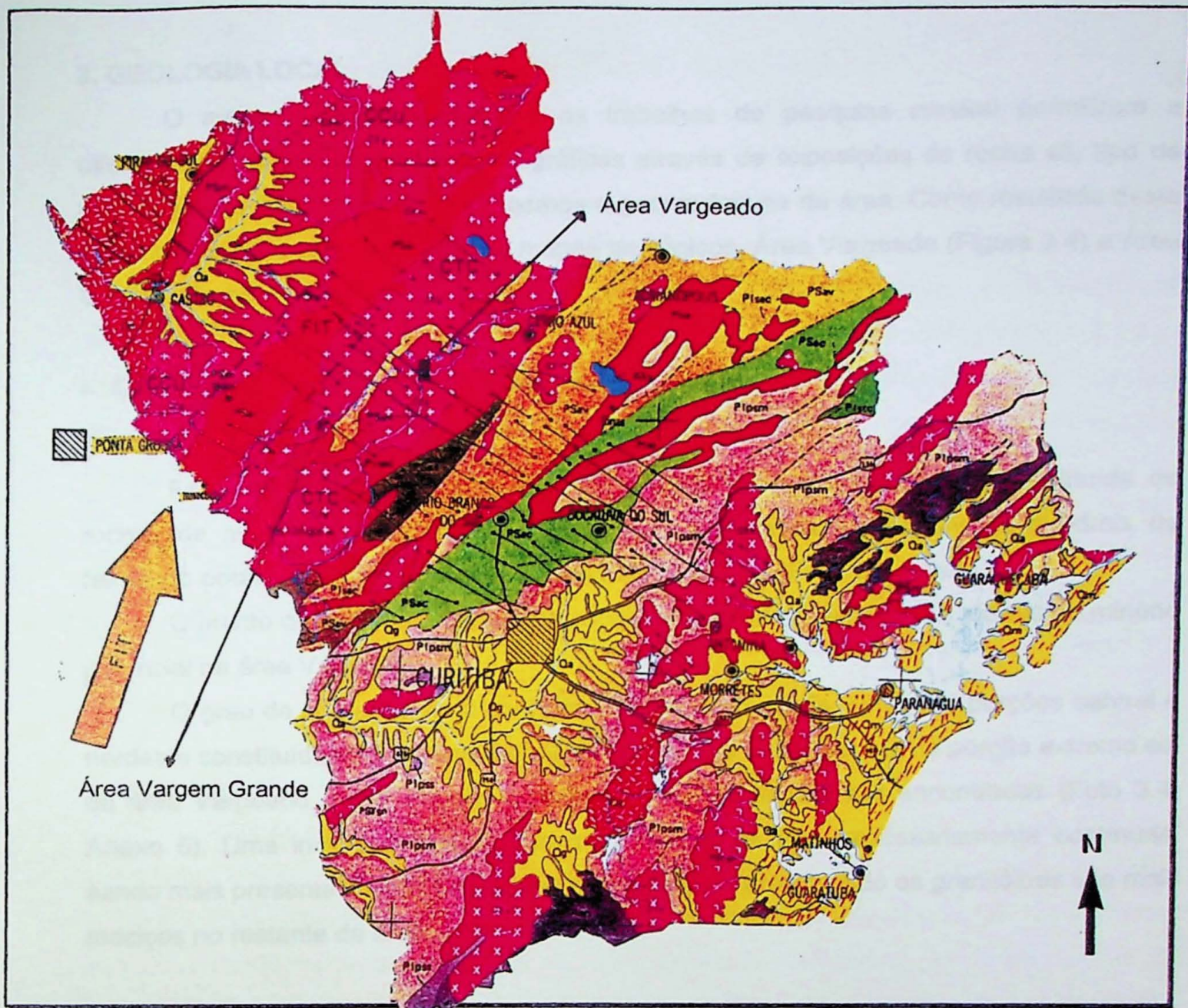
Suíte Porfíroide: são rochas de granulação média a grossa, orientados ou não, cujo caráter porfírico deve-se pelo desenvolvimento de megacristais euédricos e ovalados de feldspato potássico em uma matriz de granulação média. A textura é granular hipidiomórfica e a composição é granodiorítica. Os contatos destes granitóides com as unidades metassedimentares são, em geral, bruscos e discordantes e, muitas vezes, tectônicos.

Granitóides de Anatexia/Migmatitos: são rochas de granulação média a grossa, coloração cinza clara, composta por fenocristais de feldspato potássico róseos e estruturas migmatíticas do tipo nebulítica e "*schlieren*".

Granito Lageado: são rochas leucocráticas, coloração cinza claro, granulação fina a média, estrutura maciça e orientação incipiente. Dentre os constituintes mineralógicos principais, destacam-se: plagioclásio, feldspato potássico, quartzo e biotita e acessórios, titanita, zircão, hornblenda, clorita, carbonato e alanita.

• GRUPO AÇUNGUI

- Grupo Açungui é constituído pelas **Formações Capiu e Formação Votuverava**. A primeira ocupa a base do Grupo, aflorando entre a Falha da Lancinha e o Complexo Pré-Setuva, na região de Rio Branco do Sul, Colombo e Bocaiuva do Sul. A outra formação é composta de alternâncias rítmicas dos diferentes tipos litológicos sendo freqüente identificar estratificação gradacional, com presença de estratos que se iniciam com meta-conglomerados e terminam com metaargilitos. Os contatos entre estas duas formações geralmente se dá através de falhamentos, gerando dúvidas interpretativas.



CONVENÇÃO	PERÍODO	GRUPO	FORMAÇÃO
Qz	QUATERNÁRIO		
Qm			
Qg			
Kba	CRETÁCEO	BAURU	GUABIROTUBA
Kbsa			ADAMANTINA
Kbsc			SANTO ANASTÁCIO
Kbc			CAIUÁ
JKsg	JURÁSSICO	SÃO BENTO	SERRA GERAL
JTpb	TRIASSICO		PIRAMBOIA E BOTUCATU

Localização da área detalhada neste trabalho: Faixa Itaiacoca (FIT), Complexo Cunhaporanga (CCU) o Complexo Três Córregos (CTC).

Fonte: Mapa Geológico do Estado do Paraná na escala 1:1.400.000, modificado (MINEROPAR 1986).

	ORDOVICIANO	CASTRO	
	500 a 435 m.a.		GUARATUBINHA
	CAMBRIANO	GRANITÓIDES	CAMARINHA
	PROTEROZOICO SUPERIOR	AÇUNGUI	SEQUÊNCIA ANTINHA
			ITAIACOCA
			CAPIRU
			VOTUVERAVA
	PROTEROZOICO INFERIOR	SETUVA	ÁGUA CLARA
			TURVO-CAJATI
			PERAU
		COMPLEXO PRÉ-SETUVA	
		COMPLEXO SERRA NEGRA	

Figura 3.3. Mapa Geológico da região (extraído de Reis Neto, 1994)

3. GEOLOGIA LOCAL

O mapeamento geológico e os trabalhos de pesquisa mineral permitiram a diferenciação das unidades litoestratigráficas através de exposições de rocha sã, tipo de solo originado pela alteração dos mesmos e geomorfologia da área. Como resultado desta etapa de trabalho obtiveram-se dois mapas geológicos, Área Vargeado (Figura 3.4) e Área Vargem Grande (Figura 3.5).

- **Granitóides do Complexo Granítico Três Córregos**

A – Vargeado

Esta unidade ocupa cerca de 70% da área pesquisada, sendo constituída de rochas de matriz de composição granodiorítica a granítica e megacristais euedrais de feldspato potássico, cujas dimensões variam de 2 a 4 cm (Foto 3.3, Anexo 5).

O manto de alteração apresenta espessuras variando entre 3 e 8 metros do minério potencial na área Vargeado.

O grau de alteração varia conforme a área pesquisada, sendo as porções central e nordeste constituídas por materiais mais alterados que os existentes na porção extremo sul da área Vargeado, onde afloram a grande parte das rochas sãs encontradas (Foto 3.4, Anexo 5). Uma incipiente foliação ocorre em porções não necessariamente contínuas, sendo mais presentes nas áreas central e nordeste da área, sendo os granitóides são mais maciços no restante da área.

B – Vargem Grande

É característica desta área a ausência de exposições de rochas sãs e a presença de espesso manto de alteração com uma cobertura de solo expressiva se comparada a área Vargeado, podendo atingir em alguns casos cerca de 10m.

As exposições de material intemperizado mostram uma pequena variação do tamanho dos fenocristais, que raramente ultrapassam 4cm (Foto 3.5, Anexo 5).

Tanto o Vargeado como a Vargem Grande apresentam injeções de leucogranito, formando corpos lenticulares a tabulares de dimensões que variam de centimétricas a métricas em espessura e decamétricas em extensão lateral. São corpos tardiamente colocados em relação aos granitóides porfiríticos e anteriores às intrusões básicas, podendo ser identificados por produzirem um solo extremamente arenoso e quartzoso, de granulação média a grossa. No entanto são muito mais freqüentes na área Vargeado.

- **Metassedimentos da Formação Votuverava - Grupo Açungui**

Esses metassedimentos recobrem a porção noroeste a oeste da área Vargeado apenas, constituindo uma extensa faixa com direção NE-SW, de intercalações de metarritmitos (Foto 3.6, Anexo 5), xistos, metassiltitos e metacalcários (Foto 3.7, Anexo 5). O conjunto apresenta um foliação S_n paralela a subparalela a S_0 , cuja direção preferencial encontrada foi N36/80SE. O contato entre as unidades metassedimentar e granítica se dá tanto por falhas tectônicas como intrusivas. Porções métricas de metassedimentos são encontradas junto aos corpos graníticos. Alguns autores consideram restos de teto originados durante a instalação dos corpos graníticos. Entretanto as relações observadas nas atividades de campo não foram conclusivas.

A seqüência metassedimentar constitui a porção W e NW da área Vargeado sob forma de corpos com direção NE-SW, com intercalações de metassiltitos, metargilitos e lentes de metacalcários, subordinadamente. No restante da área são encontrados partes desses corpos, provavelmente sob forma de tetos pendentes, com dimensões inferiores a 1km².

- **Intrusivas Básicas**

Os diques aflorantes nas áreas foram originados por ocasião da formação do Arco de Ponta Grossa, sendo correlacionáveis aos derrames basálticos da Formação Serra Geral do Grupo São Bento. Ocorrem geralmente na forma de diques orientados segundo a direção NW-SE, verticais a subverticais, com dimensões variáveis, chegando a 40 m de largura. São responsáveis, em parte, pela configuração geomorfológica atual, sustentando cristas de granito, alongadas de mesma direção. Por vezes são reconhecidos pela orientação dos blocos residuais com esfoliação esferoidal ou pelo solo argiloso marrom escuro, originário de sua alteração.

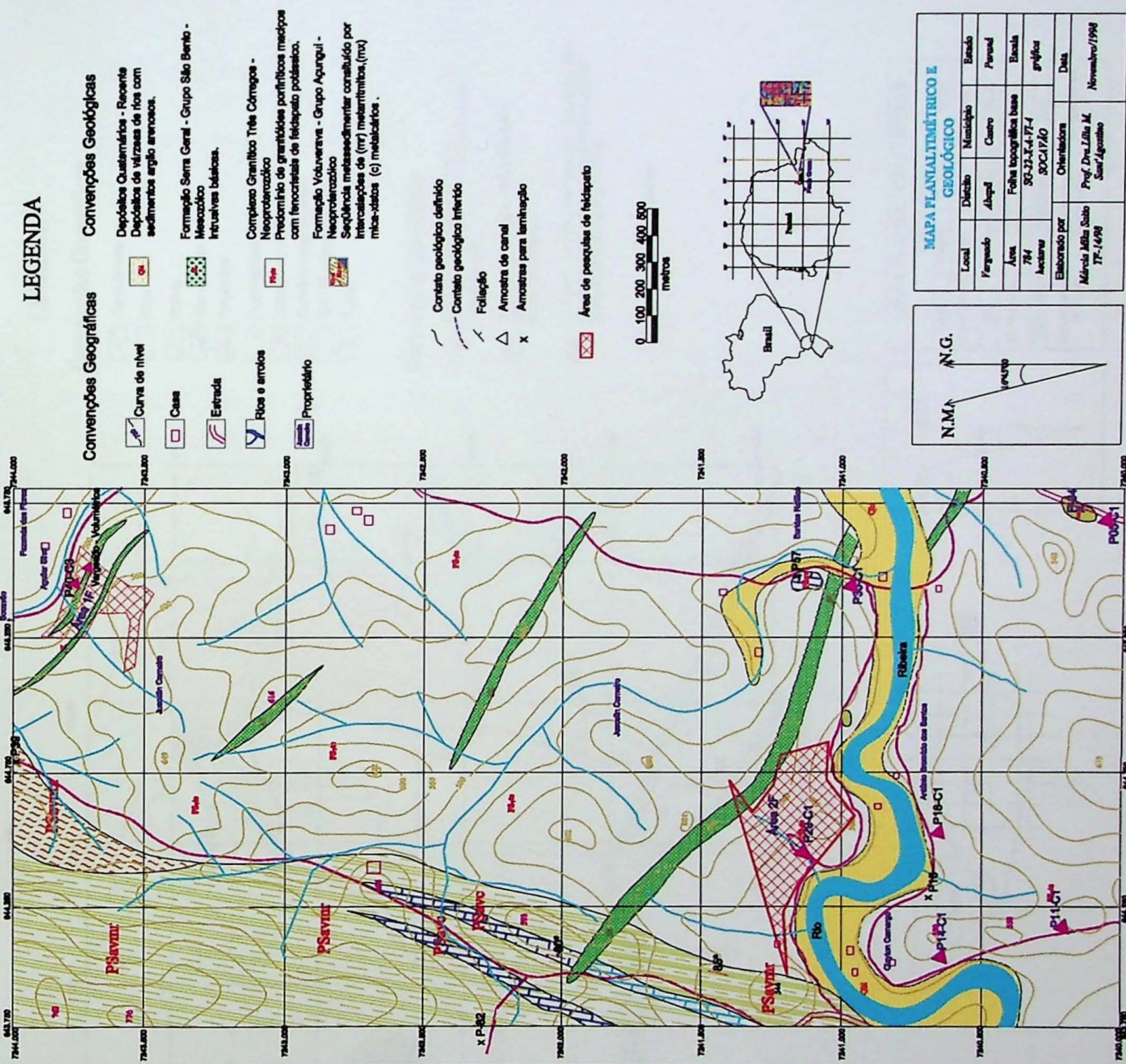
Na área Vargeado são encontrados, em média, um a dois diques a cada quilômetro, nem sempre equidimensionais.

Na área Vargem Grande, as intrusivas ocorrem geralmente na forma de diques orientados segundo a direção NW-SE, verticais a subverticais, porém diferindo da área Vargeado pela menor concentração de diques, sendo verificado apenas um de maior expressão com largura de aproximadamente 30m, também orientado NW-SE.

- **Depósitos aluvionares**

São depósitos recentes gerados pelo intemperismo físico e químico das rochas pré-existentes, constituindo planícies de inundação dos principais rios presentes na região, principalmente os Rios Guabiroba e Ribeira na área Vargeado e Rio Ribeirinha na área Vargem Grande.

Mapa Geológico - Área Vargeado - Figura 3.4.



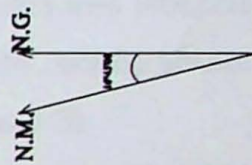
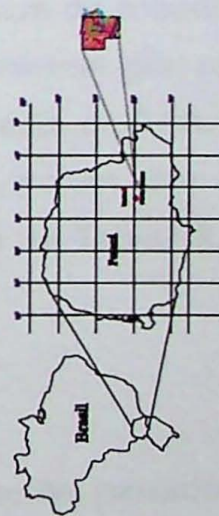
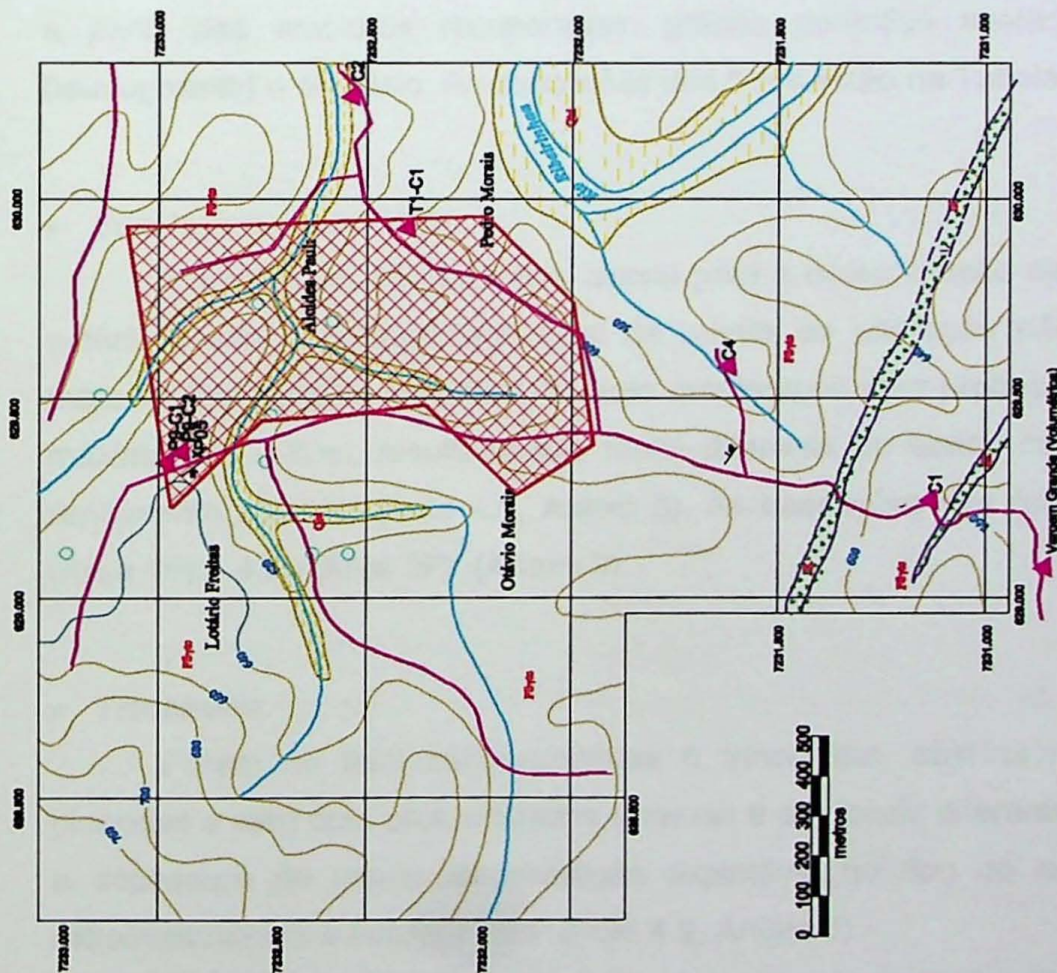
LEGENDA

Convenções Geográficas

- Curva de nível
- Casa
- Estrada
- Rios e arroios
- Propriedário
- Arvores laminadas
- Arvores de canal
- Contato geológico definido
- Contato geológico inferido
- Foliação

Convenções Geológicas

- Depósitos Quaternários - Recente
- Depósitos de várzeas de rios com sedimentos argilo-arenosos.
- Formação Serra Geral - Grupo São Bento
- Mesozóico
- Intrusivos básicos.
- Complexo Granítico Três Côrregos - Neoproterozóico
- Predomínio de granitoides porfíricos mesóicos com fenocristais de feldspato potássico.
- Área de pesquisas de feldspato



MAPA PLANALTIMÉTRICO E GEOLÓGICO					
Local	Distrito	Município	Estado		
Vargem Grande	Algod	Castro	Paraná		
Área	Folha topográfica base		Escala		
407.332	SG-22-12-1-2		gráfica		
407.332			Thé Corrêgas		
Elaborado por	Orientadora		Data		
Márcia Mila Sato TF-14/98	Prof. Dra. Lúcia M. Sant'Agostino		Novembro/1998		

CAPÍTULO IV - RESULTADOS OBTIDOS

1. PESQUISA MINERAL

As duas áreas foram pesquisadas em períodos distintos, sendo primeiramente o Vargeado e depois a Vargem Grande, muito embora a segunda tivesse seu início em 1997 por outra equipe, antes de ser integrado ao Trabalho de Formatura.

1.1. Vargeado

Na área Vargeado empregou-se a sondagem a trado manual helicoidal 2", cavadeira manual, trincheiras, poços e amostragem de canal em dois alvos, Área 1F (Figura 4.1a, Anexo 2) e Área 2F (Figura 4.1b, Anexo 2).

- ***Sondagem a trado helicoidal 2"***

Foram executados 14 furos a trado helicoidal 2" na área Vargeado, sendo os demais furos realizados com cavadeira. De forma geral, o trado atingiu profundidades ao redor de 0,85m, com uma cobertura aproximada de 0,50m, sendo identificados três litotipos a partir das amostras recuperadas: granito porfírico alterado, granito equigranular (leucogranito) e diabásio. As descrições dos furos estão na Tabela 4.1 (Anexo 3).

- ***Sondagem a cavadeira***

A sondagem de cavadeira serviu para a determinação da espessura de cobertura estéril, sendo a profundidade total de manto de alteração não determinável por este método. Em geral, a cobertura de solo manteve-se com profundidade média de 0,50m e máximas de 0,80m, resultado não muito diferente do obtido com trado, porém com um rendimento superior (Foto 4.1, Anexo 5). As descrições dos furos estão na Tabela 4.2a (Área 1F) e 4.2b (Área 2F) (Anexo 3).

- ***Trincheira***

Foram no total confeccionadas 6 trincheiras, abertas manualmente (enxadões, picaretas e pás) com profundidades diversas e em locais diferentes, na tentativa de avaliar a espessura do manto de alteração explotável no tipo de lavra a ser instalado por retroescavadeira e escarificador (Foto 4.2, Anexo 5).

A profundidade máxima atingida foi na trincheira T6, com 4,6m, mas se considerássemos a abertura da trincheira mecanicamente, certamente teríamos mais 3-4m aprofundados, o que não foi possível dada a dificuldade de acesso. Os dados informativos das trincheiras estão na Tabela 4.3 (Anexo 3).

- ***Amostragem de canal e poços***

As vinte e quatro amostragens de canal foram realizadas em diferentes pontos da área em cortes de estrada, tiveram espessuras entre 2 a 6m (Foto 4.3, Anexo 5). Para algumas exposições superiores a 3m foram coletadas amostras a cada 1,0m da base para o topo, como por exemplo no canal P30-C1 da Área Vargeado, P9-C1 da Área Vargem Grande, para a verificação de uma possível variação composicional com a profundidade. A relação das amostragens encontra-se descrito na Tabela 4.4 (Anexo 3).

Apenas na Área 1F foram abertos poços de 1 m de profundidade, totalizando sete (Tabela 4.5 – Anexo 3).

1.2. Vargem grande

Esta área, diferente do Vargeado, mostrou-se mais favorável ao emprego de trado manual, embora a cavadeira também tenha sido utilizada.

Foram poucos os pontos destinados à amostragem de canal e trincheira, devido ao elevado grau de alteração do material e poucas exposições (Figura 4.2, Anexo 2).

- ***Sondagem a trado helicoidal 2"***

A área Vargem Grande permitiu o maior uso do trado helicoidal 2" em relação a área Vargeado, pois os solos constituintes são mais argilosos e os fenocristais nem sempre estão preservados (Foto 4.4, Anexo 5), permitindo um avanço e recuperação superiores. Foram ao todo 17 furos a trado, com profundidades muito variáveis (média de 2m de profundidade), chegando a furos de 9m em manto de alteração dos granitóides. Os dados estão na Tabela 4.6 (Anexo 3).

- ***Sondagem a cavadeira***

A área Vargem Grande, diferentemente do Vargeado, apresenta cobertura de solo superior a 1m, impossibilitando a aplicação do método para a definição de espessuras maiores (Tabela 4.7 – Anexo 3).

- ***Trincheira***

Nesta área foi selecionado apenas um local para a instalação de trincheira, à meia encosta. Diferentemente da área do Vargeado, a confecção da trincheira foi facilitada devido a maior incoerência do material de alteração, permitindo abertura de 3m abaixo de uma cobertura de 3m de solo argiloso.

- **Amostragem de canal**

Foram realizadas na área poucas amostragens de canal, por serem raras as exposições de material potencialmente explorável para feldspato, geralmente, muito alteradas (Foto 4.5, Anexo5).

1.3. Cálculo de reservas

Neste trabalho são apenas consideradas as reservas indicadas e inferidas sem a existência da classe medida, pois foram aplicados para o cálculo de reservas, espessuras médias obtidas em trincheiras e canais, não sendo utilizados os dados de trado e cavadeira que somente informam a profundidade do topo do material explotável.

A reserva inferida corresponde a material sob a reserva indicada, definida na área Vargeado por uma frente de exposição de material com cerca de 16m de altura e 1m de cobertura (Foto 4.6, Anexo 5). No caso da Vargem Grande, a informação é mais difícil de ser determinada já que não são conhecidos exposições de expressão, tendo sido considerada apenas a reserva indicada.

Para o cálculo de reservas empregou-se o método dos blocos geológicos , definido por:

$\text{RESERVA (t)} = \text{ÁREA (m}^2\text{)} \times \text{espessura média (m)} \times \text{densidade do minério (t/m}^3\text{)}$

Tabela 4.8. Reservas Indicadas e Inferidas para as áreas pesquisadas.

Alvo	Área (m ²)	Espessura média. Reserva indicada (m)	Espessura média. Reserva inferida (m)	Densidade do minério in situ (t/m ³)	Reserva indicada. Minério potencial (t)	Reserva inferida. Minério potencial (t)	Teor médio de feldspato (%)	Reserva indicada. Feldspato contido (t)	Reserva inferida. Feldspato contido (t)
Área 1F (Vargeado)	66.562	3	4	2	399.372	532.496	35	139.780	186.373
Área 2F (Vargeado)	147.656	3	4	2	885.936	1.181.248	35	310.077	413.436
Total Vargeado				2	1.286.308	1.713.744	35	449.857	599.809
Área Vargem Grande	450.000	3	-	2	2.700.000	-	27	729.000	-

2. ESTUDOS DO MINÉRIO

O material coletado em campo foi conduzido à Universidade de São Paulo para ser caracterizados sob os aspectos petrológicos e tecnológicos.

2.1. Estudos petrográficos

Os estudos foram realizados em fragmentos de rochas sã e semi-alterada (amostras de mão), sendo apresentada na seqüência uma compilação dos resultados obtidos nas lâminas petrográficas descritas.

Para as amostras do Vargeado foram dimensionados os grãos da matriz e fenocristais e inclusões nos feldspatos.

2.1.1. VARGEADO

Na área Vargeado são mais comuns, mas não abundantes, exposições de rochas sãs, seja dos granitóides porfiríticos ou os leucogranitos.

- ***Granitóides Porfiríticos - Complexo Granítico Três Córregos***

Em geral os granitóides são rochas de cor cinza claro a médio, de granulação média a grossa, orientados ou não, cujo caráter porfiróide é dado pelo desenvolvimento de megacristais euédricos de feldspatos potássicos. A textura da matriz é predominantemente granular hipidiomórfica e da rocha, porfirítica.

Os feldspatos potássicos apresentam inclusões milimétricas de quartzo, biotita esverdeada, plagioclásios anedrais, titanitas e por vezes zircão. Além das inclusões podem ser observados processos de sericitização ao longo de microdescontinuidades.

As amostras analisadas contém biotitas esverdeadas indicando um enriquecimento em ferro, com substituição por clorita e num estágio mais avançado por opacos (ilmenita?).

As dimensões dos grãos constituintes da matriz variam de acordo com o tipo mineralógico.

O granitóide do Vargeado mostra fenocristais de plagioclásio, com dimensões de grãos variando de 1,6 a 2,0 mm, coincidindo em grande parte com as dimensões dos fenocristais de microclínio.

Quartzo, hornblenda e biotita mostram grãos de tamanho semelhante (1 a 5mm) e os minerais acessórios têm dimensões inferiores a 1,0mm, exceção feita à titanita com grãos de até 1,8mm.

Tabela 4.9.: Dimensões dos grãos da matriz e fenocristais de feldspato potássico dos granitóides da área Vargeado (mm)

Mineralogia \dimensão	0,05	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0
plagioclásio-andesina												o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o						
quartzo								o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o						
microclínio												o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
hornblenda						o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
biotita											o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
sericita	o	o																										
opacos		o	o																									
epídoto	o	o	o																									
titanita		o	o	o	o	o	o	o	o																			
clorita			o	o	o	o																						
zircão	o																											
apatita	o	o																										
muscovita	o																											

Obs.: As áreas hachuradas mostram os intervalos granulométricos adotados na classificação granulométrica à úmido realizado em amostras de rocha alterada.

Tabela 4.10 : Dimensões dos grãos das inclusões nos fenocristais de feldspato potássico dos granitóides da área Vargeado (mm)

Mineralogia\dimensão	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00
plagioclásio-andesina			o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
quartzo	o	o																		
biotita					o	o	o	o												
opacos	o	o	o																	
epídoto	o																			
titanita			o	o	o	o	o	o	o	o										
apatita	o																			

A partir de estimativa visual, chegou-se às composições mineralógicas dos granitóides da área Vargeado mostrados na Tabela 4.11.

Tabela 4.11: Composição mineralógica dos granitóides da área Vargeado

Vargeado - % em volume estimado			
Amostra	P-16	P-71	P-11
plagioclásio-andesina	25	27	25
quartzo	15	20	18
microclínio	35	30	35
hornblenda	15	15	12
biotita	5	5	5
sericita	2	Tr	1
opacos	1	Tr	Tr
epídoto	1	Tr	1
titanita	1	Tr	1
clorita	Tr	3	1
zircão, apatita	Tr		Tr

Tr - proporções inferiores a 1%.

Nota-se que embora os granitóides do Vargeado tenha um terço constituído por feldspato potássico, apresentam quantidades semelhantes de plagioclásio, além de proporções significativas de quartzo e anfibólios, com mica subordinadamente; acessórios pouco expressivos quantitativamente.

- **Leucogranitos de origem indefinida injetados em Granitóides do CGTC**

Os leucogranitos, encontrados geralmente como corpos tabulares ou veios injetados nos granitóides são leucocráticos, estrutura maciça e constituídos por grãos equigranulares que em média atingem 1mm. Apresentam em lâmina, feições cataclásticas nos contatos com o granitos porfíricos, sugerindo a atuação tectônica.

A composição mineralógica desses granitos foi realizada por estimativa visual, estando os resultados expressos na Tabela 4.12.

Tabela 4.12.: Composição mineralógica das amostras de granitos leucocráticos

Vargeado - % em volume estimado			
Amostra	P- 38 L	P- 40L	P- 82L
plagioclásio-andesina	30	30	10
quartzo	35	30	40
microclínio	35	35	50
biotita	Tr	1	Tr
epídoto, zircão	-	-	Tr
titanita	Tr	-	Tr
muscovita	-	1	-

Tr - proporções inferiores a 1%.

Os leucogranitos com quantidades até superiores de feldspato potássico, mostram maior proporção de quartzo.

- **Seqüência Metasedimentar da Formação Votuverava - Grupo Açungui**

A amostra de xisto P04, apresenta na sua composição minerais como a granada e a fibrolita (sillimanita) que são encontrados em grau metamórfico superior aos encontrados em rochas do Grupo Açungui, evidenciando um metamorfismo de contato por ocasião da colocação dos granitóides.

São encontrados na área Vargeado metacalcários, por vezes associados à xistos ou metarritmitos. A composição mineralógica é apresentada na Tabela 4.13.

Tabela 4.13.: Distribuição mineralógica das amostras de biotita quartzo xisto (P04) e metacalcário (P57).

Vargeado - % em volume estimado		
Amostra	P- 04	P- 57
quartzo	30	
biotita	50	
epídoto		5
carbonato		80
muscovita	Tr	
opacos	Tr	
granada	5	
argila/silte		15
fibrolita (sillimanita)	2	

Tr - proporções inferiores a 1%.

2.1.2. VARGEM GRANDE

Foram descritas lâminas de poucas amostras da Vargem Grande. A partir das amostras laminadas foi feito o dimensionamento dos grãos constituintes da matriz, fenocristais e inclusões encontradas nos fenocristais, como expostos nas Tabelas 4.14 e 4.15.

- **Granitóides Porfiríticos - Complexo Granítico Três Córregos**

Nesta área são raras as exposições de rochas sã, sendo encontradas apenas em fundos de vales próximos ou em leito de drenagens, geralmente intemperizadas, fato que dificultou as descrições.

Tabela 4.14 : Dimensões dos grãos da matriz e fenocristais de feldspato potássico dos granitóides da área Vargem Grande (mm)

Mineralogia\dimensão	0,05	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0
plagioclásio-andesina							o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o											
quartz						o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o											
microclinio																		o	o	o	o	o	o	o				
hornblenda						o	o	o	o																			
biotita										o	o	o	o	o	o													
sericita	o	o																										
opacos		o	o	o	o	o																						
epídoto	o	o																										
titanita		o	o	o	o	o	o																					
clorita			o	o	o	o																						
zircão	o																											
apatita	o	o																										
muscovita	o																											

As áreas hachuradas mostram os intervalos granulométricos adotados na classificação granulométrica à úmido realizado em amostras de rocha alterada.

Tabela 4.15 : Dimensões dos grãos das inclusões nos fenocristais de feldspato potássico dos granitóides da área Vargem Grande (mm)

Mineralogia\dimensão	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00
plagioclásio-andesina					o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
quartz	o	o	o	o	o															
biotita	o	o	o																	
opacos	o	o	o																	
epídoto	o																			
titanita	o	o																		

A estimativa visual da amostra de granitóide porfirítico da área Vargem Grande permitiu chegar nos resultados apresentados na Tabela 4.16.

Tabela 4.16. Distribuição mineralógicas das amostra da Vargem Grande - P05VG

Amostra	% em volume estimado
plagioclásio-andesina	32
quartzo	20
microclínio	30
hornblenda	7
biotita	6
sericita	Tr
opacos	4
epídoto	Tr
titanita	1
clorita	Tr

Tr - proporções inferiores a 1%.

O plagioclásio e o quartzo ocorrem em grãos de dimensões entre 1,2 e 5,0 mm, enquanto o microclínio está acima de 5mm. Os minerais máficos, hornblenda e biotita, distribuem-se em grãos na mesma faixa de tamanhos dos plagioclásios, sendo os anfibólios (1,0 a 1,6mm) mais finos que as biotitas (2,0 a 4,0mm). Os demais minerais mostram-se em grãos inferiores a 1,0 mm.

O feldspato potássico mostra inclusões submilimétricas de quartzo, máficos, titanita, anfibólio, e milimétricas de plagioclásio sódico.

As inclusões de plagioclásio em feldspato potássico mostram dimensões de 0,5 a 2mm, as referentes a quartzo são menores (0,1 a 0,5mm) e os minerais máficos e acessórios são diminutas (<0,3mm).

As quantidades de plagioclásio e feldspato potássico são iguais, sendo expressiva também a proporção de quartzo.

- ***Leucogranitos de origem indefinida injetados em Granitóides do CGTC***

Os leucogranitos são mais raros na área Vargem Grande sendo apenas uma amostra levada a laminação, cuja composição é apresentada na Tabela 4.17.

Tabela 4.17 – Composição mineralógica do leucogranito P5VGL da área Vargem Grande.

Amostra	% em volume estimado
plagioclásio	35
quartzo	40
microclínio	25
biotita	2
muscovita	1
titanita, zircão	Tr

Tr - proporções inferiores a 1%.

Estes leucogranitos são mais ricos em plagioclásio que feldspato potássico, além de conter elevada proporção de quartzo se comparados com os da área Vargeado.

2.2 Caracterização Tecnológica

A caracterização tecnológica desenvolveu-se em duas fases, a primeira com amostras volumétricas coletadas de materiais representativos e uma segunda, com amostras de canal e trincheiras coletados na fase de pesquisa.

2.2.1. Amostras Volumétricas

O material inconsolidado, foi submetido a secagem e quarteamento para tratamento experimental, sendo as etapas desenvolvidas conforme o fluxograma da Figura 2.1 (Capítulo II).

A distribuição granulométrica das duas amostras volumétricas estudadas (Vargeado e Vargem Grande) estão apresentadas na tabela 4.18. Estudos mineralógicos em lupa binocular foram realizados apenas nas frações mineralogicamente liberadas, isto é abaixo de 1mm e permitidas pela técnica adotada, acima de 0,074mm.

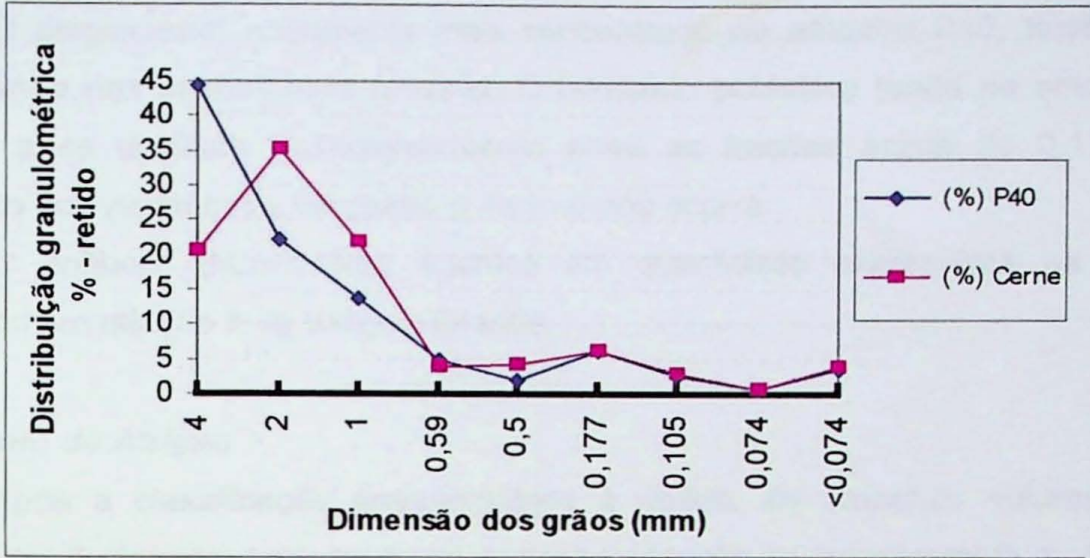
Tabela 4.18: Distribuição granulométrica

		Vargeado		Vargem Grande	
Tyler (#)	Abertura (mm)	% em peso	% em peso acumulada acima	% em peso	% em peso acumulada acima
+ 5	4	44,32	44,32	20,51	20,51
+ 9	2	22,14	66,46	35,29	55,79
+ 16	1	13,70	80,16	21,83	77,62
+ 28	0,59	4,84	85,01	4,06	81,69
+ 32	0,50	1,89	86,90	4,38	86,07
+ 80	0,177	6,29	93,19	6,22	92,29
+ 150	0,105	2,62	95,80	3,07	95,36
+ 200	0,074	0,72	96,52	0,66	96,01
-200	<0,074	3,48	100,00	3,99	100,00
		100,00		100,00	

As amostras mostram distribuição granulométrica marcadamente distinta segundo duas faixas de tamanho de grão indicadas por hachuras na tabela 4.18. Podemos notar que o comportamento granulométrico é diferenciado nas frações maiores que 1mm, que em rocha sã corresponde às granulometrias de grãos de quartzo,

plagioclásio, biotita e microclínio. Para as frações inferiores a 1mm observa-se a mesma tendência de distribuição (Figura 4.3).

Figura 4.3 :Distribuição granulométrica retida das amostras P40 (Vargeado) e Cerne (Vargem Grande)



As frações abaixo de 2mm (-9#) foram analisadas em lupa para a determinação de suas composições mineralógicas e fração de liberação.

Tabela 4.19: Mineralogia da Amostra Vargeado P-40

% Volumétrica estimada						
Fase	+16#	+28#	+32#	+80#	+150#	+200#
Mica alterada	5	10	5	40	70	80
quartzo	20	50	70	35	20	5
plagioclásio	20	30	10	10	5	0
feldspato potássico	35	0	0	0	0	15
anfibólio	20	10	15	15	5	<1
magnetita		<1	<1	<1	<1	<1

Tabela 4.20: Mineralogia da Amostra Vargem Grande

% Volumétrica estimada						
Fase	+16#	+28#	+32#	+80#	+150#	+200#
mica alterada	0	0	0	5	45	90
quartzo	5	10	10	30	45	10
plagioclásio	10	10	20	10	0	0
feldspato potássico	80	70	60	45	0	0
anfibólio	5	10	10	10	10	1
magnetita	0	0	0	<1	<1	0
zircão	0	0	0	<1	<1	0

As micas tendem a se concentrar, nas duas amostras, nas frações abaixo de 0,177mm (80#). O quartzo, mais abundante na amostra do Vargeado, apresenta-se em maior proporção nas frações mais grossas (-28 + 32#) e na amostra da área Vargem Grande distribui-se nas frações um pouco mais finas (-32#).

O plagioclásio, novamente mais concentrado na amostra P40, tende também a acumular-se nas frações mais grossas. O feldspato potássico tende na amostra Vargem Grande a se distribuir homogeneamente entre as frações acima de 0,177mm (80#), enquanto que na amostra Vargeado o mesmo não ocorre.

O anfibólio (hornblenda) aparece em quantidade expressivas na amostra do Vargeado em relação à da Vargem Grande.

• **Ensaio de Atrição**

Após a classificação granulométrica à úmido, as amostras volumétricas foram submetidos à moagem (moinho de rolos) para a redução de granulometria a -16#, e atrição para a remoção dos finos, gerando os resultados apresentados na Tabela 4.21 e 4.22.

Tabela 4.21: Balanço de Massa do Ensaio de Atrição e Peneiramento – Amostra Vargeado

FRAÇÃO:		+5 -5+9#				-9 + 16#			
Peneira (Tyler)	Abertura (mm)	% em peso	% em peso acumulada	% do total	% total acumulada	% em peso	% em peso acumulada	% do total	% total acumulada
32#	0,5	53,00	53,00	35,22	35,22	41,12	41,12	5,64	5,64
80#	0,177	29,38	82,37	19,52	54,75	36,79	77,91	5,04	10,68
200#	0,074	9,12	91,50	6,06	60,81	12,46	90,37	1,71	12,39
-200#	-0,074	8,50	100,00	5,65	66,46	9,63	100,00	1,32	13,71
Total		100,00		66,46		100,00		13,71	

Tabela 4.22: Balanço de Massa do Ensaio de Atrição e Peneiramento – Amostra Vargem Grande

FRAÇÃO:		+5 -5+9#				-9 + 16#			
Peneira (Tyler)	Abertura (mm)	% em peso	% em peso acumulada	% do total	% total acumulada	% em peso	% em peso acumulada	% do total	% total acumulada
32#	0,5	51,43	51,43	28,69	28,69	49,57	49,57	10,82	10,82
80#	0,177	33,08	84,51	18,46	47,15	33,66	83,23	7,35	18,17
200#	0,074	7,97	92,48	4,45	51,60	8,32	91,56	1,82	19,99
-200#	-0,074	7,52	100,00	4,19	55,79	8,44	100,00	1,84	21,83
		100,00		55,79		100,00		21,83	

Observa-se que nas moagem/atrição efetuadas houve pouca geração de finos (-200#), da ordem de 8% em peso, constituídos essencialmente, por argilominerais e fragmentos de feldspato caulinizados; esses finos foram descartados. Paralelamente,

conseguiu-se uma limpeza da superfície das partículas de feldspato, tendo a maior parte do material permanecido com granulometria entre 16 e 80#.

• Separações Mineraias

Visando avaliar as possibilidades de obtenção de produtos mais nobres quanto aos contaminantes aportados pelos minerais acessórios, promoveram-se separações magnéticas por fração granulométrica, nos finos, grossos e intermediários, estes dois últimos no processo de atrição/deslamagem. Os resultados estão expostos nas Tabelas 4.23 e 4.24 e nas figuras 4.1 e 4.2.

Figura 4.1: Fluxograma do tratamento dado a amostra Vargeado e suas partições (% em peso).

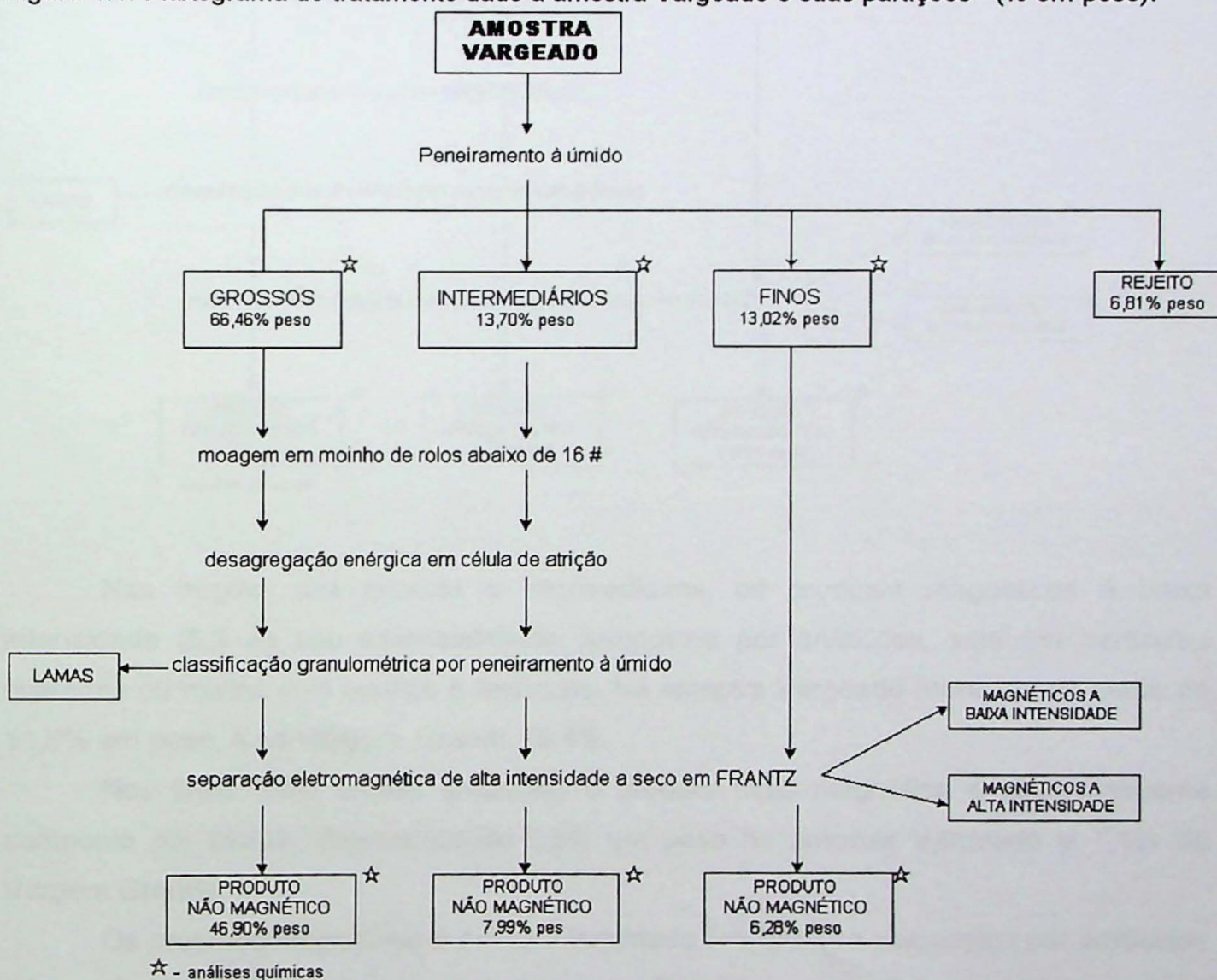
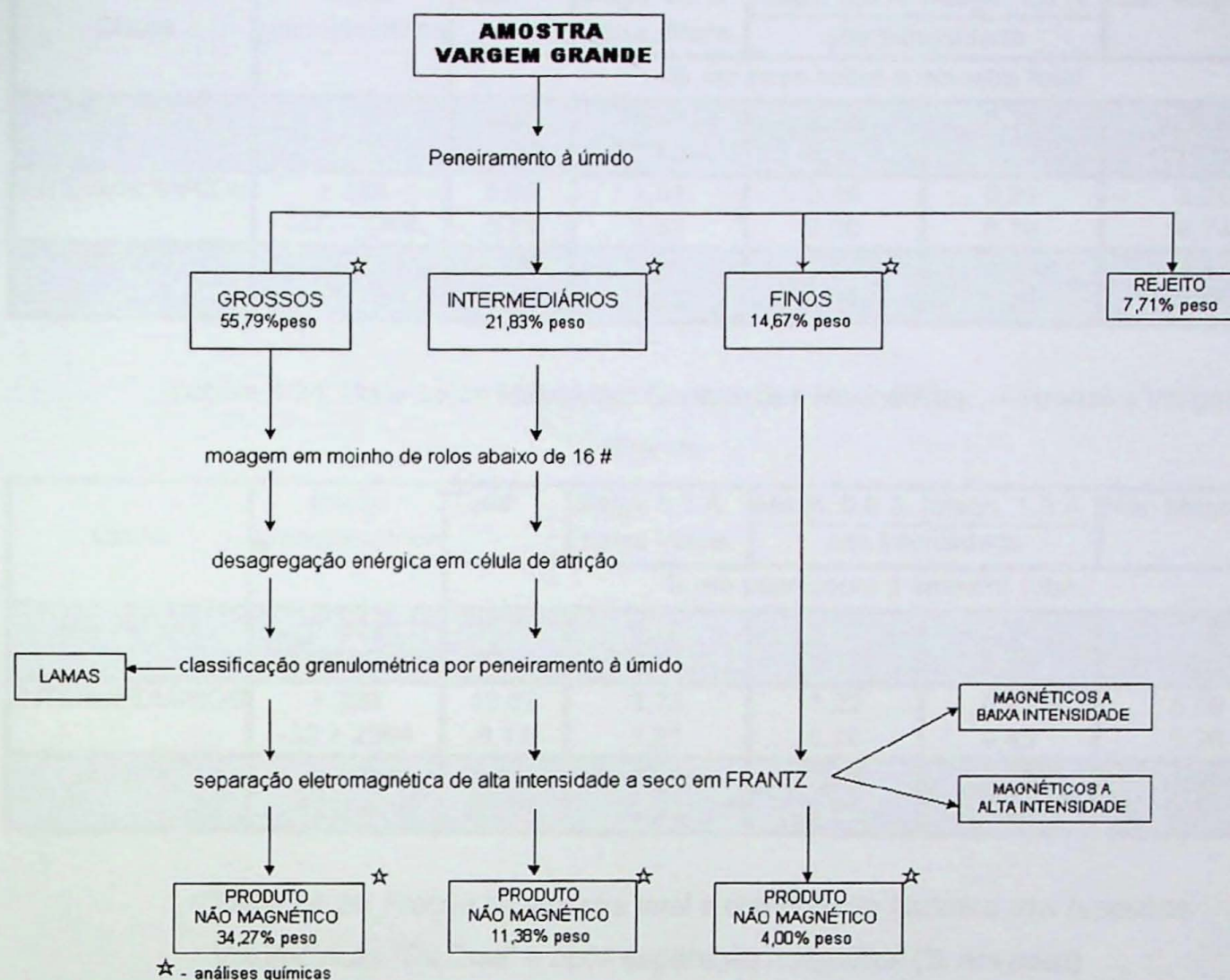


Figura 4.2: Fluxograma do tratamento dado a amostra Vargem Grande e suas partições (% em peso).



Nas frações dos grossos e intermediários, os produtos magnéticos à baixa intensidade (0,3 A) são essencialmente compostos por anfibólios, seja em partículas liberadas ou mistos com quartzo e feldspato. Na amostra Vargem Grande representam cerca de 11,8% em peso, e na Vargem Grande 15,4%.

Nos finos, para ambas amostras, o produto mais magnético é essencialmente composto por biotita. Representando 6,5% em peso na amostra Vargem Grande e 7,1% da Vargem Grande.

Os produtos magnéticos à média intensidade (+1,0A) são compostos por partículas mistas de anfibólio com quartzo e/ou feldspato. Tem alguma representatividade em peso nos grossos e intermediários para as duas amostras, mas ocorrem em pequena parcela nos finos.

Os produtos não magnéticos mostram-se bastante limpos quanto aos minerais máficos e acessórios, e apresentaram as composições químicas expressas na Tabela 4.25.

Tabela 4.23: Balanço de Massa das Separações Magnéticas – Amostra Vargeado

Classe	fração granulométrica	Total	Magn. 0,3 A baixa intens.	Magn. 0,6 A	Magn. 1,0 A	Não Magnético
				alta intensidade		
		% em peso sobre a amostra total				
GROSSOS	+ 32 #	35,22	5,53	2,18	1,71	25,80
	-32 + 200 #	25,59	2,88	0,95	0,67	21,08
INTERMEDIÁRIOS	+ 32#	5,64	1,81	0,36	0,21	3,26
	-32 + 200#	6,75	1,62	0,20	0,19	4,74
FINOS	-16+32 #	6,733	3,26	0,54	0,46	2,47
	-32 + 80 #	6,29	3,23	0,21	0,24	2,61

Tabela 4.24: Balanço de Massa das Separações Magnéticas – Amostra Vargem Grande

Classe	fração granulométrica	Total	Magn. 0,3 A baixa intens.	Magn. 0,6 A	Magn. 1,0 A	Não Magnético
				alta intensidade		
		% em peso sobre a amostra total				
GROSSOS	+ 32 #	28,69	6,76	2,22	2,70	17,01
	-32 + 200 #	22,91	3,33	1,11	1,19	17,27
INTERMEDIÁRIOS	+ 32#	10,82	3,75	1,22	0,75	5,09
	-32 + 200#	6,17	1,51	0,98	0,40	6,28
FINOS	-16+32 #	8,446	3,82	2,06	0,58	1,98
	-32 + 80 #	6,217	3,29	0,51	0,40	2,09

Tabela 4.25: Fração da amostra total e composição Química das Amostras Volumétricas "Tal Qual" e após separação magnética (% em peso).

Amostra VARGEADO	% peso	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂
FINOS (-16+80#) Tal Qual	13,0	63,6	11,7	8,13	0,11	4,95	4,18	2,44	3,10	1,24
FINOS (-16+80#) Não Magnético	6,3	77,7	12,6	0,31	0,01	0,05	1,72	3,93	3,41	0,06
INTERMEDIÁRIOS (-16+200#) Tal Qual	13,7	69,5	12,1	4,6	0,1	2,5	3,7	3,5	3,1	0,6
INTERMEDIÁRIOS (-16+200#) Não Magn.	8,0	77,3	13,1	0,19	0,01	0,01	1,71	4,15	3,42	0,04
GROSSOS (-16+200#) Tal Qual	64,5	69,3	14,9	2,1	0,0	1,1	2,3	4,1	5,6	0,4
GROSSOS (-16+200#) Não Magnético	46,9	71,8	15,8	0,18	0,01	0,02	1,46	4,51	6,11	0,04

Amostra VARGEM GRANDE	% peso	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂
FINOS (-16+80#) Tal Qual	14,7	64,6	13,5	7,65	0,12	2,33	3,56	4,22	2,21	1,32
FINOS (-16+80#) Não Magnético	4,0	77,9	12,7	0,57	0,02	0,15	0,93	4,45	3,03	0,07
INTERMEDIÁRIOS (-16+200#) Tal Qual	21,8	70,0	14,7	3,3	0,1	1,0	2,1	5,5	2,7	0,5
INTERMEDIÁRIOS (-16+200#) Não Magn.	11,4	75,5	14,7	0,26	0,01	0,07	0,95	5,61	2,81	0,03
GROSSOS (-16+200#) Tal Qual	55,8	69,3	15,9	2,0	0,0	0,5	1,4	5,1	5,3	0,3
GROSSOS (-16+200#) Não Magnético	34,3	72,5	15,8	0,22	0,01	0,02	0,74	5,07	5,52	0,03

* Intermediário : Fração -9 + 16# moído e atricionado.

** Grossos: Fração +5 -5+9# moído e atricionado.

2.2.2 AMOSTRAS DA PESQUISA

Algumas amostras de canal e trincheiras foram submetidas à classificação granulométrica à úmido em 6 frações, sendo os resultados obtidos apresentados na Tabela 4.26a.

Realizaram-se análises químicas das amostras, somente na fração +5#, visando ao longo do corpo de granito, bem como aferir a representatividade das amostra volumétricas expressos na Tabela 4.26b (Anexo 4).

Tabela 4.26a: Composição química das amostras de pesquisa

Amostra	Teor % em peso	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂
Vargeado - P14C1		66,7	17,6	0,86	0,02	0,24	0,80	3,94	9,65	0,16
Vargeado - P18C1		66,5	17,3	1,22	0,02	0,33	1,04	4,11	9,04	0,22
Vargeado - P29C1		66,8	17,5	0,67	0,01	0,13	0,72	3,72	10,2	0,14
Vargeado - P40C3		67,7	16,6	1,31	0,02	0,40	1,28	4,01	8,34	0,23
Vargeado - P30-C1 0 a 1 m (base)		66,8	17,4	0,80	0,02	0,20	0,77	3,62	10,1	0,17
Vargeado - P30-C1 1 a 2 m (intermediário)		66,5	17,5	0,80	0,02	0,19	1,07	4,03	9,63	0,17
Vargeado - P30-C1 2 a 3 m (intermediário)		67,3	17,3	0,77	0,02	0,19	0,97	4,07	9,16	0,17
Vargeado - P3-C1 3 a 4 m (topo)		67,1	17,4	0,75	0,02	0,23	0,92	3,73	9,61	0,16
Vargeado - T1C1		67,5	17,3	0,81	0,02	0,20	0,83	4,07	9,01	0,17
Cerne - P9C1 0 a 1m (base)		67,4	17,4	0,41	0,01	0,01	0,13	2,61	11,8	0,08
Cerne - P9C1 1 a 2m (intermediário)		67,4	17,5	0,42	0,01	0,02	0,15	2,81	11,6	0,08
Cerne - P9C1 2 a 3m (topo)		67,6	17,4	0,40	0,01	0,01	0,12	2,66	11,8	0,08
Cerne - P9C2 0 a 0,7m (base)		66,6	17,5	0,61	0,01	0,08	0,35	2,71	11,9	0,11
Cerne - P9C2 0,7 a 1,7 m (intermediário)		66,8	17,4	0,60	0,01	0,26	0,31	2,68	11,8	0,11
Cerne - P9C2 1,7 a 2,7m (topo)		66,7	17,6	0,51	0,01	0,04	0,29	2,70	12,0	0,11
Cerne - T1C1 (1) (topo)		66,4	17,5	0,59	0,01	0,00	0,14	2,12	13,1	0,09
Cerne - T1C1 (2) (intermediário)		65,8	17,6	0,82	0,01	0,05	0,37	2,67	12,5	0,12
Cerne - T1C1 (3) (base)		68,2	16,6	1,19	0,02	0,11	0,72	3,20	9,79	0,14

Obs.: Os termos base, intermediário e topo referem-se ao posicionamento da amostra na amostragem de canal.

Nota-se, para o minério potencial da Área Vargeado, não haver variações espaciais expressivas na qualidade do feldspato (horizontal e vertical), os teores de álcalis são similares; diferenças mais significativas são observadas nos teores de ferro (0,80 a 1,31% para o Vargeado e 0,40 a 1,19% na Vargem Grande). A partição em massa variou de 25 a 55%.

Os feldspatos da Área Vargem Grande representam de 13 a 46% em peso e mostram também homogeneidade horizontal e vertical ao longo do corpo do granitóide, quando consideradas as composições químicas.

3. INVENTÁRIO DO MERCADO CONSUMIDOR DE FELDSPATO

O inventário do mercado consumidor de feldspato traz os setores de aplicação, consumo, características dos feldspatos consumido até o ano de 1994 e especificações de alguns segmentos.

3.1. Definições

Da mesma maneira que outros minerais industriais, os feldspatos recebem duas classificações, uma mineralógica outra comercial.

- **Definição Mineralógica**

Os feldspatos pertencem à classe dos tectossilicatos que consistem em infinitas redes de tetraedros de SiO_4 e AlO_4 . A estrutura do feldspato é semelhante à estrutura do quartzo (SiO_2), por incorporação de Al na rede tetraédrica e concomitante incorporação de Na^+ , Ca^{+2} ou K^+ , em posições variadas (Klein et al, 1993).

Os feldspatos, do ponto de vista mineralógico, são classificados, basicamente, nos tipos relacionados abaixo (Klein et al, 1993):

Feldspatos Alcalinos	<ul style="list-style-type: none">• KAlSi_3O_8 (ortoclásio, microclínio e sanidina)• $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ (albita)
Série dos Plagioclásios	<ul style="list-style-type: none">• $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ (albita)• $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ (anortita)
Feldspatos de Bário	<ul style="list-style-type: none">• Celsiana ($\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$)• Hialofano ($\text{K,Ba}(\text{Al,Si})_2\text{Si}_2\text{O}_8$)

- **Definição comercial**

Comercialmente os feldspatos são classificados de forma simplificada a partir de seus cátions, podendo variar de acordo com o segmento consumidor e a procedência do minério.

Os termos comerciais mais empregados no Brasil são: feldspato potássico, feldspato sódico, feldspato cálcio-sódico, feldspato cálcico e feldspato bórico.

Parte das aplicações industriais do feldspato pode ser atribuída às propriedades físicas, tais como: boa clivagem em duas direções que fazem entre si um ângulo de 90° ; densidade entre 2,55 e $2,76 \text{ g/cm}^3$ (exceto os feldspatos de bário com densidade maior) e dureza 6 na escala de Mohs (Klein et al, 1993).

3.2. Aplicação

Em 1995, entre 90 e 95% da produção foi destinada à indústria cerâmica e do vidro, sendo os demais 5% a outros segmentos industriais (Sumário Mineral-DNPM,1996), nos quais os feldspatos apresentam funções distintos (Tabela 4.27).

Tabela 4.27: Funções do feldspato nas indústrias de aplicação (Sumário Mineral-DNPM,1998)

Indústria de Aplicação	Função
Cerâmica	fundente (auxílio na vitrificação) fonte de sílica (SiO_2)
Vidro	fonte de Al_2O_3 , Na_2O e/ou K_2O e SiO_2 * <i>alumina aumenta a trabalhabilidade do vidro fundido, melhora a durabilidade, dureza e resistência à corrosão química.</i> <i>álcalis atuam como fundentes, substituindo parcialmente a barrilha (Na_2CO_3).</i>
Outras	carga mineral na indústria de tintas, plásticos, abrasivo leve (pastas dentárias) insumo na indústria de eletrodos para solda, gemas (pedra-da-lua, amazonita) pedras ornamentais - labradorita

Na indústria cerâmica, o feldspato é empregado em diversos subsetores, como a de louça sanitária, louça de mesa, pastilhas, ladrilhos cerâmicos, cerâmica elétrica, cerâmica técnica e industrial, canecos, cadinhos, velas, filtros, etc.

Na indústria do vidro os feldspatos são empregados na produção de todos os tipos de vidros: iluminação, embalagens, vidro plano, cinescópio, doméstico, fibra e lã de vidro, vidros especiais, etc..

3.3. Oferta Mundial de Feldspato

As reservas mundiais de feldspato são expressivas em todos os países produtores. Itália, Estados Unidos e Tailândia são responsáveis por 50% da produção mundial (Sumário Mineral-DNPM,1998).

Segundo o DNPM (1998) os países discriminados abaixo não apresentam suas reservas atualizadas, mas são consideradas suficientes para o consumo (Tabela 4.28).

Tabela 4.28: Oferta Mundial de feldspato (Sumário Mineral-DNPM, 1998).

Posição	Discriminação	Reservas (medida e indicada) (10 ³ t)	Produção comercializável (10 ³ t)		
			1996	1997	%
	Países	1997			
1º	Itália	...	1.800	1.800	27,8
2º	Estados Unidos	...	890	930	13,9
3º	Tailândia	...	650	650	9,7
4º	França	...	600	600	9,0
5º	Turquia	...	500	500	7,5
6º	Alemanha	...	375	375	5,6
7º	Coréia do Sul	...	320	320	4,8
8º	Espanha	...	225	230	3,5
9º	Venezuela	...	170	170	2,6
10º	Brasil	53.600	138	135	2,0
11º	México	...	130	130	1,9
12º	Índia	...	90	90	1,3
13º	Rússia	...	75	75	1,1
14º	Uzbequistão	...	70	70	1,1
15º	Noruega	...	65	65	1,0
16º	Japão	...	59	60	0,9
	Outros	...	466	475	7,1
	TOTAL		6.623	6.675	100,0

Nos últimos três anos, o comércio exterior têm sido pouco expressivo no Brasil. Praticamente o consumo interno é abastecido por produtos nacionais, oriundos principalmente dos Estados de Minas Gerais, Paraíba e São Paulo (Sumário Mineral-DNPM, 1998).

3.4. Reservas de Feldspato no Brasil

O feldspato no Brasil, provém de minas oficiais e garimpos em regiões pegmatíticas. Os dados oficiais, segundo DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral) são apresentados na Tabela 4.29.

Tabela 4.29 : Reservas brasileiras de feldspato (Anuário Mineral Brasileiro - DNPM-DEM, 1996)

Estado	Reserva (10 ³ t)	Reserva (%)
Minas Gerais	15.227	55,04
São Paulo	8.954	32,37
Santa Catarina	1.052	3,80
Bahia	553	2,00
Paraná	502	1,81
Ceará	494	1,79
Rio de Janeiro	422	1,53
Paraíba	262	0,95
Rio Grande do Norte	92	0,33
Rio Grande do Sul	83	0,30
Espírito Santo	16	0,06
Pernambuco	6	0,02
Total	27.663	100,00

Em 1996, segundo DNPM (1998), apenas 18.464 toneladas do total de 138.000 produzidas, foram beneficiadas por empresas legalmente constituídas, sendo as demais produções realizadas por meio de lavras rudimentares, correspondendo a cerca de 86% do total. Os principais produtores e regiões brasileiras oficialmente reconhecidos, segundo o DNPM (1998) estão concentrados nos estados de Minas Gerais e São Paulo, conforme a Tabela 4.30.

Tabela 4.30 : Principais produtores brasileiros (Sumário Mineral-DNPM-1998).

Empresa	Estado Produtor
Arqueana Minérios e Metais Ltda.	Minas Gerais
Cia Brasileira do Lítio;	Minas Gerais
Mineração Brasil Ltda.;	Minas Gerais
Mineração Estrela do Sul;	Minas Gerais
Tavares Pinheiro Industrial Ltda.	São Paulo
Fiorelli Peccicacco	São Paulo

Até o início da década de 90, os feldspatos eram essencialmente extraídos de regiões pegmatíticas do Brasil, sendo as principais, descritas por Costacurta (1974) na Tabela 4.31.

Tabela 4.31 : Principais províncias pegmatíticas do Brasil (Costacurta, 1974).

Província	Localidade
Província Peg. Meridional – Região de São Paulo	Socorro (SP), Perus (SP) , São Luís do Paraitinga (SP).
Região do Rio Doce – Governador Valadares.	Governador Valadares (MG).
Região do Rio de Janeiro.	Juiz de Fora (MG)
Região do Vale do Jequitinhonha.	Berilo (MG)
Região de Blumenau - Criciúma.	Criciúma, Itajaí (SC)
Província Peg. da Borborema – Planalto de Borborema.	Currais Novos (RN)
Região de Itapiúna.	Quixadá (CE)
Região de Campo Largo.	Ponta Grossa, Castro (PR)
Região de Encruzilhada do Sul.	Camacua (RS)

Segundo DNPM (1998) o Brasil importou 1.660 toneladas de feldspato, cujas origens foram Japão (60%), Argentina (33%) e Alemanha (5%).

3.5. Setores de aplicação do feldspato

Os setores principais de aplicação do feldspato são as indústrias cerâmicas e seus segmentos e vidreira.

3.5.1. Indústria Cerâmica

Segundo Bustamante (1998) o Setor Cerâmico no Brasil, é constituído por segmentos que se diferenciam pelos produtos obtidos e mais precisamente pelos

mercados em que estão inseridos, sendo os principais, classificados pelo valor anual de sua produção (Tabela 4.32):

Tabela 4.32 : Segmentos cerâmicos e o valor da produção para o ano de 1998 (Bustamante, 1998)

Segmento	Valor da Produção (10 ³ US\$/ano)
Cerâmica vermelha (estrutural)	4.300.000
Revestimentos	1.700.000
Matérias-primas	750.000
Refratários	600.000
Sanitários	210.000
Louça de mesa e adornos	180.000
Matérias primas sintéticas	70.000
Cerâmica elétrica	60.000
Cerâmica Técnica, especiais e outras	30.000
Equipamentos para cerâmica	25.000
Abrasivos	20.000
Total do setor no Brasil	7.945.000

Em quase todos os segmentos do setor cerâmico são consumidos feldspatos. Entretanto na cerâmica estrutural, responsável pela maior faturamento do setor e definida como uma atividade básica da construção civil, não tem o feldspato como matéria-prima.

O segmento cerâmico é constituído por um conjunto de 120 empresas distribuídas em 16 estados brasileiros, com 46,67% da produção concentrada em São Paulo, 30,16% em Santa Catarina (Coelho, 1996), sendo os principais segmentos cerâmicos:

- Revestimentos
- Louça de mesa e adornos
- Cerâmica elétrica
- Cerâmica avançada
- Fritas
- Cerâmica Artística

• **Revestimentos**

Este segmento é um dos mais importantes e apresenta bom desempenho tecnológico, sendo representado por cerca de 120 unidades industriais no Brasil, produzindo azulejos, piso e revestimentos de paredes externas no montante de 383,3 milhões de m²/ano, representando 88,7 dos 432 milhões de capacidade instalada, posicionando o Brasil na quarta colocação, após a China, Itália e Espanha (Bustamante, 1998).

O polo Cerâmico de Santa Gertrudes, SP é responsável por 57% da produção brasileira de revestimentos, sendo 70% destinada ao mercado interno e 10% à exportação (Mercosul, EUA e Europa) (Bustamante, 1998).

O polo Cerâmico de Campo Largo (PR) é de grande participação na produção brasileira de revestimentos. Encontram-se nesta região empresas de porte, como a Incepa Revestimentos Cerâmicos S.A.

O setor de revestimento vêm sofrendo ao longo dos anos modificações expressivas em relação às matérias-primas empregadas. Atualmente, os "biscoitos" que vão dar origem aos pisos não requerem mais cores de queima claras. Inúmeras indústrias cerâmicas, como o caso da Incepa, trazem pisos com cores variando de acinzentado, esverdeado a creme. Esta tendência vêm ocorrendo também com os azulejos, embora algumas indústrias ainda resistam na manutenção de biscoitos com cores claras de queima. Entretanto, com a necessidade de diminuição dos custos, o feldspato, quando se quer cores claras de queima, vem sendo substituído gradativamente por matérias-primas mais baratas, como o caso do granito.

O que pode ser percebido neste setor cerâmico é a inexistência de especificações rígidas. O processo produtivo é o fator determinante da adequação da matéria-prima, desde que haja um fornecimento com uma qualidade constante e contínua.

Os feldspatos empregados nas indústrias cerâmicas apresentam, segundo a empresa Paulo Abib Engenharia (1994) as características da Tabela 4.33.

Tabela 4.33 : Características do **feldspato beneficiado** usado cerâmica de revestimento (Paulo Abib Engenharia, 1994).

Características principais do feldspato beneficiado utilizado em cerâmica de revestimento (% em peso)								
Granulometria	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	P.F.	Umidade
95% < 200#	0,04 - 0,70	0,01	65,90 73,00	13,0- 18,00	6,0- 12,40	2,42 3,50	1,50	1 - 2

• Louça Sanitária

No Brasil existem 5 empresas com 12 fábricas produzindo louças sanitárias, distribuídas pelo país (Bustamante, 1998).

Empresa	Marca	Fábrica	Estado	Cidade
Incepa	Celite	1	Es	Vitória
Incepa	Celite	1	Mg	Santa Luzia
Icasa	Ideal	1	MG	Andradas
Incepa	Celite	1	PE	Recife
Ideal Standard	Ideal	1	RJ	Nova Iguaçu
Deca	Deca	1	RS	São Leopoldo
Deca	Deca	2	SP	Jundiaí
Incepa	Incepa	1	SP	Jundiaí
Ideal Standard	Ideal	1	SP	Jundiaí
Hervy	Hervy	1	SP	Osasco
Hervy	Hervy	1	SP	Taubaté

A capacidade instalada está ao redor de 1,2 milhões de peças grandes/mês no Brasil, sendo grande parte destinada ao consumo interno e uma parcela (8%) destinada a exportação para a América do Sul e Central (Bustamante, 1998).

As matérias-primas são oriundas principalmente de São Paulo, Minas Gerais e Pernambuco/Ceará.

• **Louça de mesa**

A indústria de louça de mesa é uma das mais tradicionais do país, precursora mesmo da indústria de revestimentos cerâmicos.

O feldspato participa com cerca de 25% da constituição de massas cerâmicas para a produção de porcelanas finas, sendo os demais componentes a argila, caulim e quartzo (Germer, 1998).

Segundo Bustamante (1998), nos últimos anos tem havido o fechamento de inúmeras indústrias do setor e o encolhimento de outras, além do gradual desaparecimento de pólos de micro e pequenas empresas, causado pela entrada de produtos vindos da China, Portugal e Inglaterra.

Este segmento é constituído de 200 empresas, concentradas nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. Da produção total 21% é destinada à exportação e os demais para o consumo interno. Segundo Paulo Abib Engenharia(1994), este setor tem severas críticas pela já conhecida inconstância na qualidade da matéria prima fornecida pela mineradoras e também falta de assistência técnica.

Tabela 4.34 : Características do **feldspato beneficiado** usado na indústria de louças de mesa (Paulo Abib Engenharia (1994)).

Características principais do feldspato beneficiado utilizado na indústria de louças de mesa (% em peso)								
Granulometria	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	P.F.	Umidade
90% em 200#	0,20	65,00	18,00	11,80	3,20	-	0,26	-
Características principais do feldspato "in natura" utilizado na indústria de louças de mesa (% em peso)								
Granulometria	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	P.F.	Umidade
-	0,18	60,00	23,40	12,00	0,91	-	8,20	4,00

• **Porcelana Elétrica**

O segmento conta basicamente com cinco grandes empresas, que juntas foram responsáveis pela produção de cerca de 23.000 toneladas em 1996, correspondendo a um valor de produção de R\$ 20 milhões. A capacidade instalada está em 50.000t/ano, concentrando suas unidades nos Estados de São Paulo, Paraná e Ceará (Bustamante, 1998).

Para compensar a retração do mercado interno tem-se investido na exportação de produtos, principalmente para a América Latina e Estados Unidos, atingindo um valor de

US\$ 9 milhões. Entretanto, sabe-se que o segmento sofre grande competitividade no mercado externo com os produtores Chineses.

Este setor emprega o feldspato na fabricação de eletrodos como estabilizador do arco voltaico, como escorificante e para a transferência de cromo, níquel e manganês para o material base.

Segundo estudo realizado pela Paulo Abib Engenharia(1994) foram reconhecidos outras características no material empregado por este setor (Tabela 4.35 e 4.36):

Tabela 4.35 : Características do **feldspato beneficiado** usado na porcelana elétrica (Paulo Abib Engenharia, 1994)

Características principais do feldspato beneficiado utilizado na porcelana elétrica (% em peso)								
Granulometria	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	P.F.	Umidade
100% em	0,11 -	0,04	63,40	18,30	11,50	2,40	0,14	
200#	0,18		65,20	21,50	13,50	3,10	0,22	
Características principais do feldspato "in natura" utilizado na porcelana elétrica (% em peso)								
Granulometria	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	P.F.	Umidade
-	0,10 -	0,02	65,20	18,30	10,50	1,60	0,12	3,00
	0,24	0,10	66,00	19,00	13,70	3,50	0,50	

Tabela 4.36 : Características do **feldspato beneficiado desejado** na porcelana elétrica (Paulo Abib Engenharia, 1994)

Especificações do feldspato beneficiado desejado na indústria de porcelana elétrica (% em peso)								
Granulometria	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	P.F.	Umidade
-	0,11 0,20		63,40 - 65,00	18,002 1,50	11,50 14,00	1,20 - 2,10	0,22	-
Especificações do feldspato "in natura" desejado na indústria de porcelana elétrica (% em peso)								
Granulometria	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	P.F.	Umidade
-	<0,2	<0,1	<65,00	≥18	≥12,5	<2,7	<0,5	-

• **Cerâmica Avançada**

O mercado para cerâmicas avançadas no Brasil em 1988 era de US\$ 250 milhões. Em 1995 situou-se próximo a US\$ 400 milhões. No Brasil existem cerca de 25 indústrias fabricantes de produtos de cerâmica avançada.

O segmento de cerâmica avançada é caracterizado pelo consumo de pequenos volumes de matérias-primas em relação aos demais, entretanto é característico o uso de materiais de elevada pureza e valor agregado.

• **Fritas Cerâmicas**

O feldspato é empregado na fabricação de fritas (esmaltes porcelanizados) para a esmaltação ou vitrificação de cerâmicas, eletrodomésticos, etc.

É um setor dentro da cerâmica, na qual há uma certa rigidez nas especificações, semelhante ao setor vidreiro (Tabela 4.37).

Tabela 4.37: Características do **feldspato beneficiado** usado na indústria do fritas cerâmicas (Paulo Abib Engenharia,1994)

Características principais do feldspato beneficiado utilizado na indústria do fritas cerâmicas (% em peso)								
Granulometria	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	P.F.	Umidade
-	0,10	65,00	20,00	12,40	2,50	-	0,20	0,01
Especificações do feldspato beneficiado desejadas pela indústria do fritas cerâmicas (% em peso)								
Granulometria	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	P.F.	Umidade
98% em 200#	0,15	66,00	20,00	11,00	3,50	-	0,50	0,01

• **Cerâmica Artística**

O consumo das empresas atuantes nesta área é relativamente baixo se comparado com os demais segmentos cerâmicos. Raramente a matéria prima é adquirida na forma bruta (Paulo Abib Engenharia, 1994).

Tabela 4.38 :Características do **feldspato beneficiado** usado na indústria do fritas cerâmicas artística (Paulo Abib Engenharia, 1994).

Características principais do feldspato beneficiado utilizado na indústria de cerâmica artística (% em peso)								
Granulometria	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	P.F.	Umidade
98% em 200#	0,10	65,00	15,50	14,00	4,00	-	0,50	30,00

3.5.2. Indústrias do Vidro

O setor vidreiro no Brasil teve, no ano de 1997, um faturamento de 2.050 milhões de reais, sendo responsável por 15,5 mil empregos diretos com uma produção de 1.688 mil toneladas de vidro, além de investir 370 milhões de dólares neste último ano (ABIVIDRO, 1998). São Paulo é responsável por 70% da produção de vidro do Brasil, ou seja, 1.182 mil toneladas no ano de 1997, se considerarmos que não houve mudanças significativas na distribuição por estados.

Foram produzidos no ano de 1997, no Brasil (ABIVIDRO, 1998):

- **890 mil toneladas de embalagens de vidro;**
- **168 mil toneladas de vidros domésticos;**
- **500 mil toneladas de vidros planos e,**
- **130 mil toneladas de vidros especiais.**

O feldspato participa da fabricação de todos os tipos de vidros,: embalagens, vidros planos, iluminação, fibra de vidro, vidros especiais, etc. em cerca de 5-10% na composição (Rouse, 1994), como “estabilizante, pois os óxidos alcalinos utilizados como fundentes, além de reduzirem a temperatura podem trazer efeitos indesejáveis produzindo vidros de baixa resistência química ou solúveis. Por isso são introduzidos óxidos estabilizantes que aumentam a resistência química além de proporcionarem uma curva de viscosidade em função da temperatura mais adequada ao processo de fabricação do vidro” (Akerman, 1993).

Segundo Akerman (1993), a alumina aumenta a viscosidade do vidro em altas temperaturas tendo pouco efeito sobre a viscosidade a baixa temperaturas, alongando, portanto o patamar de trabalho. Ele também aumenta a resistência química, a resistência à devitrificação.

A utilização de feldspato e nefelina é preferível às aluminas, pois possuem ponto de fusão inferior além de fornecer outros óxidos necessários na composição do vidro. No entanto, o feldspato têm um nível de contaminação de ferro que o torna proibitivo em certos vidros especiais onde então é utilizada a alumina calcinada ou hidratada.

As especificações, segundo Rouse (1998, informação verbal), refletem o desejável para o vidreiro, dentro da realidade do mercado fornecedor de insumos no Brasil. No entanto, nada impede que, por motivos econômicos seja considerado o uso de matérias-primas, em especial minérios, que embora não se enquadrem nestas especificações, possuam contaminantes aceitáveis e com variações de teor que possam ser toleradas.

Certas impurezas contidas nas matérias-primas são indesejáveis tendo um limite de aceitação que depende do tipo de vidro a ser produzido, como óxidos (Fe_2O_3 , TiO_2 e Cr_2O_3) que conferem cor ao vidro.

Outro problema que aflige o vidreiro é a presença de inclusões cristalinas, que podem estar associadas às matérias-primas como os minerais pesados (sillimanita, coríndon, andalusita, cromita, etc.) que por serem pouco fusíveis podem promover defeitos na massa do vidro (Frisch, 1993). Podem estar associados ao feldspato: coríndon, nefelina, leucita, dentre outros. Desta forma torna-se necessário ao fornecedor atentar para a constituição mineralógica da matéria-prima em seus elementos menores e traços. As especificações do feldspato para vidro variam de acordo com o produto final.

Segundo publicação da ABIVIDRO (1989), são consumidos dois tipos principais de feldspatos na indústria vidreira, como exposto na Tabela 4.39.

Tabela 4.39 :Especificações química e físicas do setor vidreiro (ABIVIDRO, 1989)

Tipo	Tipo A *		Tipo B**	
Componentes	Mínimo (% em peso)	Máximo (% em peso)	Mínimo (% em peso)	Máximo (% em peso)
P.F.	-	0,50	-	1,00
SiO_2	64,50	65,50	66,00	68,00
Al_2O_3	18,50	19,50	15,00	17,00
CaO	-	0,20	-	0,50
K_2O	11,50	12,50	9,00	11,00
Na_2O	2,50	3,5	2,5	3,50
Fe_2O_3	-	0,10	-	0,30
Especificação granulométrica				
Abertura (mm)	Mínimo (%)		Máximo (%)	
0,833	-		0	
0,417	-		15	
0,147	80		-	

*Tipo A: Para vidros com o mínimo de variações na sua composição química e baixo teor de ferro.

**Tipo B: Para vidros com maiores variações na composição química e teores mais altos de ferro.

Nos últimos anos, o setor de vidro vêm investindo no controle de qualidade de seus produtos, exigindo cada vez mais matérias-primas adequadas à melhoria da qualidade e menor dispêndio operacional. Tendência verificada pela diminuição de classes de feldspatos que, até 1987 eram 4 e hoje com apenas duas A e B, além dos teores de alumina, óxido de ferro que também sofreram restrições.

Segundo pesquisa realizada pela empresa Paulo Abib Engenharia (1994) são fornecidos feldspatos com as principais especificações expostas na Tabela 4.40, obtidas a partir de consultas nas empresas:

- Silvana do BR Iluminação Ltda.,
- Cisper Ind. E Com. S/A e,
- Nadir Figueredo Ind. Com. Ltda.

Tabela 4.40: Características de feldspatos usados na indústria do vidro (%) e especificações do feldspato beneficiado desejadas pela indústria do vidro (%) (Paulo Abib Engenharia, 1994)

Características de feldspatos utilizados na indústria do vidro (% em peso)									
Granulometria	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	Ca ₂ O	MgO	P.F.
41,6% em 100#	0,03	-	69,5	-	9,91	3,39	-	-	0,21
36,0% em 100#	0,12	-	-	-	11,40	-	-	-	-
45,0% em 100#	≤0,1	-	65,00	20,0	12,00	2,05	-	-	≤0,1
Especificações do feldspato beneficiado desejadas pela indústria do vidro (% em peso)									
Granulometria	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	Ca ₂ O	MgO	P.F.
≥45 % em 100#	≤0,1	-	65,00	19,00	12,00	3,00	-	-	<0,5
25 % em 100#	0,20	-	69,00	18,00	-	-	-	-	-
≥50 % em 100#	≤0,04	-	≤70	≤17	-	≥2	-	-	<0,5

3.6. Preços

O Brasil teve durante muitos anos exploração de feldspatos em pegmatitos, principalmente das regiões de Minas Gerais, Paraíba e Bahia. Atualmente, o grande suprimento do mercado consumidor de São Paulo ainda é abastecido por feldspato proveniente destes mesmos estados.

As lavras de pegmatitos são, em geral, bastante rudimentares, empregando métodos manuais de classificação.

Os preços de feldspatos praticados variam conforme a composição química e granulométrica. Foram encontrados ao longo desta pesquisa variações de preços expressivas, conforme as características acima citadas (Tabelas 4.41 a, b, c, d).

Tabela 4.41a : Estimativa de consumo potencial, preços e fornecedores de feldspato no Brasil (Paulo Abib Engenharia, 1994))

Setor	Cerâmica Artística	Fritas cerâmicas	Louça de mesa	Louça sanitária	Porcelana Elétrica	Revestimento	Vidros
Tipo de produto	<i>in natura</i> **	beneficiado*	Beneficiado* <i>in natura</i> **	beneficiado* <i>in natura</i> **	beneficiado* <i>in natura</i> **	beneficiado* <i>in natura</i> **	beneficiado*
Preço - FOB (US\$/t)			9,70-18,90**	130,00* 12,20-15,00**	57,60**	209*	
Frete (US\$/t)			47 - 54**	11,00**	8,20**	6,00	
Preço - CIF (US\$/t)			56,70- 73,00**	23,20**	65,80**	215,00* 21,00**	97,20 - 143,00*
Fornecedores	C. Balione** Min. Sanches**	Moabra/UBM SP* Quartzomex*	Tavares Pinheiro (SP)* Min. Vonder** Min. J. Marcelino (RN)**	Tavares Pinheiro (SP)* Tavares Pinheiro (SP)**, Sabinópolis (PE)**, Brumado (BA)**	C. Balione Estrela do Sul Min. Packer (PB)**	Frederico Sanches Pinha **	Santa Suzana (SP)* Comig* Animer* Santa Cruz*

Tabela 4.41b : Resumo dos preços praticados em 1993/1994 (Paulo Abib Engenharia (1994) in Coelho (1996))

Tipo	Preços mínimos e máximos FOB (US\$/t)	Preço mínimos e máximos CIF (US\$/t)	Frete mínimos e máximos (US\$/t)
Feldspato <i>in natura</i>	10-57	23-72	11-54
Feldspato beneficiado	110-209	143-215	6-20

Tabela 4.41c :Preços praticados em 1998 - São Paulo (Empresas fornecedoras, 1998 - informação verbal)

Tipo / Preços FOB (US\$/t)	Tavares Pinheiro	Santa Suzana	Minasolo	Céramus
Feldspato beneficiado	95,00	165,00 (Tipo I) e 136,00 (Tipo IV)	600,00	108,00 (20/200#)* , 145 (-200#)* e 300,00 (-200#)

* areia feldspática

Tabela 4.41d : Preços Internacionais de feldspato - 1994/1995 (Prices in Coelho (1996))

Tipo	Cerâmico 300#	Cerâmico 170 - 250#	Ensacado
Preço (US\$/t)	114,5	60,00 - 62,00	78,00 - 80,00

3.7. Mercado produtor e consumidor

O consumo atual de feldspato no Estado de São Paulo, 60.780t/ano, corresponde à pouco menos da metade da produção brasileira, 138.000 t/ano, (Sumário Mineral, DNPM 1998), sendo os principais segmentos apresentados na Tabela 4.42.

Tabela 4.42 : Consumo de feldspato em São Paulo (Giardullo, informação verbal, 1998)

Setor	Vidros	Fritas cerâmicas	Louça de mesa	Louça sanitária	Porcelana Elétrica	Revestimento	Total
Consumo (t/mês)	3.700	700	450	200	15	substituído por granito *	5.065
Preço US\$/t	varia de US\$90,00 a 300,00					20,00	

A empresa Tavares Pinheiro Industrial Ltda., localizada em Jundiaí foi responsável pelo fornecimento de preço e características do produto comercializado, oriundo da rochas graníticas intemperizadas.

O preço de feldspato no mercado internacional, assim como o nacional apresenta variações de acordo com as características químicas e granulométricas. Entretanto é observada apenas a granulometria como fator distintivo entre os preços.

A empresa Céramus Produtos Cerâmicos Ltda. Atualmente produz matérias-primas para a indústria cerâmica proveniente da decomposição de granitos porfiríticos dos granitóides Sorocaba.

A partir de jazimentos de rochas graníticas parcialmente alteradas, ricas em feldspatos, situados no município de Sorocaba, distante 100 Km da cidade de São Paulo, a empresa explora produtos destinados às indústrias cerâmicas. Atualmente o processo produtivo dessas rochas graníticas consiste, segundo Céramus (1998) em:

- Remoção da porção mais intemperizada - solo de cobertura
- Extração do minério residual e britagem;
- Lavagem para a remoção de finos e classificação granulométrica à úmido (peneira e classificador rotativo);
- Moagem, classificação granulométrica e separação magnética.

Segundo a Céramus (1998), as reservas medidas superam 21 milhões de toneladas, sendo a areia feldspática, um dos produtos comercializados a partir do processo acima, obtido pelo método de lavra a céu aberto, através de desmonte mecânico com trator de esteiras e, em seqüência, as operações via úmido de lavagem, desagregação e peneiramento. Numa segunda etapa, os produtos gerados na primeira fase do beneficiamento, são submetidos à moagem via seco, classificação e separação granulométrica quando, em diferentes

granulometrias, estão prontos a serem oferecidos como alternativas, às indústrias de vidros, cerâmicas, fritas e demais consumidores.

Até pouco tempo, a Céramus comercializava feldspatos provenientes da empresa Feldspar Corporation (EUA). Hoje trabalham com materiais nacionais, sendo o feldspato vendido a R\$ 300,00/t (-200#) (1998 -informação verbal).

Os feldspatos da empresa Santa Suzana são provenientes, principalmente dos Estados da Bahia, Minas Gerais e São Paulo (Nogueira, 1993).

Segundo Giardullo (1998 - informação verbal) o feldspato no setor de revestimento vem sendo substituído, em São Paulo, por material originado da decomposição de granitos.

O feldspato tem sido substituído no setor vidreiro por alumina (Rouse, 1992, 1998 - informação verbal), barrilha e escória de fundição beneficiado para vidros coloridos (Valente et al., 1994) e no setor de cerâmica branca por granitos (cerâmica de revestimento em SP), nefelina sienitos e fonólitos (SC) (Aumond, 1996) e areia feldspática (Giardullo, 1998 - informação verbal).

CAPÍTULO V - INTERPRETAÇÕES E CONCLUSÕES

1. INTERPRETAÇÕES

As duas área pesquisadas, embora pertencentes ao mesmo Complexo Granítico Três Córregos parecem pertencer a suites ou fácies distintas, pois apresentam inúmeras diferenças observadas em campo.

Tabela 5.1. Sumário das diferenças entre as áreas Vargeado e Vargem Grande

Área	Vargeado	Vargem Grande
CAMPO		
Solo sobre os granitos porfiríticos do CGTC	Arenoso com fragmentos de feldspatos potássicos de até 2cm	Areno-argiloso com pouquíssimos fragmentos de feldspato potássico.
Espessura de estéril máxima (m)	1-2	1-9
Espessura de minério (m)	~7	~3
Método de sondagem mais empregado	Cavadeira	trado helicoidal
Rocha sã	Aflorante	quase ausente
Injeções de leucogranitos	Freqüentes	pouco freqüentes
Intrusões básicas (diques/Km)	2	1
Dimensão média de fenocristais de feldspato potássico (cm)	3 - 5	2 - 3
Relação fenocristais/matriz (volumétrica)	25≤FK≤50%	10≤FK≤ 45%
Dimensão máxima atingida pelos fenocristais (cm)	8	4
ESTUDO DO MINÉRIO		
Matriz	2-10mm	2-5mm
Malha de retenção dos fenocristais em rocha alterada	5# (4mm) = 45% em peso	9# (2mm)=55% em peso
COMPOSIÇÃO QUÍMICA (% em peso)		
K ₂ O	8,33 - 10,2	9,80 - 13,1
Na ₂ O	3,70 - 4,10	2,0 - 2,8
Fe ₂ O ₃	0,80 - 1,31	0,40 - 1,19

Em relação ao trabalho de pesquisa mineral, pode-se dizer que os métodos empregados foram suficientes para a identificação dos litotipos presentes e as respectivas continuidades laterais. Entretanto, a investigação em subsuperfície mostrou-se restrita em função dos meios aplicados, mostrando a necessidade de utilização de métodos mais eficientes, como o uso de retroescavadeira para abertura de trincheiras, sondagens rotativas para profundidades maiores.

A partir dos trabalhos executados até o presente momento, podemos observar que os depósitos da área Vargeado mostram maior potencialidade à exploração se comparado a área Vargem Grande, seja do ponto de vista de campo, com as diferenças quanto a cobertura de material estéril, como tecnologicamente, já que a área Vargeado apresenta uma maior concentração de cerca de 45% fenocristais de feldspato potássico em uma estreita faixa granulométrica (+4mm), permitindo para a empresa mineradora uma redução de etapas de classificação granulométrica. Por outro lado, a área Vargem Grande poderá apresentar

aspectos positivos para a exploração se os feldspatos apresentarem características químicas singulares que favoreçam seu emprego. Tais informações somente poderão ser abordadas efetivamente a partir da complementação de estudos de amostras representativas que estão atualmente sendo analisadas.

2. CONCLUSÕES

Os trabalhos executados em campo permitiram a visualização de dois tipos distintos de fontes potenciais de feldspato.

A Área Vargeado é caracterizada por granitóides de matriz de granulação grossa e fenocristais de feldspato potássico com dimensões de 2 a 8 cm que freqüentemente encontram-se associados a leucogranitos de origem controvertida. Na Área Vargeado, os granitos apresentam também matriz de granulação grossa, porém com fenocristais de 2 a 4 cm, sendo as injeções de leucogranitos raros. Em ambas as áreas, ocorrem diques de diabásio com orientação NW-SE, de dimensões decamétricas.

A espessura de cobertura no caso do Vargeado restringe-se a pouco menos de 1m, enquanto que na Vargem Grande pode atingir 10m.

As reservas (indicada e medida) de feldspato na Área Vargeado ficaram em 1.049.666t e a Vargem Grande 729.000t (somente indicada). No entanto, apenas a partir de um detalhamento da pesquisa com investigações mais profundas (sondagem rotativa) é que poderemos ter as reservas medidas com maior precisão das informações. De qualquer forma, os depósitos mostraram-se bastante promissores, tanto o Vargeado como a Vargem Grande.

A análise petrográfica de amostras de rocha sã evidenciaram a existência de classes dimensionais de grãos diretamente relacionados com a composição mineralógica, estando nas frações mais finas (<1mm), minerais acessórios e alguns máficos maiores constituintes (biotita e anfibólio), numa fração intermediária concentram-se o quartzo, plagioclásio e máficos, sendo pequena a proporção de feldspato potássico e na fração mais grossa (>5mm), os fenocristais correspondem a 30-35% em volume das amostras Vargeado e 30% da Vargem Grande.

As amostras volumétricas tiveram seus tratamentos orientados pela somatória das observações dos granitóides em campo e análise petrográfica, a partir da qual foram obtidos três frações: GROSSOS (+9#), INTERMEDIÁRIOS (-9+16#) E FINOS (-16#).

Na fração GROSSOS a amostra tal qual do Vargeado apresentou recuperação de 66% em peso na fração Grosso no peneiramento à úmido e 47% em massa após moagem/atrição e separação magnética e a Vargem Grande 56% e 34%, respectivamente. Nas frações INTERMEDIÁRIAS e FINAS há novamente uma distinção entre as amostras, ficando o

Vargeado com 13% em peso na primeira e 13% na segunda, enquanto que a Vargem Grande chega a 21% e 14% nas mesmas frações. Após a moagem/atrição e separação magnética os rendimentos são reduzidos à metade.

As frações INTERMEDIÁRIAS e FINAS, embora apresentem uma composição química favorável ao aproveitamento, são inviabilizadas pelo baixo rendimento.

As análises químicas das amostras de pesquisa na fração +5#, evidenciaram uma homogeneidade lateral e vertical para as amostras, independente do grau de alteração do material coletado. Os fenocristais, mesmo em matriz bastante alterada, apresentam composições muito similares aos das amostra volumétricas. A única restrição do aproveitamento desses materiais mais alterados seria em relação à recuperação dos feldspatos, pois chegam a constituir menos de 20%, na área Vargeado e 15% na Vargem Grande, o que acarretaria em processamento de muito material estéril.

Quando observado em relação ao rendimento, a Área Vargeado mostrou-se mais favorável à exploração, já que apresentou menor espessura de estéril (cobertura) e maior concentração de fenocristais na fração +5#. Entretanto, pelas diferenças nos teores de álcalis, a exploração da Vargem Grande poderia ser justificada.

Em relação ao mercado consumidor de feldspatos, foi verificado que a qualidade constante poderá ser mantida, desde que o processamento em usina também mantenha um controle rígido, pois pelas análises químicas, tanto as amostras volumétricas como pontuais, mativeram-se muito similares.

Os produtos obtidos pelo tratamento do minério são potencialmente utilizáveis em cerâmicas, desde que seja removido a fração magnética, possibilitando a diminuição dos teores de ferro em cerca de 10 vezes em relação à amostra TAL QUAL.

3. RECOMENDAÇÕES FINAIS

O mercado consumidor de feldspato vem sofrendo modificações ao longo dos últimos anos. Até o final da década de 80 o setor de revestimentos empregava cerca de 25-45% de feldspato na fabricação de massas cerâmicas, época em que as especificações para pisos e azulejos eram de cores de queima claras. No entanto, como dito anteriormente, essa filosofia tem sido alterada em virtude da necessidade de diminuição do custo produtivo e obtenção de preços competitivos, seja em relação aos produtos nacionais, seja pela "invasão" de produtos importados (chineses, italianos e espanhóis). Por essa razão, o segmento de revestimento, responsável pelo maior faturamento, depois do setor de cerâmica estrutural, tem substituído o feldspato por produtos de alteração de rochas graníticas, denominadas areias feldspáticas.

O setor vidreiro também tem acenado há algum tempo a tendência de substituição do feldspato por outras matérias primas, como a alumina (Rouse, 1992) e escória de fundição beneficiada (para vidros coloridos) (Valente et al., 1994). Entretanto, essa mudança se deu em parte pela necessidade de diminuição dos custos, num momento em que o feldspato teve seu valor agregado muito elevado e também pela carência de produtos de qualidades constantes no mercado.

O feldspato na indústria vidreira tem a função de fornecer alumina à massa cerâmica e álcalis que trabalharão como fundentes. Porém sua substituição por completo requer a entrada de materiais sintéticos como a alumina e a barrilha. Este último, segundo Rouse (1998-informação verbal) contribui com 50% no custo de produção.

Nos setores cerâmico e vidreiro, cujos fornos operam permanentemente, existe uma preocupação com a qualidade da matéria-prima, parte inicial do processo produtivo. A quebra do ciclo de produção acarretaria enormes prejuízos a empresa. Desta forma, o controle de matérias-primas deve ser realizado em todas as etapas. Até pouco tempo, a preocupação com a qualidade da matéria-prima era do consumidor, que realizava as análises e os ensaios necessários para cada lote de material recebido, e não raramente, o produto era retornado ao fornecedor por não satisfazer as especificações, implicando gastos adicionais com frete, espera de novo lote, análises, equipamentos ociosos, etc.

Hoje é sabido que a imposição de especificações rígidas e inflexíveis promove a diminuição de oferta de material no mercado e conseqüentemente na elevação dos preços. A situação ideal seria dada pela perfeita conjugação entre adequação dos materiais disponíveis no mercado e a constância na qualidade e quantidade do fornecimento, evitando assim, surpresas no processo produtivo.

A mineração rudimentar (quase garimpo, ou mesmo garimpo) era justificada pelo baixo valor agregado dos bens minerais industriais. No entanto, essa situação têm sido revertida na tentativa de promover o aumento do valor agregado. Para isto, algumas empresas têm investido em técnicas e processos anteriormente destinadas aos bens minerais metálicos ou mais nobres, durante as etapas de pesquisa mineral, lavra e beneficiamento.

4 . REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIVIDRO, 1987 – Matérias-primas para a indústria de vidro - Especificações técnicas. *In: Vidro*, abril 87. Ano 7 n.º 56 . p 20-44.
- ABIVIDRO, 1989 - Especificações de matérias-primas para a fabricação do vidro. *In: Vidro*, maio/junho 89. Ano 8 n.º 65 . p 4-13.
- ABIVIDRO, 1998 - Anuário 1998. São Paulo. 48p.
- AKERMAN, M., 1993 - Matérias-primas na produção do vidro. *In: X Encontro Técnico ABIVIDRO*. p1-14.
- ALMEIDA, F.F.M., 1956 - Novas ocorrências de fósseis no Pré-Cambriano Brasileiro. *Anais. Acad. Bras. Cien..* São Paulo. 28(4): 54-55.
- ALMEIDA, F.F.M., 1957 - Novas ocorrências de fósseis no Pré-Cambriano Brasileiro. *Anais. Acad. Bras. Cien..* São Paulo. 29(4): 63-72.
- AUMOND, J.J.; SHEIBE, L.F., 1996 - O fonólito de Lages,SC, um novo fundente cerâmico brasileiro. *In: Seminário "Minerais Industriais, política mineral e qualidade"*. p.1-12.
- BISTRICHI,C.A.; ALMEIDA, M.A.; STEIN, D.P., 1985 - Geologia das Folhas Barra do Chapéu (SG-22-O-B-I-4) e Araçáiba (SG-22-O-B-11-3). Estado de São Paulo e Paraná. IPT/Pró-Minério, 3 v (relatório 22.150).
- BUSTAMANTE, G.M., 1998 - Situação da Indústria Cerâmica Brasileira. Seminário ABC (maio/1998).20p.
- CÉRAMUS-Produtos Cerâmicos Ltda., 1998 - Feldspato...Areia Feldpática...um novo produto. Boletim Informativo.3p.
- COELHO, J.M., 1996 - A importância das matérias-primas minerais na competitividade do segmento de revestimentos cerâmicos. Dissertação de Mestrado . Unicamp. Campinas, SP.123p.
- COSTACURTA, J.J., 1974 - Perfil Analítico do Feldspato. *Boletim DNPM*. 32:45p.
- DANIELS, R.B., 1992 - Soil geomorphology. 1º ed. 236p.

- DNPM, 1996 - Anuário Mineral Brasileiro - Feldspato. p. 236-243.
- DNPM, 1998 - Sumário Mineral - Feldspato. [Http://www.dnmp.gov.br/economia mineral](http://www.dnmp.gov.br/economia_mineral).
- FRISCH, P.E., 1993 - Defeitos da massa do vidro ocasionados pelas matérias-primas. *In: X Encontro Técnico ABIVIDRO*. São Bernardo do Campo, SP. p.1-5.
- FUCK, R.A., 1966 - Nota explicativa da folha geológica de Quero-Quero. *Boletim da Universidade Federal do Paraná*.19: 21p.
- FUCK, R.A.; MARINI, O.J.; TREIN, E., 1967 - Contribuição ao estudo das rochas graníticas do Estado do Paraná. *In: Geologia do Pré-Devoniano e intrusivas subseqüentes da porção oriental do Estado do Paraná. Boletim Paranaense de Geociências*. 23-25: 195-199.
- FUCK, R. A., 1967 - Geologia da folha de Abapã. *Boletim da Universidade Federal do Paraná*. 25: 34p.
- GERMER PORCELANAS FINAS S.A., 1998 - O que é porcelana. [Http://www.germer.com.br/fabeap2.htm](http://www.germer.com.br/fabeap2.htm).
- GERRARD, A. J., 1988 - Rocks and landforms. 1º ed. 319p.
- GIMENEZ FILHO, A., 1993 - Evolução do Complexo Granítico Três Córregos a noroeste de Apiaí - SP. Dissertação de Mestrado. IG-USP. São Paulo. 118p.
- GIMENEZ FILHO, A.; TEIOEIRA, W.; FIGUEREDO, M.C.H.; TREVIZOLI JÚNIOR, L.E., 1995 - Geologia, petrografia e litogeoquímica do Complexo Granítico Três Córregos na Região de Barra do Chapéu e Ribeirão Branco, SP. *Revista Brasileira de Geociências*, 25(2):92-106.
- GUIMARÃES, G.B., 1995 - O Complexo Granítico Cunhaporanga na região de Joaquim Murtinho, Pirai do Sul (PR): Caracterização faciológica das rochas granitóides. Dissertação de Mestrado. IG-USP. 144p.
- IBGE, 1977 - FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - Geografia do Brasil - Região Sul. v. 5.
- KLEIN, C.; HURLBUT, C.S., 1993 - Manual of Mineralogy.ed.21. p. 532-543.

- MELFI, A. J.; PICCIRILLO, E. M.; NARDY, A. J.R., 1988 – Geological and magmatic aspects of the Parana Basin, in a introduction. *In: The Mesozoic Flood Volcanism of the Parana Basin, Petrogenetic and geophysical aspects.* Instituto Astronômico e Geofísico Publishers, p1-13.
- MURATORI, A., 1966 - Nota explicativa da folha geológica de Campo Largo. *Boletim da Universidade Federal do Paraná.* 21: 29p.
- NOGUEIRA, D.O., 1993 - O beneficiamento de calcário, dolomita e feldspato. *In: X Encontro Técnico ABIVIDRO.* São Bernardo do Campo, SP .p.1-11.
- PAULO ABIB ENGENHARIA, 1994 - Minerais Industriais e o mercado consumidor cerâmico.(Paulo Abib Engenharia e ABC). 18p + anexos.
- PINESI, J.P.P., 1989 - Caracterização petrológica e geoquímica dos diques do Arco de Ponta Grossa. Dissertação de Mestrado. IAG-USP. 196p.
- REIS NETO, J.M., 1994 - Faixa Itaiacoca: Registro de uma colisão entre dois blocos continentais no Neoproterozóico. Tese de Doutorado. IG-USP. São Paulo. 253p.
- ROUSE, C.G., 1992 - Fontes alternativas de alumina para a fabricação de vidros. *In: IX Encontro Técnico ABIVIDRO, RJ.* p. 1-12.
- ROUSE, C.G., 1994 - A importância da granulomeria das matérias primas na fusão de um vidro soda-cal. *In: XI Encontro Técnico - ABIVIDRO, RJ.* p. 1-15.
- SILVA, D.C., 1994 - Espectrometria de raios gama aplicada na classificação de granitóides. Dissertação de Mestrado - IAG-USP. 83p.
- VALENTE, J. N.; NOGUEIRA, D. O. 1994 - Escórias de alto forno como matéria prima. *In XI Encontro Técnico ABIVIDRO, RJ.* p. 1-9.

5 - BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ABC, 1994 - Anuário Brasileiro de Cerâmica.

ABREU, S.F., 1974 - Recursos Minerais do Brasil. ed. 13. 1v. São Paulo. 323p

COELHO, J.M.; SOUZA, P.A.; SUSLIK, S.B., 1995 - Custo Brasil na comercialização dos minerais industriais. *In*: 3º Encontro de Mineradores e Consumidores de Minerais Industriais. ABC (setembro/95).18p.

GOMES, C.de S.F., 1990 - Minerais Industriais - Matérias primas cerâmicas. Lisboa. 247p.

IPT, 1990 - Mercado Produtor Mineral do Estado de São Paulo - Perfil 8 - Outros Bens Minerais. Levantamento e Análise. Pró-Minério. p 156-159.

MAS, E., 1996 - Novas tendências de qualidade no mundo: Matéria prima natural estabilizada. *In*: Seminário "Minerais Industriais, política mineral e qualidade". 5p.

MARANHÃO, R.J.L., 1989 - Introdução à pesquisa mineral. ed. 4. Fortaleza. 752p.

NOGUEIRA, D.O., 1993 - O beneficiamento de calcário, dolomita e feldspato. *In*: O Encontro Técnico do Vidro. 11p.

OLIVEIRA, C.A.M., 1996 - Controle das matérias primas na vidraria. *In*: Seminário "Minerais Industriais, política mineral e qualidade".11p.

SALAMUNI, R.; BIGARELA, J.J., 1967 - Contribuição à geologia do Grupo Açungui. *Boletim da Universidade Federal do Paraná*. 23: 26p.

SCHMITZ, C., 1997 - Cerâmica de ponta. *In*: Revista Empreendedor (março/97). p. 12-22.

TANNO, L. C.; CABRAL JR, M.; MOTTA, J. F., 1989 - II Curso Internacional de Tecnologia Cerâmica. Programa de Treinamento para Terceiros Países. IPT. p. 39-42.

VIEIRA, A. C., 1996 - A qualidade dos minerais industriais na visão dos consumidores não cerâmicos. *In*: Seminário "Minerais Industriais, política mineral e qualidade".5p.

WATANABE, Y.A., 1993 - As especificações das matérias-primas para o vidro, na ABIVIDRO. *In*: X Encontro técnico sobre vidros. São Bernardo do Campo, SP. 7p.

Anexo 1 – Mapa geológico

Figura 3.4 – Mapa Geológico da Área Vargeado

Figura 3.5 – Mapa Geológico da Área Vargem Grande

Mapa Geológico - Área Vargeado - Figura 3.4.

INSTITUTO DE GEO CIÊNCIAS - USP
BIBLIOTECA

LEGENDA

Convenções Geográficas

- Curva de nível
- Casa
- Estrada
- Rios e arios
- Proprietário

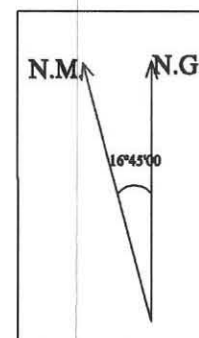
Convenções Geológicas

- Depósitos Quaternários - Recente
- Depósitos de várzeas de rios com sedimentos argilo arenosos.
- Formação Serra Geral - Grupo São Bento - Mesozóico
- Intrusivas básicas.
- Complexo Granítico Três Córregos - Neoproterozóico
- Predomínio de granitóides porfíricos maciços com fenocristais de feldspato potássico.
- Formação Votuverava - Grupo Açungui - Neoproterozóico
- Seqüência metassedimentar constituída por intercalações de (mr) metamilitos, (mx) mica-xistos (c) metacários.

- Contato geológico definido
- Contato geológico inferido
- Foliação
- Amostra de canal
- Amostras para laminação

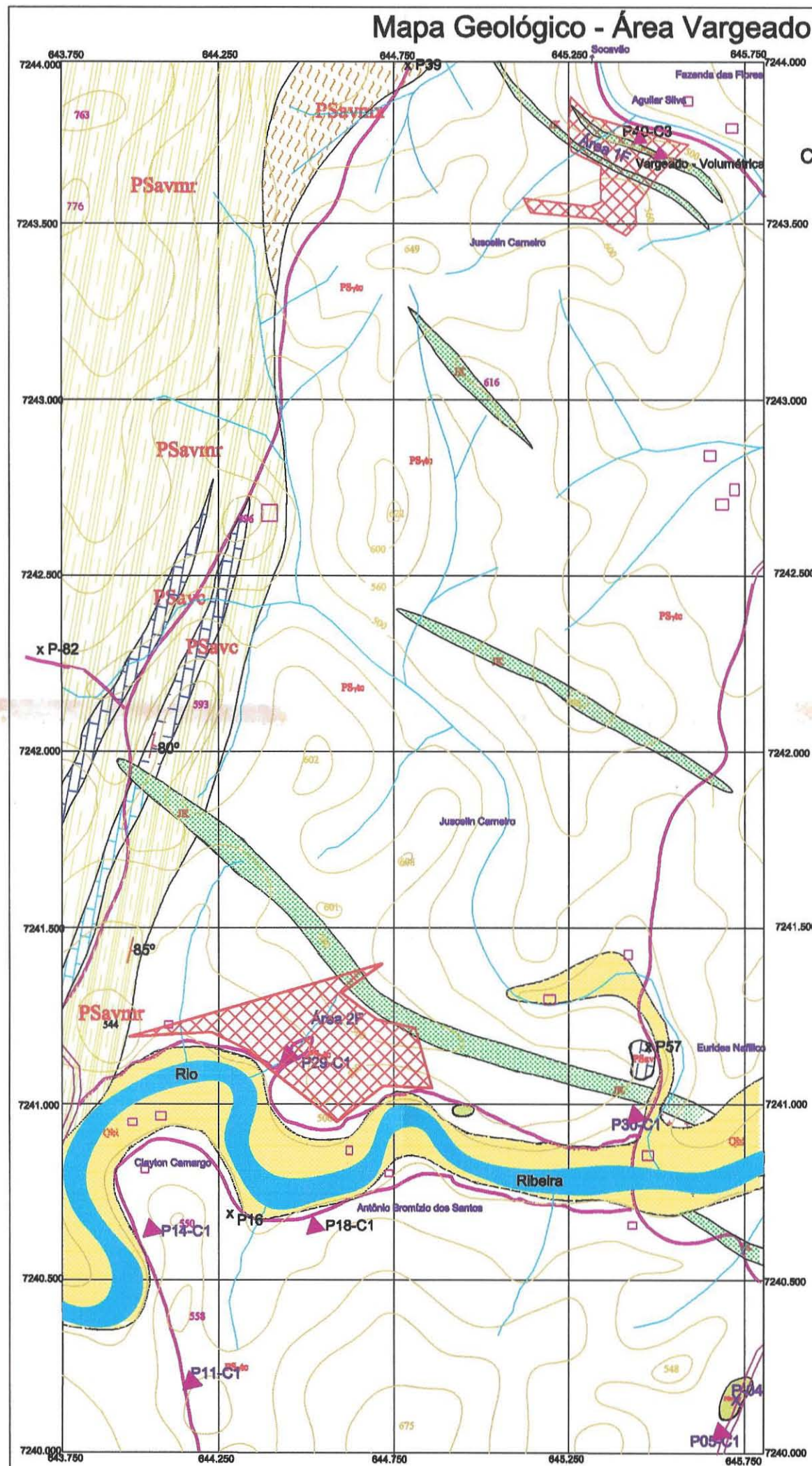
Área de pesquisa de feldspato

0 100 200 300 400 500
metros



MAPA PLANIALTIMÉTRICO E GEOLÓGICO

Local	Distrito	Município	Estado
Vargeado	Abapã	Castro	Paraná
Área	Folha topográfica base		Escala
784 hectares	SG-22-X-A-VI-4		gráfica
Elaborado por	Orientadora		Data
Márcia Mika Saito TF-14/98	Prof. Dra. Lília M. Sant'Agostino		Novembro/1998



Mapa Geológico - Área Vargem Grande Figura 3.5.

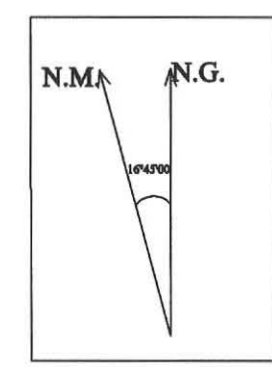
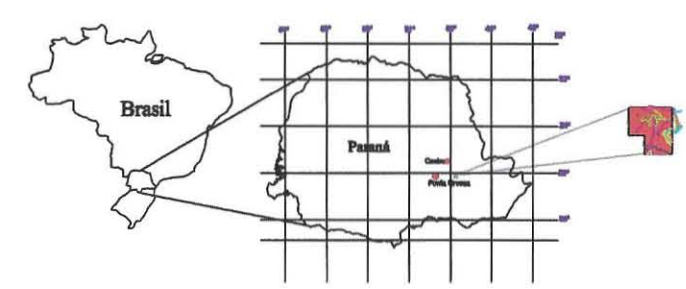
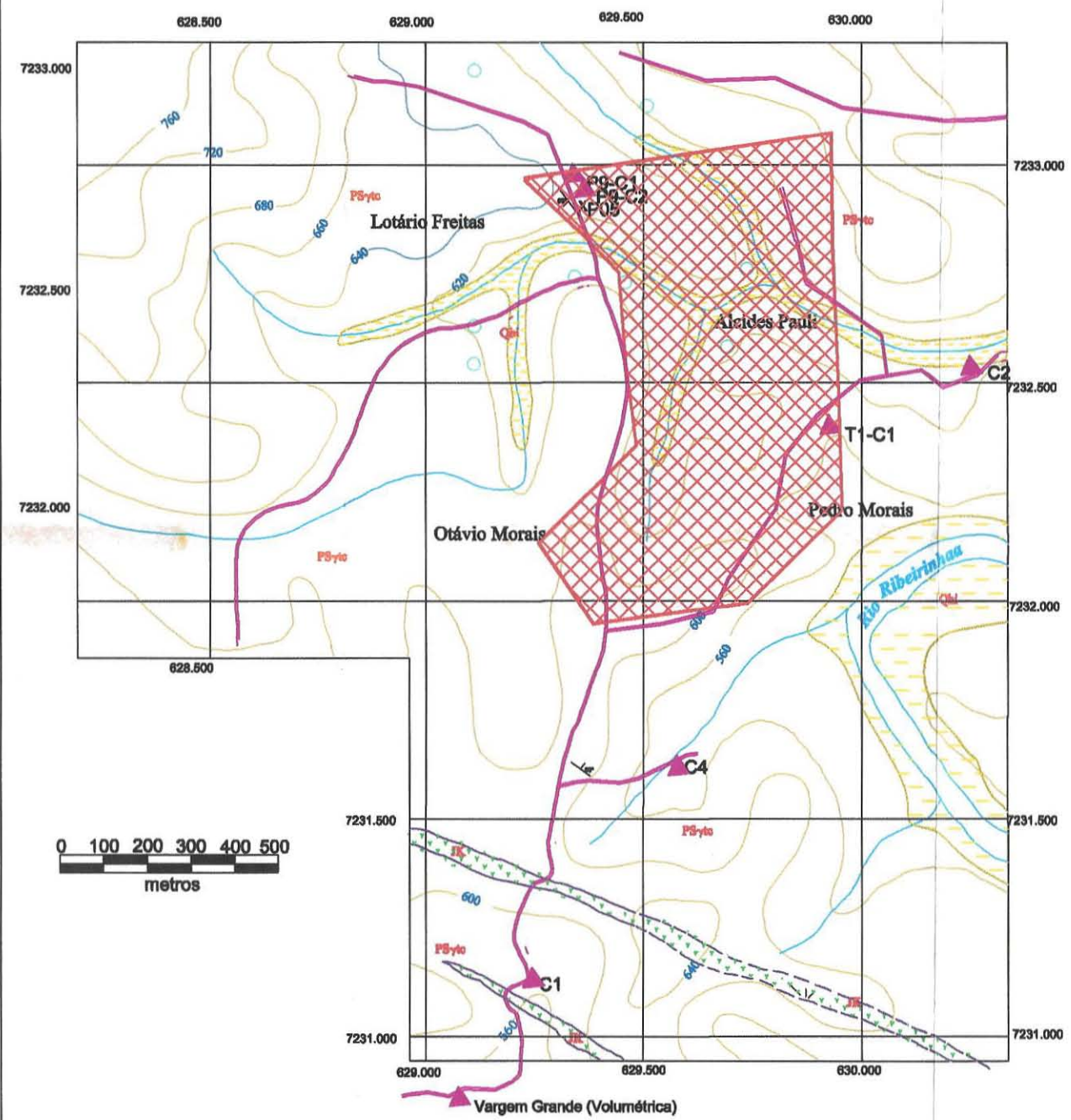
LEGENDA

Convenções Geográficas

- Curva de nível
- Casa
- Estrada
- Rios e arroios
- Proprietário
- Amostras laminadas
- Amostras de canal
- Contato geológico definido
- Contato geológico inferido
- Foliação

Convenções Geológicas

- Depósitos Quaternários - Recente
- Depósitos de várzeas de rios com sedimentos argilo-arenosos.
- Formação Serra Geral - Grupo São Bento
- Mesozóico
- Intrusivas básicas.
- Complexo Granítico Três Córregos - Neoproterozóico
- Predomínio de granitóides porfíricos maciços com fenocristais de feldspato potássico.
- Área de pesquisa de feldspato



MAPA PLANIALTIMÉTRICO E GEOLÓGICO			
Local	Distrito	Município	Estado
Vargem Grande	Abapã	Castro	Paraná
Área	Folha topográfica base		Escala
407.43 hectares	SG-22-12-I-2 Três Córregos		gráfica
Elaborado por		Orientadora	Data
Márcia Mika Saito TF-14/98		Prof. Dra. Lilia M. Sant'Agostino	Novembro/1998

Anexo 2 – Mapa de trabalhos executados

Figura 4. 1a - Mapa de Trabalhos Executados na Área 1F
(Vargeado)

Figura 4. 1b - Mapa de Trabalhos Executados na Área 2F
(Vargeado)

Figura 4. 2 - Mapa de Trabalhos Executados na Área
Vargem Grande

Mapa de Trabalhos Executados - Área 1F (Vargeado)

Figura 4.1.a

LEGENDA

Convenções Geográficas

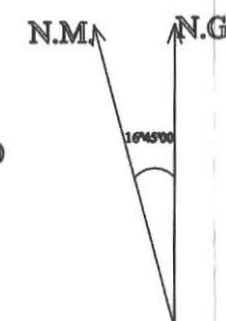
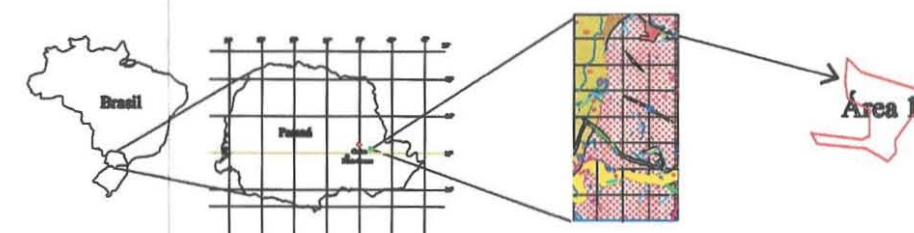
- Estrada
- Rios e arroios
- Curva de nível
- Cortes de terreno
- Casa
- Reserva cubada

Convenções Geológicas

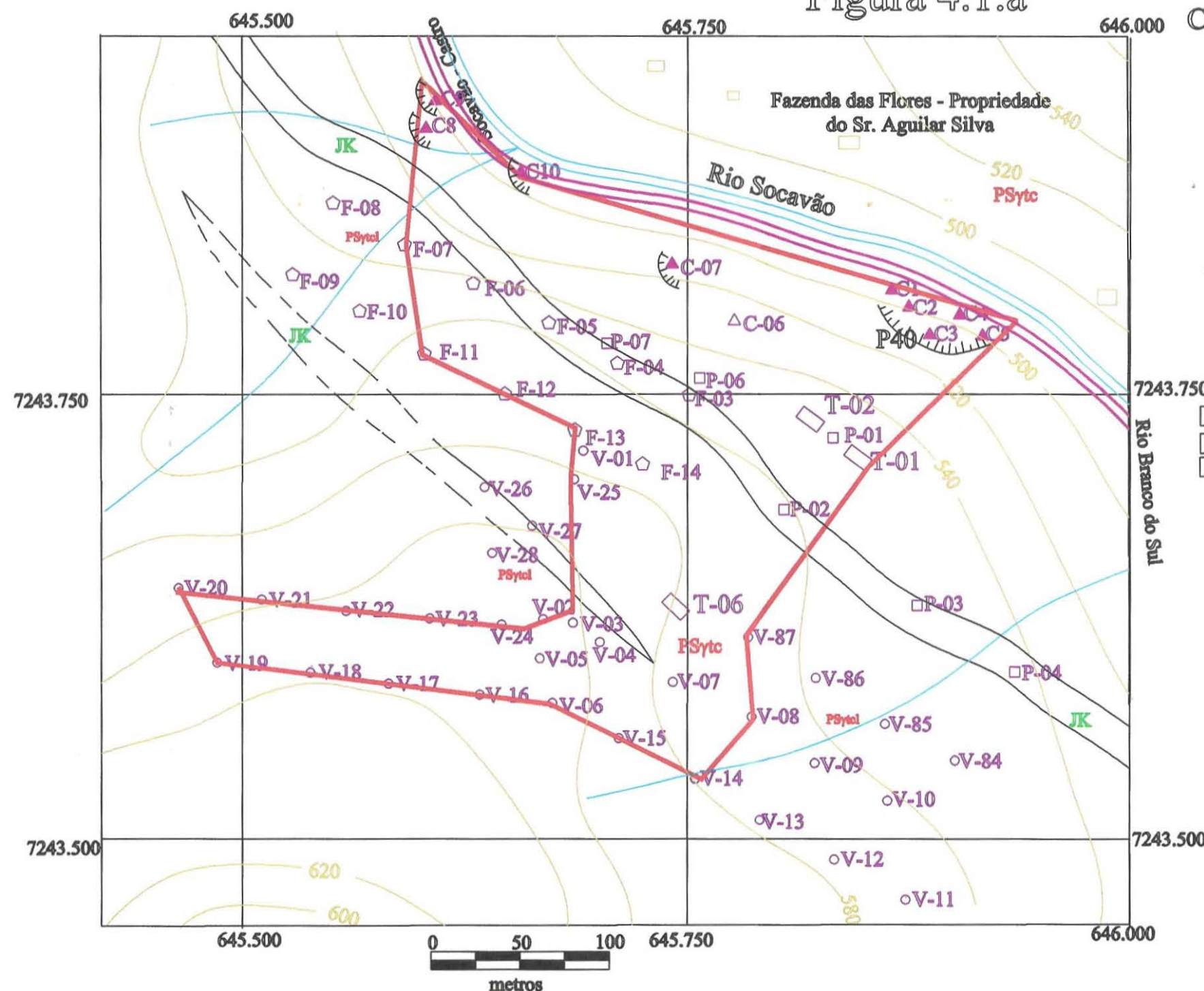
- Contato geológico definido
- Contato geológico inferido
- Furos a cavadeira manual
- Furos a trado helicoidal 2"
- Poços de pesquisa
- Trincheira
- Amostragem de canal

Unidade Geológicas

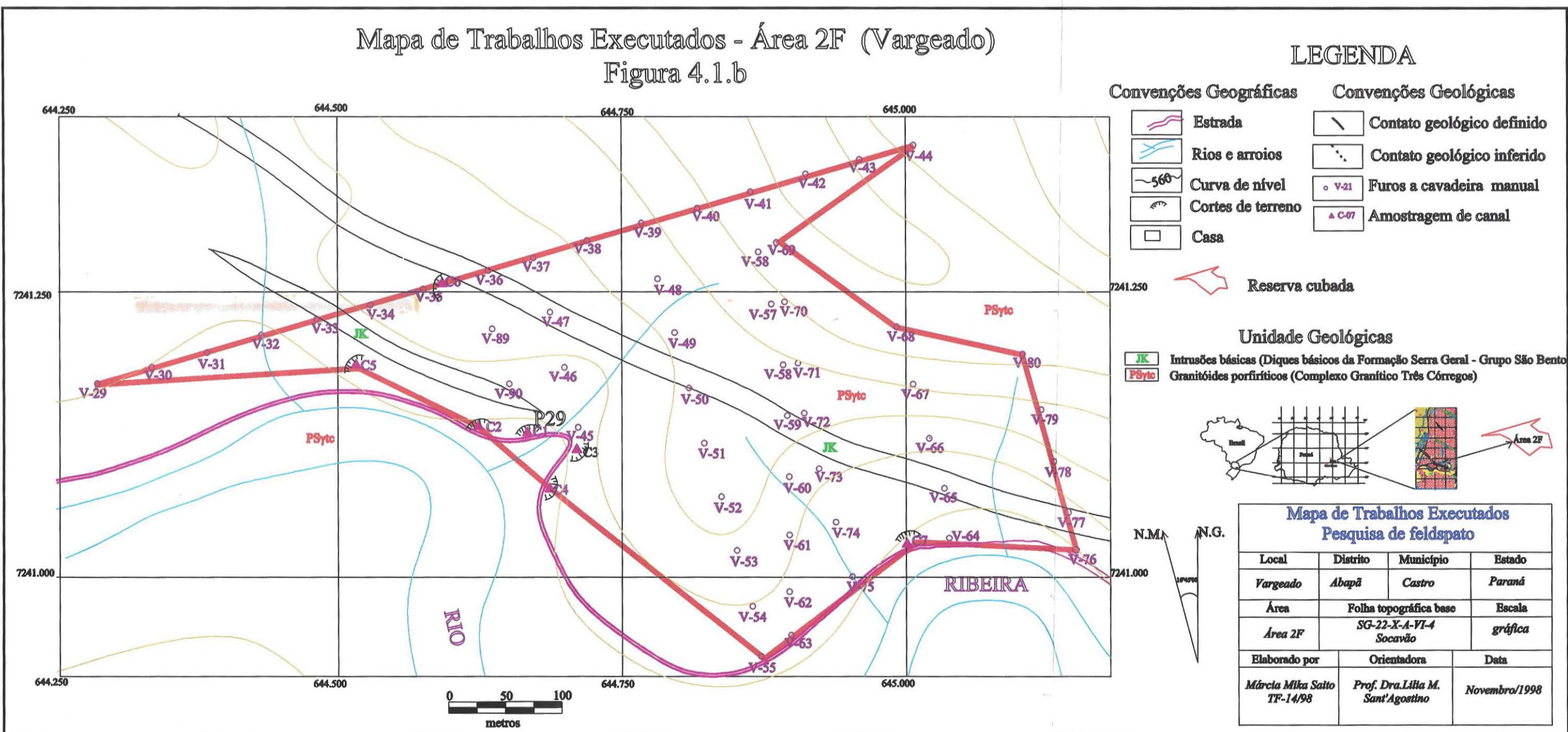
- Intrusões básicas (Diques básicos da Formação Serra Geral - Grupo São Bento)
- Leucogranitos - Injeções nos granitóides do Complexo Granítico Três Córregos.
- Granitóides porfíricos (Complexo Granítico Três Córregos)



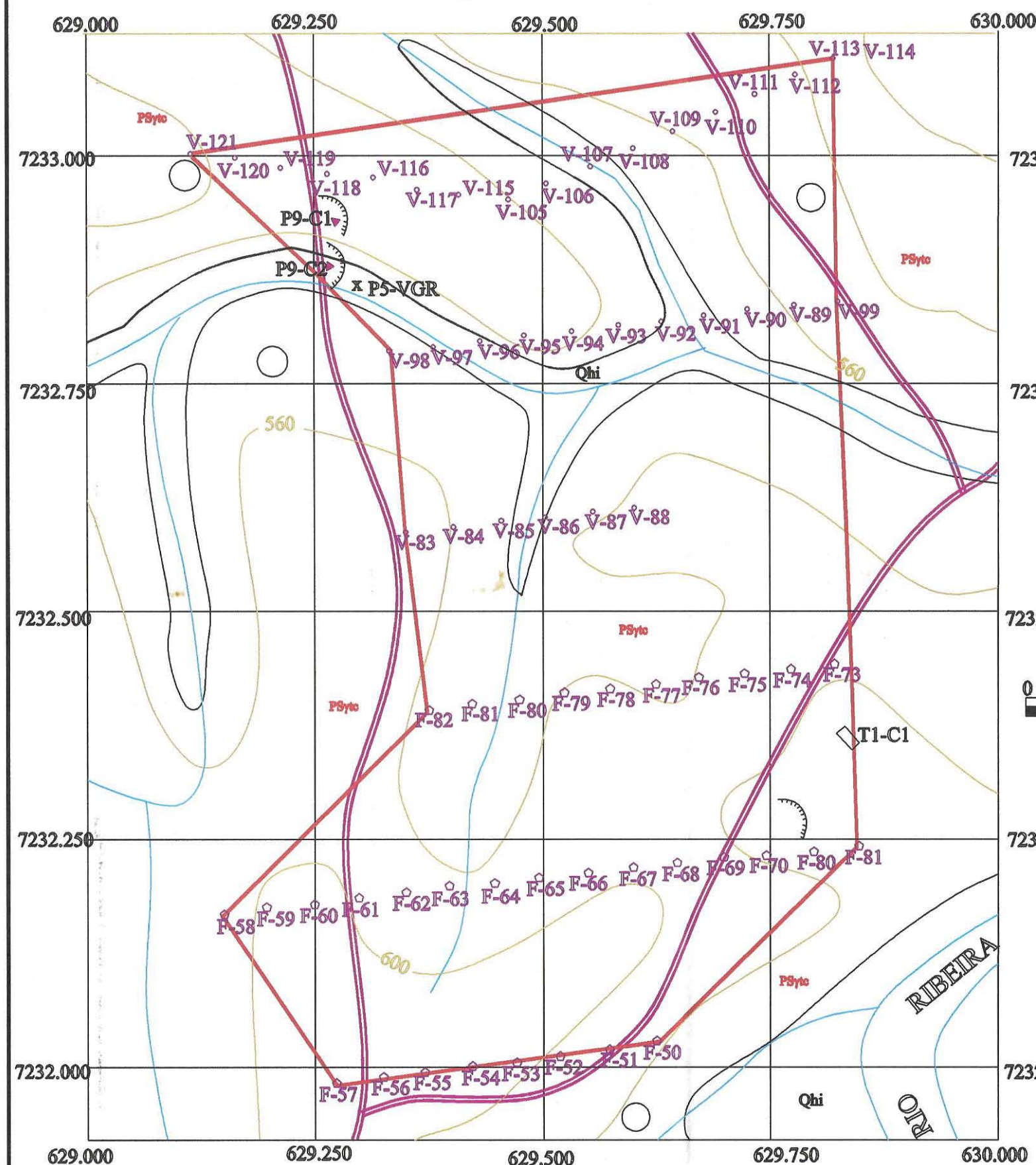
Mapa de Trabalhos Executados Pesquisa de feldspato			
Local	Distrito	Município	Estado
Vargeado	Abapã	Castro	Paraná
Área	Folha topográfica base		Escala
Área 1F	SG-22-X-A-VI-4 Socavão		gráfica
Elaborado por		Orientadora	Data
Márcia Mika Saito TF-14/98		Prof. Dra. Lilla M. Sant'Agostino	Novembro/1998



Mapa de Trabalhos Executados - Área 2F (Vargeado)
Figura 4.1.b



Mapa de Trabalhos Executados Área Vargem Grande - Figura 4.2.



LEGENDA

Convenções Geográficas

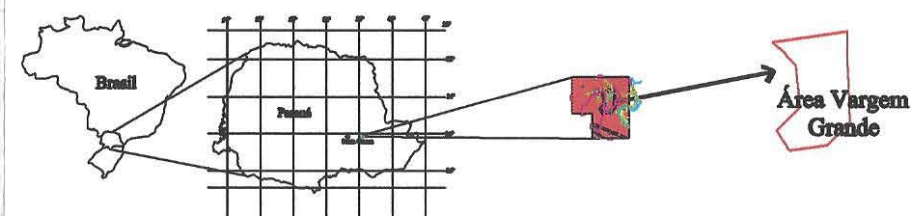
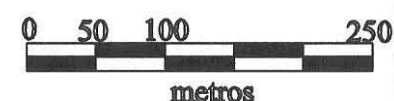
- Estrada
- Rios e arroios
- Curva de nível
- Cortes de terreno
- Casa
- Área de pesquisa de feldspato

Convenções Geológicas

- Contato geológico definido
- Furos a cavadeira manual
-
- Trincheira
- Amostragem de canal
- Lâmina petrográfica

Unidade Geológicas

- Depósitos aluvionares - Recente
- Granitóides porfíricos (Complexo Granítico Três Córregos)



Mapa de Trabalhos Executados Pesquisa de feldspato

Local	Distrito	Município	Estado
Vargem Grande	Abapã	Castro	Paraná
Área	Folha topográfica base		Escala
Vargem Grande	SG-22-12-I-2 Três Córregos		gráfica
Elaborado por		Orientadora	Data
Márcia Mika Saito TF-14/98		Prof. Dra. Lília M. Sant'Agostino	Novembro/1998

7

ANEXO 3 - TABELAS DOS TRABALHOS DE PESQUISA MINERAL

Tabela 4.1 - Furos a trado - Área 1F (Vargeado)

Furo	Espessura de cobertura (m)	Profundidade total (m)	Material
F - 01	0,45	1,00	Granito porfírico alterado
F - 02	1,00	1,00	Diabásio
F - 03	1,00	1,00	Diabásio
F - 04	0,50	0,90	Granito equigranular
F - 05	1,00	1,00	Diabásio
F - 06	0,90	0,90	Diabásio
F - 07	0,30	0,70	Granito equigranular
F - 08	1,20	1,20	Diabásio
F - 09	0,60	1,00	Granito equigranular
F - 10	0,50	1,00	Granito equigranular
F - 11	0,50	0,70	Granito porfírico alterado
F - 12	0,40	0,80	Granito porfírico alterado
F - 13	0,50	1,00	Granito porfírico alterado
F - 14	0,45	0,90	Granito porfírico alterado

Tabela 4.2a Sondagem a cavadeira - Área 1F (Vargeado)

Sondagem	Capeamento (m)	Profundidade (m)	Material
V-01	0,50	0,50	Diabásio
V-02	0,50	0,80	Granito equigranular
V-03	0,25	0,75	Granito porfírico alterado.
V-04	0,60	0,75	Granito porfírico alterado.
V-05	0,50	0,87	Granito porfírico alterado
V-06	0,50	0,90	Granito porfírico alterado.
V-07	0,30	0,80	Granito porfírico alterado.
V-08	0,50	0,78	Granito porfírico alterado
V-09	0,50	0,68	Granito porfírico alterado.
V-10	0,60	0,98	Granito porfírico alterado
V-11	0,60	0,78	Granito porfírico alterado
V-12	0,50	0,78	Granito porfírico alterado
V-13	0,70	0,85	Granito porfírico alterado
V-14	0,30	0,66	Granito porfírico alterado.
V-15	0,60	0,90	Granito porfírico alterado
V-16	0,60	0,78	Granito porfírico alterado
V-17	0,40	0,69	Granito porfírico alterado
V-18	0,40	0,82	Granito porfírico alterado
V-19	0,30	0,80	Granito porfírico alterado
V-20	0,40	0,64	Granito porfírico alterado
V-21	0,70	0,68	Granito porfírico alterado
V-22	0,50	0,60	Granito porfírico alterado
V-23	0,60	0,75	Granito porfírico alterado
V-24	0,70	0,80	Granito porfírico alterado
V-25	0,50	0,80	Granito porfírico alterado
V-26	0,60	0,90	Granito porfírico alterado
V-27	0,50	0,75	Granito porfírico alterado
V-28	0,45	0,70	Granito porfírico alterado
V-29	0,70	0,80	Granito porfírico alterado
V-81	0,60	0,60	Diabásio
V-82	0,20	0,60	Granito porfírico alterado
V-84	0,95	0,95	Diabásio
V-85	0,00	0,45	Granito porfírico alterado
V-86	0,00	0,86	Diabásio
V-87	0,00	0,85	Granito porfírico alterado

Tabela 4.2b - Sondagem a cavadeira - Área 2F (Vargeado)

Sondagem	Capeamento (m)	Profundidade (m)	Material
V-30	0,60	0,90	Granito porfirítico alterado
V-31	0,50	0,90	Granito porfirítico alterado
V-32	0,40	0,90	Granito porfirítico alterado
V-33	0,20	0,90	Granito porfirítico alterado
V-34	0,40	0,70	Granito porfirítico alterado
V-35	0,50	1,00	Granito porfirítico alterado
V-36	0,50	0,50	Granito porfirítico alterado
V-37	0,40	0,80	Granito porfirítico alterado
V-38	0,50	0,50	Diabásio
V-39	0,20	0,70	Granito porfirítico alterado
V-40	0,30	0,80	Granito porfirítico alterado
V-41	0,30	0,60	Granito porfirítico alterado
V-45	0,50	1,00	Granito porfirítico alterado
V-46	0,30	0,70	Granito porfirítico alterado
V-47	0,60	1,00	Granito porfirítico alterado
V-48	0,30	1,00	Granito porfirítico alterado
V-49	0,30	0,30	Diabásio
V-50	0,20	0,50	Diabásio
V-51	0,00	1,00	Granito porfirítico alterado
V-52	0,30	1,00	Granito porfirítico alterado
V-53	0,40	0,70	Granito porfirítico alterado
V-54	0,25	0,55	Granito porfirítico alterado
V-55	0,50	0,62	Metassiltito alterado
V-56	0,30	1,10	Granito porfirítico alterado
V-57	0,20	0,75	Granito porfirítico alterado
V-58	1,00	1,23	Granito porfirítico alterado
V-59	0,30	0,90	Diabásio
V-60	1,00	1,10	Granito porfirítico alterado.
V-61	0,00	0,65	Diabásio
V-63	0,00	0,70	Metassiltito alterado
V-64	0,50	0,65	Granito porfirítico alterado
V-65	0,40	0,90	Granito porfirítico alterado
V-66	0,20	0,85	Granito porfirítico alterado
V-67	0,30	0,83	Granito porfirítico alterado
V-68	0,50	3,00 (material exposto)	Granito porfirítico alterado
V-69	0,50	0,90	Granito porfirítico alterado
V-70	0,30	0,70	Granito porfirítico alterado
V-72	0,40	0,75	Granito porfirítico alterado
V-73	0,40	0,75	Granito porfirítico alterado
V-74	0,80	0,80	Granito porfirítico alterado
V-75	0,80	0,80	Diabásio
V-76	0,70	0,70	Granito porfirítico alterado
V-77	0,40	0,82	Granito porfirítico alterado
V-78	0,15	0,45	Granito porfirítico alterado
V-79	0,15	0,75	Granito porfirítico alterado
V-80	0,20	0,65	Granito porfirítico alterado
V-88	0,20	0,67	Granito porfirítico alterado
V-90	1,00	1,00	Diabásio

Tabela 4.3: Trincheiras da área Vargeado

Trincheira n.º	Local	Capeamento (m)	Espessura total (m)	Material
T-01	Área 1F	1	4,2	Granito porfírico alterado
T-02	Área 1F	0,7	2,5	Granito porfírico alterado
T-06	Área 1F	0,4	4,6	Granito porfírico alterado
T-05	P-11	0,5	3,5	Granito porfírico alterado
T-03	P-30	0,5	3,2	Granito porfírico alterado
T-04	P-30	0,3	2	Granito equigranular
			Média = 3m	

Tabela 4.4: Amostragem de canal da área Vargeado

Canal n.º	Capeamento (m)	Espessura total (m)	Material	Local
P-40-C1	2	4,5	Granito porfírico alterado	Área 1F
P-40-C2	0	2,3	Granito porfírico alterado	Área 1F
P-40-C3	0	2	Granito porfírico alterado	Área 1F
P-40-C4	0	3	Granito porfírico alterado	Área 1F
P-40-C5	0	4	Granito porfírico alterado	Área 1F
P-40-C6	0,5	2,3	Granito porfírico alterado	Área 1F
P-40-C7	0,3	2,6	Granito porfírico alterado	Área 1F
P-40-C8	0,3	2,6	Granito porfírico alterado	Área 1F
P-40-C9	0,8	4,5	Granito porfírico alterado	Área 1F
P-40-C10	0,5	7	Granito porfírico alterado	Área 1F
P-29-C1	0,5	3,6	Granito porfírico alterado	Área 2F
P-29-C1	0,5	4	Granito porfírico alterado	Área 2F
P-29-C2	1	2,5	Granito porfírico alterado	Área 2F
P-29-C3	0,7	3,8	Granito porfírico alterado	Área 2F
P-29-C4	1	4	Granito porfírico alterado	Área 2F
P-29-C5	0	2,5	Granito porfírico alterado	Área 2F
P-29-C6	1	4,4	Granito porfírico alterado	Área 2F
P-29-C7	0,8	3,5	Granito porfírico alterado	Área 2F
P-05-C1	0,5	6	Granito porfírico alterado	P-05
P-11-C1	0,8	1,5	Granito porfírico alterado	P-11
P-14-C1	0,6	2,3	Granito porfírico alterado	P-14
P-18-C1	0,5	3	Granito porfírico alterado	P-18
P-30-C1	0,5	5,5	Granito porfírico alterado	P-30
P-30-C2	0,2	1,5	Granito porfírico alterado	P-30
		Média = 1,375m		

Tabela 4.5: Poços de pesquisa da área Vargeado

Sondagem	Capeamento (m)	Profundidade (m)	Material	Local
P-01	0,50	1	Granito porfírtico alterado	Área 1F
P-02	1,00	1	Diabásio	Área 1F
P-03	0,60	1	Granito equigranular	Área 1F
P-06	0,50	1	Granito porfírtico alterado	Área 1F
P-07	1,00	1	Diabásio	Área 1F

Tabela 4.6: Sondagem a trado helicoidal 2" - Área Vargem Grande

Furo	Espessura de cobertura (m)	Profundidade total (m)	Material
F-51	5.0	9.0	Granito Porfírtico muito alterado
F-52	1.0	1.3	Granito Porfírtico muito alterado
F-53	3.3	3.3	Granito Porfírtico muito alterado
F-54	2	2.6	Granito Porfírtico muito alterado
F-63	0.5	0.5	Granito Porfírtico muito alterado
F-65	1.5	2.3	Granito Porfírtico muito alterado
F-66	1.0	2.0	Granito Porfírtico muito alterado
F-67	0.2	2.4	Granito Porfírtico muito alterado
F-68	1.0	1.0	Granito Porfírtico muito alterado
F-75	1.0	1.5	Granito Porfírtico muito alterado
F-76	1.0	1.5	Granito Porfírtico muito alterado
F-77	1.0	1.5	Granito Porfírtico muito alterado
F-78	1.0	1.5	Granito Porfírtico muito alterado
F-79	1.5	3.0	Granito Porfírtico muito alterado
F-80	3.00	5.0	Granito Porfírtico muito alterado
F-81	1.5	1.5	Granito Porfírtico muito alterado
F-82	2.0	2.5	Granito Porfírtico muito alterado

Tabela 4.7 : Sondagem a Cavadeira - Área Vargem Grande

Sondagem	Capeamento (m)	Profundidade (m)	Material
V -99	0.30	1	Granito porfirítico muito alterado
V -98	0.50	1.30	Granito porfirítico muito alterado
V -96	0.5	1.50	Granito porfirítico muito alterado
V -95	0.30	1	Granito porfirítico muito alterado
V -94	0.30	1	Granito porfirítico muito alterado
V -93	0.30	1	Granito porfirítico muito alterado
V -92	0.30	1	Granito porfirítico muito alterado
V -91	0.30	1	Granito porfirítico muito alterado
V -90	0.20	1	Granito porfirítico muito alterado
V -89	0.30	1	Granito porfirítico muito alterado
V -88	0.30	1.20	Granito porfirítico muito alterado
V -87	0	0.5	Granito porfirítico muito alterado
V -86	0.30	1	Granito porfirítico muito alterado
V -85	0.50	1	Granito porfirítico muito alterado
V -84	0.30	1	Granito porfirítico muito alterado
V -83	0.30	1	Granito porfirítico muito alterado
V -121	0.5	1	Granito porfirítico muito alterado
V -120	0.5	1	Granito porfirítico muito alterado
V -119	0.5	1	Granito porfirítico muito alterado
V -118	0.5	1	Granito porfirítico muito alterado
V -117	0.2	1	Granito porfirítico muito alterado
V -116	0.2	1	Granito porfirítico muito alterado
V -115	0.2	1	Granito porfirítico muito alterado
V -114	0.2	1	Granito porfirítico muito alterado
V -113	0.2	1	Granito porfirítico muito alterado
V -112	0.5	1	Granito porfirítico muito alterado
V -110	0.2	1	Granito porfirítico muito alterado
V -109	0.5	1	Granito porfirítico muito alterado
V -108	0.4	1	Granito porfirítico muito alterado
V -107	0.4	1	Granito porfirítico muito alterado
V -106	0.30	1	Granito porfirítico muito alterado
V -105	0.50	1	Granito porfirítico muito alterado
V -104	0.30	1	Granito porfirítico muito alterado
V -103	0.40	1	Granito porfirítico muito alterado
V -102	0.40	1	Granito porfirítico muito alterado
V -101	0.40	1	Granito porfirítico muito alterado
V -100	0.30	1	Granito porfirítico muito alterado
V - 97	0.50	1.30	Granito porfirítico muito alterado
V - 111	0.2	1	Granito porfirítico muito alterado

ANEXO 4
AMOSTRAS DE PESQUISA
ENSAIOS GRANULOMÉTRICOS E ANÁLISES
QUÍMICAS

Tabela 4.26b : Composição química e mineralógica da fração +5# das amostras Vargeado e Vargem Grande.

Granulometria (mm) + 4mm (+5#)																			
VARGEADO										VARGEM GRANDE									
Amostra	P30-C1 (0-1m)	P30-C1 (1-2m)	P30-C1 (2-3m)	P30-C1 (3-4m)	P29-C1	P5-C1	P14-C1	T1-C1	P18-C1	P40-C3	P9-C1 (0-1m)	P9-C1 (1-2m)	P9-C1 (2-3m)	P9-C2 (0-0,7m)	P9-C2 (0,7-1,7m)	P9-C2 (1,7-2,7m)	T1-C1 (1)	T1-C1 (2)	T1-C1 (3)
% em peso	56.53	34.14	39.17	30.33	20.94	52.32	25.06	29.89	29.21	30.32	34.13	46.63	41.67	18.41	25.12	21.86	13.85	24.88	15.76
Composição Mineralógica (%)																			
Feldspato Potássico	85.00	85.00	85.00	85.00	85.00	80.00	95.00	88.00			93.00	93.00	93.00	88.00	88.00	88.00	95.00	95.00	95.00
Plagioclásio	6.00	6.00	6.00	6.00	5.00	10.00	2.00	5.00			5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00			
Quartzo	6.00	6.00	6.00	6.00	7.00	5.00	2.00	5.00			2.00	2.00	2.00	5.00	5.00	5.00	3.00	3.00	3.00
Biotita					0.00			1.00						1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Anfibólio	3.00	3.00	3.00	3.00	2.50	5.00	1.00	1.00						1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Composição Química (%)																			
SiO2	66.80	66.50	67.30	67.10	66.80		66.70	67.50	66.50	67.70	67.40	67.40	67.60	66.60	66.80	66.70	66.40	65.80	68.20
Al2O3	17.40	17.50	17.30	17.40	17.50		17.60	17.30	17.30	16.60	17.40	17.50	17.40	17.50	17.40	17.60	17.50	17.60	16.60
Fe2O3	0.80	0.80	0.77	0.75	0.67		0.86	0.81	1.22	1.31	0.41	0.42	0.40	0.61	0.60	0.51	0.59	0.82	1.19
MnO	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01		0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
MgO	0.20	0.19	0.19	0.23	0.13		0.24	0.20	0.33	0.40	0.01	0.02	0.01	0.08	0.26	0.04	0.00	0.05	0.11
CaO	0.77	1.07	0.97	0.92	0.73		0.80	0.83	1.04	1.28	0.13	0.15	0.12	0.35	0.31	0.29	0.14	0.37	0.72
Na2O	3.62	4.03	4.07	3.73	3.72		3.94	4.07	4.11	4.01	2.61	2.81	2.66	2.71	2.68	2.70	2.12	2.67	3.20
K2O	10.10	9.63	9.16	9.61	10.20		9.65	9.01	9.04	8.34	11.80	11.60	11.80	11.90	11.80	12.00	13.10	12.50	9.79
TiO2	0.17	0.17	0.17	0.16	0.14		0.16	0.17	0.22	0.23	0.08	0.08	0.08	0.11	0.11	0.11	0.09	0.12	0.14
P2O5	0.11	0.10	0.08	0.10	0.08		0.09	0.08	0.12	0.14	0.04	0.05	0.03	0.06	0.05	0.06	0.04	0.04	0.05

ANEXO 5 - FOTOS



Foto 2.1: Quarteamento em pilha cônica realizada em campo.



Foto 3.1: Aspecto geral da região de estudo em áreas de ocorrência de granitóides do Complexo Granítico Três Córregos.



Foto 3.2: Aspecto da Área 1F (Vargeado) mostrando as variações do relevo em função dos litotipos presentes. O patamar, na porção central é constituído de diabásio. À esquerda do patamar temos a trincheira T-02, com ocorrências do granitóide porfíritico.



Foto 3.3: Detalhe do granitóide porfíritico na Área Vargeado.



Foto 3.4: Blocos de rocha sã com esfoliação esferoidal na Área Vargeado.

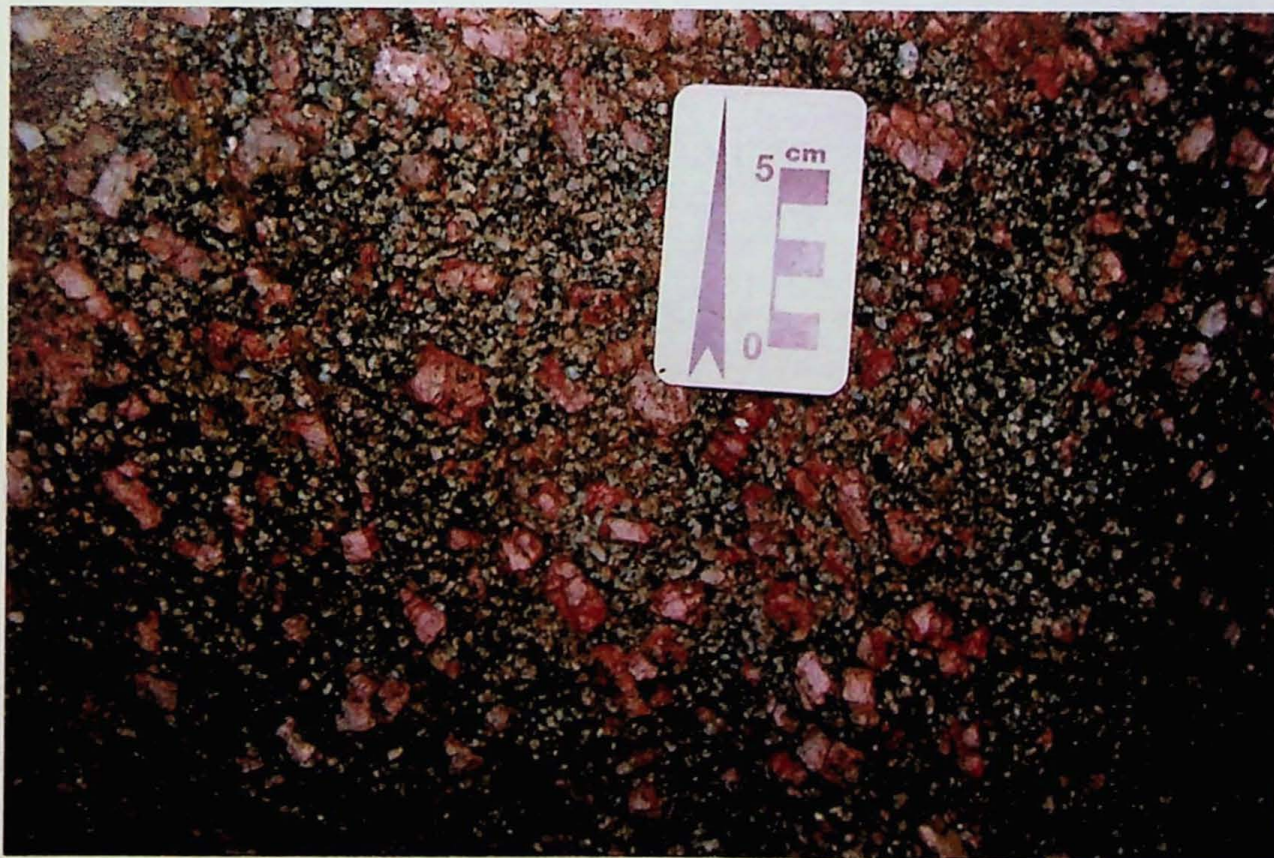


Foto 3.5: Detalhe do granitóide porfirítico na Área Vargem Grande.



Foto 3.6: Metarritmitos da Seqüência Metassedimentar da Formação Votuverava do Grupo Açungui, na porção leste da Área Vargeado.



Foto 3.7: Metacalcários da Seqüência Metassedimentar da Formação Votuverava do Grupo Açungui, na porção leste da Área Vargeado.



Foto 4.1: Granito porfírico alterado recuperado com cavadeira a 0,5m de profundidade na área Vargeado.



Foto 4.2: Trincheira T-01 da área Vargeado com amostragem de canal em sua parede.



Foto 4.3: Confeção do canal P30-C1 na área Vargeado.



Foto 4.4: Granito porfirítico bastante alterado recuperado a 1m na sondagem a trado helicoidal 2" na Área Vargem Grande.



Foto 4.5: Amostragem de canal P9-C2 na Área Vargem Grande.



Foto 4.6: Frente de extração dos granitóides porfíricos no ponto P40 da área Vargeado usado para manutenção das estradas locais.



Foto 4.7: Aspecto geral da fração +5# após peneiramento à úmido das amostras do Vargeado. Grau de alteração do material crescente da direita para a esquerda.

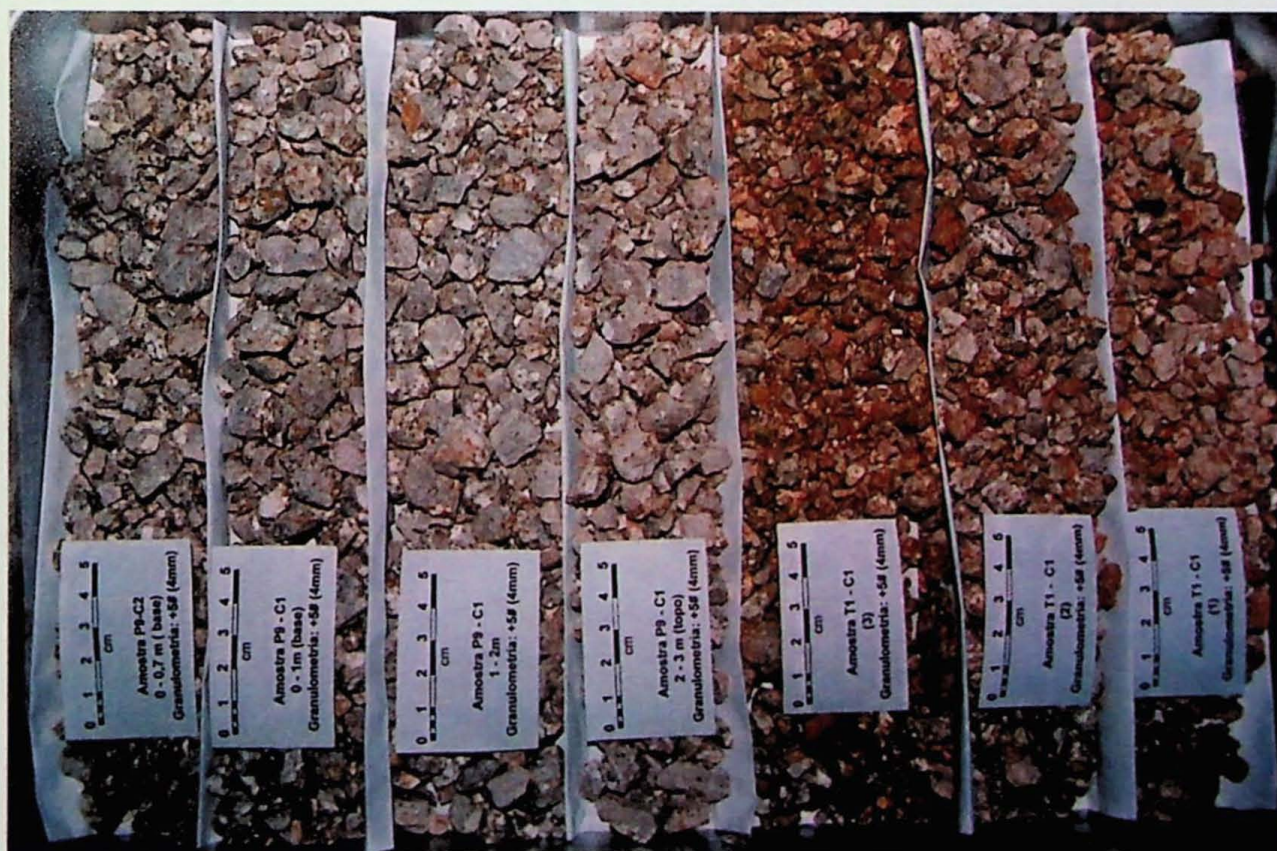


Foto 4.8: Aspecto geral da fração +5# após peneiramento à úmido das amostras do Vargem Grande. Grau de alteração do material crescente da esquerda para a direita.

