

Ilson Guimarães Carvalho

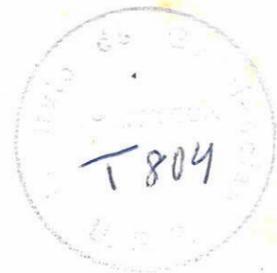
“MINERALIZAÇÃO TALCOSA DO SÍTIO SERRA,  
MUNICÍPIO DE IGUAPE, ESTADO DE SÃO PAULO”



Tese de mestrado apresentada  
ao Instituto de Geociências da  
Universidade de São Paulo

1972

Ao Estado da Bahia



Ao Dr. Reinholt Ellert

DEDALUS - Acervo - IGC



30900004730

## ÍNDICE

	<u>Página</u>
PRÓLOGO.....	1
AGRADECIMENTOS.....	7
1. RESUMO.....	9
2. APRESENTAÇÃO.....	11
3. A AREA DO RIBEIRA - ASPECTOS REGIONAIS.....	28
4. A AREA MAPEADA.....	44
4. I - Fisiografia.....	44
4. II- Geomorfologia.....	48
4. III-Litologia.....	51
4. III.A - Rochas metamórficas e graníticas associadas....	52
4. III.B - Rocha básica (Diabásio).....	75
4. III.C - Sedimentos e materiais de alteração de cober-..	83
tura.....	
4. III.D - Materiais associados à mineralização talcosa... 87	87
4. III.D.a - Sílica.....	87
4. III.D.b - Talco.....	88
4. III.D.c - Muscovita.....	108
4. III.D.d - Esmeclita.....	115
4. III.D.e - Cloritas.....	117
4. III.D.f - Actinolita.....	139
4. III.D.g - Turmalina.....	142
4. III.D.h - Óxidos de Ferro.....	142
4. III.D.i - Coríndon (e minerais associados	145
em ocorrência).....	
5. CONCEITOS GERAIS SOBRE TALCO.....	161
5. I - <u>Mineralogia</u> .....	161
5. II - <u>Química</u> .....	161
5. III - <u>Minerais associados</u> (paragênese).....	162
5. IV - <u>Normas paragenéticas</u> .....	166
5. V - <u>Problemas referentes à nomenclatura</u> .....	168
5. VI - <u>Usos e empregos do Talco</u> .....	171
5. VII - <u>Beneficiamento do Talco</u> (síntese explicativa).....	177
6. CONCLUSÕES SOBRE A MINERALIZAÇÃO TALCOSA DO SÍTIO SERRA.....	181
6. I - <u>Tipos de Talco</u> .....	181
6. II - <u>Gênese</u> .....	184
6. III - <u>Observações adicionais sobre a mineralização do Sítio Serra</u> .....	191
APÊNDICE.....	200

## ÍNDICE DOS GRÁFICOS

### Difratogramas de raios-X

- Argila. Local: A-19. Composição: Quartzo, Mica (Ilita), Clorita, Montmorilonita (Camadas mistas). P. 85.
- Argila. Local: A-15 b. Composição: Quartzo, Mica (Ilita), Clorita. P. 86.
- Quartzo com textura "box-work" fina. Local: Limeira (Sítio Serra), ponto a. P. 89.
- Lama de preenchimento dos vazios texturais do Quartzo de textura "box work". Local: Limeira (Sítio Serra). P. 90.
- Talco (Amostra 03 - Pesquisas Preliminares). Local: Limeira (Sítio Serra). P. 94.
- Talco (Amostra 04 - Pesquisas Preliminares). Local: Limeira (Sítio Serra). P. 95.
- Talco (Amostra 06 - Pesquisas Preliminares). Local: Sakamoto (Sítio Serra). P. 96.
- Talco maciço associado a Clorita (Esteatita Cloritosa). Difratograma da porção micácea da amostra. Local: Sakamoto (Sítio Serra). Composição: Clorita, Talco, Mica (Ilita), Montmorilonita e, possivelmente, argilo-minerais de camadas mistas. P. 105.
- Talco maciço associado a Clorita (Esteatita Cloritosa). Difratograma do pó da parte maciça (não micácea) da amostra. Local: Sakamoto (Sítio Serra). Composição:

Talco, Clorita, Mica (Ilita), argilo-mineral de camadas mistas. P. 106.

Muscovita (Rocha muscovítica). Local: Limeira (Sítio Serra), ponto h. P. 113.

Montomorilonita. Local: Limeira (Sítio Serra), ponto k. Composição: Esmectita (tipo Beidelita-Nontronita), Talco, argilo-mineral de camadas mistas. P. 116.

Cloritas Cromíferas: Local: Limeira (Sítio Serra), pontos C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> e C<sub>4</sub>. P. 121.

Clorita resultante de alteração da rocha muscovítica (Amostra h<sub>3</sub>). Local: Limeira (Sítio Serra), ponto h. P. 128.

Clorita associada à parte superior da mineralização talcosa do Sítio Serra (amostras j e m) e Clorita de alteração da Muscovita (amostra h<sub>3</sub>). Local: Limeira (Sítio Serra). P. 138.

Material de alteração da rocha corundífera (fração < 270 "meshes"). Local: Figueira (Sítio Serra). P. 158.

Talco (amostra comercial). Procedência: Brumado, Bahia. P. 182.

Esteatita Cloritosa (amostra de material comercializado no Brasil como Talco de Veneza). P. 195.

#### Termogramas

Talcos brandos (maciços e compactos). Local: Limeira (Sítio Serra). P. 98.

Cloritas Cromíferas. Local: Limeira (Sítio Serra). P. 120

Muscovita (amostra h) e materiais de alteração (amostras h<sub>1</sub>, h<sub>2</sub> e h<sub>3</sub>) deste material. Local: Limeira (Sítio Serra). P. 130.

Materiais do Sítio Serra: Talco brando (Local: Limeira), Esteatita Cloritosa (Local: Sakamoto) e Clorita branca (Local: Figueira). P. 131.

Clorita associada à parte superior da mineralização talcosa do Sítio Serra. P. 137.

Talco (amostra comercial). Procedência: Brumado, Bahia. P. 183.

Esteatita Cloritosa (amostra de material comercializado como Talco de Veneza). P. 196.

#### Outros gráficos

Espectrograma de infra-vermelho do Talco do Sítio Serra e padrões apresentados em literatura para Talcos puros. P. 103.

Curvas das análises granulométricas de Cloritas associadas à parte superior da mineralização talcosa e de Clorita associada à rocha muscovítica (por alteração desta). P. 134.

## ÍNDICE DAS TABELAS

TABELA	PÁGINA	CONTEÚDO
4.A	46	Comportamento climático das Sedes Municipais mais próximas do Sítio Serra.
4.B	84	Características dos diversos materiais amostrados de natureza argilosa, ocorrentes fora das ocorrências de Talco do Sítio Serra.
4.C	93	Valores obtidos para os espaçamentos planares (características roentgenográficas) em tres amostras (03, 04 e 06) de Talco maciço e compacto e comparação dos mesmos com os dados da ASTM e Brown.
4.D	101	Minerais identificados em resíduos a 100 e 200 "meshes" do Talco maciço e compacto, após separação magnética em separador isodinâmico Frantz.
4.E	107	Análises químicas de materiais diversos encontrados na ocorrência talcosa de Limeira (Mineralização do Sítio Serra), comparados com materiais semelhantes descritos em Literatura.
4.F	109	Cores apresentadas pelas diversas amostras dos materiais associados à mineralização do Sítio Serra, após secagem natural, segundo comparação dos valores da Federal Standard e Munsell.

TABELA	PÁGINA	CONTEÚDO
4.G	114	Dados roentgenográficos obtidos por difração do pó, orientado por forte compactação, da amostra h (material muscovítico), comparados aos valores de uma Muscovita apresentada pela ASTM.
4.H	122	Dados de difratometria de raios-X do pó de Cloritas Cromíferas da localidade Limeira, comparados com uma Cr-Clinocloro de Chester, Pensilvania (USA) e com dados da ASTM.
4.I	123	Comportamento térmico das Cloritas Cromíferas da localidade Limeira (Sítio Serra), comparado com uma Clorita estudada por Mielenz, Schieltz et King.
4.J	140-141	Dados roentgenográficos obtidos por filme de difração do pó de cristais de Actinolita associada a Talco do Sítio Serra.
4.L	143-144	Dados roentgenográficos obtidos por filme de difração do pó de cristais de Turmalina associada à mineralização do Sítio Serra.
4.M	148-149	Dados roentgenométricos, obtidos por filme de difração, para um monocristal de Córindon da localidade Figueira (Sítio Serra).
4.N	150-151	Dados roentgenográficos, obtidos por filme de difração, para a "mica" cinza-prateada (Clorita) da rocha corundífera, local-

lidade Figueira.

4.0 152,3,4

Dados roentgenográficos, obtidos por fil  
me de difração em câmara giroscópica, pa  
ra a matriz da rocha corundífera.

PRÓLOGO

Em estudos de ocorrências minerais a determinação do valor econômico ( I ) tem-se mostrada prioritária e, como é de conhecimento dos geólogos e engenheiros de minas, é baseado no caráter econômico que uma determinada ocorrência mineral pode ou não ser considerada uma jazida.

Desde então, pode-se admitir três casos distintos de estudos de ocorrências minerais, a saber:

- 1º - Estudo de uma ocorrência explorada e já estudada.
- 2º - Estudo de uma ocorrência conhecida, explorada ou não, e nunca anteriormente estudada.
- 3º - Estudo de uma ocorrência recém descoberta, desde então, nunca estudada.

Ver-se-á pois o estudioso com problemas diferentes e, conseqüentemente, distintos deverão ser as metodologias dos estudos propostos para serem efetuados em relação a cada caso existente, mesmo em se tratando de ocorrências de mesmo tipo de associação mineral ( II, III, IV ).

No primeiro caso o trabalho do pesquisador será o de complementar trabalhos anteriormente efetuados em relação a jazida como também corrigir erros ou falhas cometidas nos processos interpretativos até então efetuados ( V ). O conhecimento do pesquisador sobre o material a ser estudado torna-se de extrema importância para a realização das pesquisas, a visão tridimensional dos fenômenos locais deve ser aguçada. Contribuirão para estes fatos o conhecimento de toda a "suite" mineralógica da jazida desde o início de sua exploração até o momento da pesquisa e estudos petrográficos e estruturais bastantes detalhados.

No segundo caso, pelo fato do pesquisador ter em mão um determinado número de dados relativos a natureza da ocorrência, os objetivos das pesquisas serão tanto de caráter qualitativo como quantitativo. O conhecimento "leigo" de determinadas ocorrências minerais implica em sua exploração irracional, referida não só quanto a técnica de exploração como também na utilização indevida do material em determinados setores técnico-industriais.

No terceiro caso, por ser mínimo o número de dados referentes a ocorrência, torna-se máximo o trabalho do pesquisador pois sobre ele recai a responsabilidade de qualquer erro de interpretação dos fenômenos verdadeiramente existentes ou falhas em cálculos de valores interpretativos de naturezas qualitativas e quantitativas do jazimento. Mister se faz realizar um trabalho ausente de interpretações parciais ou associadas a ocorrências outras de materiais semelhantes de jazimentos alhures já conhecidas e estudadas no ponto de vista geológico ( VI ). A falta de dados ou valores referentes a ocorrência impõe uma sequência de pesquisas que deve ser mantida como a seguir.

I - Etapa Preliminar de Pesquisas

- I.A - Reconhecimento prévio da área de ocorrência com amostragens preliminares.
- I.B - Estimativa da extensão da área de ocorrência.
- I.C - Determinação da forma do jazimento
- I.D - Relacionamento com a ganga ou material encaixante.
- I.E - Conhecimento dos fatores de infraestrutura locais, tais como água, a energia elétrica, transporte, etc.
- I.F - Determinação dos valores qualitativos do material ou materiais amostrados.
- I.G - Estimativa da viabilidade de ser elaborado um plano de pesquisas em relação a área mineralizada.

II - Etapa de elaboração do Plano de Pesquisas

II.A - Pesquisas bibliográficas referentes.

- a região onde se situa a área mineralizada ( III )
- aos materiais ocorrentes
- as diversas técnicas e métodos de pesquisas propostos no plano

II.B - Confeccção do Plano de Pesquisas, no qual se demonstra estar o pesquisador ciente dos fatos relativos as proposições contidas no mesmo.

III - Etapa de Desenvolvimento das Pesquisas propostas.

IV - Etapa de Elaboração de relatório final, apresentando os resultados e conclusões obtidas pelas pesquisas efetuadas.

Aos três casos, sumariamente descritos, de pesquisas de minérios podemos relacionar

ao primeiro caso - quando o pesquisador normalmente encontra diante de si problemas tais como queda do teor e da qualidade de minério, mudanças de associações mineralógicas, desaparecimento de filões e outros fenômenos ou características que geram confusões quanto ao controle de mineralização.

ao segundo caso - ocorrências as quais, de antemão, sabe-se conter minerais de interesse econômico que vêm sendo explorados com resultados lucrativos, tais como as jazidas clandestinamente exploradas e depósitos de aluviões e pegmatíticos e materiais, como as argilas, empregadas em determinados setores industriais desqualificados,

isto é, argilas de natureza técnico-industriais utilizadas em olarias tecnicamente primitivas.

ao terceiro caso - o estudo da ocorrência de talco do município de Iguape, localidade Sítio Serra, de cujo relatório final é o motivo do presente trabalho.

#### Literatura Recomendada

##### *I - Sobre determinação do valor econômico de ocorrências minerais:*

- a) Economic Mineral Deposits - Alan M. Bateman. John Willey & Sons, Inc. New York (1961). Edição em Espanhol - Yacimientos Minerales de Rendimiento Económico (Traducción por José Luis Amorós). Barcelona (1968), 975p.

Contém também: a história da evolução da Geologia Econômica, determinantes dos jazimentos minerais e suas formações, técnicas geofísicas de prospecção mineral.

- b) Minerals in World Affairs - T.S. Lovering. Prentice-Hall, New York, 394p.

Contém também: emprêço, tecnologia, geologia, distribuição, países produtores e consumidores e características políticas de 16 metais e minerais de importância econômica.

- c) Minerals Yearbook - U.S. Bureau of Mines. Washington, D.C.

Contém também: estatísticas e comentários sobre cada metal e mineral não metálico, cifras e dados relativos à produção, consumo, preços e comentários por países e regiões produtoras.

Obs. Publicação anual da U.S.B.M.

*- Sobre Economía Mineral*

O que é Economia Mineral - Cláudio Margueron. Geologia e Metalurgia.

Publicação nº 31 C.E.M.R., E.P.U.S.P., p.29-43 (1971)

Contém também: Origens da Economia Mineral, objetivos, métodos de estudos, áreas de pesquisas e tipos de emprêgo para a Economia Mineral

*II - Sobre o método científico geral*

La ciencia su método y su filosofía - M.Bunge. Ediciones Siglo Veinte, Buenos Aires, p. 89-92 (1963).

*III - Sobre o processo real do procedimento científico*

Notas sobre o método científico e a observação em Geografia - Armando Corrêa da Silva. Métodos em Questão 2, Tribuna Metodológica Instituto de Geografia, U.S.P., 8p. (1971).

Contém também: notas sobre o conceito de região, sobre verificação experimental de fenômenos naturais em laboratório e verificação experimental controlada, sobre observação preliminar (excursão prévia ao local de pesquisas, anotações de condições e problemas significantes, leitura de bibliografia existente, coletas de dados estatísticos, gráficos, e cartografia relacionada com a pesquisa a ser efetuada, etc).

*IV - Sobre métodos de prospecção*

a) Minerales Útiles y su prospección - E. Kitaiske. (Traduccido del ruso por L. Vladov). Ed. Pas, Moscú.

b) Geochemistry in mineral exploration - Hebert Ed  
Hawker et Y.S. Webb. Ed. Harper, New York (1962).  
415 p., illus.

V - *Sobre nova concepção obtida em estudo de jazida em  
fase de exploração e previamente estudada*

Recursos Minerais do Brasil - Sílvio Frões Abreu. Bi-  
blioteca Geográfica Brasileira, I.B.G.E., Conselho Na-  
cional de Geografia, p. 149-151, 2ª. Ed. (1965).

VI - *Sobre interpretações parciais (ou imparciais) dos fe-  
nômenos geológicos*

Physical Geochemistry - F. Gordon Smith. Massachuset-  
ts, U.S.A., cap. 17 (1963).

Obs. Smith considera como interpretações parciais  
aquelas que englobam análises de valores hipoté-  
ticos, análises intuitivas, análises prematuras  
de correlação e se deixam influenciar por hipó-  
teses de correntes geológicas.

AGRADECIMENTOS

- Ao Dr. Reinholt Ellert - Livre-docente, Chefe do recém-criado Departamento de Geologia Econômica do Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- Ao Dr. Sérgio Estanislau do Amaral - Livre-docente, Chefe do Departamento de Geologia Geral do Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- À Eng<sup>a</sup>. Química Silvia L. Moro - Chefe da Seção de Análise de Minério, Divisão de Química do I.P.T. de São Paulo.
- Ao Dr. José Eduardo Siqueira Farjallat - Geólogo - Chefe da Seção de Petrografia, Divisão de Geologia do I.P.T. de São Paulo.
- À Eng<sup>a</sup>. Química Maria Amélia A. Silveira - Chefe da Seção de Solos, Divisão de Engenharia Civil do I.P.T. de São Paulo.
- À Química Roberta Bastianelli - Seção de Análises de Águas e Cromatografia da Divisão de Química do I.P.T. de São Paulo.
- À Naturalista Dna. Ieda de Andrade Ferreira - Diretora do Instituto de Geociências da U.Fe. Ba.
- À Geóloga Verônica Fazanaro Pereira - Professora Assistente da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro, SP.
- Ao Geólogo Irineu Marques de Souza - Professor Assistente do Departamento de Geologia Econômica do Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

Ao Químico Marcos Berenholc - Centro de Geocronologia da Un  
versidade de São Paulo.

Ao Dr. Antonio Carlos Rocha Campos - Livre-Docente, Chefe do  
Departamento de Paleontologia e Es  
tratigrafia, Instituto de Geociências,  
Universidade de São Paulo.

Ao Sr. Alcides Frangipani - Geólogo - Divisão de Geologia do  
I.P.T. de São Paulo.

Ao Sr. José Ponchirolli - Chefe da Seção Expediente de Alunos,  
Instituto de Geociências, Univer  
sidade de São Paulo.

As demais pessoas que, pela ajuda prestada,  
quer de forma científica, material ou moral, contribuíram com  
o presente trabalho, o autor deixa, aqui, expressos os seus  
sinceros agradecimentos.

R E S U M O

Este trabalho apresenta dados obtidos no estudo da ocorrência de Talco situada no Município de Iguape, Estado de São Paulo.

O levantamento geológico, na escala de 1:25.000, abrange área aproximada de 52 km<sup>2</sup> e a região é constituída de rochas pré-cambrianas cobertas parcialmente por sedimentos quaternários. O embasamento é formado predominantemente de rochas gnáissicas e, subordinadamente, granito e quartzitos. Os sedimentos, apesar da grande extensão em área, são de pequena espessura.

A mineralização de Talco situa-se cerca de 9 km a SE da cidade de Juquiã e os dados obtidos sugerem estar relacionada geneticamente a rochas ultrabásicas associada a dessilicificação de rochas encaixantes que foi seguida de uma fase de silicificação.

A associação mineralógica na área mineralizada é composta de: Clorita, Esmeclita, Muscovita, Quartzo, Actinolita, Turmalina, Goetita e Córídon. Talco e Clorita são os minerais mais abundantes. Tres tipos distintos de materiais talcosos foram observados: talco brando e dois outros caracterizados como de tipos esteatíticos: um associado a Clorita e outro associado a Actinolita.

Aspectos geológicos, geomorfológicos e fisiográficos, relativos à região do Vale do Ribeira de Iguape, com ênfase a sua parte paulista, são apresentados. Também são feitas considerações de ordem teórica e prática, referentes a Talco, tais como mineralogia, química, tipos, usos e especificações quanto aos seus diversos empregos técnico-industriais.

## 2. APRESENTAÇÃO

### 2.1 - Finalidades

A presente dissertação de mestrado foi elaborada para ser apresentada ao Departamento de Geologia Geral do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, conforme regulamento da portaria GR-1138, de 8 de abril de 1970, Item 1, Artigo 3º, Parágrafo 1º, daquele Instituto, onde o geólogo Ilson Guimarães Carvalho efetuou Pós-Graduação, sob orientação do Dr. Reinholt Ellert.

### 2.11 - Considerações sôbre o trabalho

As pesquisas relativas ao talco da localidade denominada de Sítio Serra, município de Iguape, foram efetuadas em um período de 8 meses, compreendido entre o mês de outubro de 1971 e o de junho de 1972. Constando das mesmas as seguintes etapas:

#### *Etapa 1*

#### *Pesquisas Preliminares*

A etapa "Pesquisas Preliminares" compreendeu:

- a - Reconhecimento prévio da área de ocorrência de materiais supostos talco e amostragens preliminares
- b - Estimativa da extensão da área de ocorrência
- c - Determinação da forma do jazimento
- d - Relacionamento jazimento/material encaixante
- e - Observações referentes aos fatores locais de infraestrutura
- f - Determinação dos valores qualitativos do material ou materiais amostrados
- g - Estimativa da viabilidade da elaboração de um plano de pesquisas relativo à área mineralizada
- h - Consultas bibliográficas auxiliares, principalmente, de referência aos itens a e f

Durante a fase de reconhecimento prévio da área, feita com auxílio de um "guia" - pessoa conhecedora da área visitada, foram coletadas amostras numa área de aproximadamente 1,5 Km<sup>2</sup>, localizada na Fazenda Limeira e adjacências. Em tal área observou-se duas grandes concentrações de um material de cor branca ou esbranquiçado e compacto. Uma dessas ocorrências localizada a cerca de 100 metros da casa-sede da Fazenda Limeira e a outra na localidade denominada Figueira, distando entre si cerca de 870 metros em linha reta. Pelas observações de campo efetuadas foi impossível a determinação da forma e tamanho de tais concentrações, pelo fato do material de cobertura não permitir saber a existência de continuidade entre elas duas, como também uma visualização de possível material encaixante.

Os materiais coletados, em número de 32 amostras, foram estudados (\*) no Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo e classificado em quatro grupos a saber:

- Talco
- Talco com impurezas de Clorita
- Muscovita
- Rocha contendo Córindon
- Talco: - de referência aos estudos preliminares efetuados em relação a este material, o autor escreveu um breve comunicado, o qual foi apresentado ao XVI Congresso Brasileiro de Cerâmica (\*\*).

---

(\*) Os métodos e técnicas empregados nos processos de identificação serão citados no item 2.III, p. 16.

(\*\*) Carvalho, I.G. - Caracterização químico-mineralógica preliminar do talco de ocorrências entre os municípios de Juquiã e Iquape-Estado de São Paulo. Fevereiro (1972)

- Talco com impurezas de

Clorita: - para esta denominação, inicialmente proposta para o material, observou-se posteriormente, quando em estudos detalhados da mineralização, ser em parte imprecisa, pois ficou comprovado a associação "in situ" de Cloritas distintamente do Talco, como também associações, em misturas, de Clorita + Talco, Talco + Clorita + Muscovita e associações outras abordadas, melhormente, no capítulo 4 ítem III.D

- Muscovita:- As amostras coletadas na etapa preliminar de pesquisas eram amostras de blocos soltos, de dimensões centimétricas, encontrados junto as ocorrências onde foram observados blocos de dimensões de até 40 centímetros de diâmetro. Nos estudos detalhados posteriormente efetuados, ficou constatado não se tratar de material rolado.

- Rocha contendo Córindon:

- por estudos ótico-petrográficos para uma amostra de um material ocorrente na localidade Figueira, constatou-se a presença de cristais de Córindon, visíveis a olho nú, em uma matriz finamente dividida (afanítica) de natureza micácea.

*Etapa II*

*Elaboração do Plano e Desenvolvimento das Pesquisas*

Após constatar, através das pesquisas preliminares efetuadas, a existência de materiais de interesse econômico<sup>(\*)</sup>, foi elaborado um plano de pesquisas o qual foi desenvolvido como a seguir:

A - Trabalhos de escritório

A.i - Fase inicial

Consistiu em confecção de mapa base da área Registro-Juquiã-Iguape, em escala 1:25.000, a partir das fotografias aéreas de números 8-5159/60,61,62 e 63,8-5085/86-87-88-89 e 90, 8-5051/52,53,54,55 e 56, pertencentes ao Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo. Foram tiradas 2 cópias do mesmo, sendo uma utilizada no campo e a outra em escritório.

A.ii - Fase de desenvolvimento

Compreendeu interpretações de dados obtidos em laboratório, tais como leitura de difratogramas e filmes de raios-X, termogramas, estudos petrográficos, interpretações de análises químicas, etc.; pesquisas bibliográficas referentes aos materiais estudados, às técnicas e métodos de pesquisas empregados, ao Vale do Ribeira e Litoral Sul do Estado de São Paulo; confecção de plantas e mapas; confecção de relatórios ao orientador, etc.

B - Trabalhos de campo

Os trabalhos de campo consistiram em mapea-

---

(\*) Sobre o interesse econômico de tais materiais, referências são feitas no capítulo 5, item 5.VI.

mento geral, com amostragens, da área de mineralização e adjacências. Desde então foram efetuados

- B.i - Amostragens em
  - Afloramentos rochosos
  - Materiais suspeitos como "talco"
  - Reamostragens em áreas determinadas, durante os estudos preliminares, como talcosas e anotações de características das mesmas
- B.ii - Medidas das atitudes lito-estruturais (cizalhamentos, xistosidades, veios de intrusões, etc.) e registro de características outras, tais como cor, alteração, texturas, etc., referentes aos materiais amostrados
- B.iii - Registro dos tipos de drenagens, relevo e vegetação, ocorrentes na área mapeada
- B.iv - Observações relativas aos fatores locais de infra-estrutura frente à explorabilidade do talco

#### C - Trabalhos de laboratório

Em síntese tais trabalhos versaram sobre a aplicação dos métodos e técnicas citados no item 2.III, p. 16-27, para identificação e caracterização das amostras estudadas.

#### *Etapa III*

#### *Final*

Constou da confecção do presente trabalho, onde são apresentados, sob forma dissertativa, os resultados, e as conclusões obtidas pelas pesquisas efetuadas.

## 2.111 - CONSIDERAÇÕES SOBRE OS MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADAS NOS ESTUDOS DAS AMOSTRAS

No presente item serão abordados de forma sumária os métodos e técnicas de laboratório utilizadas nas pesquisas referentes ao estudo da mineralização talcosa da região de Sítio Serra, município de Iguape, no Estado de São Paulo. Os fundamentos básicos, especificações e metodologias de elaboração prática concernente aos métodos citados encontram-se nas respectivas referências citadas.

### 1 - Densidades

#### 1.a - Densidade aparente do pó

O método utilizado foi aquele padronizado pela B.S.I. para carbonato de cálcio precipitado após compactação. Descrições detalhadas do método são trazidas na referência (1).

#### 1.b - Densidade absoluta

Para determinações de densidade absoluta dos materiais, dois foram os processos utilizados, a saber:

##### 1.b.I - Balança de Joly;

##### 1.b.II - Processo do Picnômetro.

#### 1.b.I - Balança de Joly

Descrições detalhadas dos processos de determinação de densidade absoluta, são encontradas em literaturas referentes a Mineralogia Determinativa, particularmente, de referência a Balança de Joly, seus fundamentos básicos, funcionamento e aparelhagem, detalhes podem ser obtidos nas referências (2 e 3).

#### 1.b.II - Processo do Picnômetro

A técnica empregada no processo do Picnô

metro consiste das seguintes etapas:

- A - Desagregar o material em gral de porcelana, até não se ter nenhum resíduo em peneira U.S.S. de nº 60.
- B - Secar em estufa (+ 110°C) até peso constante.
- C - Pesar 60,0 gramas do material e colocar a referida quantidade em um becker de 500 cm<sup>3</sup>.
- D - Adicionar ao becker 200 cm<sup>3</sup> de água destilada.
- E - Transferir todo o material para o vaso recipiente de um agitador de hélice, tipo Fanem, e agitar durante 20 minutos.
- F - Deixar o material em repouso durante 5 minutos e a seguir transportá-lo para um picnômetro de 1 000 cm<sup>3</sup> de capacidade. Para evitar qualquer perda de material, fazer lavagem contínua com água destilada do vaso recipiente.
- G - Levar o picnômetro para um evacuador. O material é evacuado à pressão de cerca de 30 libras, durante tempo mínimo de 20 minutos ou até deixar de desprender bolhas gasosas.
- H - Completar o volume do picnômetro com água destilada.
- I - Levar novamente ao evacuador.
- J - Pesar o conjunto (picnômetro + água + material).
- K - Medir a temperatura interna ao picnômetro e, olhar no gráfico pré-aferido para temperatura o peso do picnômetro + seu volume de água para aquela temperatura medida.
- L - O valor da densidade absoluta será dado pela fórmula

$$d_a = \frac{P_A}{P_A + P_B - P_C},$$

$P_A$  = Peso do material seco (60 g)

$\therefore$   $P_B$  = Peso obtido no item J

$P_C$  = Peso obtido no item K

sendo expresso em g/cm<sup>3</sup>.

O processo da balança de Joly foi utilizado para cristais macroscópicos e homogêneos enquanto que o processo do picnômetro foi empregado para materiais predominantemente monominerálicos, microcristalinos, pulverulentos e/ou porosos. Considerações sobre o método do picnômetro são encontradas nas referências (2, 3 e 4). A técnica empregada em se utilizando vácuo, é a usada pela Secção de Solos do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo.

## 2 - Análises Granulométricas

Três foram os processos utilizados, a saber:

- 2.a - Peneiramento a seco.
- 2.b - Peneiramento a úmido.
- 2.c - Sedimentação.

2.a - O uso do processo por peneiramento a seco, foi tão somente utilizado para verificação qualitativa e quantitativa de resíduos restados em peneiras ASTM de números 100 e 200 meshes. Referências sobre métodos e técnicas de peneiramento podem ser obtidas na referência (4).

2.b - O processo de peneiramento a úmido foi empregado para análises granulométricas das frações superiores a silte em se utilizando peneiramento do material disperso em meio aquoso. As peneiras utilizadas foram as de número 10, 20, 40, 60, 100, 140, 200 e 270, da série ASTM.

2.c - O processo de sedimentação, baseado na lei de Stokes, utilizado foi o de leitura em densímetro. Esta técnica permite a análise granulométrica da fração menor que 270 meshes, ou seja silte e argila. A curva de granulometria é obtida pela combinação da análise por peneiramento a úmido e por sedimentação. Referências sobre o método de sedimentação são trazidas na referência (5).

### 3 - Separação magnética de minerais

O aparelho utilizado no processo foi o separador magnético isodinâmico, fabricação S.G. Frantz Co., existente no laboratório de Geologia Econômica, Departamento de Geologia Econômica, do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo.

O princípio básico do Separador Frantz é a atração magnética exercida por um eletroímã de voltagem ajustável sobre os minerais que se deslocam sobre uma prancha metálica inclinada e em vibração contínua. A inclinação da prancha é dada em dois sentidos, um longitudinal e outro transversal e a sua vibração permite o deslocamento sobre si de partículas de diâmetros até 400 "meshes". A parte da prancha do lado mais alto da inclinação lateral fica sujeita a ação da atração magnética enquanto que a parte do lado inferior da inclinação lateral fica fora do efeito magnético do eletroímã. Descrições pormenorizadas do processo encontram-se nas referências (6, 7 e 8).

Em todas as separações realizadas, foram utilizados:

- a) Material seco.
- b) Granulometria a 80, 100 ou 200 meshes.
- c) Inclinação longitudinal variando entre 20 e 25° e lateral variando de 20 a 30°.

### 4 - Análises e testes químicos

- 4.a - Análises químicas convencionais.
- 4.b - Análises químicas por fluorescência de raios X.
- 4.c - Análises químicas de águas.
- 4.d - Testes químicos qualitativos.

4.a - As análises químicas, aqui ditas convencionais, foram efetuadas na Secção de Análises de Minérios, Divisão de Química, do I.P.T. de São Paulo, pela Engenheira

Química Silvia L. Moro. Tais análises expressam os teores dos elementos constituintes sob forma de óxidos.

4.b - Para determinações de teores dos elementos traços, utilizou-se do processo de fluorescência de raios X, elaborado por meio de um aparelho Philips, fabricação holandesa, pertencente ao Centro de Pesquisas Geocronológicas da Universidade de São Paulo. Para as determinações efetuadas, utilizou-se de tubo de W com discriminador de pulso, para determinação de Cu, Ni e Cr foi empregado cristal de LiF 200 e contagem de 10s. e para o Co cristal de Topázio e contagem de 20s., sendo utilizado no aparelho colimador fino, detector tipo centilômetro e corrente contínua de 50 kV e 32 mA. Vide referências (9 e 10). Em todos os casos utilizou-se do pó das respectivas amostras e suporte de Mylak.

4.c - Para duas amostras de águas foram determinados teores, expressos em mg/l, de Sódio e Potássio (pelo processo de fotometria de chama), Cálcio e Magnésio (por titulação com EDTA) e Ferro ( $Fe^{+++}$ ) (por reação com Tio cianato de Amônia e leitura em espectrofotômetro, a 480 mV) e, com o uso de potenciômetro, determinação do pH a 25° C. A determinação de tais análises foram feitas na Seção de Análises de Águas, Divisão de Química, do I.P.T. de São Paulo.

4.d - Durante a "Etapa Preliminar de Pesquisas", com a finalidade de agrupar os diversos materiais coletados em grupos distintos, foram efetuados alguns testes químicos de identificação mineralógica. Dentre os testes realizados tiveram resultados satisfatórios (11) o teste pirogênico com Nitrato de Cobalto e o teste de reação com Ácido Clorídrico. Referências sobre o procedimento de ensaio dos testes citados encontram-se nas referências (3, 12 e 13).

#### 5 - Análise Térmica Diferencial (A.T.D.)

Foram utilizados os aparelhos Rigaku, tipo Thermoflex CAT mod. 8001 e Fisher Linear Temperature Programmer mod. 360. O primeiro pertencente a Secção de Mineralogia e Petrografia, Divisão de Geologia, do I.P.T. de São Paulo, e o segundo pertencente ao Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia. Ambos os aparelhos são de registro automático. O Rigaku fornece dois gráficos - o termograma propriamente dito e um gráfico do gradiente térmico linear correspondente; o aparelho Fisher possui um registrador Van-lab Recorders, tipo RSC series (Bench top Recorder), que permite leitura direta da temperatura através, tão simplesmente, da graduação, em polegadas, do papel. Neste caso a própria escala do papel permite, sobre si, a leitura do gradiente térmico linear. Durante a etapa de pesquisas preliminares foi utilizado o aparelho de registro manual, construído pelo Professor Doutor Moacyr Rabelo Arruda e pertencente ao Departamento de Mineralogia e Petrologia do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo.

As condições de registro gráfico e as técnicas de preparação de amostras serão fornecidas quando, em oportunidades, forem abordados os respectivos termogramas e os materiais identificados através deles. O princípio e metodologia de funcionamento de tais aparelhos, acham-se descritos nas referências 14, 15, 16 e 17.

#### 6 - Análises Roentgenométricas por Difração

No processo utilizou-se os seguintes métodos:

- 6.a - Difratograma
- 6.b - Câmara do pó ou Debye-Scherrer
- 6.c - Câmara de Gandolph

6.a - O método de Difratoograma ou de Registro Gráfico, foi aplicado por meio de um difratômetro de raios X Norelco, da North American Philips Company, pertencente ao Departamento de Mineralogia e Petrologia do I.G.da U.S.P., com detector tipo cintilômetro Sample de Iodeto de Sódio. Em todos os difratogramas obtidos o aparelho funcionou com tubo emissor de raios-X de ânodo de cobre, corrente contínua de alimentação, obtida por completa retificação de onda, de 30-35 kV e 15 mA, radiação monocromática de  $\lambda = 1,54 \text{ \AA}$  (filtro de Níquel) e abertura de  $1/2'$ . Para um grupo de cloritas, utilizou-se de um difratômetro Philips, fabricação holandesa, existente no Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro, com as mesmas características de funcionamento daquelas citadas. Os princípios básicos e metodologia de funcionamento do aparelho, acham-se descritas em pormenores nas referências (18, 19, 20, 21, 22 e 23).

6.b - No método da câmara de pó utiliza-se de uma câmara, constituída por um cilindro ôco, em cujas paredes internas é colocado um filme sensível as radiações-X do feixe difratado. A difração do feixe incidente é causada pelo espécime-mineral, colocado no centro geométrico da câmara, em constante movimento giratório uniforme. O espécime-mineral, comumente chamado de biscoito, é preparado em forma de capilar, após moagem e peneiramento a 200 "meshes", aglutinação do pó com uma resina tipo "epoxy" (empregado Araldite) e esfregaço entre duas lâminas de vidro até formação do biscoito, vide também referências (18, 19, 20, 21, 22 e 23).

6.c - No método da câmara de Gandolph, também chamada câmara giroscópica, utiliza-se de técnica fotográfica semelhante porém, no processo, faz-se uso de, tão somente, um único cristal, o qual é colocado no centro da câmara giroscópica, cujos dispositivos suportes lhe permite

descrever um movimento giratório cônico. A detecção de vários cristais associados em massas homogêneas torna-se também passível de identificação pelo processo. Referências (18, 19, 20, 21, 22 e 23).

#### 7 - Espectroscopia de Infra-Vermelho

O aparelho utilizado foi da marca Perkin-Elmer, tipo Grating - Infrared Spectrophotometer mod. 337, pertencente ao Departamento de Cristalografia do Instituto de Química da U.S.P. Os espectros estudados foram todos obtidos a partir de pastilhas constituídas de 1:10 de KBr uma parte de amostra para 10 de KBr prensadas a cerca de 2 500 libras de pressão e variação espectral de 4 000 a 400  $\text{cm}^{-1}$  (2,5 a 25,0  $\mu$ ). As bases e fundamentos do processo como também a metodologia de funcionamento do aparelho, acham-se descritos, em pormenores, nas referências (24, 25, 26 e 27).

#### 8 - Mineralogia Ótica e Petrografia

- 8.a - Montagem de grãos minerais em óleos de imersão
- 8.b - Lâminas de secção delgada de rochas

Os métodos citados foram utilizados para determinações qualitativas e, em parte, quantitativas de minerais e rochas por suas características óticas tais como índices de refração, relêvo, cor, pleocroísmo, birrefringência, ângulo de extinção, sinal ótico, ângulo 2V, alongação, percentagem por estimativa visual, etc. - para montagem e secção delgada, e texturas, alterações e percentagem, estimada por carta comparativa, dos minerais constituintes - para secção delgada. Concernente aos dois métodos utilizados, referências são feitas pelos autores competentes, tais como aqueles citados no presente trabalho (5, 28, 29, 30, 31 e 32).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (I) B.S.I. - B.S. 1460: 1967 - Determination of Apparent Density After Compactation of Precipitated Calcium Carbonate. B.S.I. (1968).
- (II) Dana, J.D. et Hurlbut Junior, C.S. - Manual de Mineralogia, 1, 165-167 e 168-169. (Tradução de Ruy Ribeiro Franco), Ed. U.S.P., São Paulo (1969).
- (III) Winchell, A.N. - Elements of Mineralogy. Prentice-Hall, Inc., New York (1942).
- (IV) Milner, H.B. - Sedimentary Petrography. Thomas Murby & Co., 3a. Ed., London (1940).
- (V) Müller, G. - Methods in Sedimentary Petrology. (translated by Hans-Ulrich Schminck), New York (1941).
- (VI) Twenhofel, W.H. et Tyler, S.A. - Methods of Study of Sediments. Mc Graw-Hill Book Company, Inc., New York (1941).
- (VII) Spedden, H.R. et Landin, A.M. - Magnetic Separation of Sulphide Minerals. A.I.M.E. Tech. Pub. 1549/ Refer. citada por Tickell.
- (VIII) Tickell, F.G. - The Techniques of Sedimentary Mineralogy. Amsterdam (1965).
- (IX) Parrish, W. et Mack, M. - Data for X-Ray Analysis (Charts for the solution of Bragg's Equation), Philips Technical Library, New York (1963).
- (X) Parrish, W. X-Ray Analysis Paper. Eindhoven, Holland (1965).

- (XI) Referência citada, capítulo 2, página 12.
- (XII) Brush, G.J. et Penfield, S.L. - Manual of Determinative Mineralogy (With an Introduction on Blowpipe Analysis). John Wiley & Sons Inc., 6a. Ed., New York (1926).
- (XIII) Leinz, V. et Souza Campos, J.E. - Guia para Determinação de Minerais. Fac.Fil.Ciên. Letras, U.S.P. (1962).
- (XIV) Mackenzie, R.C. - The differential thermal investigation of clays. Miner. Soc. (Clay Minerals Group), London (1957).
- (XV) Arruda, M.R. - Um aparelho para análise termodiferencial. Ciência e Cultura, 20 (3), 645-655 (1968).
- (XVI) Fisher Instruction Manual - Manual Catalog 10-560-26/27, nº 20 866, 10-560-30 nº 01481. Instrument Division, Pittsburgh, Pa.
- (XVII) Smothers, W.J. et Chiang, Y. - Differential thermal analysis - theory and practice. Chemical Pub., New York (1961).
- (XVIII) Neff, H. et Paulitsch, P. - Bestimmung natürlicher Korngefüge mit dem Zählrohrgoniometer
- (XIX) Grundlagen und Anwendung der Röntgen - Feinstrukturenanalyse. R. Oldenbourg - Verlag, München (1959).
- (XX) Azaroff, L.V. et Buerger, M.Y. - The powder method in x-ray crystallography. New York (1958).
- (XXI) Alexander, L. et Klug, H.P. - Basic aspects of X-ray absorption. Analytic Chem., 20, 886-889 (1948).

- (XXII) Vogel, W. - Applications of X-Ray Diffraction. Philips Technical Review, 1, 36-39 (1954).
- (XXIII) Brawn, George - The X-ray Identification and Crystal Structure of Clay Minerals. Miner.Soc. (Clay Miner.Group), London (1961).
- (XXIV) Adler, H.H. - Some basic considerations in the application of infrared spectroscopy to mineral analysis. Economic Geology, 58, 558-568 (1963).
- (XXV) Moenke, H. - Ultrarotabsorptionsspektral photometrie und Silikatforschung. Silikattechnik 12, 323-327
- (XXVI) Perkin-Elmer Model 337 Spectrophotometer, Rev. Perkin-Elmer, February 1965, Perkin-Elmer, Norwalk, Connecticut, U.S.A. (1965).
- (XXVII) Perkin-Elmer Infrared Equipment 2, the Perkin-Elmer Corporation, Norwalk, Connecticut, U.S.A. (1952).
- (XXVIII) Dana, E.S. - A Textbook of Mineralogy (with an extended treatise on Crystallography and Physical Mineralogy). John Wiley & Sons, Inc., 4a. Ed. (revised and enlarged by William E. Ford), New York (1958).
- (XXIX) Jung, J. - Précis de Petrographie (Roques Sédimentaires, Métamorphiques et Eruptives). Paris (1963).
- (XXX) Pettijohn, F.J. et Krumbein, W.C. - Manual of sedimentaires petrography. New York (1952).

- (XXXI) Williams, H.; Turner, F.G. et Gilbert, C.M. -  
Petrography (An Introduction to the  
Study of Rocks in Thin Sections). S. Fran-  
cisco (1954).
- (XXXII) Heinrich, W.M. - Petrografia Microscópica. (Tra-  
duccion por Martinez Strong) Barcelona  
(1960).

### 3. A ÁREA DO RIBEIRA - ASPECTOS REGIONAIS

#### 3.1 - A Bacia Hidrográfica

##### - Caracterização Geral da Bacia do Rio Ribeira de Iguape.

O Rio Ribeira, com suas nascentes em Serri-  
nha, no Estado do Paraná, corre em todo seu percurso de 502  
Km., sob direção Nordeste, onde, no Estado de São Paulo, ba-  
nha as proximidades de várias cidades. Serve de limite en-  
tre êstes dois Estados até a sua confluência com o Rio Par-  
do, daí penetra nas terras do sudeste paulista até desaguar  
no Oceano Atlântico em posição de latitude aproximada de  
24º 40' onde se localiza a Baía de Iguape, tendo um percor-  
so navegável de 300 Km. desde a sua foz até o distrito-sede  
de Eldorado ( I, II, III, IV, V - Foto 1 ).

Os dados numéricos referentes ao Rio Ribeira  
não são coincidentes, de respeito a sua extensão alguns au-  
tores ( I e II ) afirmam ser de 460 Km; com relação a área,  
a mesma é estimada pelo D.A.E.E. ( III ) em 30.474 Km<sup>2</sup>  
(19.850 no Estado de São Paulo) e pelo C.E.C.L. ( IV ) em  
23.860 Km<sup>2</sup> ( 58% ou seja 13.720 Km<sup>2</sup> no Estado de São Pau-  
lo ).

Os seus principais afluentes são:

#### No Paraná

Margem esquerda: Rio Ribeirinha ( confundido  
com o próprio Ribeira ) e Rio Turvo

Margem direita : Rio Açunguí, Santana, Ponta  
Grossa, Rio Grande e Rio São Sebastião

#### Na divisa Paraná/São Paulo



Foto 1 - Vista do Rio Ribeira, de Iguape em Registro.

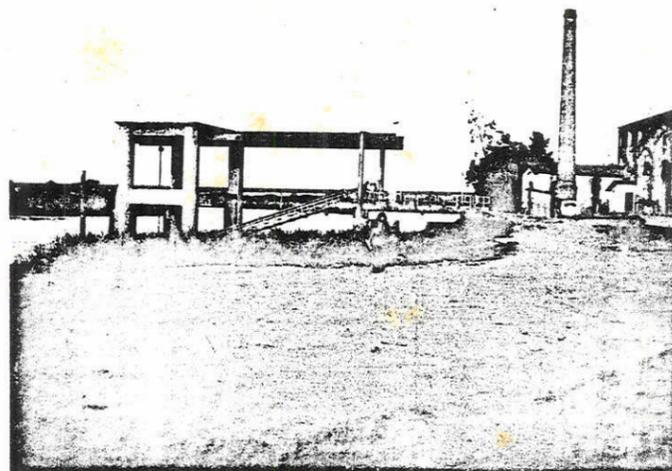


Foto 2 - Vista parcial do porto de Registro. No porto de Registro foram depositadas as esperanças de progresso local, entretanto o mesmo encontra-se parado a vários anos.

Margem esquerda: Rio Itapirapuã

Margem direita : Rio Pardo

Em São Paulo

Margem esquerda: Rio Catas Altas, Palmital ,  
Betarí, dos Pilões, Pedro Cubas, Etã, Juguiã ( o segundo em  
extensão ), Peropava e Rio Una da Aldeia

Margem direita : Rio Batatal, Jacupiranga ( o  
maior em extensão com 240 Km. ) e Parí

Seus limites hidrográficos são:

Ao Norte as bacias do Paranapanema e Tietê  
( Grande Bacia do Paraná )

Ao Sul o Oceano Atlântico, as pequenas bacias  
costeiras do Litoral Sul do Estado de São Paulo, os peque-  
nos rios que vão ter à baía das Laranjeiras no Paraná e à  
bacia do Iguazú

A Leste o Oceano Atlântico, pequenas bacias  
costeiras tais como as do Rio Una do Prelado, Preto, Gua-  
peú e o extremo oriental da bacia do Tietê ( Grande Bacia  
do Paraná )

A Oeste a Grande Bacia do Paraná

3.11 - Geomorfologia e Geologia

A parte paulista do Rio Ribeira, também cha-  
mado Ribeira do Iguape ou Ribeira do Iguapé ( V ), tem co-  
mo limites geomorfológicos ;

Ao Norte e a Oeste a Serra de Paranapiacaba ,  
com sua várias denominações locais ( Serra da Água Limpa ,  
Serra dos Agudos - a Oeste: Serra Queimada - ao Norte )

Ao Sul e a Leste o Oceano Atlântico e as nume-  
rosas baías e canais formados entre êle e a baixada lito-  
rânea do Sul do Estado, em parte, resultante da intensa se-  
dimentação dos detritos trazidos pelo rio e a conseqüente,

formação de ilhas e restingas.

As características geomorfológicas da Região, são controladas pelo sistema de drenagem e pela sua litologia constituída, principalmente, de rochas do Grupo Açun-gui, Sedimentos depositados em sua porção oriental e pelas rochas gnáissicas do Precambriano indiviso em sua porção Nor-deste.

No Paraná o Rio Ribeira lidera uma bacia típica de Planalto (Planalto Paranaense) dirigindo-se ao litoral sul paulista após romper a Serra do Mar, quebrando o seu alinhamento contínuo e escavando-a profundamente, dando à paisagem um aspecto de maturidade. Desde então, ao atravessar o vale largo entre a Serra de Paranapiacaba e os maciços a ela relacionados, o Ribeira de Iguape corre em baixadas, formando meandros intermeados a mangues, lagoas e banhados, com regiões de intensa sedimentação desde o Cenozóico (VI e VII), tal aluvionamento, ainda em processo, explica a presença da ilha Comprida e das numerosas restingas existentes no litoral sul paulista conforme já foi referido acima.

Formas "karsticas" são encontradas nas áreas litologicamente constituídas pelo calcáreo São Roque (VIII) como pode ser verificado nos arredores de Iporanga.

As regiões de sedimentação podem ser classificadas segundo suas formas e tempo, natureza e intensidade de deposição ( VII, IX, X, XI e XII ) em:

- 1 - Regiões de depósitos, ou deposição, Recentes.
- 2 - Depósitos Pleistocenos de origem marinha.
- 3 - Depósitos Pleistocenos de origem terrígena.
- 4 - Depósitos Pleistocenos de transição.
- 5 - Depósitos Pleistocenos de origem fossilífera ou orgânica.

## 1 - Regiões de deposição Recentes

Correspondem aos depósitos do Período Quaternário, de Época Atual, afossilíferos e que podem ser classificados em três tipos:

- 1.A - Depósitos Holocenos aluviais, constituídos de sedimentos não consolidados, originários de efeitos do intemperismo e ação erosiva dos agentes externos atuais, sua composição e granulometria podem ser das mais variadas. São as lammas, areias e cascalhos depositados a favor da disposição topográfica. Alguns desses aluviões são auríferos, como os encontrados em Apiaí, Eldorado e Canaínia, e foram em tempos passados intensamente garimpados por aventureiros o que resultou o esgotamento deste mineral em quase todos eles. Tais sedimentos dispõem-se, principalmente, nos leitos e margens dos rios da Bacia do Ribeira de Iguape, em sua foz, nas praias atuais do litoral sul do estado, sedimentos recentes de lagoas e na formação de determinadas ilhas fluviais e costeiras.
  
- 1.B - Depósitos Holocenos eluviais: segundo Moraes Rêgo ( VII ) os principais depósitos eluviais são os constituídos pelos desbarrancamentos dos filitos do Grupo Açunguá. Ele considera a feição topográfica das formas litologicamente constituídas pelos filitos semelhantes aos "frames" dos Apeninos. Devido à intensa pluviosidade da região e ao particular comportamento das argilas compo-

nentes em relação a água, dá-se desmoronamentos bruscos gerando aquela feição topográfica, localmente, conhecida como desbarrancados. A alteração das rochas do Grupo Açunquí ( filitos, mica-xistos, gnáisses e quartzitos ) originou depósitos eluviais, em alguns casos contendo ouro proveniente dos diminutos vieiros auríferos de quartzito que esparçadamente se acham distribuídos em elevações destas rochas.

- 1.C - Depósitos Holocenos orgânicos, constituídos de restos e implementos humanos e restos de animais predominantemente, valvas de moluscos, tais depósitos, denominados de sambaquis ou concheiros, foram descritos por vários autores sobretudo por Krone ( XIII ) e Löfgren ( XIV ).

2 - Depósitos Pleistocenos de origem marinha

São constituídos por depósitos fossilíferos marinhos, ligeiramente entalhados pela rede hidrográfica atual, se estendendo desde os limites das praias atuais até vários quilômetros pelo interior. São os terraços marinhos costeiros e constituintes das ilhas do litoral sul. Krone ( XIII ) e a seguir Morais Rêgo ( VII ) discutiram o mecanismo de formação dessas baixadas, baseando nos fósseis pelecípodos encontrados e nos movimentos ascensionais da crosta. Tal mecanismo pode ser resumido como a seguir

- a - Erosão pós-Pliocena das praias ( provavelmente, por movimento ascensional da crosta dá-se as escavações das praias e erosão dos sedimentos, até então, depositados no interior )

b - Deposição dos sedimentos marinhos e recuo do mar por efeito desta sedimentação

c - Estabilização e entalhamento pela rede hidrográfica atual

A chamada faixa quaternária marinha de Juquiá do sul da Jurêa se prolonga pela costa até além da divisa de São Paulo/Paraná e, pelo interior acima, vai até perto da bacia do Rio Juquiá, onde as camadas Pleistócenos marinhas gradativamente passam a outras de caráter terrígeno, estas correspondentes a atual Formação Pariquera-Açu, antiga Formação Jacupiranga.

Em estudos recentes de Petri e Suguio ( X lb ), em se utilizando dados geofísicos e de poços, efetuados na região lagunar de Cananea, ficou constatado que os depósitos Pleistócenos marinhos existentes compõem-se em uma sequência de três deposições distintas. A primeira composta de areia e silte, contendo restos de diatomáceas porém pouco foraminíferos, ora está em discordância sobre o embasamento - como verificado ao sul de Iguape, ora sobre uma sequência de conglomerado ou arenito conglomerático - como na porção oriental costeira mediana da ilha Comprida. A segunda, também de natureza silte-argila porém com abundância de restos de foraminíferos deposita-se concordantemente sobre a anterior. O terceiro tipo de deposição, que corresponde ao topo da sequência marinha, é constituído de arenitos variegados finos. Também ficou observado que os depósitos silte-argila são mais espessos no continente tornando-se menos espessos em se afastando dele, o que evidencia uma deposição em ambiente marinho transgressivo. O último depósito, arenoso, é, no entanto, menos espesso ao sul de Iguape e mais espesso na citada porção da ilha Comprida, o que evidencia uma fase de regressão marinha.

3 - Depósitos Pleistócenos de origem terrígena

São os depósitos afossilíferos, de natureza terrígena, que vão desde a barra do Rio Juquiã, onde a diferenciação com os depósitos anteriormente descritos é gradativa, e ao sul da Serra Votupoca até as regiões mais interiores do Baixo Ribeira. Tais depósitos se identificaram, com a denominação de Formação Jacupiranga para mais tarde obterem aquela atualmente aceita pelos estudiosos ( X, XII ) como Formação Pariquera-Açu.

#### 4 - Depósitos Pleistocênos de transição

Correspondem a uma faixa de sedimentos Pleistocênos, geneticamente não individualizados, pois passam gradativamente de sedimentos marinhos com fósseis de pelecípodos a outros de caráter mais terrígeno e afossilíferos ( VII e XIII ). Convém notar a diferença entre estes depósitos de caráter mistos com aqueles depósitos de sedimentos Recentes sobrejacentes aos de sedimentos marinhos Pleistocênos. Morais Rêgo ( VII ) cita que entre Iguape e Cananeia, onde é patente a topografia de lagunas, observa-se no fundo dessas lagunas sedimentos Pleistocênos marinhos subjacentes a sedimentos de "aterramentos" atuais. Segundo o citado autor, tais lagunas achavam-se em evolução na época Pleistocêna, quando é interrompida, para ser continuada em época Recente. Convém notar que nenhuma referência a tais sedimentos recentes de "aterramentos" é feita por Petri e Suguio ( XIb ), nem tão pouco Morais Rêgo ( VII ) forneceu dados suficientes para que se considere tais sedimentos como sendo aqueles descritos por Petri e Suguio ( XIb ), sedimentos arenosos, finos e variegados, para o topo da coluna sedimentar da região do litoral sul de São Paulo.

#### 5 - Depósitos Pleistocênos de origem orgânica ou fossilífera

São os depósitos caracterizados pelos fósseis de mamíferos extintos.

Podem ser classificados em dois tipos, a saber:

- a - Depósitos Pleistocênos terrígenos fossilíferos, como aqueles encontrados nos arredores de Juquiá ( VII )
- b - Depósitos Pleistocênos terrígenos fossilíferos de cavernas, ocorrentes em regiões do calcáreo São Roque do Grupo Açunguí. Os restos das cavernas de Monjolinho e Arataca foram, em pormenores, descritos por Ameghino ( XV ).

Em todo o restante do Vale do Ribeira de Iguape, as formas de relêvo são uma síntese da interação fatores externos X litologia açunguiniana ( calcáreos, filitos, micaxistos, gnaisses, metassedimentos, etc. ) e rochas a ela associadas quer seja no espaço quer no tempo. Ao controle litológico, como fator morfogenético, associa-se o controle estrutural como pode ser verificado pelos vários exemplos de cristas quartzíticas ou gnáissicas ( ou ambas ) Precambrianas alinhadas segundo o "trend" tectônico regional ENE ou NE ( XVib ). Na porção noroeste do Grupo Açunguí, nos contrafortes ocidentais da Serra de Paranapiacaba, já fora dos limites do Vale do Ribeira, ocorrem sedimentos Paleozóicos típicos da Bacia do Paraná tais como manchas do Grupo Itararé e coberturas constituídas pelo Grupo Tubarão e Formação Furnas.

Segundo Petri e Suquío ( XI ), os sedimentos que deram origem às rochas parametamórficas do Grupo Açunguí, ou Série São Roque como também é denominada pelos autores ( XI ), datadas por Cordani e Bittencourt ( XVI ) como mais antigas que 650 m.a., se depositaram, ainda no Precambriano Superior, em uma bacia marinha de tipo plataforma cratônica melhormente que de tipo geossinclíneo. Os numerosos dados obtidos por Petri e Suquío ( XI ), através de

estudos em dois perfis geológicos - um ao Norte e outra ao Sul do batólito granítico de Ribeirão Branco, permitiram que se chegasse a aquela conclusão. Eles concluíram que a partir do granito de Ribeirão Branco em direção S e E ( portanto em direção ao Vale do Ribeira de Iguape e ao litoral ) os sedimentos primitivos foram depositados em mares de profundidade cada vez maior, e, que as atuais rochas parameamórficas fazem parte da extensa faixa de 'ectinitos' com direção NE. Sob esta denominação 'ectinitos' devemos associar as rochas tipo granito-gnaisses e os migmatitos. Um pequeno "stock" granítico, considerado por Petri e Suguio como provavelmente ligado ao batólito de Ribeirão Branco ( XI ), aflora na região de Itaoca e na região do Ribeira paranaense, perto da divisa com o estado de São Paulo.

De respeito as rochas metassedimentares, componentes do Grupo Açunqui na região do Ribeira, em se baseando, principalmente, no trabalho de Petri e Suguio ( XI ), as mesmas podem ser agrupadas em

metaconglomerados, geralmente oligomíticos.

metarenitos, com tendência a granulação mais fina e pouca estratificação cruzada.

metarritmitos variados, entre eles, aqueles constituídos de lâminas milimétricas de silte em alternância com argila ( tipo cloritas ) e aqueles de alternância filito-calcareo, comumente contendo pirita.

metassedimentos rítmicos de diversas naturezas.

calcáreo sem Collenia, tendendo a mais fino e mais escuro, comumente ocorrendo como lentes no quartzito ou clorita-xisto.

*Estas características petrológicas encontradas a SE, em comparação com aquelas encontradas a N do bató*

lito de Ribeirão Branco, adicionado as evidências do aumento do metamorfismo em direção a SE (Serra do Mar) torna a tese levantada por Petri e Suguio ( XI ) em perfeita concordância com os postulados dos autores americanos referentes a "geossinclinais de tipo marginais aos Continentes". Portanto, para os americanos Hall ( XVII ) e Dana ( XVIII ), geossinclinal é tão somente uma bacia onde os sedimentos neríticos são consideravelmente acumulados por contínua deposição que implica em uma subsidência regular e progressiva do fundo oceânico e, se o exemplo clássico apresentado por eles é o do geossinclinal dos Apalaches, mesmo muito antes dos estudos de Petri e Suguio, Moraes Rego (p. 41, VII ) cita que "lembram muitas estruturas da Série São Roque o tipo dos Apalaches", isto ao se referir as estruturas existentes entre Apiaí e Iporanga, de cujas principais características análogas observa o citado autor:

- Xistos dobrados espessos, o dobramento não perceptível pela erosão das charneiras.

- Calcários aflorando nas cristas de anticlinalis sobrelevados, ou dobramentos mais intensos e, por vezes, a aparência de estruturas isoclinais possivelmente falhadas ou imbricadas desta natureza.

Em 1923, C. Schucher ( XIX, XX ) numa tentativa de classificação de geossinclinais, aborda o tipo Monogeossinclinal, em correspondência as idéias de Hall ( XII ) e Dana ( XVIII ), como sendo geossinclinais situados nos bordos dos continentes e que a esta parte do continente, do brada e próxima ao mar, dar-se-ia o nome de "Kratogen" -de nominação dada por Kober ( XIX ). Por este motivo tem-se adotado as terminologias plataforma "kratonica" ou bacia "kratôgena" como similares ao ambiente nerítico de deposição correspondente. C. Schucher ( XX ) reconheceu que nos monogeossinclinais as inclinações das dobras (planos axiais) são sempre voltadas para o lado do Continente ou "Kratogen".

Em resumo, evidências claras de monogeossinclinal (geossinclinal tipo Apalacheano) para o ambiente de deposição dos sedimentos originais ou primitivos das rochas metassedimentares e parametamórficas do Grupo Açunguá são apresentadas por Morais Rêgo (VII e VIII) e principalmente por Petri e Suquió (XI).

Desde então, uma sequência geocronológica da estratigrafia e litologia da região paulista do Ribeira pode ser resumida como a seguir:

<u>Litologia</u>	<u>Tempo Geológico</u>	<u>Local de Ocorrência e Literatura</u>	<u>Eventos associados</u>
Sedimentos inconsistentes e afossilíferos	Ep. Recente	Vários (leitos de rios, lagoas, etc.) (VII)	
"Piçarras" (arenitos de deposição marinha, variegados)	Ep. Pleistocena (Ep. Recente?)	Litoral Sul (Xib)	Regressão marinha
Sedimentos terrígenos afossilíferos (Formação Pariqueira-Açu).	Ep. Pleistocena	Faixa interior do Litoral Sul de São Paulo (Xib)	Ascensão crustal
Sedimentos marinhos fossilíferos (silte-argila)	Ep. Pleistocena	Litoral Sul (Xib e VII)	Transgressão marinha (Xib) Ascensão da crosta (VII)
Sedimentos afossilíferos (arenito conglomerático)	Ep. Pleistocena	Porção oriental da Ilha Comprida (Xib)	Subsidência rápida e erosão
Pós-Plioceno		( XII )	Discordância erosiva
Alcalinas, básicas e ultrabásicas	Po. Neocretáceo ou base da Era Cenozóica (Impreciso)	Vários	Intrusões básicas (gabros, diabásio) ou ultrabásicas (jacupirangitos) e com assimilação de calcários (alcalinas)
	Po. Cambriano/Po. Ordoviciano (+ 450 m.a.)	(XVI)	Levantamento epirogenético
Granito e Mármore	Po. Neoprecambriano (e possivelmente Po. Eocambriano) (500-580 m.a.)	Biquã (mármore), Juquiã (granito), etc.	Colocação de granitos com possível metamorfismo de contato de calcários
Granito	Po. Neoprecambriano (590 m.a.)	(XVI)	Fase final do metamorfismo regional, granito tardi-tectônico
Grupo Açungui: metassedimentos, metacalcários, micaxistos, filitos, gnáisses, quartzitos, granitos sintectônicos, etc.	Po. Neoprecambriano (600-650 m.a.)	Geral (VII, XI, XVI)	Fase máxima do metamorfismo regional sobre os sedimentos originais atingindo o Embasamento
Embasamento gnáissico (Indiviso)	Po. Precambriano (?)	Nordeste da bacia do Ribeira (XXI)	

Referências Bibliográficas

- (I) I.B.G.E. - Sinópsse Preliminar do Censo Demográfico, VIII Recenseamento Geral - 1970, São Paulo. Ministério do Planejamento e Coordenação Geral, Fundação I.B.G.E., Instituto Brasileiro de Estatística, Departamento Geral de Censos, Rio de Janeiro ( 1971 ).
- (II) I.G.G. - Plantas Topográficas do Estado de São Paulo, escalas 1:250.000 e 1:100.000, ed. 1954 e 1972. DEGEO, I.G.G., Secretaria dos Negócios da Agricultura, São Paulo (1954/1972).
- (III) D.A.E.E. - Boletim Pluviométrico nº 4. D.A.E.E., Secretaria dos Serviços e Obras Públicas , São Paulo ( 1970 ).
- (IV) C.E.C.L. - Power Stud of South Brazil São Paulo Group. C.E.C.L. Appendix 5, ( 1965 ).
- (V) Silveira, J.D. da - Baixadas Litorâneas Quentes e Úmidas. Tese de Concurso a cadeira de Geografia Física, F. F. C. L., U.S.P. São Paulo ( 1950 ).
- (VI) I.B.G.E. - Divisão do Brasil em Micro-Regiões Homogêneas - 1968. Ministério do Planejamento e Coordenação Geral, Fundação I.B.G.E., Instituto Brasileiro de Estatística, Rio de Janeiro ( 1970 ).
- (VII) Morais Rêgo, L.F. - A Geologia do Estado de São Paulo. Boletim D.E.R., separata, São Paulo. (Encardenação da Biblioteca F. F. C. L. U. S. P., ano 1943, atual. I.G.U.S.P.).
- (VIII) Idem - Notas sôbre a Geomorfologia de São Paulo e sua gênese. Instituto Astronômico e Geográfico de São Paulo, São Paulo ( 1923 ).

- (IX) Almeida, F.F.M. de - Geologia do Estado de São Paulo II - Fundamentos Geológicos do Relêvo Paulista. Província Costeira. O I.G.G., Bol. 41, p. 226 São Paulo ( 1964 ).
- (X) Bigarella, J.J. et Mouzinho, M.R. - Contribuição ao Estudo da Formação Pariquera-Açu (Estado de São Paulo). Bol. Paranaense de Geografia 16/17, p. 17-41 ( 1965 ).
- (XI) Petri, S. et Suguio, K. - Sôbre os metassedimento do Grupo Açunguí do Extremo Sul do Estado de São Paulo. S. S. O. P. et F.F.C.L./U.S. P. (Convênio), São Paulo ( 1969 ).
- (XIb) Idem - Some Aspects of the Neo-Cenozoic Sedimentation in the Cananeia-Iguape Lagoonal Region São Paulo, Brazil. Estudos Sedimentológicos, 1 (1): 25-33, U.F.R.N. Natal (1971).
- (XII) Franzinelli, E. - Estudos Sedimentológicos da Formação Pariquera-Açu (Estado de São Paulo). Trabalho de mestrado apresentado a disciplina de Estratigrafia e Sedimentologia ao Instituto de Geociências e Astronomia da U. S. P., São Paulo ( 1970 ).
- (XIII) Krone, R. - Informações Etnográficas do Vale do Rio Ribeira de Iguape. Relatório da Exploração do Vale de Iguape (anexo) - Comissão Geográfica e Geológica de São Paulo, São Paulo, ( s.d. ).
- (XIV) Lôfgren, A. - Os sambaquis de São Paulo. Comissão Geográfica e Geológica de São Paulo, Bol.9, São Paulo.
- (XV) Ameghino, F. - "Notas sôbre una pequeña coleccion de huesos de Mammiferos procedentes de las grutas calcáreas de Yporanga". Rev. Museu Paulista, v. VIII, p. 59-124, São Paulo ( 1907 ).

- (XVI) Cordani, U.G. et Bittencourt, I. - Determinações de Idade Potássio Argônio em Rochas do Grupo Açunguá. S.B.G., Anais do XXI Congresso Brasileiro de Geologia (separata)
- (XVib) Cordani, U.G., Bittencourt, I. et Melfi, A.J.-Reconhecimento Fotogeológico de Parte do Grupo Açunguá. Bragantia, 24(34): 1, Inst. Agron. do Estado de São Paulo, Campinas ( 1965 ).
- (XVII) Hall, J. - Natural history of New York. Paleontology, v. 3, ( 1959 ).
- (XVIII) Dana, J.D. - On some results of the Earth's contraction from cooling, including a discussion of the origin of mountains and nature of the Earth's interior. Amer. Journ Sc. 5(3): 423-443/6, p. 6-14, 104-115 e 161-172.
- (XIX) Kober, L. - Tectonic Geology. Berlin ( 1942 ).
- (XX) Auboin, J. - A propos d'un centenaire, les aventures de la notion de géosynclinal. Rev. Geog. Phys. et Geol. sér. 2, v. 2, p. 135-188 ( 1959 ).
- (XXI) D.N.P.M. - Mapa Geológico do Brasil (escala 1: 500.000). Ministério da Agricultura, D. N. P. M., D. G. M. Serviço Gráfico I. B. G. E. ( 1960 ).

#### 4. ÁREA MAPEADA

##### 4.1 - Fisiografia

##### 4.1.A - Localização e extensão.

A área estudada situa-se próximo à zona fisiográfica de baixada do Litoral Sul do Estado de São Paulo, na região administrativa denominada São Paulo Exterior, sub-região de Registro (1). A mesma inclui em seu extremo nordeste parte do distrito-sede do Município de Juquiã, de coordenadas  $24^{\circ} 19'$  de latitude sul e  $47^{\circ} 39'$  de longitude oeste, totalizando cerca de  $51,5 \text{ km}^2$  compreendidos entre este Município e o de Iguape como também uma pequena porção do Município de Registro.

##### 4.1.B - Vias de acesso e comunicações.

Relativo aos grandes centros vizinhos, o acesso à área pode ser feito pela Via BR-116, trecho São Paulo-Curitiba, também chamada Rodovia Régis Bittencourt ou pela Estrada de Ferro Sorocabana (Santos e São Vicente): De São Paulo, pela Via BR-116, o percurso é totalmente asfaltado até a altura do km 161, ou seja a cerca de 4 km além de Juquiã, onde, à esquerda, uma estrada conduz a região de Sítio Serra localizada ao norte do município de Iguape. Por ferrovia o percurso totaliza 161 km desde Santos até Juquiã.

Com exceção das duas rodovias acima referidas, a área dispõe de poucos caminhos, dessa maneira, em sua maior parte, o mapeamento foi efetuado com aberturas de picadas laterais à estrada que vai ter à localidade Sítio Serra (foto 6). Ao sul da área, na localidade Porto Cachoeira, o reconhecimento foi feito por canoa em toda a



Foto 3 - Plantações de chá entre Juquiã e Registro. Fotografia tirada à margem da rodovia BR-116.



Foto 4 - Muitos são os vestígios do campesino nipônico que colonizou o Baixo Ribeira em décadas passadas. Na foto acima pode-se ver uma rústica casa de madeira, em estilo japonês, da localidade Sakamoto (Sítio Serra).

região pantanosa do Rio Grota Funda.

A cidade de Juquiã dispõe de uma agência de correio e telegrafo e de uma estação telefônica da Embratel, que permitem comunicação com o restante do País.

#### 4.1.C - Clima e Vegetação.

O clima da região mapeada está sujeito a contínuas variações e uma determinação aproximada do mesmo pode ser obtida através dos dados registrados pelo I.B.G.E. (2) para os distritos-sedes municipais mais próximos (vide tabela 4.A).

TABELA 4.A  
COMPORTAMENTO CLIMÁTICO DAS SEDES MUNICIPAIS MAIS PRÓXIMAS DO SÍTIO SERRA

Distrito Sede	Altitude (em m)	Especificação do clima	Ano	Precipitação (em mm)	Média das máximas (em °C)	Média das mínimas (em °C)	Média com pensada (em °C)
Iguape	3,0	Temperado	1956	1 456,8	24,7	17,2	20,9
Juquiã	17,73 (*) 15,5	Temperado com variações	1956	1 500,0	n.e.	n.e.	n.e.
Miracatú	40,0	Quente com variações	n.e.	1 500,0	n.e.	n.e.	24,0
Registro	15,0 (*) 8,43	Quente	n.e.	1 400,0	38,0	18,0	23,0

Fonte: I.B.G.E., referência (2). (\*) Dados do I.G.G., referência (6)

A vegetação é do tipo Mata Litorânea, rica em árvores e palmeiras fornecedoras de madeira, lenha e palmito (vide capítulo 3, p. 36). Entre as culturas destacam-se as da banana, chá, arroz e sapê.



Foto 5 - Contrastando com a riqueza e opulência da natureza, características de toda a região do Vale do Ribeira de Iguape, os habitantes rurais vivem em completa miséria. Na foto acima a residência de um cortador de palmito e também quebrador de pedra na "Cascalheira" da Piuva.

#### 4.11 - Geomorfologia

##### 4.11.A - Relevo

Três formas distintas de relevo dominam a área estudada.

A primeira dessas formas corresponde às pequenas planícies de inundações, são as margens inundáveis dos rios ou leitos de inundações, com sedimentos aluvionais quaternários e zonas pantanosas nas regiões mais baixas.

A segunda forma de relevo é caracterizada por colinas e morros arredondados, onde a mata tropical foi, em parte, devastada pelo Homem - por abertura de clareiras, em se procurando fixar e para o cultivo, e - por desmatamento, pela constante procura de madeira, lenha e palmito. Este tipo de relevo é comum na porção setentrional da área mapeada e em sua porção meridional abaixo dos contrafortes da Serra da Bezerra. Para tal forma de relevo não existe nenhuma precisão quanto ao tipo de litologia para o qual ela esteja associada. Em sua porção setentrional, existem afloramentos de granitos e migmatitos precambrianos mostrando lineações concordantes ao "trend" regional NE ou ENE (vide capítulo 3, p. 36). Na porção meridional foi observado um solo alaranjado, na zona onde aflora o diabásio, sendo local e é, indiscutivelmente, produto de alteração desta rocha e, na região de mineralização, onde tem-se afloramentos de talco à superfície, existe um material, de cobertura, caracterizado por um nível inferior de seixos de quartzo em contato com a mineralização. No restante dessas áreas não foi verificado outro tipo de rocha ou material além dos citados e daqueles a eles relacionados. Por fotointerpretação foi possível evidenciar, na localidade Sítio Serra e adjacências, lineações concordantes com o "trend" regional. Tais lineações, em campo, foram

coincidentes com os vales e/ou baixos dos declives das encostas de colinas (vide fotos 7 e 8), embora estas lineações se pareçam mostrar a favor da disposição topográfica, não existe evidência real de que as mesmas atuem como um fator estrutural morfogenético suas direções - aproximadamente E-W, entretanto, serviram para que se considerasse uma litologia também Précambriana (vide mapa geológico em anexo).

Limitado ao norte pelo vale de inundação do rio Juquiã e ao sul pelos contrafortes meridionais da Serra da Bezerra, temos a terceira forma de relevo que, ao contrário das anteriores, no conjunto, corresponde a uma faixa contínua a qual é caracterizada por morros elevados, por vezes ponteados, em sua maioria acham-se estruturalmente alinhados e constituem as serras da Capivara ou da Piuva, do Pouso Alto e da Bezerra. Os afloramentos rochosos tornam-se mais comuns e a vegetação, tipo Mata Litorânea, é bastante densa. O controle lito-estrutural faz-se sentir pela presença de cristas conspícuas de quartzito sobrepujando aquelas predominantemente gnáissicas, alinhadas concordantemente com o "trend" regional das estruturas.

#### 4.11.B - Hidrografia e Drenagem

A serra da Bezerra serve de divisor de água entre as sub-bacias do Juquiã e do Peropava. A primeira domina a parte norte da área mapeada onde se faz sentir a presença do rio principal, com seus meandros e leitos vestigiais, sendo estes nitidamente delimitáveis em fotografias aéreas. Uma lagoa, existente a noroeste da área, corresponde a um meandro vestigial de antigo leito do rio. A segunda domina a parte sul da área, onde a presença do rio principal (rio Peropava) não se faz sentir mas sim os sub-afluentes (ribeirão do Braço, ribeirão João Bento, Cachoeira da Batalha, Grota Funda, etc.) que ao sul, já fora da área mapeada, vão ter ao rio Branco, afluente do Peropava.



Foto 6 - A falta de caminhos entre a intensa vegetação em muito dificultou o trabalho do mapeamento. Na foto acima o local, em Figueira, onde se encontrou a rocha corundífera, em adjacências a ocorrência de Talco.



Foto 7 - "Coincidência" de uma das lineações fotointerpretadas com as partes topograficamente baixas, e situadas entre encostas suaves, pode ser observada pela foto-montagem acima exibida, correspondendo à primeira das lineações ao Norte da ocorrência de Talco de Limeira.

O padrão geral das drenagens é Anastomótico, sendo que ao sul é dominante a forma Pinada (3, 4 e 5). Exceção feita ao rio Juquiã, cujo vale geneticamente é classificado como subseqüente, os rios são de natureza conseqüente.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - Pauwels, P. Geraldo José - Atlas Geográfico Melhoramentos. Ed. Melhoramentos 28a., p. 72/73.
- 2 - I.B.G.E. - Enciclopédia dos Municípios Brasileiros. Volumes XXVIII, p. 410-412 (Iguape), XXIX, p. 53-56 (Juquiã), p. 132-134 (Miracatu) (1957), XXX, p. 20-21 (Registro) (1958). Rio de Janeiro (1957/1958).
- 3 - Glock, W.S. - The development of drainage systems: a synoptic view. Geogr. Rev. 21, p. 475-482 (1931).
- 4 - Thornbury, D. William - Principles of Geomorphology.
- 5 - Petri, Setembrino et Ricci, Mauro - Princípios de Aerofotogrametria e Interpretações Geológicas, I e II, São Paulo (1965).
- 6 - I.G.G. - Nivelamento Geral do Estado. Altitudes de precisão. O I.G.G. 36 (36) São Paulo (1962). (Ilustrado, 102 p.)

#### 4. III - Litologia

No presente item serão abordados os diversos tipos de rochas, estudadas macro e/ou microscopicamente, e que foram classificadas nos seguintes grupos:

- A - Rochas metamórficas e graníticas associadas.
- B - Rocha básica.
- C - Sedimentos e materiais de alteração de cobertura.
- D - Rochas e materiais associados a mineralização talcosa.

A - Rochas metamórficas e graníticas associadas.

Neste grupo são consideradas as rochas de tipo xisto-de-alto-grau (gnaiesses, granitos-gnâisses e migmatitos), os granitos e quartzitos. Tais rochas apresentam características estruturais, tais como direções de xistosidades e orientação dos alinhamentos de cristas, concordantes com o "trend" regional de direção NE ou ENE (vide item 3.11, p. 36). Tais características indicam que essas rochas foram afetadas pelo metamorfismo regional Pré-cambriano (vide item citado). Suas ocorrências limitam-se a uma faixa que se estende desde o extremo norte da área (sul e sudoeste de Juquiã) até centenas de metros ao sul da Serra da Bezerra, daí em diante a área torna-se, morfologicamente, distante conforme referências feitas à página 48. Entretanto, no presente trabalho, ambas as faixas são consideradas como, crono-litologicamente, pertencentes ao chamado Pré-cambriano indiviso (vide mapa geológico em anexo) e, qualquer erro nesta classificação, tornar-se-á justificável pela dimensão da área estudada e pela carência de estudos relativos aos "tectonitos" associados ao Grupo Açungui e sobre as rochas Pré-cambrianas do chamado Complexo Cristalino do Escudo Brasileiro.

Os gnâisses

Sob esta denominação serão agrupadas as rochas ácidas, de granulação média a grossa e que pelas características texturais e mineralógicas podem ser subagrupadas em:

- a) Gnaiss (s.s.) típico - (A-7 e A-16)\*
- b) Biotita-Gnâiss (A-6 e A-11)

---

\* Afloramentos respectivos (vide mapa de amostragens).

- c) Augen-Gnâisse (A-26)
- d) Granito-Gnâisse (A-3, A-13 e A-14)
- e) Espessartita-Gnâisse (A-8)

a) Gnâisse (s.s.)

Características macroscópicas e de campo.

Coloração cinza escura a cinza média. Textura gnâissica, bandamentos nítidos predominantemente biotíticos (mais escuros) e predominantemente quartzo-feldspáticos (mais claros) alternados, de direção N 70°E e inclinações variadas desde subvertical até 45° W. Inequigranoblástica média a grossa. Composição mineralógica: \* Feldspatos, Biotita e Quartzo.

b) Biotita-Gnâisse

Características macroscópicas e de campo.

Cor cinza escura. Textura geral orientada com xistosidade de direção N 60°E. Cortado por diques de pegmatito (quartzo-feldspáticos) concordantes (N 55°E) e de espessuras centimétricas. Próximo ao contato com os diques a xistosidade varia para direção N 35°E. Inequigranoblástica média a grossa. Composição mineralógica Biotita, Feldspato e Quartzo.

c) Augen-Gnâisse

Características macroscópicas e de campo.

Cor cinza. Textura geral gnâissica com bandamentos característicos não muito sensíveis. Dobras pitomáticas (foto 9) também afetando os pequenos veios pegmatí-

---

\* No presente trabalho as composições mineralógicas serão fornecidas sempre em ordem quantitativa decrescente. Macroscopicamente, a composição mineralógica foi determinada por estimativa visual e microscopicamente por carta comparativa de percentagens.

ticos (quartzo-feldspáticos) e de Quartzo presentes. Inequigranoblástica média a grossa, grãos augens de Feldspatos. Composição mineralógica: Feldspatos, Quartzo e Biotita.

Características petrográficas.

A lâmina A-m. A-26 apresentou as seguintes características:

Textura geral	Inequigranoblástica, grossa a média, orientada (Xistosa).
Outras texturas	Augen (textura característica "olho-de-sapo", vide foto 10) - Cataclástica Poiquiloblástica Mosáico
Minerais constituintes	Microclina (30%) Grãos xenoblásticos. Grãos augens (vide foto 10). Grãos menores fraturados e sujos.  Biotita (25%) Idioblástica em inclusão na Microclina e com inclusões de zircão (textura poiquiloblástica). Lepdoblástica orientada e contornando os grãos augens de microclina.  Plagioclásio (Andesina) (25%) Andesina de baixo teor de Anortita. Hipidiblástica e xenoblástica. Grãos com extinção ondulante. Grãos fraturados e com lamelas retorcidas. Grãos sujos (saussuritizados). Inclusões de Epidoto (textura poiquiloblástica).



Foto 8 - As lineações foto-interpretadas mostraram-se coincidentes aos baixos topográficos das encostas suaves das pequenas elevações do Sítio Serra. À algumas destas posições estão relacionadas as ocorrências de Talco. Na foto temos a ocorrência de Limeira.



Foto 9 - Augen-gnaiss (A-26) apresentando dobramentos pitomáticos.

Quartzo ( < 20%)

Xenoblástico. Grãos médios e menores que os de Plagioclásio. Extinção ondulante. Grãos fraturados. Zonas de concentração com textura mosáico ou quartzítica. Grãos arredondados e inclusos na Microclina.

Acessórios ( < 2%)

Apatita

Xeno e hipidioblástica. Grãos inclusos no Plagioclásio (textura poiquiloblástica) e pequenos aglomerados dispersos.

Epídoto

Esverdeado. Xeno e hipidioblástico. Grãos inclusos no Plagioclásio (textura poiquiloblástica).

Zircão

Idioblástico. Incluso na Biotita idioblástica (textura poiquiloblástica típica).

d) Granito-Gnaisse

Características macroscópicas e de campo

Cor cinza a cinza escura. Textura inequigranoblástica média sem orientações perceptíveis. Composição mineralógica: Feldspato, Quartzo e Biotita (os dois últimos em proporções equivalentes).

Características petrográficas

A lâmina A-3 evidenciou:

Textura geral

Granoblástica, grossa a média, algo orientada.

**Outras texturas**

Mimerquítica  
Poiquiblastica  
Mosáico

**Minerais constituintes.**

Microclina (40%)  
Hipidioblastica grosseira. Grãos  
sujos devido a alteração.

Quartzo (25%)  
Granoblastico médio. Extinção on-  
dulante. Textura mimerquítica  
associada à Microclina e aos bor-  
dos do Plagioclásio. Alguns cam-  
pos da lâmina demonstraram grãos  
associados em textura mosáico  
(quartzítica).

Plagioclásio (Oligoclásio) (< 20%)  
Hipidioblastico grosseiro a médio.  
No geral os grãos são algo orienta-  
dos. Bordos fraturados preenchi-  
dos por quartzo (textura mimerquí-  
tica). Grãos pertitizados. Grãos  
sericitizados.

Biotita (< 15%)  
Intersticial. Algo orientada. Al-  
terada em Clorita.

**Acessórios (1%)**

Epídoto  
Grãos hipidioblasticos em inclu-  
são no Plagioclásio (textura poi-  
quiblastica).

**Alterações**

Feldspatos  
Biotita

Sericita (?) - (Hidrotermal)  
Clorita + Óxidos de Ferro (Goeti-  
ta e Hematita) - (Hidrotermal)

e) Espessartita-Gnaiss

Características macroscópicas e de campo

Cor cinza com tonalidade marrom. Textura geral gnáissica com bandejamento característico de espessura de 1 a 2 cm e de direção N 75°E e inclinação 65°W. O material apresenta-se bastante alterado com fácil desagregação manual, os níveis mais claros mostram Feldspatos intensamente caulinizados, grãos médios de Quartzo e de Granada (Espessartita), sendo esta envolvida por uma crosta marrom de óxido de Manganês de alteração; os níveis mais escuros mostram pequenas placas de Biotita, quebradiças, e um material pulverulento que, provavelmente deve tratar-se de minerais de argila e óxidos secundários de Ferro e Manganês.\* O material está associado com um gondito, o qual ocorre como lentes não uniformes.

Características petrográficas

Devido ao estado de alteração em que se encontra (o material apresenta-se bastante friável) foi impossível a confecção de lâmina de secção delgada.

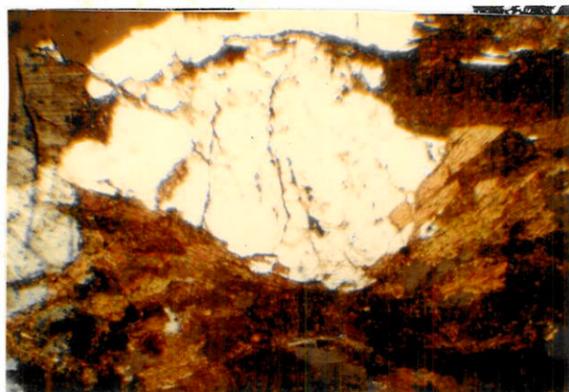
Gondito associado

Características macroscópicas e de campo

Cor cinza-marrom. Textura geral equigranoblástica média. Para uma das amostras coletadas foi verificado um lineamento determinado por grãos de quartzo dispostos em um único plano, no geral não há nenhuma orientação perceptível. O material apresenta fraturas centimétricas preenchidas por um material metálico, preto, o qual foi identificado por difração de raios-X como sendo Pirolusita,\* provavel

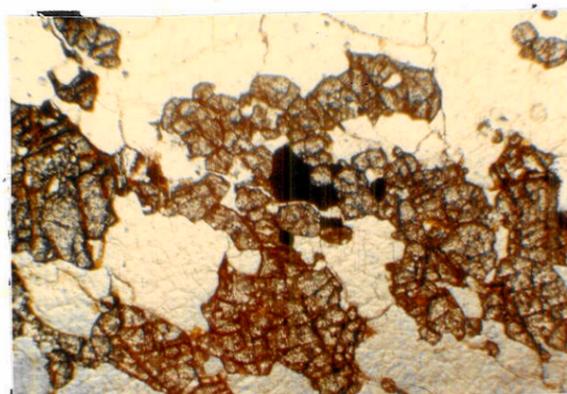
---

\* Vide observações à página 60.



JUL . 72

Foto 10 - Augen-gnaiss típico apresentando a clássica textura "olho-de-sapo" característica. 1/2 NX, aumento 35 X.



JUL . 72

Foto 11 - Secção delgada de um Gondito típico encontrado na área estudada pelo autor (A-8). Observar a Granada (Espessartita), grãos de Quartzo e Óxido de Manganês (opaco). Em 1/2 NX, aumento 35X.

mente originário por efeito de alteração hidrotermal nas encaixantes.

#### Características petrográficas

Textura geral	Equigranoblástica média e maciça
Outras texturas	Cataclástica e mosaico
Minerais constituintes	Granada (Espessartita) (55%) Grãos idióblásticos e hipidioblásticos. Grãos quebrados. Núcleo quartzoso. Alterada em óxido marrom-amarelado de Manganês, (vide foto 11).  Quartzo (45%) Extinção ondulante. Textura mosaico (quartzítica). Inclusões na Granada.  Biotita Rara. Intersticial. Bastante alterada.
Alterações	
Granada	Caulim + Óxidos de Manganês (predominantemente Psilomelana e Pirolusita) (hidrotermal)
Biotita	Sericita + Óxido de Ferro amarelo (Goetita) (hidrotermal)

#### Observações

Por difração de raios-X, foram identificados Óxidos de Manganês sob a forma de Manganita, Pirolusita e Psilomelana(?), os dois primeiros resultantes de alteração (hidrotermalismo e/ou intemperismo) da Granada existente no gnáisse. Pirolusita e Psilomelana, de brilho metálico e

contidos nas fraturas do Gondito, são, talvez, resultantes de alteração hidrotermal da Granda por soluções ricas em Sílica, com conseqüente substituição de Manganês e Alumínio por Silício, formação de núcleo de quartzo e deposição desses Óxidos nas zonas de fraturas e formação de caulim e se ricita.

Pelas descrições de literatura (4) deve se tratar de uma ocorrência semelhante ao do gondito do Bairro das Lavras, Município de Socorro.

Pelo fato de ser uma ocorrência local, não demonstra nenhum interesse econômico.

#### Os migmatitos

##### Características macroscópicas e de campo

O migmatito aflora no extremo nordeste da área mapeada, nos arredores de Juquiã. É caracterizado por coloração preto-cinza, textura inequigranoblástica grossa, porfiroblastos de K-feldspatos com comprimentos de até 8 cm, concordantes com a orientação textural de atitudes N 80°E - 80°W e salientados na superfície do material (vide foto 12) demonstrando algum quebramento e inclusões de biotita. O migmatito apresenta-se cizalhado com rejeitos horizontais de poucos centímetros, em um estilo tipo do bra-falha (vide foto 13) como que se os esforços tivessem atuado ainda sobre a rocha em estado não, pelo menos totalmente, sólida. Os planos de cizalhamento são preenchidos por um material de cuja lâmina Am. A-21 b demonstrou tratar de um milonito típico. O aspecto estrutural dos migmatitos com tais "veios" de preenchimento" de milonito é semelhante ao das estruturas septárias, entretanto pelo caráter genético, de natureza físico-química, (1) adicionado ao fato destas estruturas serem eminentemente característi



Foto 12 - Migmatito (A-22), observar à esquerda da bússola uma fratura preenchida por milonito e a orientação perpendicular (E-W) dos fenoblastos de Microclina.



Foto 13 - Migmatito (A-20) do Morro do Cemitério, observar as pequenas fraturas perpendiculares (aproximadamente N-S e E-W) apresentando "quelódios" de Milonito.

cas de rochas sedimentares, no caso, tal denominação tornar-se-ia imprecisa. Pela aparência que tais "veios de preenchimento" dão à rocha, uma terminologia ideal para tal estrutura seria a de quelódio, visto o fato da extrema semelhança entre ela e aquele defeito dérmico, que tem esta denominação, causado por excrecência da pele, principalmente, em locais de cortes, queimaduras ou arranhões profundos e que afeta de preferência, os indivíduos da raça negra (2).  
Composição mineralógica: Feldspatos, Biotita e Quartzo.

#### Características petrográficas

As lâminas Am.A-20 e Am.A-21 evidenciaram para o migmatito as seguintes características:

Textura geral	Inequigranoblástica grossa e orientada
Outras texturas	Porfiroblástica Mortar Poiquiloblástica Mosáico Mimerquítica Pettítica
Composição mineralógica	Microclina (40%) Grãos xenoblásticos e hipidioblásticos. Textura mortar. Porfiroblastos com inclusões de Biotita idioblástica (em parte cloritizada), de Zircão (textura poiquiloblástica) e de grãos arredondados de Quartzo. Alguns grãos apresentam-se alterados (sujos). (Vide foto 14).

Quartzo ( < 25%)

Xenoblástico médio. Extinção ondulante. Aglomerados presentes apresentando textura mosáico. Grãos quebrados. Grãos arredondados inclusos na Microclina.

Plagioclásio (Andesina  $Ab_6An_4$ ) (20%)

Hipidioblástica a xenoblástica. Poucos grãos grossos. Lamelas apagadas. Grãos bastante sujos (alteração), inclusões de Epidoto (textura poiquiloblástica) e epidotização (saussurita) presente. Grãos pertitizados.

Biotita ( < 10%)

Idioblástica, hipidioblástica e algo de Biotita intersticial. Grãos com alteração para Clorita (vide foto 14). Inclusões de Zircão idioblástico (textura poiquiloblástica).

Acessórios ( < 5%)

Apatita

Xeno a hipidioblástica. Grãos inclusos no Plagioclásio.

Zircão

Idioblástico. Grãos menores inclusos na Biotita e grãos maiores inclusos na Microclina, em ambos os casos apresentando halos pleocrômicos.

Epídoto

Idio a hipidioblástico. Grãos inclusos no Plagioclásio.

Alanita

Marron, algo esverdeada e suja (alteração). Inclusa no Plagioclásio.

Ortoclásio

Não precisamente determinado. Xenoblástico, médio a fino. Raro.

Alterações

Biotita

Clorita (hidrotermal) → Sericita + limonita (?).

Biotita

Sericita + limonita (predominantemente Goetítica) (hidrotermal ou intemperismo).

Plagioclásio

Saussurita (Epídoto + Sericita + argilo-minerais) (hidrotermal).

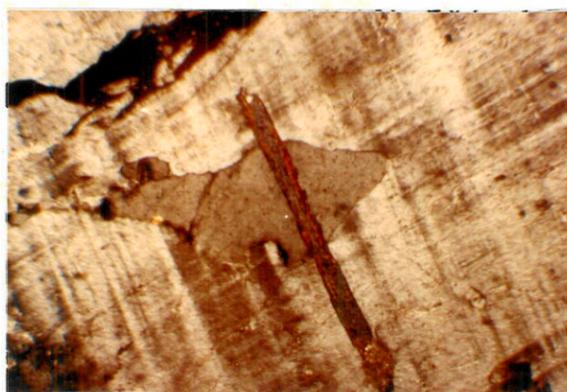
Microclina

Sericita (hidrotermal).

Observações:

Evidências de hidrotermalismo concordante aos esforços cataclásticos que afetaram a rocha podem ser observados nas duas lâminas estudadas, vejamos:

- 1a. Saussuritização presente no Plagioclásio e Alanita parcialmente alterada.
- 2a. Biotita hipidioblástica fraturada e alterada em Clorita nos limites da fratura.
- 3a. Grãos idioblásticos de Biotita com lamelas paralelas e alternadas de Clorita de alteração.



JUL 72

Foto 14 - Secção delgada de uma amostra (A-20) do Migmatito dos arredores de Juquiã. Observar o cristal de Clorita "englobado", parcialmente, por um grão de quartzo em uma zona de fratura do grão, sendo ambos englobados por um fenoblasto de Microclina. 1/2 NX, aumento aproximado 50 X.

- 4a. "Intercrescimento" de Clorita (de alteração da Biotita) em grão fraturado de Quartzo, ambos englobados por Microclina (vide foto 14) porfiroblástica.
- 5a. Inclusões de Biotita e de Zircão idioblásticos nos porfiroblastos de Microclina sem direções preferenciais de orientação, estando a Biotita cloritizada.
- 6a. A lâmina Am.A-21b do material constituinte dos quelódios (milonito) evidenciou finos fragmentos de minerais, os mesmos constituintes da rocha "encaixante" em uma matriz afanítica, bastante alterada, e também observou-se porfiroblastos de Microclina, apresentando textura mortar, análogos aos porfiroblastos da encaixante.

As evidências de hidrotermalismo descritas, respectivamente, indicam:

- 1º Hidrotermalismo atuante em um processo de retromorfose, tipo metamorfismo retrógrado por alteração deutérica, com substituição de mineral de alto grau de metamorfismo (Plagioclásio) por minerais de baixo grau de metamorfismo (Epídoto, Sericita e argilo-minerais).
- 2º A melhor alteração da Biotita nos bordos da fratura do grão observado indica fenômeno de percolação de fluidos hidrotermais.
- 3º Longo contato do fluido percolante com grãos originais de Biotita, pelo qual houve uma regular alteração em lamelas paralelas e alternadas de Clorita.
- 4º O grão de Biotita se localizou entre os dois fragmentos do grão de Quartzo ao este se quebrar enquanto se dava a recristalização da Microclina. Deste então houve uma milonitização coincidente, ou pelo menos pouco anterior, à recristalização dos porfiroblastos de Microclina.

5º A não orientação dos grãos inclusos na Microclina indica uma movimentação mui lenta do líquido "residual" de composição K-feldspático, também sugere que sua recristalização foi lenta o que permitiu a formação de porfiroblastos concordantemente com a direção textural. Em corolário pode-se dizer que "os efeitos cataclásticos do cisalhamento se processaram quando a rocha estava em fase final de recristalização paralela mente a um crescente efeito de hidrotermalismo".

O milonito apresenta composição granítica e, como conclusão final, em se baseando nos dados obtidos, podemos deduzir que sua origem foi através metamorfismo de alto grau (profundidade), atuante sobre um gnaiss de composição granítica, ou então por evolução do metamorfismo regional que afetou a área, durante o Pré-cambriano (vide capítulo 3, página 36), sobre sedimentos pelíticos, e que originou, em paralelos, as rochas regionais em seus vários fâcies de intensidade. Por refusão parcial (milonito) em zona de anatexia ou total (granito) deu origem aos epibolitos e ectinitos respectivamente.

6º A movimentação lenta do líquido migmatítico K-feldspático (pode-se deduzir que a refusão se processou, tão somente, sobre o feldspato potássico - Microclina) através das fraturas que se formavam, carreando consigo as partículas finas resultantes do quebramento dos minerais, permitiu a cristalização nesses planos constituindo o material que estudaremos a seguir:

Lâmina Am. A-21 b

Textura geral	Milonítica típica
Outras texturas	Porfiroblástica Mortar

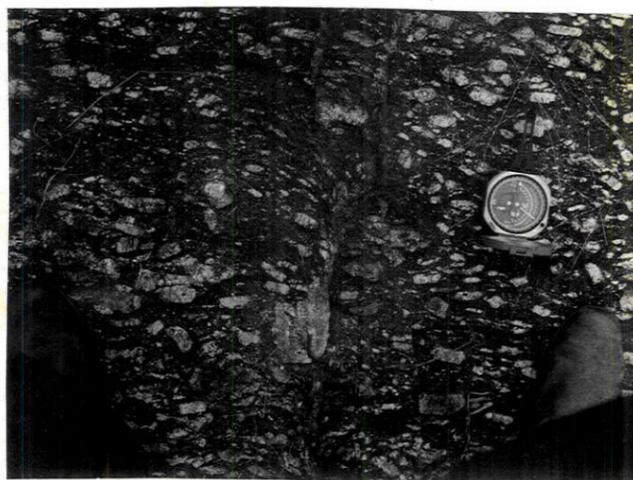


Foto 15 - A orientação textural dos fenoblastos de Microclina ao longo das vizinhanças das fraturas evidencia um estado fluidal (fusão parcial) do material durante a fase de atuação dos esforços.

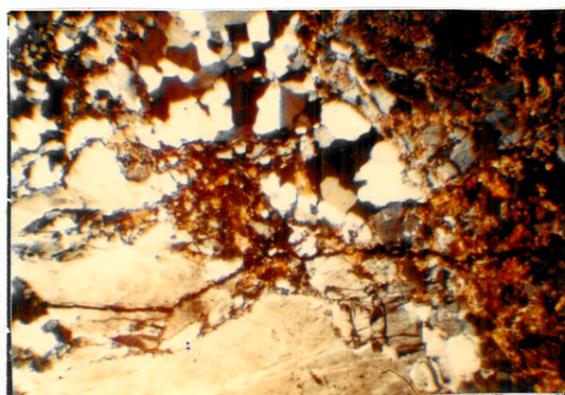


Foto .16 - Secção delgada de uma amostra (A-21b) do Milonito de preenchimento dos "veios" (quelódios) de cisalhamento dos migmatitos, visto em 1/2 NX e aumento aproximado de 35 X.

Minerais constituintes

Microclina ( 20%)

Xenoblástico, médio. Grãos por firoblastos com bordos quebrados (vide foto 16) (textura mortar). Grãos finos dispersos na matriz afanítica.

Quartzo (20%)

Extinção ondulante. Grãos médios e finos dispersos na matriz.

Plagioclásio ( < 10%)

Xenoblástico médio. Lamelas apagadas e tortas. Grãos sujos, sericitizados, quebrados e dispersos na matriz.

Biotita ( < 5%)

Lepdoblástica. Placas finas xenoblásticas. Alteradas em Clorita.

Matriz (50%)

Afanítica. Intensamente alterada (suja). Provavelmente constituída de Clorita, Sericita e algo de limonita.

Alterações

Feldspatos

Sericita (hidrotermal - deutérica)

Biotita

Clorita → Sericita + limonita (hidrotermal - deutérica).

O granito

Características macroscópicas e de campo

Foram observadas duas ocorrências nos arre

dores de Juquiã, uma delas (A-23) aflora bem próxima ao migmatito, no leito do rio Juquiã, recebendo a denominação de Pedra Cavalo (vide foto 17). Tais rochas caracterizam por apresentarem coloração cinza escura; nenhuma orientação perceptível, porém algo orientada em suas superfícies recém-quebradas (frescas); textura granoblástica média e composição de Biotita, Feldspato e Quartzo.

#### Características petrográficas

A lâmina A-23 evidenciou:

Textura geral	Granoblástica média orientada.
Outras texturas	Poiquiloblástica e pertítica.
Composição mineralógica	Microclina (30%) Granoblástica, média. Grãos grossos observados e em substituição do Oligoclásio (Plagioclásio pertitizado). Inclusões de Biotita fina (textura poiquiloblástica). Quartzo (20%) Granoblástico, médio a fino. Extinção ondulante. Biotita (20%) Hipidioblástica, grossa a média. Lepdoblástica. Nitidamente orientada. Grãos idioblásticos finos inclusos na Microclina. Inclusões de grãos arredondados de Quartzo. Alteração para Clorita. Plagioclásio (15%) Granoblástico médio. Lamelas apagadas. Grãos pertitizados. Grãos sujos (alterados).

Acessórios (5%)

Hornblenda (10%)

Hipidioblástica a xenoblástica, grossa a média. Em parte uralitizada. Inclusões de Quartzo e Apatita.

Apatita

Idioblástica. Grãos inclusos na Microclina e na Hornblenda. Aglomerados de pequenos cristais dispersos.

Epídoto

Idioblástico. Grãos inclusos no Plagioclásio (Textura poiquiloblástica).

Alanita

Marrom em luz plana. Grãos inclusos no Plagioclásio e na Hornblenda (textura poiquiloblástica). Alterada.

Zircão

Idioblástico, fino. Incluso na Biotita (textura poiquiloblástica).

Piroxênio (?)

Marrom. Hipidioblástico médio. Intensamente alterado. Raro.

Alterações

Feldspatos

Biotita

Hornblenda

Sericita (hidrotermal)

Clorita (hidrotermal)

Uralita (hidrotermal)



Foto 17 - Correspondendo ao ponto A-23 (vide mapa de amostragens) e conhecida na região de Juquiã como Pedra Cavalo, o granito mostra-se em aspecto pitoresco como pode ser observado na foto acima.



Foto 18 - A Serra da Piuva é constituída por conspicuas cristas quartzíticas, acima vemos uma fotografia de uma pedreira localizada no alto desta Serra - é a "casalheira de Piuva" de onde foi tirado todo o "casalho" que serve de base ao assentamento asfáltico da rodovia São Paulo-Curitiba (BR-116).

Observações:

Geneticamente, os granitos estudados de Ju quiã estão associados aos epibolitos (migmatitos de composição granítica) descritos. Desde então, são granitos de ana textia originados por refusão de materiais submetidos a meta morfismos de profundidades intensos e ao metamorfismo regio nal (vide capítulo 3, página 40) que afetou a região durante o Pré cambriano.

Os quartzitos

Na área foram verificadas ocorrências de quartzitos na porção oriental da serra da Piuva e do Pouso Alto, constituindo, na primeira, cristas conspícuas, nitidamente delimitáveis e de fácil mapeamento. Uma outra ocorrência, porém local, foi observada na região do Sítio Serra, mais precisamente, na localidade Nelson Vieira.

Tais quartzitos acham-se fraturados em blocos de dimensões variadas e, por vezes, alterados em um are nito fino, facilmente desagregável em areia branca, e pequenos blocos prismáticos de dimensões de cascalho, daí a deno minação local de cascalheiras para essas ocorrências (vide foto 18).

Características macroscópicas e de campo

Cor branca a branco-amarelada. Granulação grossa a média. Xistosidade pouco perceptível com atitudes variadas desde direções  $N 40^{\circ}E$  a  $N 85^{\circ}E$  e inclinações sub-horizontais para NW ou NNW. No geral, o material tem aspecto maciço, intensamente diaclasado em blocos de dimensões variadas.

Características petrográficas

A lâmina A-32 para o material amostrado em

Nelson Vieira evidenciou:

Textura geral	Granoblástica grossa a média sem orientação perceptível dos grãos minerais.
Outras texturas	Mosáico e algo de textura mortar.
Minerais constituintes	Quartzo (100%) Granoblástico grosso a médio. Xenoblástico. Extinção fortemente ondulante. Textura mosáico (quartzítica típica). Grãos com bordos quebrados (textura mortar). Grãos com contatos interpenetrantes. Fraturas preenchidas por grãos finos.

A lâmina A-24, para uma amostra coletada na cascalheira da Piuva demonstrou:

Textura geral	Granoblástica grossa. Sem orientação perceptível.
Outras texturas	Mosáico.
Minerais constituintes	Quartzo (100%) Granoblástico grosso. Grãos médios a finos. Xenoblástico. Extinção fortemente ondulante. Textura quartzítica com grãos de contatos interpenetrantes e algo suturados.

B - Rocha básica (A-27, A-28 e A-30)

De forma grosseiramente arredondada, ocorre ao norte da localidade de Sítio Serra um corpo intrusivo de diabásio. As características fotointerpretadas tais como

brusca parada de lineações (vide referências sobre tais lineações à página 48 ), forma da área e contorno da mesma pela drenagem (desvio da drenagem) levaram, "a priori", a que se considerasse tal como sendo um corpo intrusivo que, posteriormente, em campo, constatou-se como correspondente a uma intrusão diabásica, a qual foi considerada (vide mapa geológico em anexo) como sendo datada do período Cretáceo (vide coluna geológica, capítulo 3, p. 40 ). Em campo foi coletada amostra de uma rocha aflorante no seio deste diabásio (A-31 ), a lâmina delgada deste material, como veremos à página seguinte, demonstrou tratar-se de um granito hiperleucocrático.

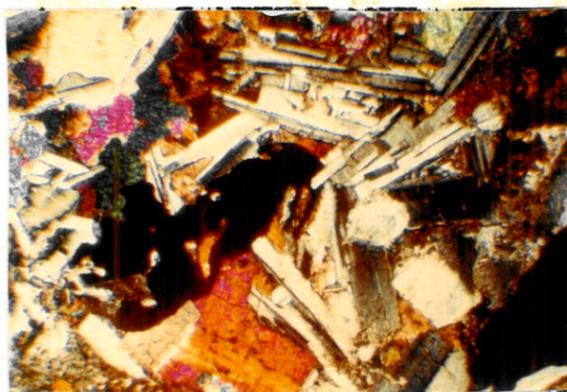
#### Características macroscópicas e de campo

Os afloramentos são observados em uma elevação de intensa cobertura vegetal e de um solo amarelo de alteração, único com esta característica em toda a área mapeada. A rocha apresenta cor preta com uma leve tonalidade verde-sumo; maciça; bastante dura; equigranular média e de difícil identificação mineralógica a olho-nú. Foi observado uma crosta de alteração amarelada em alguns afloramentos, em outras a rocha mostrava-se inalterada ou com uma superfície esverdeada onde se podia denotar pontos de um material opaco, preto e de brilho metálico (Magnetita).

#### Características petrográficas

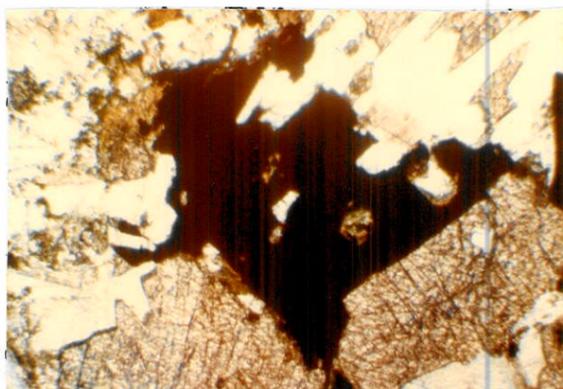
A lâmina Am. A-28 indicou as seguintes características para o material:

Textura geral	Diabásica típica ou ofítica ( vide de fotos 19 e 20).
Outras texturas	Poiquiloblástica.
Minerais constituintes	Placioclásio - Bitonita (40%) Grãos euhedrais prismático-ripi-formes. Grãos subhedrais. Geminação Carlsbad.



JUL 72

Foto 19 - Secção delgada de uma amostra de Diabásio do Sítio Serra, vista em NX com aumento aproximado de 35 X.



JUL 72

Foto 20 - Mesmo material, em aumento de 50 X e 1/2 NX evidenciando inclusões de cristais euhedrais de Olivina na Magnetita.

	<p>Piroxênio - Augita (35%) Euhedraismo variado, grãos subhedrais mais comuns. Grãos inclusos no Plagioclásio. Grãos violeta em luz plana (vide Titanaugita).</p>
	<p>Magnetita (10%) Subhedral, alguns grãos euhedrais. Inclusões de Olivina. Manchas, provavelmente Magnetita secundária.</p>
Acessórios (10%)	<p>Hornblenda (5%) Anhedral. Em parte uralitizada.</p>
	<p>Olivina (&lt;5%) Anhedral. Grãos subhedrais inclusos na Magnetita (vide foto 19). Grãos alterados em Magnetita (manchas secundárias de Magnetita).</p>
	<p>Titanaugita (1%) Violeta em luz plana. Apresenta-se também nos bordos (bordos violetas) de Augita.</p>
	<p>Apatita Euhedral. Acicular. Prismática.</p>
Alterações	
Hornblenda	Uralita (hidrotermal).
Olivina	Anfibólio (?) + Magnetita (hidrotermal).

A rocha granítica associada ao diabásio pode ser considerada, estruturalmente, tanto como um xenólito quanto um dique. Não foram efetuados estudos detalhados no

local para que se pudesse obter dados precisos a este respeito. Tentar conjeturas relacionadas à forma estrutural e gênese de tal material, desde então, seria uma precipitação desnecessária e fugiria à norma de imparcialidade adotada nas pesquisas efetuadas.

#### Características macroscópicas e de campo

O material foi observado aflorando ao nível do solo de uma picada aberta ao explorar a área próxima à ocorrência talcosa verificada no extremo norte da região do Sítio Serra (vide A.31 em mapa de amostragens). Topograficamente, localiza-se no alto da elevação constituída pela intrusão diabásica. As dimensões verificadas foram de 3 metros de extensão por 2 metros de largura, entretanto tais medidas de afloramento nada indicam em relação à forma e dimensões reais do corpo. A superfície demonstra uma aparência rugosa com coloração cinza-amarronzada clara. Em zonas frescas, recém-partidas, o material apresenta cor clara marrom algo amarelada; granulação predominantemente média com alguns cristais grosseiros (0,8 cm) de Feldspatos róseos e amarelados; no geral, o material é equigranular maciço, consequentemente, apresentando textura típica granítica.

#### Características petrográficas

A lâmina Am. A-31 evidenciou:

Textura geral	Inequigranular grossa a média.
Outras texturas	Poiquilitica
Composição mineralógica	K-feldspatos (40%) Microclina (30%) Inequigranular grossa a média. 15% dos grãos apresentam geminação típica (albita-periclina). Grãos bastante sujos e de difícil distinção dos outros Feldspatos.

Ortoclásio (10%)

No geral, equigranular grosseiro. Poucos grãos médios e de difícil identificação devido ao estado de alteração (relevo mascarado).

Quartzo (20%)

Inequigranular médio. Algo de extinção ondulante.

Plagioclásio (Andesina  $Ab_6An_4$ ) (35%)

Inequigranular grosso. Lamelas apagadas ou tênues. Grãos intensamente alterados (sujos).

Acessórios (5%)

Epídoto

Grãos euhedrais inclusos no Feldspato (Plagioclásio) (textura poiquilitica).

Anfibólio

Euhedral, médio a fino. Inclusões de Esfeno (?) e Apatita euhedrais (textura poiquilitica). Bastante alterado.

Apatita

Euhedral. Raros grãos inclusos no Anfibólio.

Esfeno

Euhedral. Graos inclusos no Anfibólio. Não precisamente determinado. Raro.

Biotita

Subhedral, média. Bastante alterada. Rara.

Observações:

Na área mapeada, mais precisamente junto ao ponto A-19, foi observado um material conglomerático, constituído por seixos de dimensões e forma variadas e que apresentam as seguintes características:

Crosta de alteração argilosa de natureza laterítica, de cor marrom ou marrom-amarelada e composta principalmente de Gibsite, Goetite e algo de Montmorilonite.\*

Quando serrados, tais seixos demonstram níveis de alterações nitidamente delimitáveis do exterior (material laterítico) ao interior (núcleo inalterado preto).

Para uma das amostras coletadas foi observado na zona preta, de menor alteração, cristais prismáticos e transparentes de dimensões de cerca de 0,5 cm. Tal seixo diferencia dos restantes verificados, pela sua forma arredondada e pela aparência porfiróide das zonas menos alteradas. Os seixos restantes são angulosos e constituídos de um diabásio fino. Estes materiais apresentam as seguintes características para sua parte interior:

Características macroscópicas

Cor	Preta
Textura geral	Granular fina

Características petrográficas (lâmina Am.A-19')

Textura geral	Diabásica ou Ofítica de granulção fina.
Minerais constituintes	Augita (40%) Euhedral a subhedral. Bastante alterada (grãos sujos amarelados).

---

\* Identificados por difração de raios-X.

	<p>Plagioclásio (<math>Ab_3An_7</math>) (35%) Geminação Carlsbad. Euhedral a subhedral, fino, prismático algo ripidorme.</p>
	<p>Magnetita (15%) Predominantemente subhedral e euhedral, com formas variadas predominando a de pequenas seções triangulares associadas linearmente.</p>
	<p>Hornblenda (5%) Subhedral a anhedral. Associada à Augita. Grãos uralitizados.</p>
Acessórios (5%)	<p>K-feldspato (?) Anhedral. Não geminado. Não precisamente identificado.</p> <p>Apatita Subhedral. Grãos associados bastante finos e dispersos.</p> <p>Epídoto Grãos associados aos bordos do Plagioclásio. Alterado. Anhedral.</p>
Alterações	
Augita	Magnetita (ou goetita (?)) (hidrotermal ou de intemperismo).
Magnetita	Goetita (intemperismo).
Hornblenda	Uralita (hidrotermal)
Epídoto	(Provavelmente resultante de deutério do Plagioclásio)-Sericita (hidrotermal ou de intemperismo).

### C - Sedimentos e materiais de alteração de cobertura

Durante o mapeamento geológico, foram amostrados determinados materiais que, após determinação da composição mineralógica por difração de raios-X, demonstraram ser constituídos de minerais de argila e quartzo granular. Em se baseando na composição dos argilo-minerais constituintes, tais materiais foram agrupados em:

Materiais contendo Montmorilonita como um dos argilo-minerais.

Materiais carentes de Montmorilonita.

Não se objetivou qualquer caracterização além daquelas descritas na tabela 4.B. Desta forma, não se pode precisar um relacionamento entre cada grupo e a natureza genética dos respectivos materiais. Os difratogramas Am-A-19 e Am.A-15b e os termogramas Am.A-2b e Am.A-5 caracterizam respectivamente, a maioria dos materiais agrupados nesses dois grupos. Em todos os casos são materiais de ocorrências bastante restritas e, desde então, sem nenhuma importância econômica.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Pettijohn, Francis J. - Sedimentary Rocks. Harper & Ron, Publishers, New York (1957).
- (2) Segatore, Luigi - Dicionario Medico. Editorial Teide, 2a. Ed. Barcelona (1962).
- (3) Munsell, Albert H. - Munsell Book of Color. (Anexo) A practical description of the Munsell Color System, with suggestins for its use-By T.M. Cleland. Munsell Color Company, Baltimore (1950).
- (4) D.N.P.M. - Contribuição ao Desenvolvimento Geo-Econômico de São Paulo e Paraná. Public. Especial 10, Documento Básico, Min.Minas e Energia, Rio (1970).

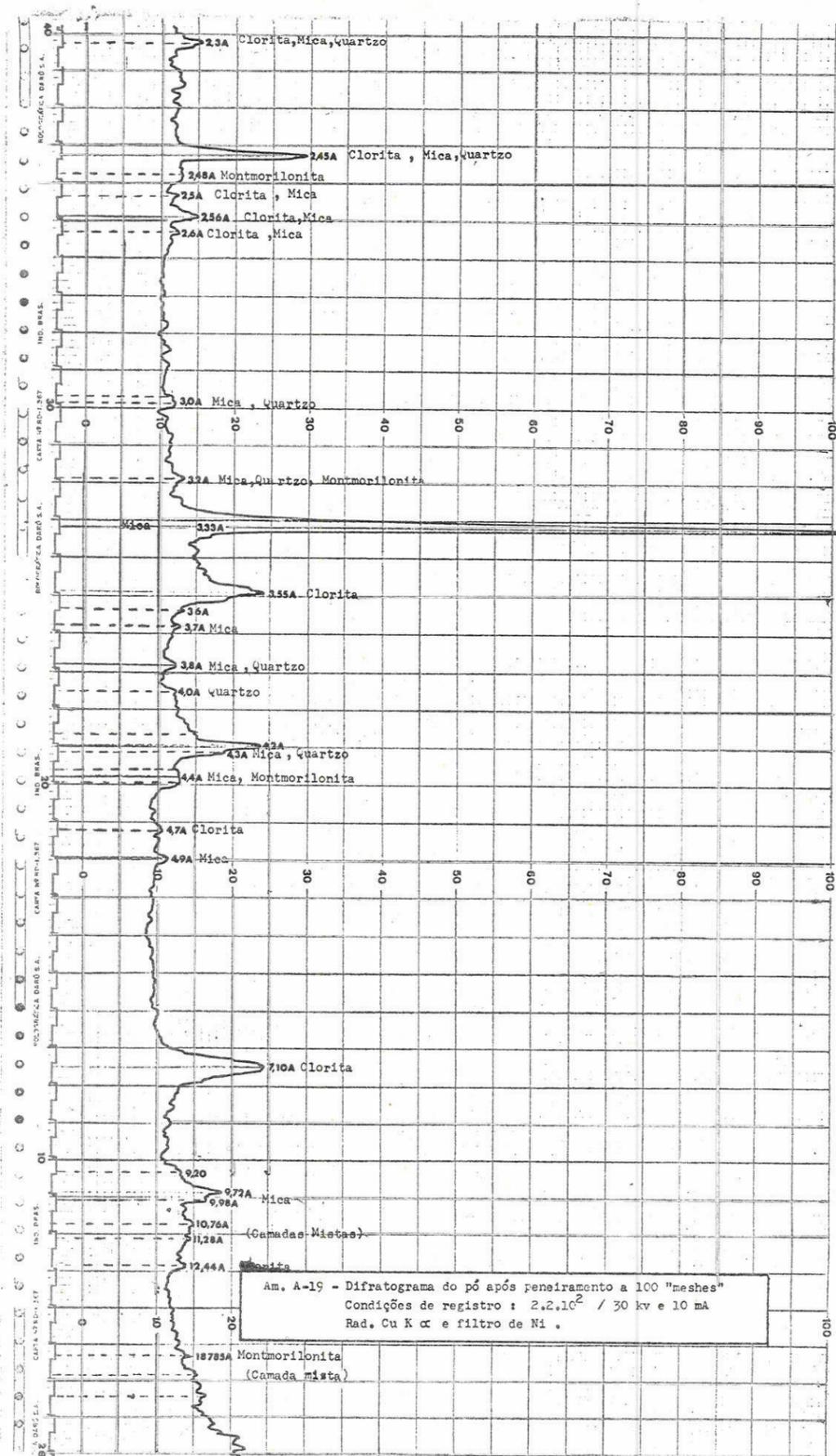
TABELA 4.B - CARACTERÍSTICAS DOS DIVERSOS MATERIAIS AMOSTRADOS DE NATUREZA ARGILOSA, OCORRENTES FORA DA ÁREA DAS OCORRÊNCIAS DE TALCO DE SÍTIO SERRA

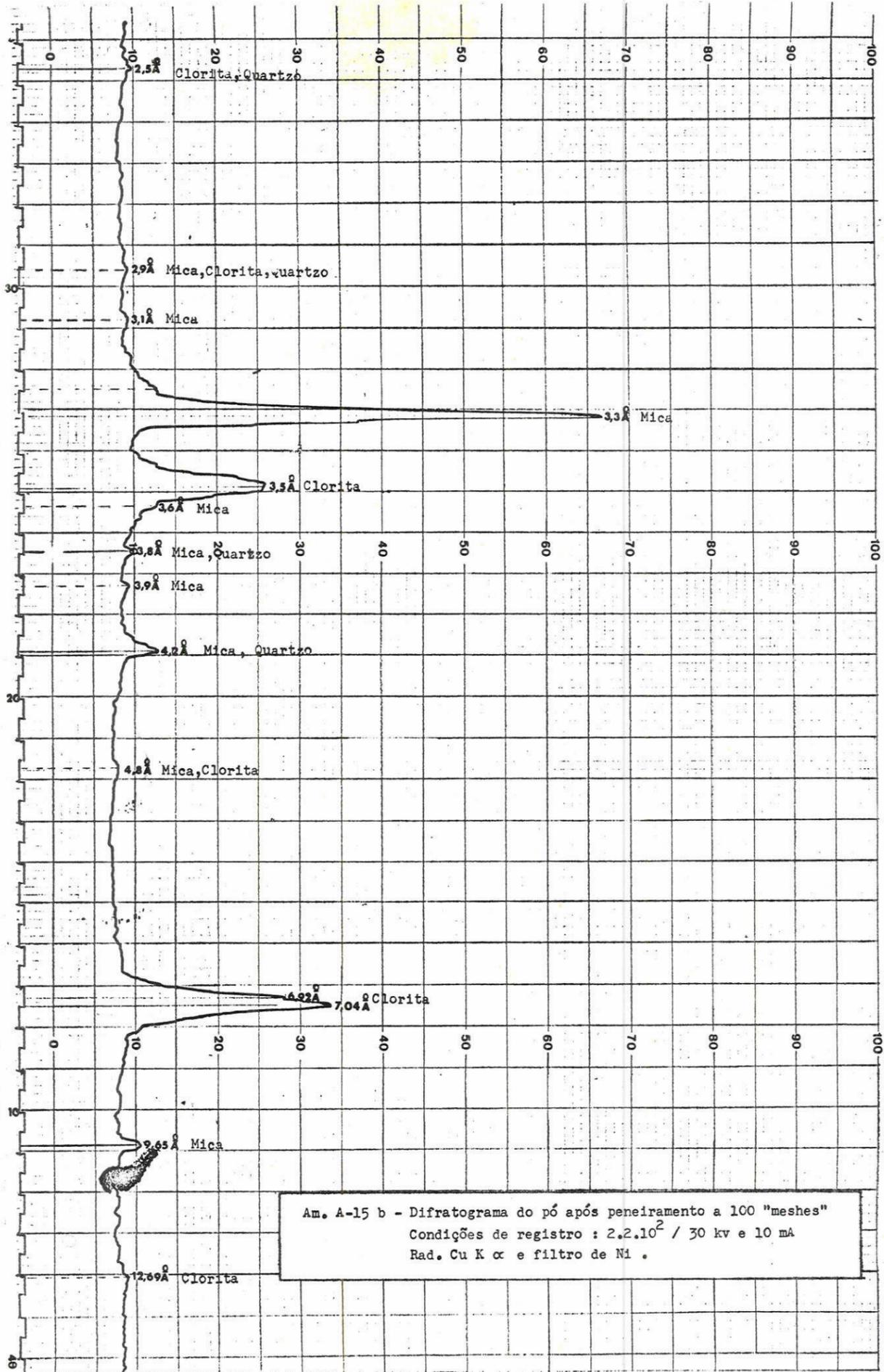
AMOSTRA	COR	CARACTERÍSTICAS DE CAMPO			COMPOSIÇÃO VISUAL	OBSERVAÇÕES OUTRAS	CARACTERÍSTICAS DETERMINADAS EM LABORATÓRIO	
		NATUREZA DA OCORRÊNCIA	MATERIAIS E ESTRUTURAS ASSOCIADAS				COR*	COMPOSIÇÃO DA FRAÇÃO MENOR QUE 100 "MESHES"
A-1b	Clara marrom amarelada	Concreções argilosas em um barranco ao nível do solo	Associada à Am.A-1a	Argila Quartzo fino++	Argilosa	2,5Y 7/4	Mica, Montmorilonita, Clorita e Quartzo	
A-2a	Amarela	Leito de um corre-go	Am.A-2b e A-2c	Argila Quartzo fino	Argilosa	10YR 7/10	Mica, Montmorilonita e Clorita	
A-2b	Clara cinza amarelada	Ídem		Argila Quartzo médio++	Argilosa	2,5YR 7/10	Mica, Clorita, Montmorilonita e Quartzo	
A-4	Vermelha variegada	Barranco marginal à estrada, nitidamente material de alt. de gnaisses	Veios de Quartzo de direções aproximadas E-W	Quartzo médio e Argila	Areno-argilosa		Quartzo, Mica, Clorita e algo de Montmorilonita	
A-12c	Marrom avermelhada	Barranco marginal à estrada	Próxima às Am.A-12a e Am.A-12b	Argila e algo de Quartzo fino	Argilosa Manchas esverdeadas	7,5R 7/6	Clorita, Montmorilonita e Mica, predominantemente	
A-15a	Branco amarelado	Sob um barranco, ao nível da estrada	Sobrejacente existe um nível de seixos quartzosos+++	Argila Quartzo médio	Argilosa com manchas algo esverdeadas		Mica, Caulinita, Montmorilonita, Clorita e Quartzo	
A-15c	Vermelho algo amarronzado	Ponto A.15, material predominantemente no referido barranco	Apresenta "stone line"+++ Am.A15a e Am.A-15b	Argila Quartzo médio a grosso		10R 6/8	Mica, Clorita, Caulinita e Montmorilonita	
A-19	Marrom	Corte lateral à estrada	Contendo seixos angulosos de um arenito fino	Silte-argiloso			Clorita, Mica, Montmorilonita e Quartzo	
A-1a	Amarela	Análoga à Am.A-b		Argila Mica Quartzo	Argilosa e sedosa	7,5Y 7/6	Mica, Clorita e Quartzo	
A-2c	Clara marrom amarelada	Ocorrência próxima aos A.2a e A-2b		Argila	Argilosa com manchas avermelhadas	2,5Y 7/4	Mica e Clorita	
A-5 ~ A-10	Cinza clara	No nível da estrada junto a um barranco		Argila Quartzo médio	Pontos brancos	2,5YR 7/10	Mica, Clorita e Caulinita	
A-12a	Branca Amarelada	Junto a um barranco ao nível da estrada	Am.A-2b e Am.A-2c	Argila Quartzo médio			Mica e Clorita	
A-12b	Cinza clara	Ídem		Quartzo médio e argila		2,5YR 7/4	Mica, Clorita e Quartzo	
A-15b	Branco acinzentado	Níveis irregulares no barranco	Am.A-15b e Am.A-15c+++	Quartzo médio e argila			Mica, Quartzo, Clorita e Caulinita	

\* Cores determinadas por comparação da amostra seca naturalmente com as cores apresentadas no Dicionário Munsell (3).

++ Quartzo granular, a granulometria utilizada é fino <1mm, médio de 1 a 5mm e grosso >5mm e <10mm.

+++ Tais seixos, de dimensões variadas, considerados como "stone line", apresentam-se em formas arredondadas e com material argiloso (Am.A-15c) como matriz entre eles em um nível de espessura aproximada de 0,5m horizontalizado.





Am. A-15 b - Difratoograma do pó após peneiramento a 100 "meshes"  
Condições de registro :  $2.2.10^2$  / 30 kv e 10 mA  
Rad. Cu K  $\alpha$  e filtro de Ni .

D - Materiais associados à mineralização talcosa

Os trabalhos efetuados revelaram que as ocorrências de Talco restringem-se à localidade do Sítio Serra e adjacências. No presente item trataremos dos diversos minerais associados, no que diz respeito a suas características petro-mineralógicas e químicas, e desde então, identificados como sendo:

- D.a Sílica
- D.b Talco
- D.c Muscovita
- D.d Esmectita
- D.e Clorita
- D.f Actinolita
- D.g Turmalina (Dravita)
- D.h Óxidos de Ferro
- D.i Córindon e minerais associados (rocha corundífera)

D.a - Sílica

Ocorrências de sílica sob a forma microgranular, algo jasperoidal, agregada em textura (de estrutura) "box work" fina, contendo zonas compactas ("Chert"), foram verificadas na ocorrência da Fazenda Limeira (vide planta da citada ocorrência à página 157). O material apresenta colorido de amarelo por Goetita e os vazios estão impregnados de uma lama, também amarela, composta de uma mistura de materiais associados à ocorrência. Sílica compacta, algo cavernosa e de coloração cinza-córnea, semelhante a "Chert", foi encontrada na localidade Sakamoto. Em ambos os casos os dois materiais silicosos têm nítida aparência ósseo-porosa. Sílica sob a forma de Quartzo fino e equigranular foi verificada na localidade Figueira associada à parte altera

da da rocha corundífera.

As páginas seguintes são mostrados os difratogramas de raios-X obtidos para o material coletado em Limeira (ponto a) e para a lama ao mesmo associada. O difratograma a foi obtido a partir da moagem, a uma granulometria menor que 100 "meshes", do material poroso após ter sido submetido a uma secagem natural. O difratograma a' a partir da lama de preenchimento, obtida por lavagens com água destilada, do material poroso. Análise química para o material poroso é trazida na tabela 4.E.

#### D.b - Talco

Apresenta, no geral, hábito maciço,\* coloração branca como em alguns casos observados, manchas amareladas. Pode-se denotar as seguintes distinções entre as várias amostras estudadas:

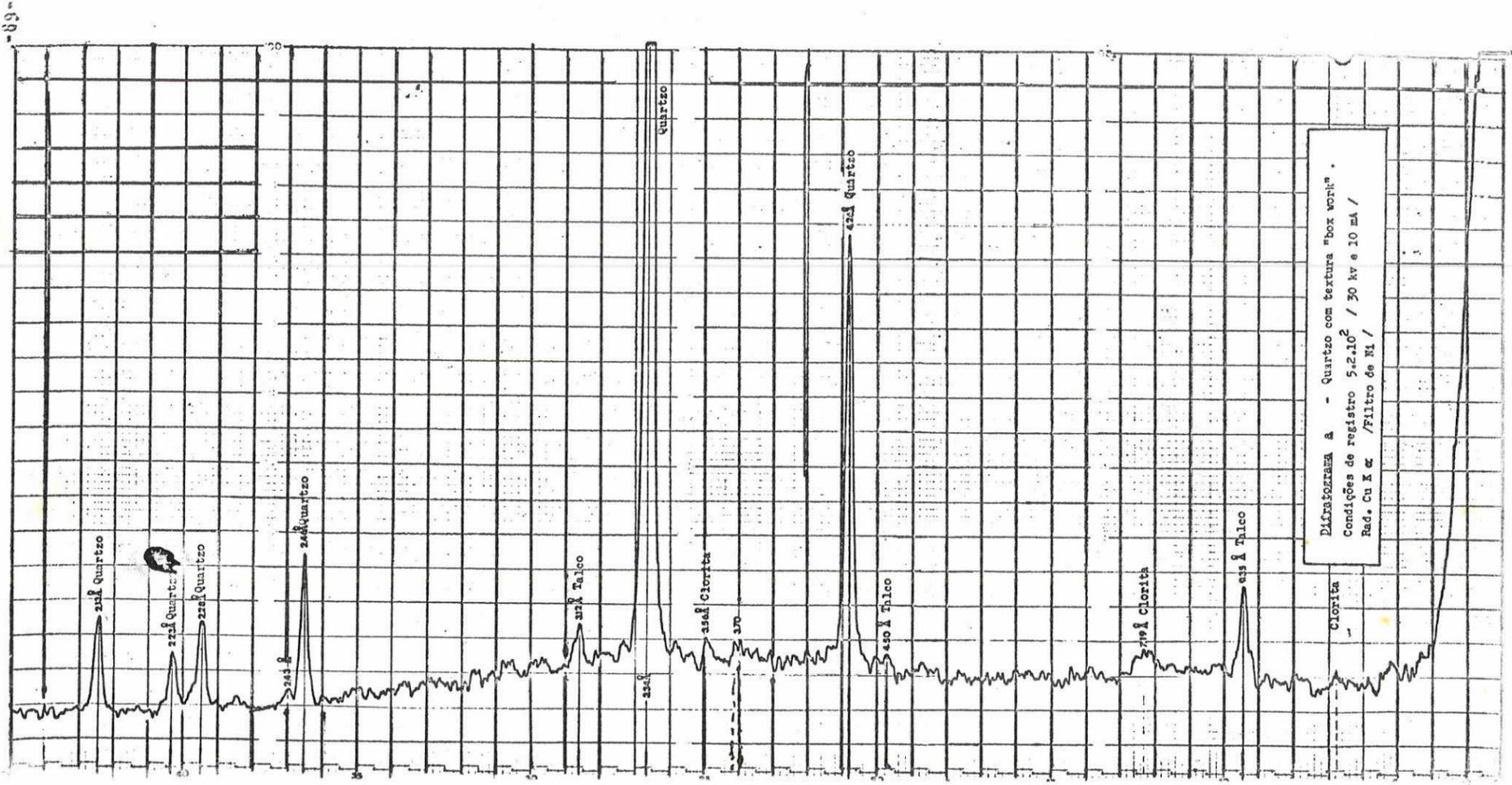
- i - Talco maciço e compacto.\*
- ii - Talco maciço, algo poroso, e associado à Clorita.
- iii - Talco maciço com Actinolita.

i - Talco maciço e compacto

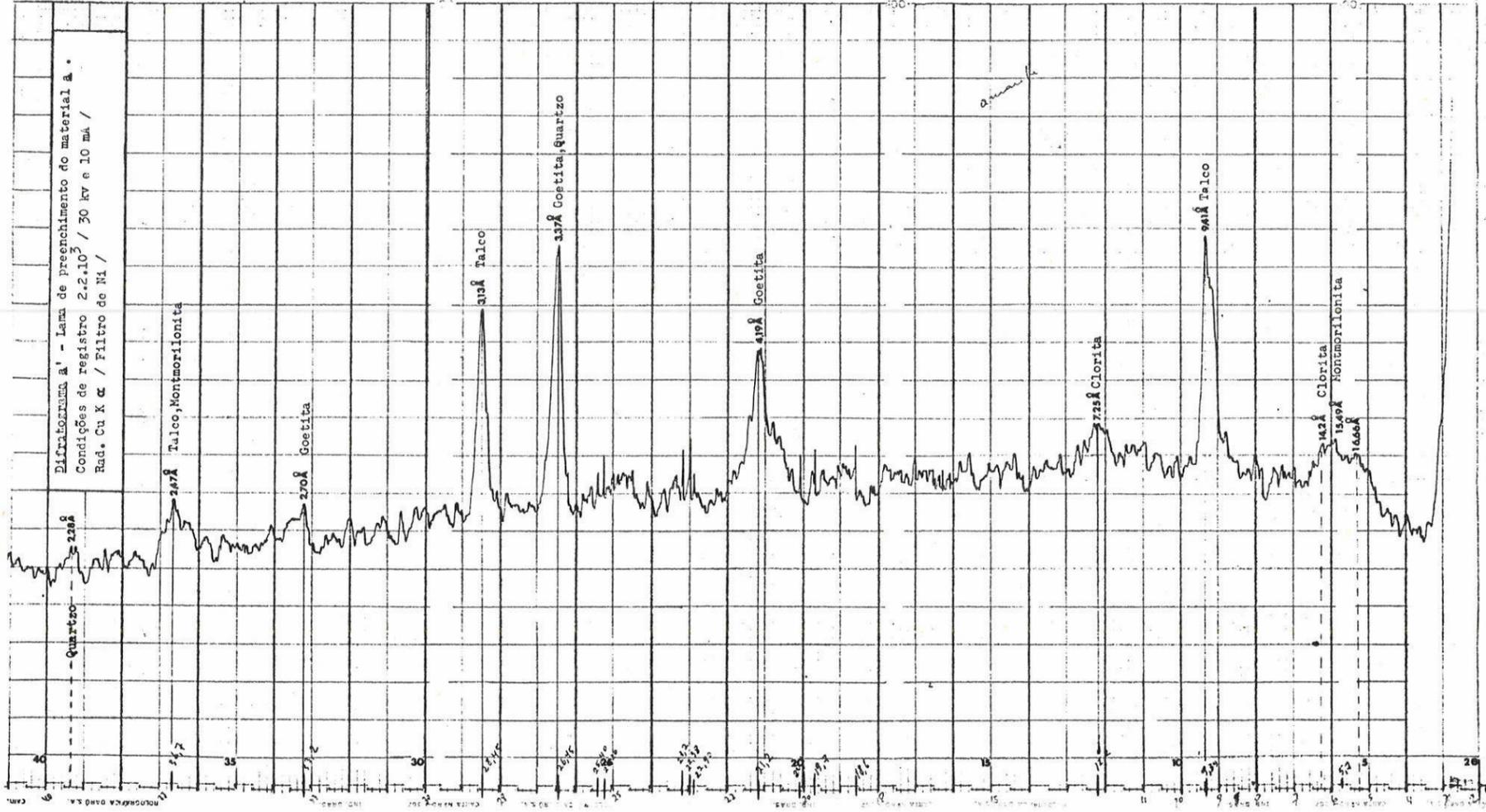
A caracterização geral de tal material foi o tema da breve comunicação ao XVIº Congresso Brasileiro de Cerâmica, feito pelo presente autor, e cuja referência é citada, em rodapé, à página 12. Naquele trabalho o autor apresenta um grupo de amostras coletadas durante a "Etapa de Pesquisas Preliminares", e representado pelas amostras 03, 04 e 06, como sendo Talco maciço e compacto. As características obtidas para tais amostras são aqui novamente re

---

\* Vide capítulo 5, item V - Problemas referentes à nomenclatura.



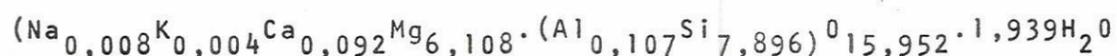
Difratograma A - Quartzo com textura "box work".  
 Condições de registro 5.2.10<sup>2</sup> / 30 kv e 10 mA /  
 Rad. Cu K $\alpha$  / Filtro de Ni /



produzidas como também a análise química efetuada para a amostra 04 trazida na tabela 4.E (p. 107). Tais características foram obtidas semelhantemente para as amostras i, j, n, p, q, r e s, coletadas na localidade Limeira durante a "Etapa de Pesquisas".

Desde então, foram as seguintes as características obtidas nos estudos preliminares:

- 1a. Cor branca homogênea, em alguns casos ( amostra 03) podendo apresentar manchas amareladas em zonas onde, sem direções preferenciais, o material se parte.
- 2a. Hábito criptocrystalino de aspecto maciço e compacto.
- 3a. Dureza menor que 1 1/2 (escala relativa de Mohs).
- 4a. Fácil moagem em gral de porcelana.
- 5a. Densidade aparente do pó, após compactação, de 0,76 g/cm<sup>3</sup>.
- 6a. Resíduo de 3,11, em peso, na peneira USS de nº 200.
- 7a. Umidade relativa a 105 ± 5°C de cerca de 0,3%.
- 8a. Os difratogramas obtidos demonstraram perfeita concordância de raios com relação aos valores trazidos pela ASTM (1) e por Brown (2) (Vide tabela 4.C, p.93, e difratogramas às p. 94, 95 e 96.
- 9a. Os termogramas mostraram pico endotérmico, característico de Talco, a cerca de 900-950°C, semelhantemente aqueles obtidos para as amostras i, p, q, r e s. (Vide página 126.)
- 10a. Encontrou-se a fórmula química de:



a partir da análise química determinada para a amostra 04, em se baseando nos métodos de cálculo e nas considerações de Deer, Howie e Zussman (3).

Em estudos detalhados para a determinação de pureza desses materiais, e, conseqüentemente, da validade da fórmula encontrada, ficou constatado a presença de outros minerais que, melhormente à hipótese de substituições diadômicas ou iônicas - descritas por Deer et al. (3), parecem ser responsáveis pelos elementos "estranhos" presen

tes em sua composição. Em paralelo às observações daqueles autores para a composição de um talco puro, serão feitas considerações quanto aos minerais encontrados, vejamos:

Considerações de Deer et al. (3)

Minerais constatados presentes e que possuem elementos químicos abordados por Deer et al. (3).

Algumas vezes pequenas quantidades de Alumínio ou Titânio podem substituir o Silício.

As análises químicas não detectaram Titânio. Presentes Turmalina (Dravita), Clorita e Actinolita.

Pequenas quantidades de Manganês, Alumínio e Ferro podem substituir o Magnésio.

As análises químicas não detectaram presença de Manganês. Nenhum mineral de Manganês foi verificado. Constatou-se a presença de Magnetita e Goetita, como minerais ferrosos, adicionalmente aos contendo Alumínio citados anteriormente.

Teores relativamente pequenos de Cálcio e Alcalis podem substituir o Magnésio, porém pode-se supor que eles constituem impurezas como fons interlamelares.

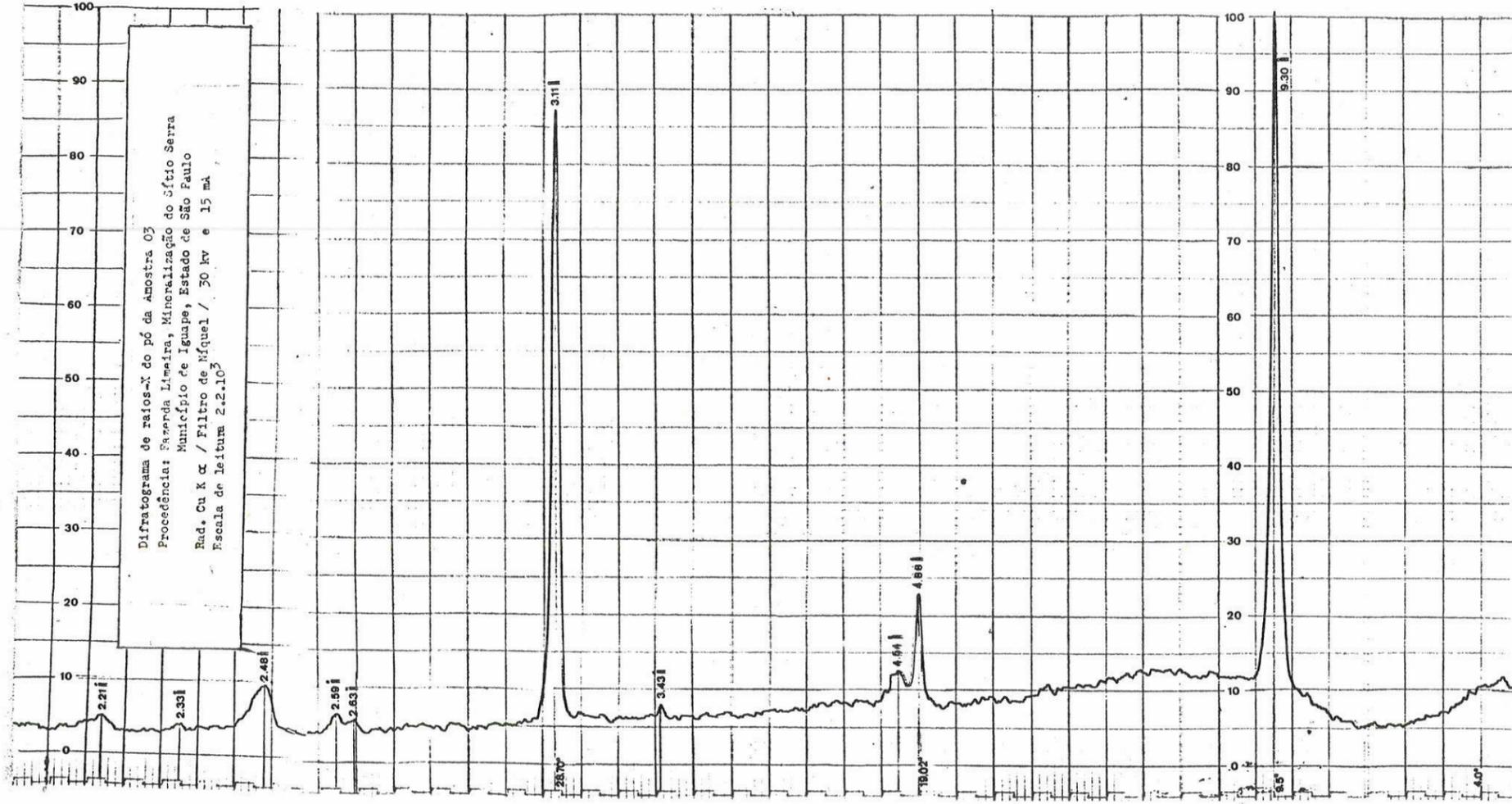
Os teores de Alcalis e Cálcio encontrados na Montmorilonita, Clorita e Talco de uma mesma ocorrência (Limeira) foram semelhantes, variando um pouco a mais para uma amostra de Talco da localidade Figueira, Como veremos em apêndice, os resíduos deixados pelas águas de percolação são insignificantes. Os minerais citados como

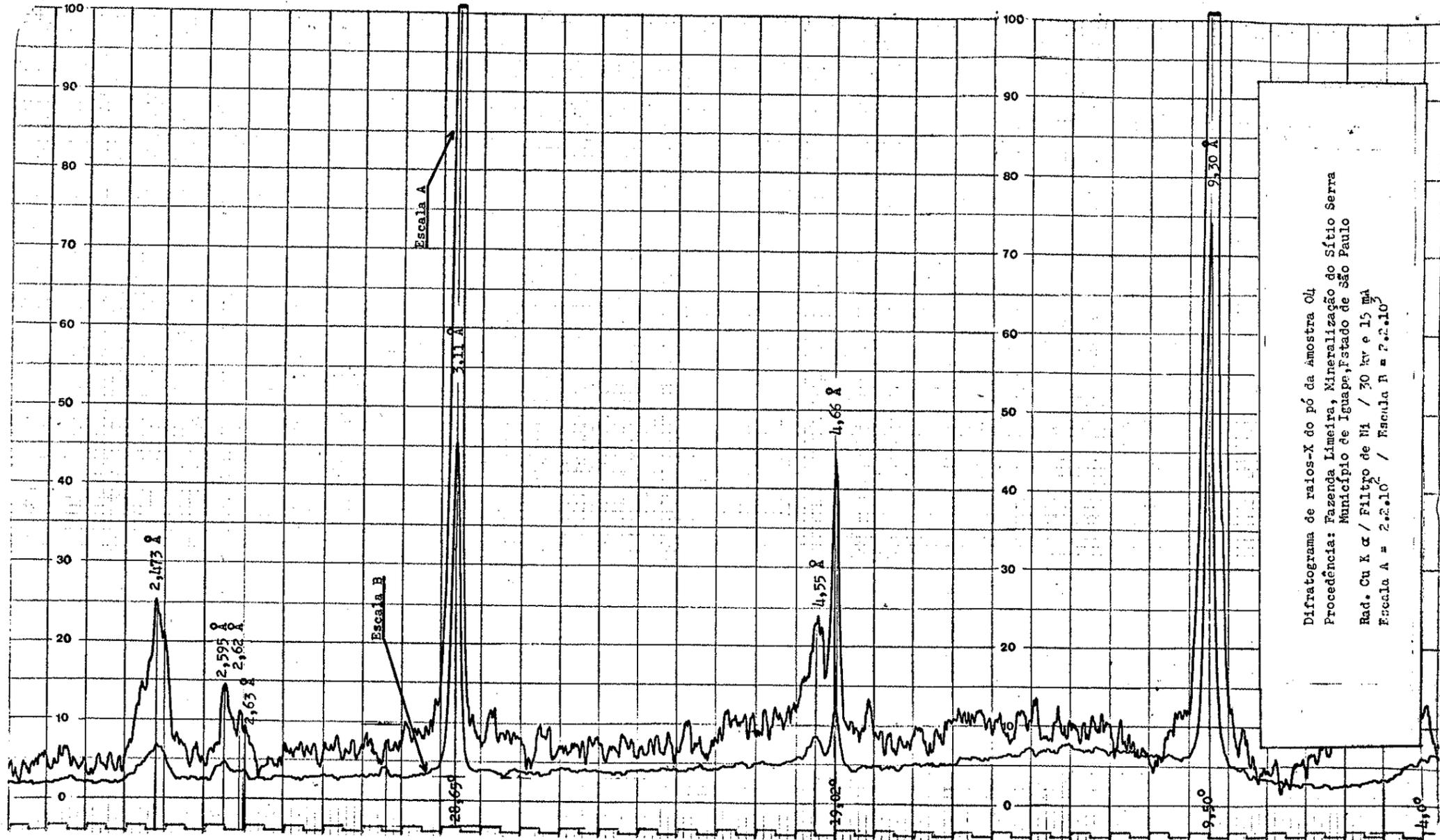
TABELA 4.C

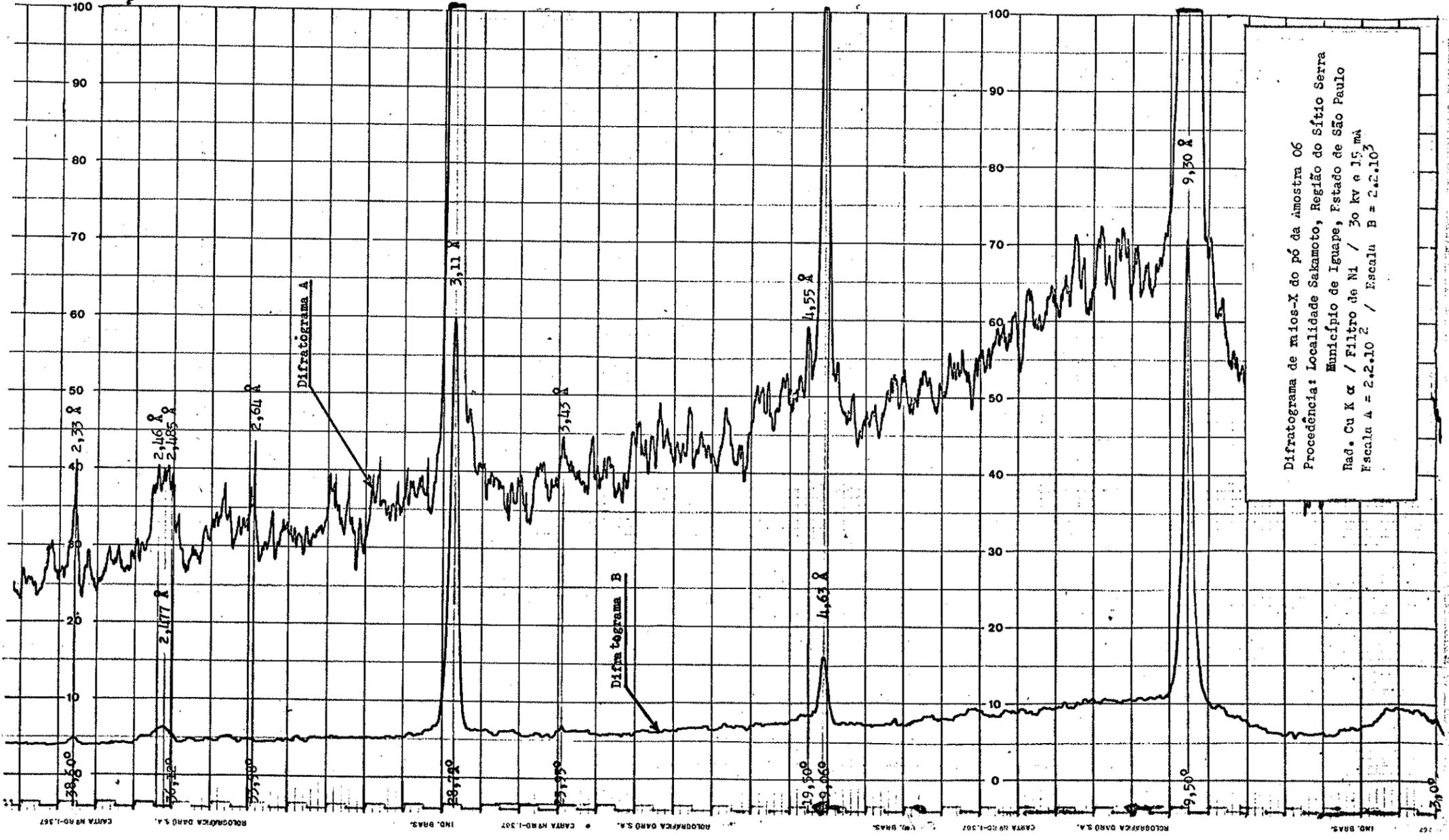
Valores obtidos para os espaçamentos planares em três amostras de Talco maciço e compacto e comparação dos mesmos com os dados da ASTM (1) e de Brown (2)

Amostra 03			Amostra 04			Amostra 06			ASTM (1)			Brown (2)		
2 $\theta$	d ( $\text{\AA}$ )	1/l'	2 $\theta$	d ( $\text{\AA}$ )	1/l'	2 $\theta$	d ( $\text{\AA}$ )	1/l'	d ( $\text{\AA}$ )	1/l'	hkl	d ( $\text{\AA}$ )	1/l'	hkl
9,50	9,30	100	9,50	9,30	100	9,50	9,30	100	9,34	100*	002	9,30	70	002
19,02	4,66	13	19,02	4,66	12	19,06	4,63	13	4,66	90*	004	4,65	10	004
19,54	4,54	3	19,50	4,55	6	19,50	4,55	2	4,55	30	020;11 $\bar{1}$	4,57	80	020;11 $\bar{1}$
-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,510	4?	11 $\bar{4}$	-	-	-
25,92	3,43	2	-	-	-	25,95	3,43	3	3,430	1Cr	113	-	-	-
28,70	3,11	5	28,65	3,11	60	28,72	3,11	90	3,116	100*	006	3,10	70	006
-	-	-	30,42	2,94	3	-	-	-	2,892	1Cr	025	-	-	-
34,06	2,63	2	34,00	2,63	3	33,98	2,64	3	2,629	12	202	-	-	-
34,56	2,59	3	34,53	2,595	4	-	-	-	2,595	30	13 $\bar{2}$	2,60	60	200;13 $\bar{2}$
36,25	2,48	7	36,30	2,473	8	36,12	2,485	8	2,476	65	132;20 $\bar{4}$	2,48	100	132;20 $\bar{4}$
38,54	2,335	2	-	-	-	36,24	2,477	8	2,335	16*	008	-	-	-
40,70	2,210	-	-	-	-	-	-	-	2,212	20	134	2,20	20	134
-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,196	10	20 $\bar{6}$	-	-	20 $\bar{6}$

- Observações:
- I) \* Picos aumentados por orientação.
  - II) Amostras 03, 04 e 06 sem orientação ou compactação do pó.
  - III) Talco in ASTM, cartão 13-558, amostra proveniente da Mandchúria e estudada por Stemple e Brindley (1).
  - IV) Talco in Brown (2), amostra analisada por Gruner, p. 475.







presentes, exceção aos óxidos Magnetita e Goetita, podem ter teores variáveis de Alcalis e Cálcio e, (em se baseando na persistência de um pequeno pico, variando entre 9,78 a 10,3Å, em quase todos os difratogramas obtidos para este tipo de Talco, e no estudo dos resíduos em peneiras de 100 e 200 "meshes", não se exclui a hipótese da presença de Muscovita nessas amostras.

#### Características microscópicas

Para uma mesma amostra (04) foram efetuadas duas lâminas delgadas, por respectivas secções perpendiculares entre si, em ambos os casos constatou-se:

Textura geral	Agregada criptocristalina sem nenhuma direção perceptível de orientação.
Minerais constituintes	Talco ( ~100% )  Incolor. Birrefringência forte. Nenhuma outra propriedade ótica foi observada. Identificado por difração de raios-X.
Acessórios ( < 1% )	Clorita - Peninita (?) e/ou - Muscovita (?). Placóide irregular. Incolor. - Cinza neutro em NX. Biaxial - negativa de 2V pequeno (~15°) a médio (30°). Actinolita Acicular longa. Rara (vide foto 21).

Termogramas (superpostos) de Talco maciço e compacto da mineralização do Sítio Serra, Município de Iguape, Estado de São Paulo

Aparelho Rigaku, Termoflex

Condições de funcionamento:

Sensibilidade: 100/1 // PR. 20 mv // Grad. Term. 10 °C / min.

Inerte/material = 1/1 // Material = 0,60 g // Inerte: Alumina Bayer calcinada

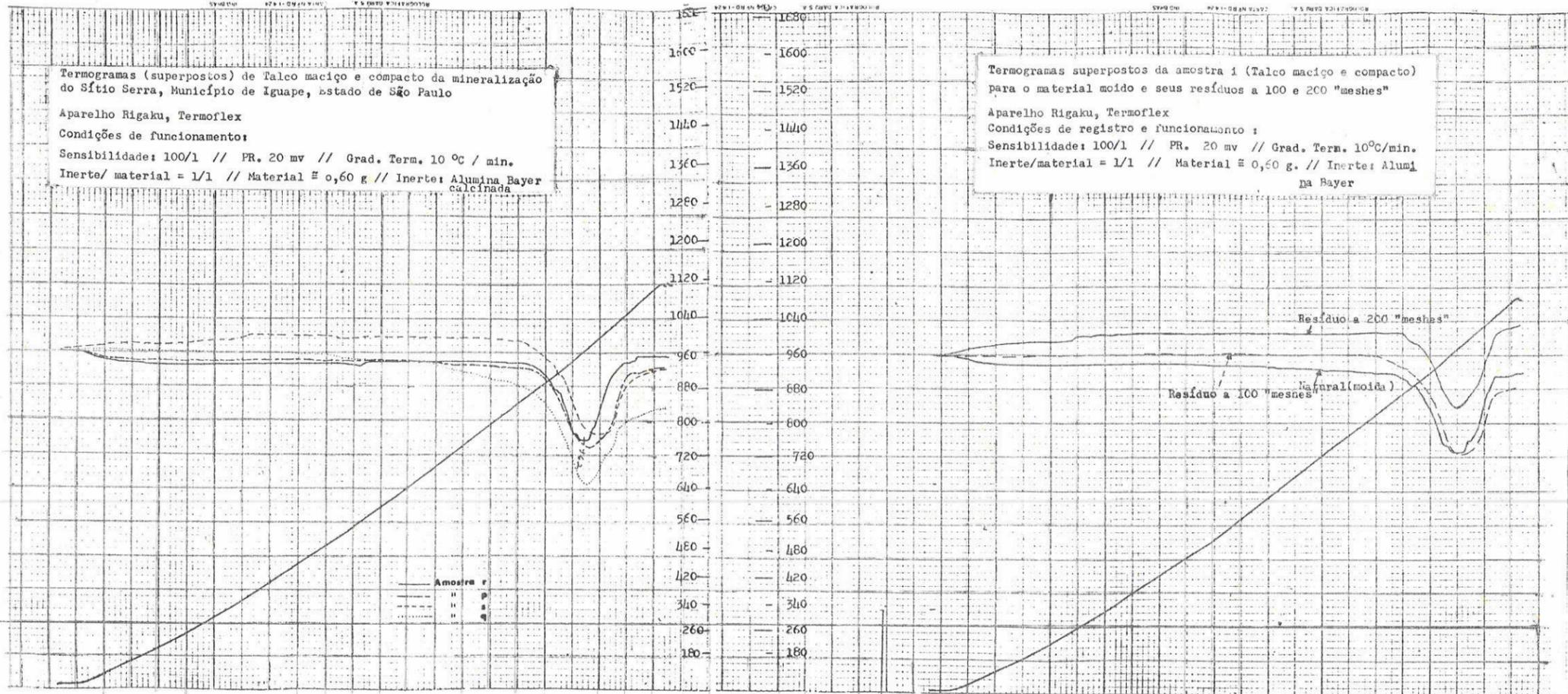
Termogramas superpostos da amostra 1 (Talco maciço e compacto) para o material moído e seus resíduos a 100 e 200 "meshes"

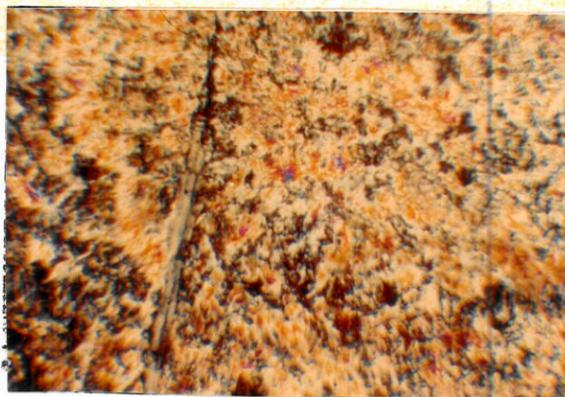
Aparelho Rigaku, Termoflex

Condições de registro e funcionamento:

Sensibilidade: 100/1 // PR. 20 mv // Grad. Term. 10°C/min.

Inerte/material = 1/1 // Material = 0,60 g // Inerte: Alumina Bayer





72

Foto 21 - Secção delgada de Talco brando (amostra 04), vista em NX e evidenciando um cristal acicular de Actinolita. 50 X.

Análises granulométricas e magnéticas associadas.

Os resíduos\* obtidos em peneiras USS de nº 100 e 200, após moagens em gral de porcelana, foram analisados em separador magnético isodinâmico e, a seguir, as frações magnéticas, obtidas por aumento de voltagens de 0,2 em 0,2 A, foram, de per si, estudadas opticamente. Desta forma a tabela 4 D e a série de fotografias à página 102 (fotos 22 a 25) ilustram os diversos minerais encontrados.

#### Espectroscopia de infravermelho

Mais que uma técnica de identificação mineralógica, a importância da aplicação do método no estudo das amostras deste grupo de Talco, revestiu-se na constatação de um talco impuro. A simples comparação entre o espectro apresentado em literatura (4 e 5) e naquele obtido para o pó de granulometria menor que 200 "meshes" da amostra 04 demonstra este fato.

O amplo patamar (ou banda) de absorção máxima entre 9,5 e 10,2  $\mu$  e aquele outro (a) de máxima transmitância de 12,9 a 13,52  $\mu$  sugerem a presença de silicatos ou mais precisamente de filossilicatos. A presença de uma zona de absorção a 2,72  $\mu$ , devida a vibrações de grupos OH, caracteriza filossilicatos tipo Micas, Cloritas e argilo-minerais tais como Montmorilonita e Ilita. Por controle do aparelho (registro) e da quantidade relativa da amostra em relação ao diluente-inerte (KBr), pode-se evitar que tais zonas de absorção e de transmissão máximas respectivamente constituíssem patamares, isto é, excedessem às dimensões do

---

\* Após peneiramento, o material mais grosso e retido volta a ser moído, desde então, considerou-se como resíduo a fração retida, após essas sucessivas moagens, que apresentasse cor distoante da cor (original) da amostra. Desta forma, é um resíduo relativo e que poderia ser diminuído em outras moagens conseqüentes se fossem efetuadas.

TABELA 4 D

Minerais identificados em resíduos a 100 e 200 "meshes",  
após separação magnética

MINERAIS IDENTIFICADOS		
AMPERAGEM (limites)	100 "meshes"	200 "meshes"
0,0-0,2	Magnetita (gr.PO) Turmalina (gr.,P)	Magnetita (gr.PO) Turmalina (gr.,P)
0,2-0,4	Turmalina (gr.,CA) Clorita (pl.,ME)	Turmalina (gr.ME-A)* Clorita (pl.,P-ME) (foto 22)
0,4-0,6	Clorita (pl.,Mc)	Clorita (pl.,ME-A) Turmalina (gr.,M-CA) (foto 23)
0,6-0,8	Muscovita (pl.,ME)	Clorita (pl.,c) Muscovita (pl.,ME)** (foto 24)
0,8-1,0	Muscovita (pl.,M)	Muscovita (pl.,M)
1,0-1,2	Muscovita (pl.,MA) Talco (?) (b.,P)	Muscovita (pl.,Mc-A)
1,2-1,4	Talco (b.,ME) Muscovita (pl.,c)	Muscovita (pl.,c) Talco (b.,ME)
1,4-1,6	Talco (b.,ME)	Talco (b.,ME-Mc) Muscovita (pl.,c)
1,6-1,9	Talco (b.,M-A)	Talco (b.,M-A)* (foto 25)
Não magnético (75% do total)	Talco (b.,c)*	Talco (b.,c)

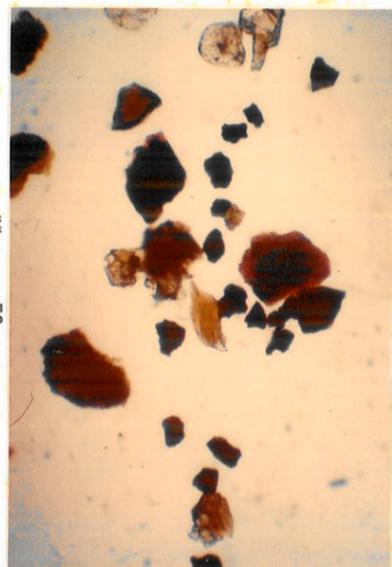
  

gr. = granular	A = amarelo,	c = claro
PO = preto e opaco	amarelado	M = marrom
P = preto	pl. = placóide,	b. = blocos
MA = marrom amarelado	placoidal	floculares
ME = marrom escuro	M-A = marrom e	C = cinza
	amarelo	

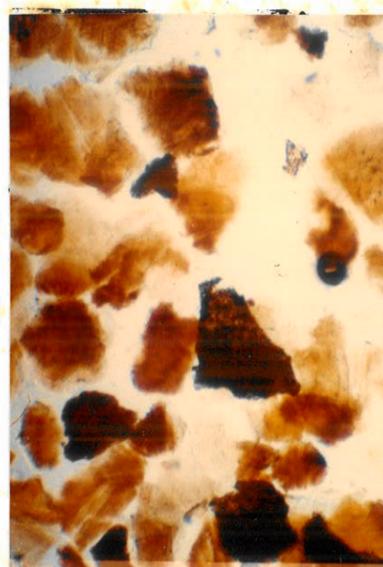
\* Presença de minerais outros, não identificados.

\*\* Mineral não precisamente identificado por meios ópticos. Sua presença na faixa de 0,4 a 1,6 A é citada em literatura competente (vide referências VI, VII e VIII, capítulo 2, item 2 III).



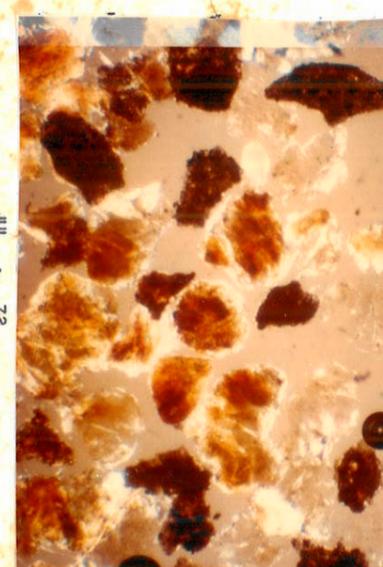
JUL  
72

Foto 22 - Resíduo magnético a 0,2 - 0,4 Amperes. NX e aumento aproximado de 50 X. (Amostra 03)



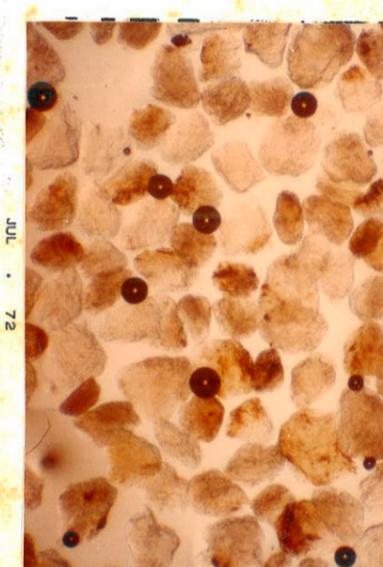
JUL  
72

Foto 23 - Idem, fração magnética a 0,4 - 0,6 Amperes.



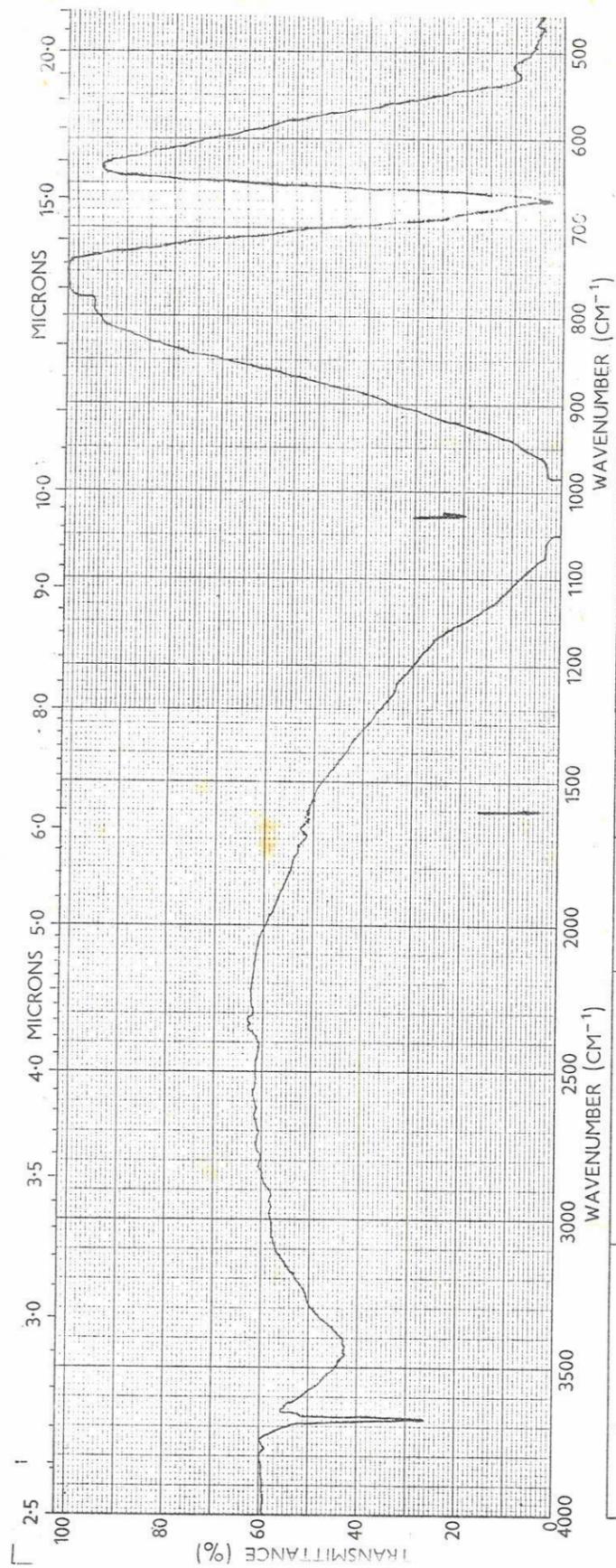
JUL  
72

Foto 24 - Idem, a 0,6 - 0,8 Amperes.



JUL  
72

Foto 25 - Idem, a 1,6 - 1,9 Amperes.



SAMPLE : OIL

ORIGIN : Sítio Serra (Luchila-SF)

FACT No 337E - 1203

PERKIN ELMER LIMITED 337E-1204/B2

SCANNING SPEED: 3104

SLIT: 1

REMARKS:

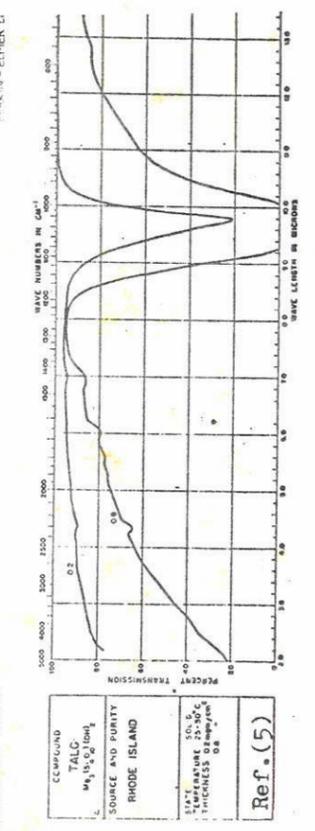
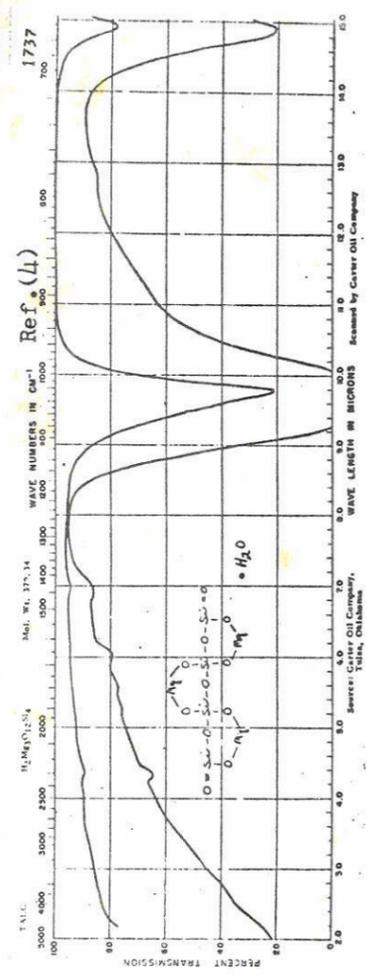
OPERATOR: DATE: 6/3/72

SOLVENT: NONE

CONC.:

CELL PATH: 1.6014

REFERENCE: 1020.C



PERKIN ELMER LIMITED 337E-1204/B2

Ref. (4)

Ref. (5)

papel por efeito de suas altas intensidades, e desde então, formando bandas detectáveis no registro do espectro. Entretanto, neste caso, observou-se uma quase total perda da raia de absorção a  $2,72 \mu$ .

As seguintes zonas de transmissões são apresentadas como características de Talco puro e de composição  $Mg_3 (Si_4O_{10}) (OH)_2 \cdot (5)$

Transmissão muito baixa a nula	( 0-25 %)	a $9,8 \mu$
Transmissão baixa a alta	( 25-75 %)	a $14,9 \mu$
Transmissão muito alta a extrema	( 75-100 %)	a $15,1 \mu$

ii - Talco maciço, algo poroso, e associado à Clorita.

A maioria das amostras deste grupo de Talco foi coletada na localidade Sakamoto. Macroscopicamente, o material distingue do anterior por possuir menor brancura e pelo seu aspecto menos compacto onde se pode distinguir, nitidamente, agregados lamelares finos de um material micáceo, frágil e sem nenhuma plasticidade.

Para uma das amostras coletadas na localidade citada, foram obtidos dois difratogramas de pó; um para as porções micáceas e outro para as partes onde não se denotava, aparentemente, tal material micáceo. O primeiro (vide difratograma - (Talco) - Parte micácea) constatou a presença de Talco, Clorita (trioctaedral) e mineral(is) de camadas mistas não identificado(s). Algo de Muscovita e de Montmorilonita provavelmente também se torna presente. O segundo (vide difratograma ii- (Talco) - Parte maciça) constatou a presença de Talco e algo de Clorita e Muscovita. Desde então, pressupõe-se a existência de Clorita associada distintamente ao Talco, muito embora não se exclua a hipótese de sua presença finamente disseminada na parte maciça

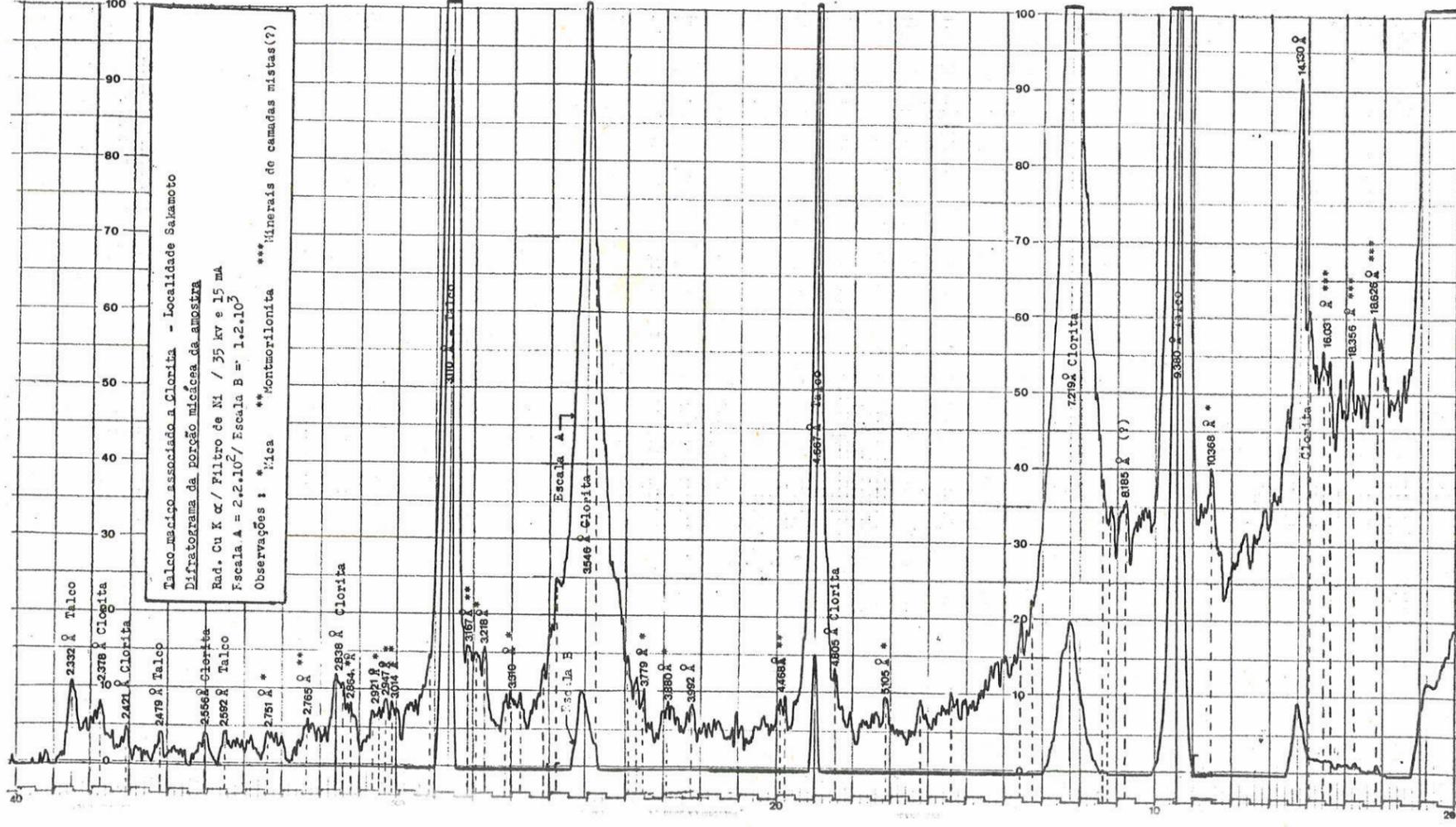




TABELA 4.E - ANÁLISES QUÍMICAS DE MATERIAIS DIVERSOS ENCONTRADOS NA OCORRÊNCIA TALCOSA DE LIMEIRA (MINERALIZAÇÃO DO SÍTIO SERRA), COMPARADAS COM MATERIAIS SEMELHANTES DESCRITOS EM LITERATURA

Composição (%) (em óxidos)	Amostra (Limeira)	Talco puro (composição teórica)	Talco de Brumado, Ba	Amostra 04*	Amostra de Figueira	Pedra Sabão	Saponito ferruginoso	Scheridanita	Amostra C4* (Limeira)	Saponita	Amostra k*	Beidelita	Nontronita	Muscovita	Amostra h* (Limeira)	Hidromuscovita	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
SiO <sub>2</sub>	94,90	63,50	63,50	60,70	57,95	57,50	42,00	27,64	33,10	43,62	43,40	45,32	43,51	48,42	46,30	46,54	SiO <sub>2</sub>
TiO <sub>2</sub>	0,08	-	-	-	-	n.d.	n.d.	0,22	0,39	-	-	-	-	0,87	0,11	0,17	TiO <sub>2</sub>
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,98	-	0,30	0,70	1,13	6,90	5,80	22,48	22,40	5,50	12,50	27,84	2,94	27,16	35,20	36,37	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,28	-	0,20	2,16	2,72	3,20	12,40	0,06	1,25	0,66	27,30	0,70	29,51	6,57	0,63	0,72	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
FeO	0,74	-	-	↑	↑	↑	-	12,06	4,78	-	↑	-	-	0,81	↑	0,36	FeO
MgO	0,37	31,70	31,80	31,00	31,02	28,80	25,50	24,32	24,50	24,32	5,56	0,16	2,27	traços	2,17	0,50	MgO
MnO	-	-	-	-	-	n.d.	n.d.	0,02	-	0,06	-	-	-	traços	-	-	MnO
CaO	0,53	-	traços	0,66	2,66	3,20	3,50	0,00	0,68	2,85	0,72	2,76	in CaO	-	0,33	0,22	CaO
K <sub>2</sub> O	0,06	-	-	0,02	↑	n.d.	n.d.	0,06	0,02	0,04	0,04	0,12	-	11,23	10,80	8,06	K <sub>2</sub> O
Na <sub>2</sub> O	0,03	-	-	0,03	↑	n.d.	n.d.	0,17	0,03	0,08	0,08	0,10	-	0,35	0,28	0,46	Na <sub>2</sub> O
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,77(?)	4,80	4,10	4,71	4,52	n.d.	n.d.	11,45	12,80	5,48	9,97	14,48	n.d.	4,31	4,25	6,31	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	-	-	-	-	-	n.d.	n.d.	1,80	-	17,42	-	8,16	n.d.	0,19	-	0,52	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>
P.R.	0,77	4,80	4,10	4,71	4,52	4,10	10,50	13,25	12,80	22,90	9,97	22,64	20,67	4,50	4,25	6,83	P.R.
Cu **	-	-	-	20	-	-	-	-	300	-	120	-	-	-	70	-	Cu
Ni **	-	-	-	20	-	-	-	-	320	-	200	-	-	-	20	-	Ni
Cr **	-	-	-	50	-	-	-	-	600	-	180	-	-	-	50	-	Cr
Co **	-	-	-	30	-	-	-	-	100	-	80	-	-	-	30	-	Co

\* Analista: Sílvia L. Moro, I.P.T., São Paulo (Universidade)

\*\* Composição adicional (elemento por ppm), determinada por Espectroscopia de Raios-X - Analista: Marcos Barenholz, I.G., Geocronologia, São Paulo (Universidade)

Materiais comparados aos de Sítio Serra

- 3 - Talco de Brumado, Brumado (Ba) - In Fróes Abreu, p.282 - Referência (vide p. 6, V).
- 6 - Pedra-sabão da região de Ouro Preto (MG) - Segundo O. von Burger (I.N.T.) - in Fróes Abreu - referência (vide p. 6, V).
- 7 - Saponito ferruginoso. Congonhas (MG). Análise I.N.T. - in Fróes Abreu - referência (idem).
- 8 - Scheridanita de rocha clorita-dravita, Nelson (Nova Zelândia) - in Deer et Alli (p.234, (3)).
- 10 - Saponita azul-pálida de vesículas de lavas, All Ribhein, Skye (Escócia) - in Deer et Alli (p.252, (3)).
- 12 - Beidelita da mina Black Jack (Owyhee Co.), Idaho (Estados Unidos) - referência (idem).
- 13 - Nontronita de Woody, California (Estados Unidos) - citada por P.S.Santos in "Tecnologia de Argilas", E.P.C.G., U.Fe.PB, v.1, p.90, Campina Grande (1969).
- 14 - Muscovita rosa de pegmatito, inclui-se óxidos de terras raras e traços de Fluor, Novo México (Estados Unidos) - referência E.W.Heinrich et A.A.Levinson in "Relationship between polymorphism and composition in muscovite-lepidolite series. Amer.Min., XXXVIII, p.25 e 89 (1953)".
- 16 - Hidromuscovita de Ogofau, inclui-se 0,06 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Carmarthenshire (Sul de Gales) - in Deer et Alli (p.251, (3)).

(Talco). A Montmorilonita pode estar associada à Clorita como seu produto de alteração ou constituindo, com ela, camadas mistas. Quanto à Muscovita (Ilita ou Sericita) o principal critério de sua aceitação, como mineral presente ao material, está na persistência do pico a cerca de 10 Å, verificado também para o Talco maciço e compacto, em todos os difratogramas examinados.

As páginas 105 e 106 são trazidos os difratogramas acima especificados.

iii - Talco maciço com Actinolita

O material assim classificado apresenta aspecto mais próximo do grupo anteriormente descrito que daquele constituído por talco maciço e compacto. Ele é caracterizado por apresentar cristais prismáticos finos e, predominantemente, aciculares, longos, por vezes agregados com aspecto radial, frágeis e visíveis a olho nú. Tais cristais foram identificados como pertencentes à série isomorfa Tremolita-Ferroactinolita (3). Os dados de difração de raios-X e de estudos óticos indicaram um mineral tipo Actinolita rica em ferro. Tais características serão citadas à página 139 quando, novamente, serão feitas referências a este mineral.

D.c - Muscovita

A presença de Muscovita associada à mineração foi primeiramente observada durante a "Etapa de Pesquisas Preliminares", quando foram observados blocos quebrados, de dimensões de seixos, dispostos à superfície da ocorrência talcosa de Limeira. Foram coletadas amostras do material e, por se pensar em provável material rolado, não foram feitos estudos pormenorizados. As seguintes características macroscópicas foram registradas para tal material:

TABELA 4.F

Cores apresentadas pelas diversas amostras, após secagem natural, segundo comparação com o dicionário Munsell (vi de referência (3), p. 83) e padrões da Federal Standard (10)

Amostra	Localidade	Munsell	Federal Standard
a' (lama)	Limeira	2,5 Y 7/4 <sup>a</sup> 10 YR 7/10	
C <sub>1</sub> (Clorita)	Idem	5 G Y 9/1	
C <sub>2</sub> (Clorita)	Idem	2,5 G Y 8/2	
C <sub>3</sub> (Clorita)	Idem	2,5 G Y 7/2	
C <sub>4</sub> (Clorita)	Idem	7,5 G Y 7/2 <sup>a</sup> 5 G Y 6/2	
d (Clorita)	Idem	N 9/0	
e (Clorita)	Idem	N 9/10	
f (Clorita)	Idem		37886
g (Clorita)	Idem		27778
h <sub>2,3</sub> (Clorita)	Idem		
j (Clorita)	Idem		a
l (Clorita)	Idem		
m (Clorita)	Idem		
o (Clorita)	Idem		27886
w (Clorita)	Sakamoto		
y (Clorita)	Figueira		
i, j <sup>1</sup> , n, p, q, r, s, 0,4 (Talcos)	Limeira	5 Y 9/3 a N 9/10	37875
Talco de Brumado	Brumado (Bahia)		37875

Cor	cinza esbranquiçada homogênea
Brilho	nacarado
Hábito	placôide de dimensões milimétricas (5mm) agredadas em flocos sem orientação de direção
Textura geral	como função do hábito do mineral constituinte, a rocha tem uma textura granular, em melhor dizendo, equigranular compacta

Durante a "Etapa de Pesquisas", observou-se na mesma ocorrência talcosa uma rocha disposta como em filão, composta de um material acinzentado, de brilho nacarado, semelhante aos "rolados" descritos. O corpo de tal rocha demonstrava alargar-se em profundidade e apresentava seus bordos alterados gradativamente para uma lama cinza e finalmente branca. Foram coletadas amostras do material duro (Am.h) e das partes alteradas (Am.h<sub>1</sub>, Am.h<sub>2</sub> e Am.h<sub>3</sub>) (vide localização, ponto h, em planta da respectiva ocorrência). Por ordem de apresentação, às páginas seguintes, veremos um esquema, acompanhado de fotografia (foto 26), ilustrando a forma de ocorrência do material e localização aproximada dos pontos de coleta das amostras citadas; difratograma do pó do material duro e tabela 4.6 apresentando os valores dos espaçamentos planares do material componente, comparados aos espaçamentos respectivos apresentados para uma Muscovita (cartão 6-0263, idem) de composição  $KAl_2(Si_3Al)O_{10}(OH,F)_2$  (cartão 6-0263, (1)).

#### Características petrográficas

A lâmina h' apresentou as seguintes características petrográficas:

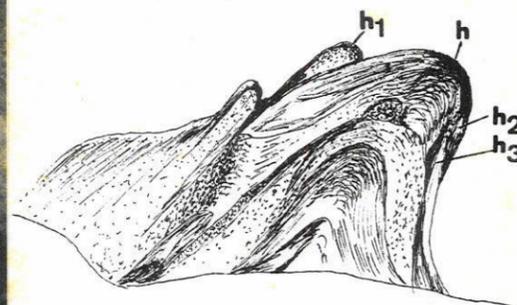
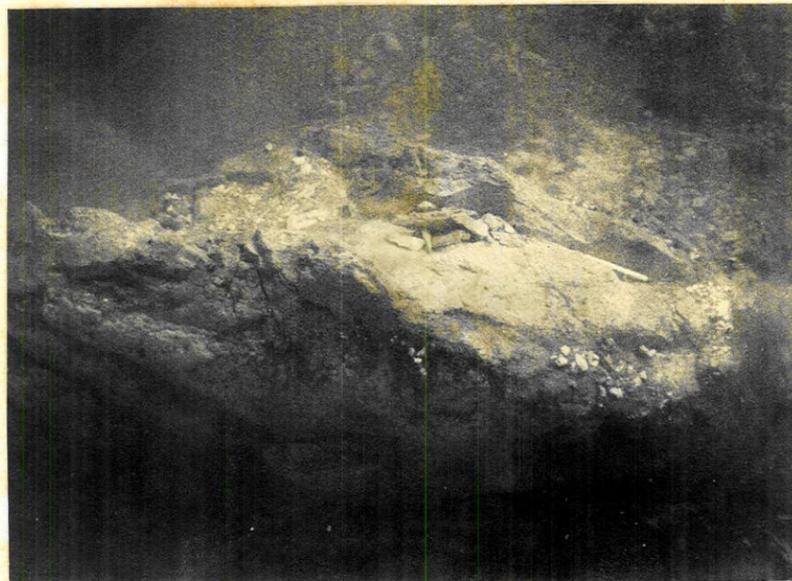
Textura geral	Agregada floco-lamelar (vide foto 27)
Minerais constituintes	Muscovita (~100%) Incolor. Biaxial negativo (2V-30°)
Acessórios (raros)	Topázio Subhedral, equidimensional (algo arredondado). Incolor. Incluso nos bordos da Muscovita. Esfeno (?) Relevo muito alto. Grãos finos euhedrais. Não precisamente determinado.

#### Composição química

A tabela 4.E à página 107 fornece a composição química da rocha. Este resultado, adicionalmente aos dados de raios-X e petrográficos, indica tratar-se de um material essencialmente monomineralico, de composição muscovítica. Entretanto, por analogia ao "Talco maciço e compacto", qualquer tentativa de se utilizar da composição química para tentar obter uma fórmula estequiométrica ou composicional para o mineral componente (Muscovita), poder-se-á incorrer em erros.

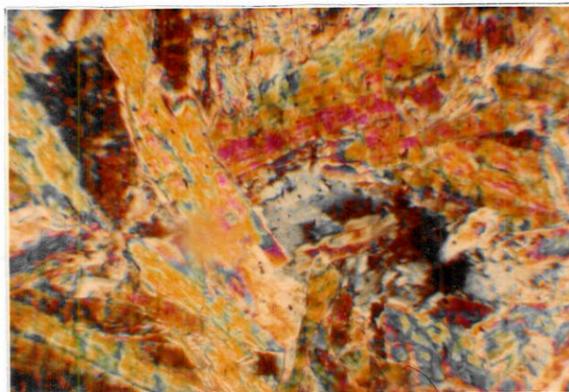
#### Alterações

Como já ficou visto anteriormente, a Muscovita está alterada gradualmente a uma argila branca, cuja composição mineralógica mostrou ser, essencialmente, constituída de Clorita. Sobre as características de tal alteração, comentários serão feitos à página 126 ao serem abordadas as Cloritas de alteração desta Muscovita.



0 10 20cm

Foto 26 - Corpo imerso de rocha muscovítica. As amostras efetuadas para este material (amostras h, h<sub>1</sub>, h<sub>2</sub> e h<sub>3</sub>) foram processadas após bombeamento e drenagem da água. À direita, esquema do referido corpo, visto de Leste para Oeste, e as localizações dos pontos de amostrações. Localidade Limeira.



JUL . 72

Foto 27 - Seção delgada do material (rocha) muscovítico, vista em NX com aumento aproximado de 50 X.

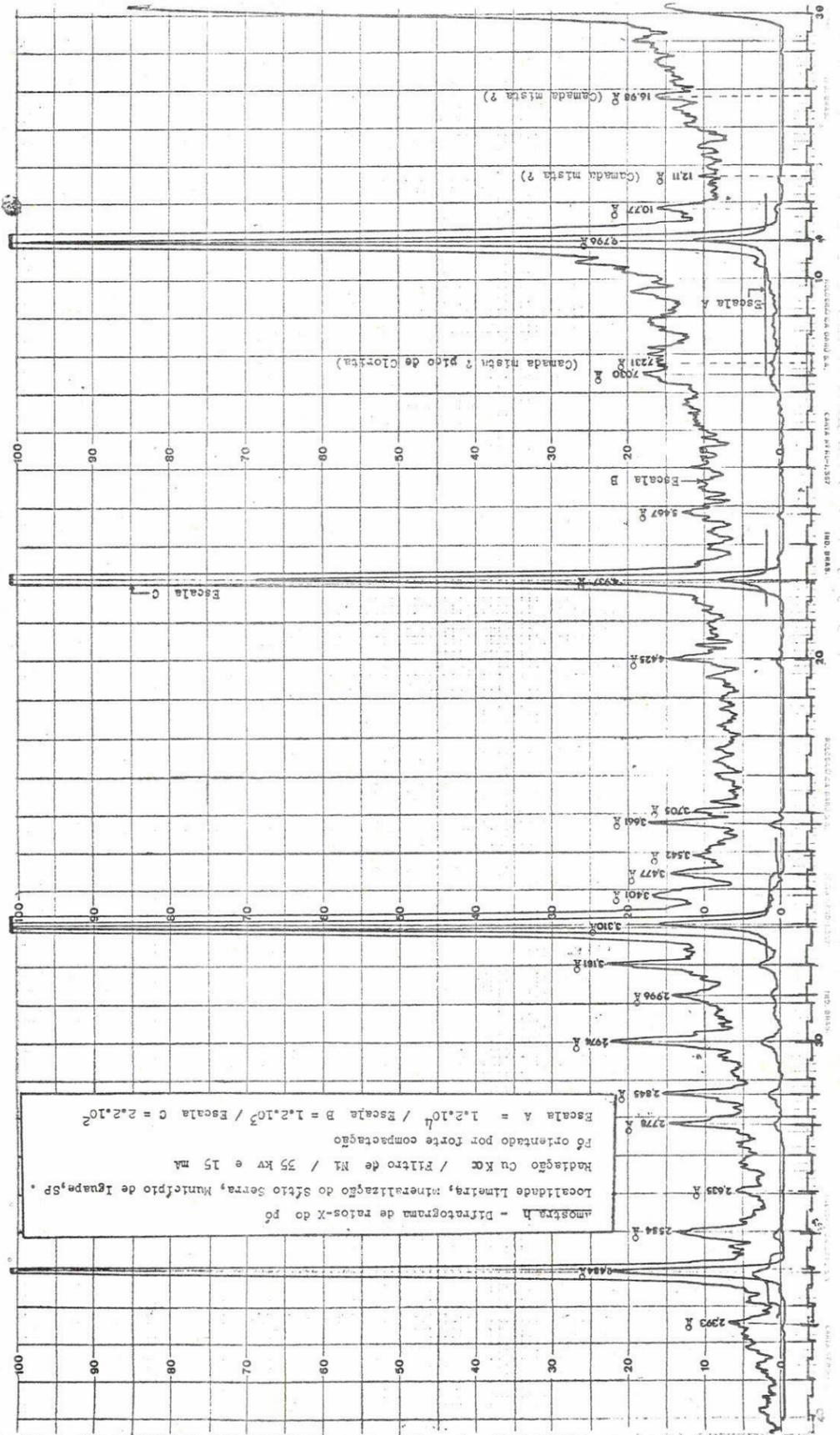


TABELA 4.G

Dados roentgenográficos obtidos por difração do pó orientado por forte compactação, da amostra h, comparados aos valores de uma Muscovita apresentada pela ASTM (1).

Amostra h			Cartão 6-0263 (1)		
2θ	d(Å)	I/I'	d(Å)	I/I'	hkl
5,20	16,980	0,5*			
7,29	12,115	0,3*			
8,20	10,773	0,7*			
9,02	9,796	64,3	9,95	95	002
12,23	7,231	0,6*			
12,58	7,030	0,6*			
16,20	5,467	0,6*			
17,95	4,937	43,0	4,97	31	004
20,05	4,425	0,8	4,47	21	110
			4,30	4	111
24,00	3,705	0,6	3,882	14	11 $\bar{3}$
			3,731	17	023
24,29	3,661	1,1			
25,12	3,542	0,5			
25,60	3,477	0,7	3,489	22	11 $\bar{4}$
26,18	3,401	1,0	3,342	23	024
26,91	3,310	100,0	3,320	100	006
28,03	3,181	1,6	3,192	28	114
			3,122	2	11 $\bar{5}$
29,79	2,996	0,6			
30,02	2,974	1,6	2,987	34	025
31,42	2,845	1,0	2,859	24	115
32,20	2,778	1,0	2,789	21	11 $\bar{6}$
34,00	2,635	0,3			
35,10	2,554	1,0	2,566	54	20 $\bar{2}$
			2,505	7	008
36,13	2,484	15,0			
			2,465	8	13 $\bar{3}$
37,55	2,393	0,5			
			2,208	7	221,204

\* Provavelmente camada mista tipo Clorita-Muscovita de alta razão.

D.d - Esmectita

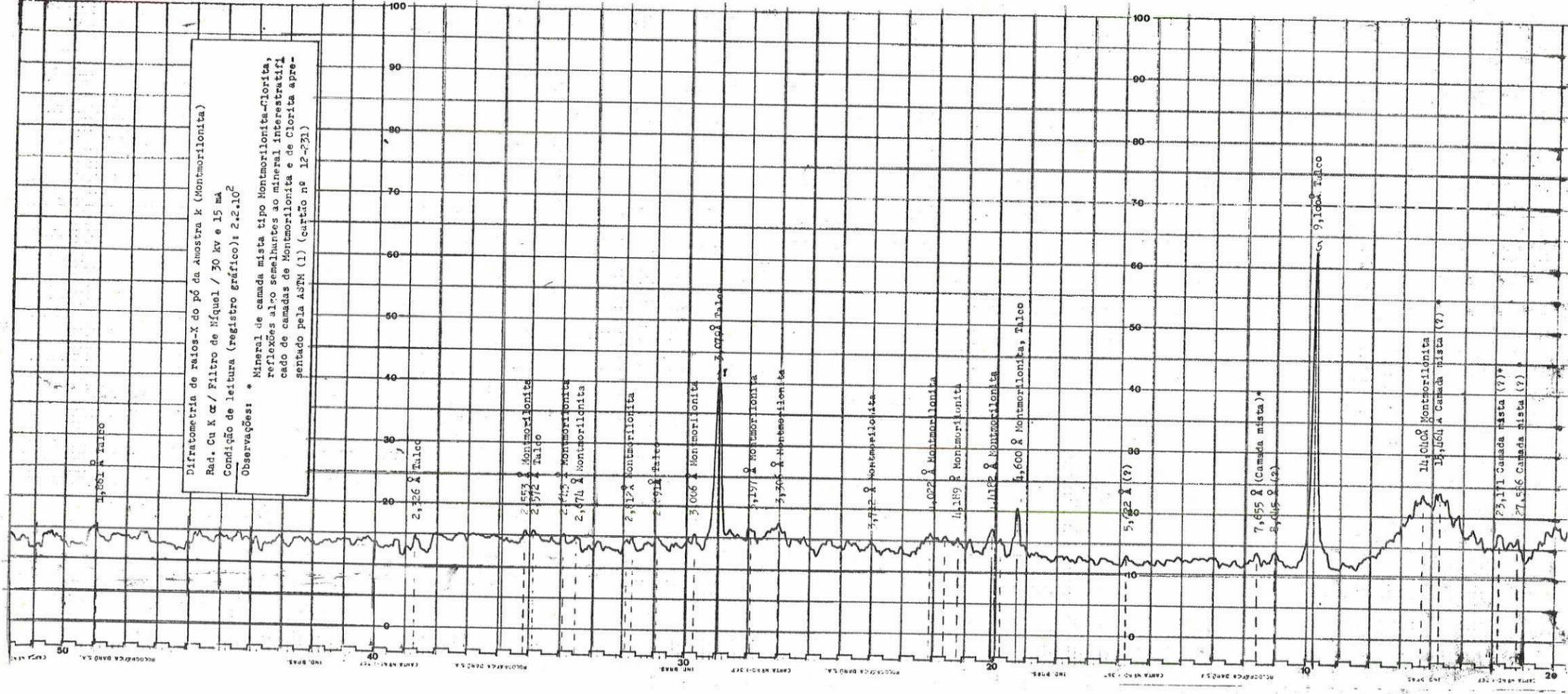
A presença de Esmectita foi verificada na ocorrência talcosa da localidade Limeira (vide ponto k em planta de ocorrência citada), próxima ao material silicoso de textura "box work", descrito às páginas 87 e 88 e junto ao Talco tipo "maciço, algo poroso e associado à Clorita" que, nesta parte dessa ocorrência talcosa, apresenta coloração a marelada, provavelmente pela presença de lama amarela (vide descrição desta lama às páginas 87 e 88) associada a estes materiais.

As seguintes características foram observadas e obtidas para o material montmorilonítico:

Cor	verde médio
Brilho	graxo (de parafina)
Hábito	criptocristalino, em forma de massa pastosa semelhante a sabão
Composição mineralógica	por difração de raios-X (vide difratograma Am.k - Montmorilonita, p.116 foram identificados um argilo-mineral do grupo das esmectitas, talco e argilo-minerais de camadas mistas não determinados.

Análise térmica diferencial

O termograma obtido para o material seco naturalmente evidenciou uma banda intensa endotérmica entre 90 e 300°C, com máximo a 150°C, característica de minerais do grupo das Esmectitas, indicando perda de água de umidade seguida de perda de água interlamelar; banda endotérmica, de menor intensidade, foi registrada entre 450 e 600°C e um pico de fraca intensidade a 880°. Semelhante resultado foi obtido por Rode et Rode (cartão A-0686 (6)) para uma Esmectita



do tipo Nontronita.

#### Composição química

A tabela 4.E traz a composição química obtida para o material. Entretanto, por se ter registrado a presença de Talco e argilo-minerais (ou argilo-mineral) de camadas mistas como impurezas, não se tentou estimar uma fórmula composicional da mesma. Em se baseando nos critérios de nomenclatura dos argilo-minerais do grupo Esmectita (7) em que são adotadas as terminologias Saponita - para o extremo da série rica em Mg, Montmorilonita (ou Beidelita) - para o extremo da série rica em Al e Nontronita - para o extremo da série rica em Fe, a composição de tal argila mostra ser intermediária entre os dois últimos tipos. O teor encontrado para o Magnésio, adicionado ao fato da detecção da presença de Talco, mostra ser relativamente baixo para um relacionamento do material com a série magnésiana ou da Saponita. Tres outras análises químicas, citadas por Deer et al. (3) como pertencentes às tres séries de Esmectitas, são também trazidas na mesma tabela 4.E onde, por simples comparação visual, pode-se chegar à essa conclusão.

#### D.e - Clorita

Nas ocorrências talcosas foi verificada ampla associação de minerais do grupo da Clorita que, embora não se determinando com precisão a espécie ou membro de algumas dessas Cloritas, mostrou ser constituída por seis tipos diferentes, em se baseando, principalmente, nas propriedades físicas, dados de difração de raios-X, algumas propriedades óticas, minerais associados e em termogramas obtidos por análise termo-diferencial. Desde então, têm-se:

- 1 - Cloritas verdes (e Clorita branca associada) cromíferas.

- II - Clorita branca de alteração da Muscovita.
- III - Clorita branca relacionada (aparentemente) à parte superior da mineralização.
- IV - Clorita como mineral componente da rocha corundífera.
- V - Clorita como componente da fração argilosa do material de alteração da rocha corundífera.
- I - Cloritas verdes (e Clorita branca associada) cromíferas.

Ocorrem na localidade Fazenda Limeira (vide ponto c em planta respectiva, p. 157) constituindo um material de cor verde escura que, por gradual alteração, varia até cor branca. Apresentam hábito de agregados lamelares, frágeis e sem nenhuma plasticidade, com as seguintes características:

Cor	verde escura (Am.c <sub>4</sub> ), variando gradualmente até branca (Am.C <sub>1</sub> ) (vide tabela 4.F).
Dureza	Baixa, < 1 $\frac{1}{2}$ na escala relativa de Mohs.
Minerais constituintes	Clorita ( ~100%).

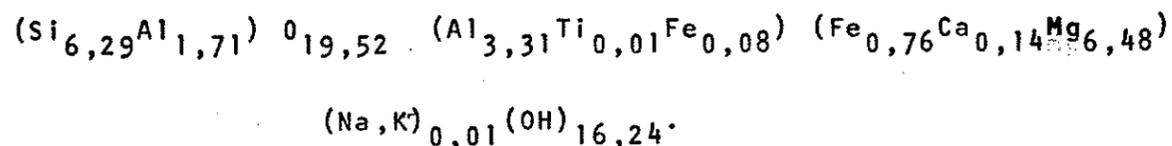
#### Análises químicas

As análises químicas\* (vide tabela 4.E), efetuadas para a amostra C<sub>4</sub>, indicaram tratar de uma Clorita com cerca de 6,3 átomos de Silício e 0,9 de Fe<sup>2+</sup> + Fe<sup>3+</sup> e uma relação  $\frac{Fe^{2+} + Fe^{3+}}{Fe^{2+} + Fe^{3+} + Mg}$  de 0,13, por fórmula estrutural, ob

---

\* Em não se computando 0,06% de Cromo, determinado por Espectrografia de raios-X.

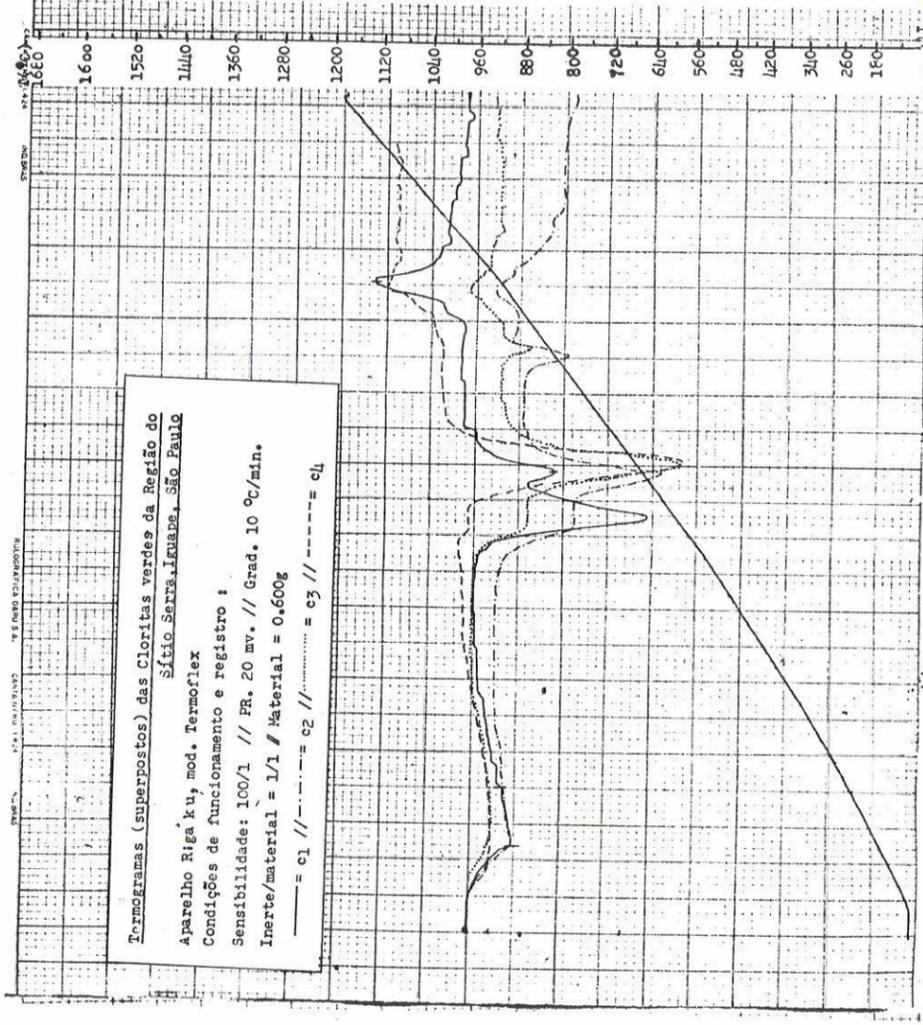
tida pelo método descrito por Deer et Alli (p. 515, (3)), de



Pelo diagrama de Hey, para nomenclatura de Cloritas (p. 233, (3)), Cloritas com tais teores e relação catiônicas, por fórmula estrutural, são do tipo Peninita próximo dos limites de Cinocloro. As Cloritas tipo Peninita-Clinocloro se associam as espécies Cromíferas, tais como aquelas apresentadas por Brindley (p. 290, (2)) (vide tabela 4.H).

#### Análise termo-diferencial

Os termogramas obtidos para a sequência destes materiais, a partir do pó das quatro amostras tomadas para estudo (vide respectivos termogramas à página 120) evidenciaram uma nítida variação gradativa desde a mostra C<sub>4</sub> (verde escura) até a amostra C<sub>1</sub> (clara). Tal variação é observada pela presença de um intenso pico endotérmico a 667°C, precedido de um tênue patamar endotérmico desde 536° até 600°C quando, nesta temperatura, ele se manifesta. Nos difratogramas seguidamente obtidos (respectivamente para as amostras C<sub>3</sub>, C<sub>2</sub> e C<sub>1</sub>) tal pico varia gradualmente para menor intensidade e passa a ocupar posições de temperaturas mais baixas (667° (C<sub>4</sub>), 663° (C<sub>3</sub>), 655° (C<sub>2</sub>), 656° (C<sub>1</sub>), paralelamente a banda evolui a um pico endotérmico até superar, em dobro, a intensidade do pico descrito e que lhe segue. Segundo Brindley (p. 262-264, (2)), para tal faixa de temperatura dá-se perda de hidroxilas por parte das camadas de Brucita, sendo que em Cloritas de sedimentos ou solos recentes, portanto Cloritas secundárias ou mal cristalizadas, esta desidratação parcial (as hidroxilas das camadas estruturais de Talco permanecem) se dá em temperatura



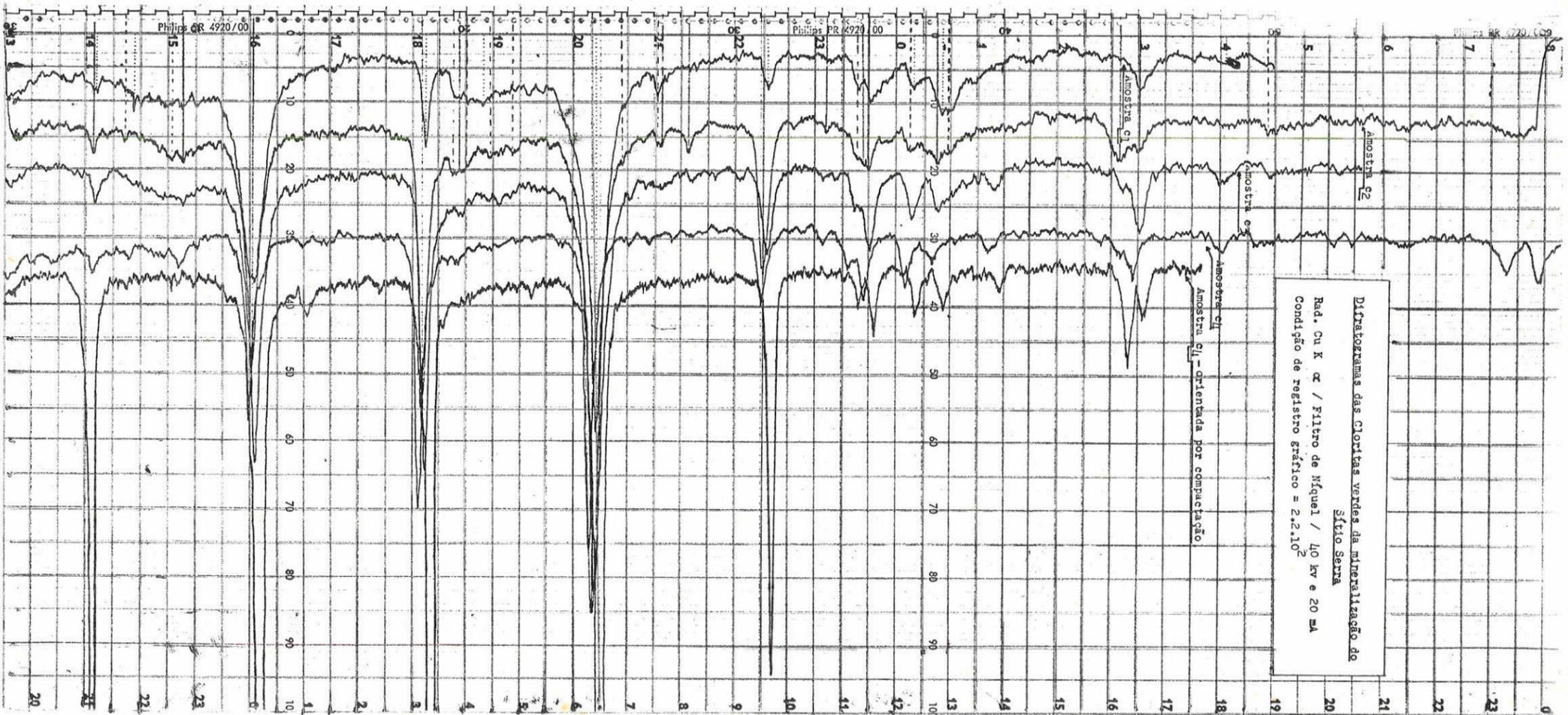


TABELA 4.H - DADOS DE DIFRATOMETRIA DE RAIOS-X, DO PÓ DE CLORITAS CROMÍFERAS DA LOCALIDADE LIMEIRA, COMPARADOS COM UMA Cr-CLINOCLORO DE CHESTER, PENNSILVANIA (USA) (2), E COM DADOS DA ASTM (1)

AMOSTRA C <sub>1</sub>			AMOSTRA C <sub>2</sub>			AMOSTRA C <sub>3</sub>			AMOSTRA C <sub>4</sub>			AMOSTRA C <sub>4</sub> ** (orientada)			BRINDLEY (2)			ASTM (1)						
2θ	d (Å)	I/I <sup>o</sup>	2θ	d (Å)	I/I <sup>o</sup>	d (Å)	I	hkl	Cartão 12-240 d (Å)	I/I <sub>1</sub>	hkl	Cartão 7-160 d (Å)	I/I <sub>1</sub>	hkl										
6,40	13,80	3,5	6,30	14,02	5,7	6,38	13,84	8,3	6,29	14,04	7,0	6,27	14,08	70	14,10	45	001	14,1	70	001	14,2	25	001	
7,80	11,33	2,0	7,45	11,86	2,7	-	-	-	7,50	-	6,0	7,60	11,62	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
8,08	11,04	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	9,18	9,63	2,8	8,80	10,04	6,5	9,40	9,40	6,4	9,20	9,60	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9,59	9,21	2,5	9,57	9,23	3,0	9,55	9,25	6,6	-	-	-	9,49	9,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,01	8,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12,12	7,30	44,0	12,10	7,31	46,0	12,19	7,25	64,5	12,01	7,36	43,0	12,45	7,10	100	7,083	95	002	7,15	80	002	7,90	2		
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,01	6,32	-	-	-	-	-	-	-	7,14	100	002	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,23	6,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,43	6,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
15,11	5,86	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16,88	5,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
18,56	4,78	24,0	13,38	4,82	54,3	18,49	4,55	71,4	18,30	4,84	70,0	18,79	4,72	80	4,727	90	003	4,77	50	003	4,774	90	003	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,72	4,74	14,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	19,31	4,59	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
19,70	4,50	8,0	19,53	4,54	3,6	19,71	4,50	3,5	19,58	4,53	4,0	19,40	4,57	-	4,585	6	020	4,59	408	02	4,595	2	020	
20,19	4,39	9,0	19,78	4,48	3,5	19,87	4,46	3,5	19,71	4,50	4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	20,02	4,43	3,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
20,69	4,29	9,5	20,89	4,25	2,1	21,21	4,19	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	21,73	4,09	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21,50	4,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22,02	4,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
24,78	3,59	100	24,71	3,60	100	24,77	3,59	100	24,52	3,63	100	25,09	3,55	100	3,549	95	004	3,58	60	004	3,589	90	004	
-	-	-	25,80	3,45	3,0	26,16	3,40	4,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
27,18	3,28	6,3	27,17	3,28	2,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	27,34	3,26	2,8	27,32	3,26	<2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	28,31	3,15	4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
31,30	2,86	8,25	31,13	2,87	31,5	31,31	2,85	20,8	31,05	2,88	19,3	31,52	2,84	25	2,841	25	005	2,87	20	005	2,868	20	005	
-	-	-	33,50	2,67	2,2	-	-	-	33,34	2,69	6,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
34,69	2,58	10,0	34,62	2,59	7,0	34,54	2,59	8,5	34,30	2,61	13,0	34,20	2,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	34,80	2,58	8,5	35,07	2,56	17,6	34,82	2,57	17,5	34,75	2,58	-	2,580	6	131;202	2,594	40	131;202	2,585	2	131;202	
-	-	-	35,02	2,56	9,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
35,11	2,55	14,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35,35	2,54	-	2,539	9	132;201	2,549	100	132;201	-	-	-	
36,71	2,45	8,0	36,52	2,46	4,3	36,64	2,45	9,9	36,45	2,46	13,5	36,87	2,44	-	2,435	8	132;203	2,452	70	132;203	2,442	2	132;203	
37,79	2,38	15,0	37,57	2,39	8,4	37,66	2,39	8,3	37,47	2,40	5,3	37,82	2,38	-	2,376	5	006	2,383	30	133;202	2,387	6	006;133	
38,10	2,36	15,0	37,99	2,37	5,0	-	-	-	-	-	-	37,94	2,37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
39,00	2,31	7,5	-	-	-	38,68	2,33	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	34,12	2,30	2,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	39,69	2,27	4,5	39,53	2,28	4,4	39,90	2,26	-	2,257	3	133;204	2,266	20	133;204	-	-	-	
-	-	-	44,36	2,04	9,0	44,45	2,04	5,0	44,39	2,04	7,0	44,70	2,03	-	2,029	7	007	2,077	5	134;205	2,048	6	007	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	44,80	2,02	14,0	44,76	2,02	-	-	-	-	2,013	30	135;204	2,015	2	204;135	
-	-	-	45,08	2,01	5,6	44,92	2,02	13,0	-	-	-	45,20	2,004	-	2,001	10	135;204	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	45,11	2,01	15,0	-	-	-	45,34	1,998	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	48,00	1,89	4,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	48,11	1,88	4,9	48,11	1,88	5,3	-	-	-	1,880	4	135;206	1,895	10	135;206	1,893	<1	206;135	
-	-	-	49,77	1,831	3,65	49,89	1,826	3,3	-	-	-	-	-	-	1,821	3	136;205	1,833	10	136;205	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	52,28	1,748	3,5	-	-	-	-	-	-	1,739	108	15;24;31	1,793	<1	215	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	52,90	1,729	3,4	-	-	-	1,722	1	136;207	-	-	-	1,724	2	207;136	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	54,79	1,674	2,6	-	-	-	1,660	2	137;206	1,668	5	137;206	1,674		206;137	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	58,61	1,574	8,7	-	-	-	1,564	7	137;208	1,576	10	137;208	1,567		208;137	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	59,77	1,546	11,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	59,88	1,543	11,5	-	-	-	1,535	6	060;331	1,540	80	331;060	1,538	2	060	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	61,32	1,511	4,7	-	-	-	1,500	2	062;331	1,505	20	331;062	1,503	<1	331;062	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	63,52	1,463	3,5	-	-	-	-	-	-	1,466	5	332;063	1,435		00.10	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	65,36	1,427	3,6	-	-	-	-	-	-	-	-	334	1,435	4	00.10	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	65,78	1,418	3,6	-	-	-	1,419	3	0.0.10	-	-	-	1,408	<1	139;208	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,392	7	139;208	1,405	10	139;208	-	-	-	

+ Picos de intensidades muito baixas, provavelmente devido a oscilações do "back-ground" ou impurezas presentes nas amostras.  
 ++0 material foi compactado por pressão manual exercida sobre uma lâmina de vidro disposta sobre a lâmina porta-amostra de janela.

TABELA 4.1  
Comportamento térmico das Cloritas (cromíferas) da localidade Limeira (Sítio Serra, Iguape)  
comparado com uma Clorita estudada por Mielenz, Schieltz et King (6)

AMOSTRA	Perda de H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>			Perda de H <sub>2</sub> O <sup>+</sup> das lamadas de Brucita			Perda de H <sub>2</sub> O <sup>+</sup> das camadas de Talco			Formação de olivi na e Espinélio		
	T(-)	C	I	T(-)	C	I	T(-)	C	I	T(+)	C	I
C <sub>4</sub> (verde- -escura)	80 190	b	F	563 600 667	b p	F MM	828	p	p	900 935	b	F
C <sub>3</sub> (verde)	105 236	b	F	572 616 663	bp p	MP MM	832	p	P	912	b	F
C <sub>2</sub> (verde clara)	96 212	b	F	573 614 657	bp p	M MM	834	p	P	912	pc	P
C <sub>1</sub> (clara)	90 200	b	F	588 657	p p	MM M	-	-	-	920	p	M
Clorita, deter- minada por Mielenz et al. (cartão A-0942, (6) )	110p 165 205	p b	M	590 670	b p	F	835	p	MM	850 890p	b p	M

$\left. \begin{matrix} x^{\circ}\text{C} \\ y^{\circ}\text{C} \end{matrix} \right\}$  = faixa térmica de máxima intensidade da banda  
 T (-) = comportamento endotérmico  
 $\left. \begin{matrix} x^{\circ}\text{C} \\ y^{\circ}\text{C} \\ z^{\circ}\text{C} \end{matrix} \right\}$  = banda seguida de pico  
 T (+) = comportamento exotérmico  
 Caráter: b = banda; bp = pico bastante chato; pc = pico chato; p = pico  
 Intensidade: F = fraca; P = pequena; MP = média e pequena; M = média; MM = máxima intensidade

muito mais baixa, ou seja, a cerca de 450°C. Para Cloritas bem cristalizadas, ou magnesianas, tal desidroxilação se processaria a 600°C. Outra característica observada foi a presença de um pico endotérmico a cerca de 830°C e que não foi detectado na amostra C<sub>1</sub> (branca); tal pico é, segundo os autores (2 e 3), indicador de perda de hidroxilas pelas camadas de Talco componentes da estrutura da Clorita. Também foi observado que a série de reações exotérmicas, e que na amostra C<sub>4</sub> ocorre a partir de 900°C sem precisão de um máximo de reações, vai gradativamente tomando forma apical até se definir em um pico, relativamente intenso, com máximo a 920°C na amostra C<sub>1</sub> (branca). Tais reações são devidas à decomposição da Clorita, já totalmente desidratada, em Fosterita (2) ou Olivina e Espinélios (3). Bandas endotérmicas de perda de água absorvida pelos materiais, e de fracas intensidades, variando desde 80° até 230°C, foram registradas indistintamente entre os termogramas obtidos.

Pelas consultas bibliográficas efetuadas, só se conseguiu uma citação de Clorita, não especificada quanto ao tipo, com comportamento térmico semelhante a esses materiais (vide tabela 4.1).

#### Densidade absoluta

Observou-se um pequeno decréscimo nas densidades absolutas para o material, à proporção que o mesmo gradua, em cor, desde o verde mais escuro (amostra C<sub>4</sub>) até o branco (amostra C<sub>1</sub>). Foram encontrados os seguintes valores:

Amostra	Densidade absoluta (g/cm <sup>3</sup> )
C <sub>4</sub>	2,90
C <sub>3</sub>	2,82
C <sub>2</sub>	2,74
C <sub>1</sub>	2,70

### Características óticas

Na determinação dos índices foi verificado que os diversos materiais não eram homogêneos, isto é, para uma mesma amostra verificavam-se partículas de Cloritas verdes e de Cloritas mais claras; porém a hipótese de misturas de dois tipos distintos de Cloritas não foi admitida, pelo fato da visível gradação de tonalidade do verde a partir da amostra C<sub>4</sub>. Desta forma as partículas mais verdes para a amostra C<sub>2</sub> são mais claras que aquelas, verde escura, da amostra C<sub>4</sub>. As quatro amostras estudadas demonstraram as seguintes características e/ou comportamento ótico:

Amostra	Caráter	Sinal ótico	2V (em °)	Índice médio
C <sub>4</sub>	biaxial	(-)	(10-20)	1,575-1,574
C <sub>3</sub>	idem	idem	idem	1,574-1,573
C <sub>2</sub>	idem	idem	idem	1,573-1,571
C <sub>1</sub>	idem	idem	idem	1,571-1,569

As características óticas, de densidade absoluta e de variação de cor sugerem uma modificação da Clorita mais verde, gradativamente, a uma Clorita pseudomorfa (conservação dos parâmetros estruturais, vide tabela 4.H) por efeito de silicificação\* e conseqüente perda de Cromo e de Ferro. Considerações citadas por Deer et Alli de respeito a esta sugestão são aqui reproduzidas em paralelo aos resultados encontrados, vejamos:

---

\* A amostra C<sub>1</sub> apresentou um teor de 13,97% de H<sub>2</sub>O<sup>+</sup> e 34,65% de SiO<sub>2</sub>, ao passo que a amostra C<sub>4</sub> (vide tabela 4.E) apresentou teores respectivos de 12,8 e 33,1%.

Resultados verificados	Observações de Deer et al.
Variação de cor desde verde (Cromo, Ferro ferroso) até branco (Magnésio, Silício).	Nenhuma
Diminuição gradual da densidade absoluta, paralelamente à gradação do verde até cor branca.	A densidade diminui com o decréscimo do teor de Ferro ou Cromo e aumenta com o de Sílica.
Diminuição gradual dos índices (médios) de refração em paralelo à diminuição de densidade absoluta e da gradação da cor verde a branca.	Os índices de refração diminuem com o abaixamento do teor de Ferro e Cromo e com o aumento do teor de Sílica.

Embora com poucas parcelas de dados, pois tão somente análises químicas completas para todas as amostras confirmariam a hipótese, pode-se admitir que houve silicificação das Cloritas verdes, isto é, houve um processo de substituição de Cromo e Ferro por Silício, e que este processo foi gradual e não uniforme para todo este material presente na localidade da Limeira. Em se jogando os dados de composição química (amostra  $c_4$ ), densidades e índices médios de refração, para as quatro amostras estudadas, por sobre o diagrama de Hey (p. 238, (3)), verifica-se uma gradação desde a partir de um tipo Clinocloro-Peninita (amostra  $c_4$ ) até um tipo Peninita-Talco-Clorita.

#### II - Clorita branca de alteração da Muscovita

Conforme foi observado à página 110 o corpo de rocha muscovítica, que ocorre em Limeira, apresenta suas partes externas alteradas para um material argiloso e constituído principalmente de Clorita. Foram coletadas 3

amostras, além daquela correspondente à rocha sã, e as mesmas foram estudadas pelo método de difração de raios-X a partir do pó respectivo, por análise termo-diferencial e análises granulométricas. Este último método será abordado quando estudarmos o material seguinte.

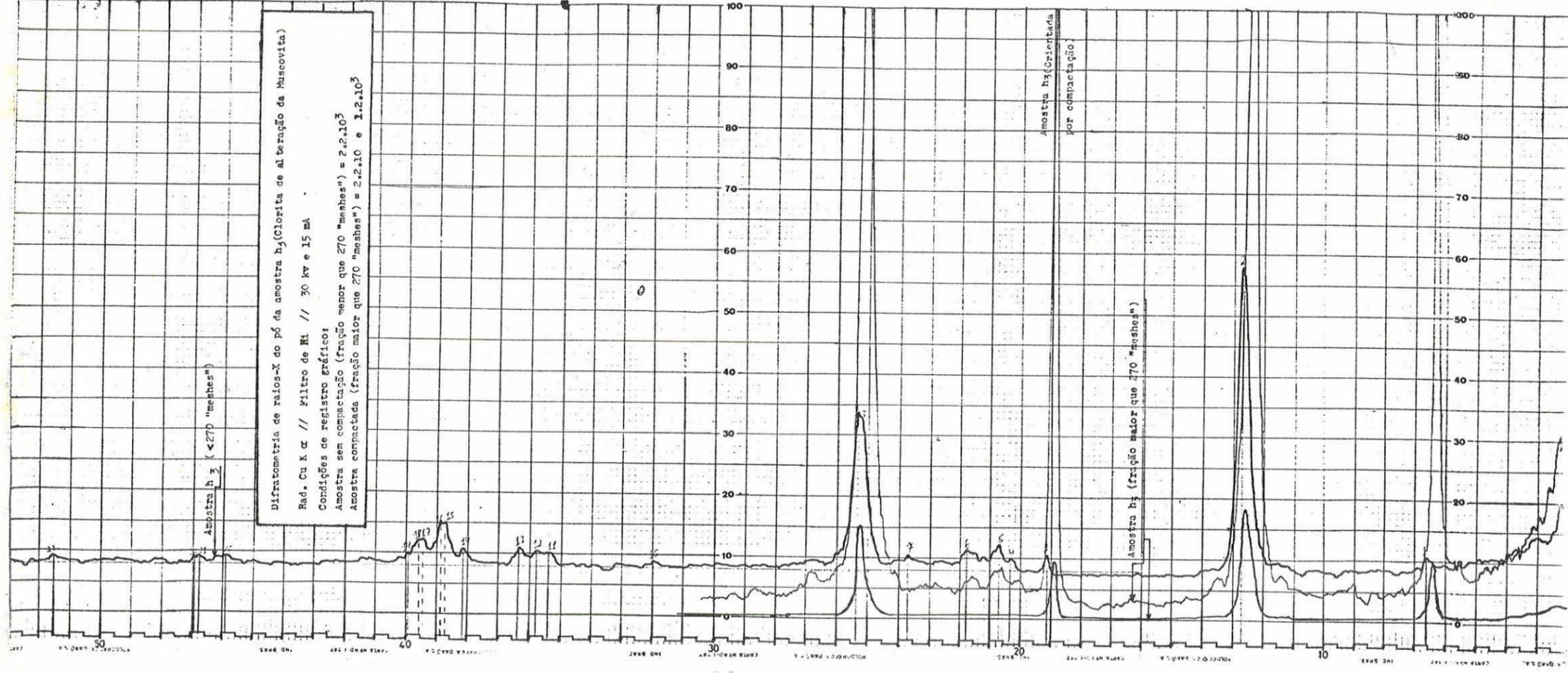
#### Difratometria de raios-X

A amostra  $h_3$ , representando entre as três amostras coletadas o material argiloso, aparentemente, mais puro, apresentou um difratograma (vide página seguinte) típico de Clorita, muito embora na literatura pesquisada (1 e 2) nenhuma Clorita foi encontrada com uma aproximação razoável, por comparação, dos valores dos espaçamentos planares respectivos para que se pudesse tomar a espécie como semelhante. A fração maior que 270 "meshes", embora representando apenas cerca de 20% na referida amostra, demonstra uma Clorita com espaçamentos dos planos basais e de maiores intensidades semelhantes aqueles de uma Sheridanita (Clorita monoclinica) descrita por Brindley (p. 288-289, (2)).

#### Análise termo diferencial

Os termogramas obtidos para a sequência das amostras coletadas, respectivamente Am.h (rocha sã), Am.h<sub>1</sub> (rocha "sã" mole), Am.h<sub>2</sub> (argila algo cinza) e Am.h<sub>3</sub> (argila branca), demonstra uma nítida evolução do material original (Am.h, Muscovita) até o produto final de alteração (Am.h<sub>3</sub>, Clorita). Tais termogramas demonstraram as seguintes características:

Amostra h - O termograma obtido apresenta um aspecto algo semelhante aos encontrados para o "Talco maciço e compacto", entretanto, em todos os termogramas encontrados para este material o pico a cerca de 900°C, embora abaulado e largo, era mais nítido e intenso.



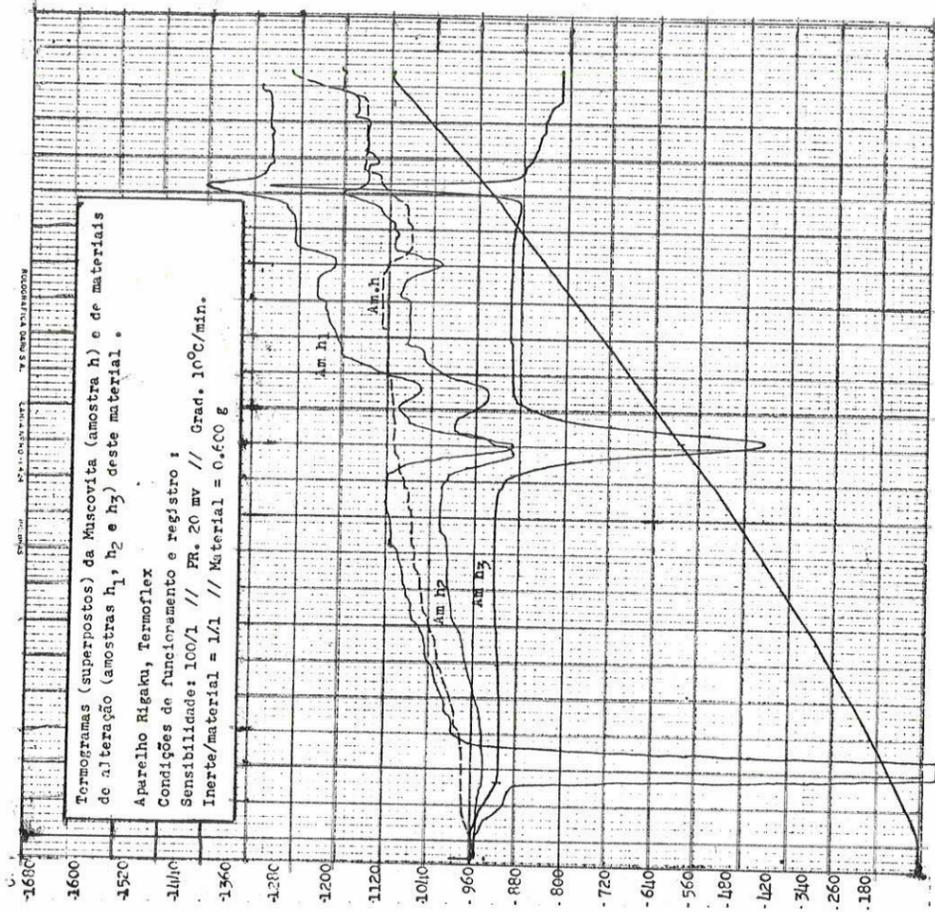
Amostra h<sub>1</sub> - O termograma deste material, correspondente à parte alterada da rocha e pouco argilosa, demonstra evidências nítidas de Hidromuscovita e de Clorita, vejamos:

Perda espetacular de água a cerca de 105°C, característica de argilo-minerais tipo Halloisitas (que dão termograma diferente) e de Hidromuscovita (que por definição são micas deficientes em Potássio e com excesso de água, e que são facilmente desidratadas naquela temperatura).

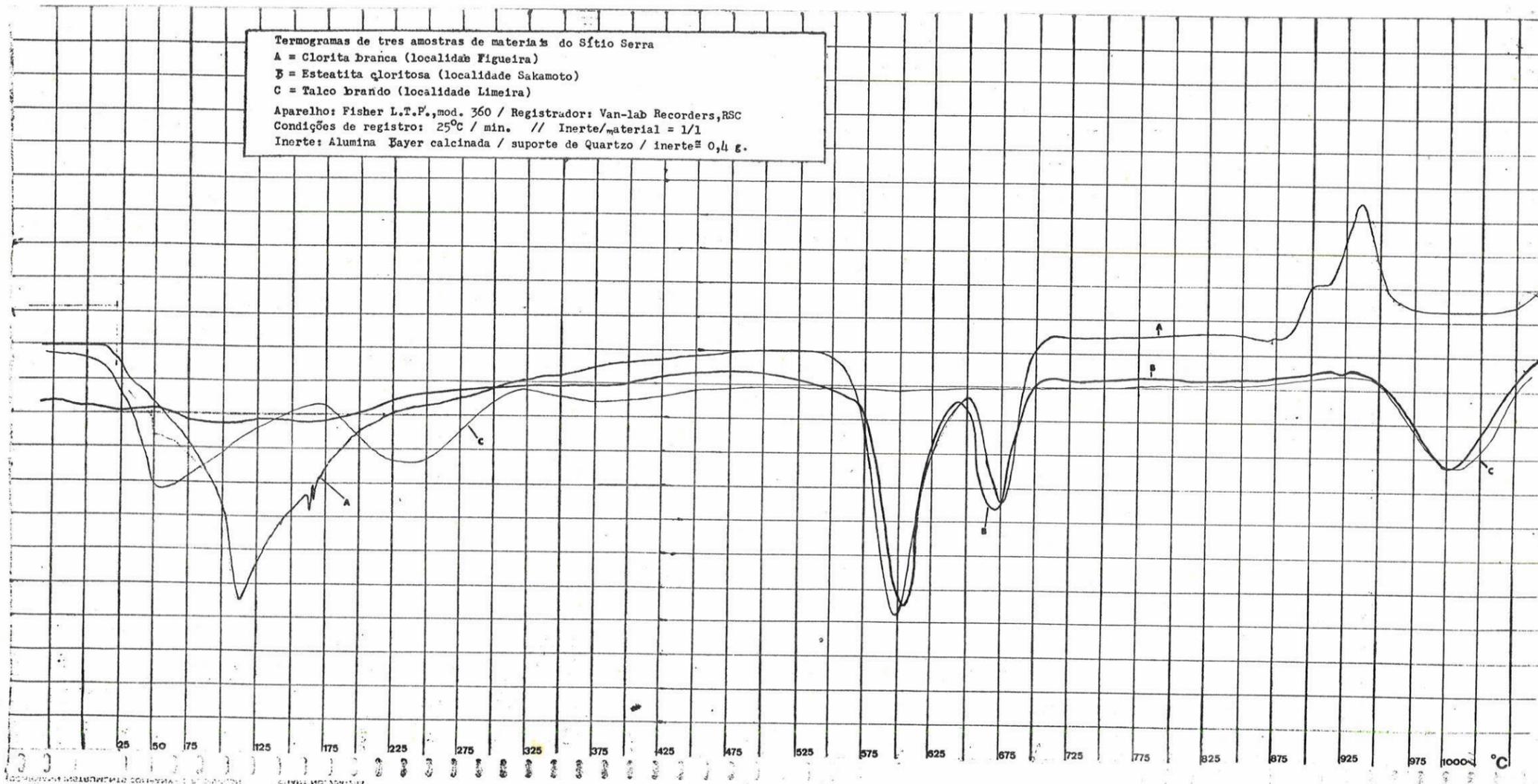
Perda de hidroxilas em uma faixa de temperatura, porém distinta em dois máximos - um pico endotérmico de maior intensidade a 587°C seguido de outro, também endotérmico e menos intenso, a 674°C. Tais picos podem ser devidos à desidratação de camadas de Brucita da Clorita, entretanto, Sinetskaya (cartão A-0465, (6) ) cita uma Hidromuscovita que apresenta pico endotérmico a 590°C seguido de um outro, também endotérmico, a 680°C.

Pequeno pico endotérmico a 844°C, que por analogia às Ilitas (p. 277-288, (2) ) deve indicar perda da estrutura cristalina quando começam a aparecer, logo a seguir, as reações exotérmicas de formação de espinélios. Sinetskaya não encontrou para seu material tal pico e, o mesmo pode ser devido à desidratação das camadas de Talco da Clorita presente.

Pico exotérmico a 955°C. Tal pico, em termogramas de Cloritas, Micas e Hidromicas, corresponde à fase de formação de espinélios,



Termogramas de tres amostras de materiais do Sítio Serra  
 A = Clorita branca (localidade Figueira)  
 B = Esteatita cloritosa (localidade Sakamoto)  
 C = Talco branco (localidade Limeira)  
 Aparelho: Fisher L.T.P., mod. 360 / Registrador: Van-lab Recorders, RSC  
 Condições de registro: 25°C / min. // Inerte/material = 1/1  
 Inerte: Alumina Bayer calcinada / suporte de Quartzo / inerte = 0,4 g.



Sinetskaya (6) encontrou para seu termograma pico exotérmico a 1050° C.

Amostra h<sub>2</sub> - O termograma respectivo é semelhante ao anterior, porém a perda de água de absorção é mínima. Os picos de desidratação se manifestam em temperaturas algo mais baixas, em cerca de 10 e 14°C, respectivamente, a 576 e 660°C. O pico endotérmico a 844°C permanece enquanto aquele exotérmico torna-se menos intenso e tem seu máximo a 940°C. Desde então, mostra-se próximo a termogramas de Cloritas como aqueles encontrados para as Cloritas verdes da mesma localidade de ocorrência.

Amostra h<sub>3</sub> - O termograma obtido para tal material é curiosamente semelhante aquele dos argilo-minerais do grupo da Caulinita e, da mesma forma, aos obtidos para a "Clorita branca relacionada (aparentemente) à parte superior da mineralização". Nenhuma referência foi encontrada em literatura competente, que abordasse este aspecto. Entre estes dois materiais cloritosos da mineralização do Sítio Serra a única diferença existe na não detecção de Talco para a Clorita de alteração da Muscovita, enquanto no outro tipo, como veremos logo a seguir, ele é facilmente detectável por difração de raios-X.

### III - Clorita branca relacionada (aparentemente) à parte superior da mineralização talcosa

Durante a "Etapa de Pesquisas Preliminares" observou-se que, associado ao nível superior das ocorrências talcosas, existia um nível de um material branco, argiloso e

de espessura que atingia até cerca de 1,5 metros (ocorrências de Limeira e de Figueira). "A priori" pensou-se tratar de material sedimentar, por apresentar as seguintes características:

Ocorrência em um nível superior, sobre o material talcoso e sob um solo marrom e transportado, este apresentando seixos de dimensões variadas ("stone line"?) em seu nível de contato com a camada branco-argilosa.

Como pode ser verificado em fotografia (foto 28), o material apresenta englobando "seixos" de talco maciço e compacto.

Os blocos de rocha muscovítica dispostos sobre as ocorrências foram tomados como "seixos" que se desprenderam deste nível argiloso. Mais tarde verificou-se tratar de material quebrado e deixado no respectivo local por habitantes da região.

Por estudos efetuados durante as pesquisas posteriores, ficou constatado que tais materiais são da mesma origem "in situ" que os outros associados à mineração. Tais estudos compreenderam:

#### Análises granulométricas

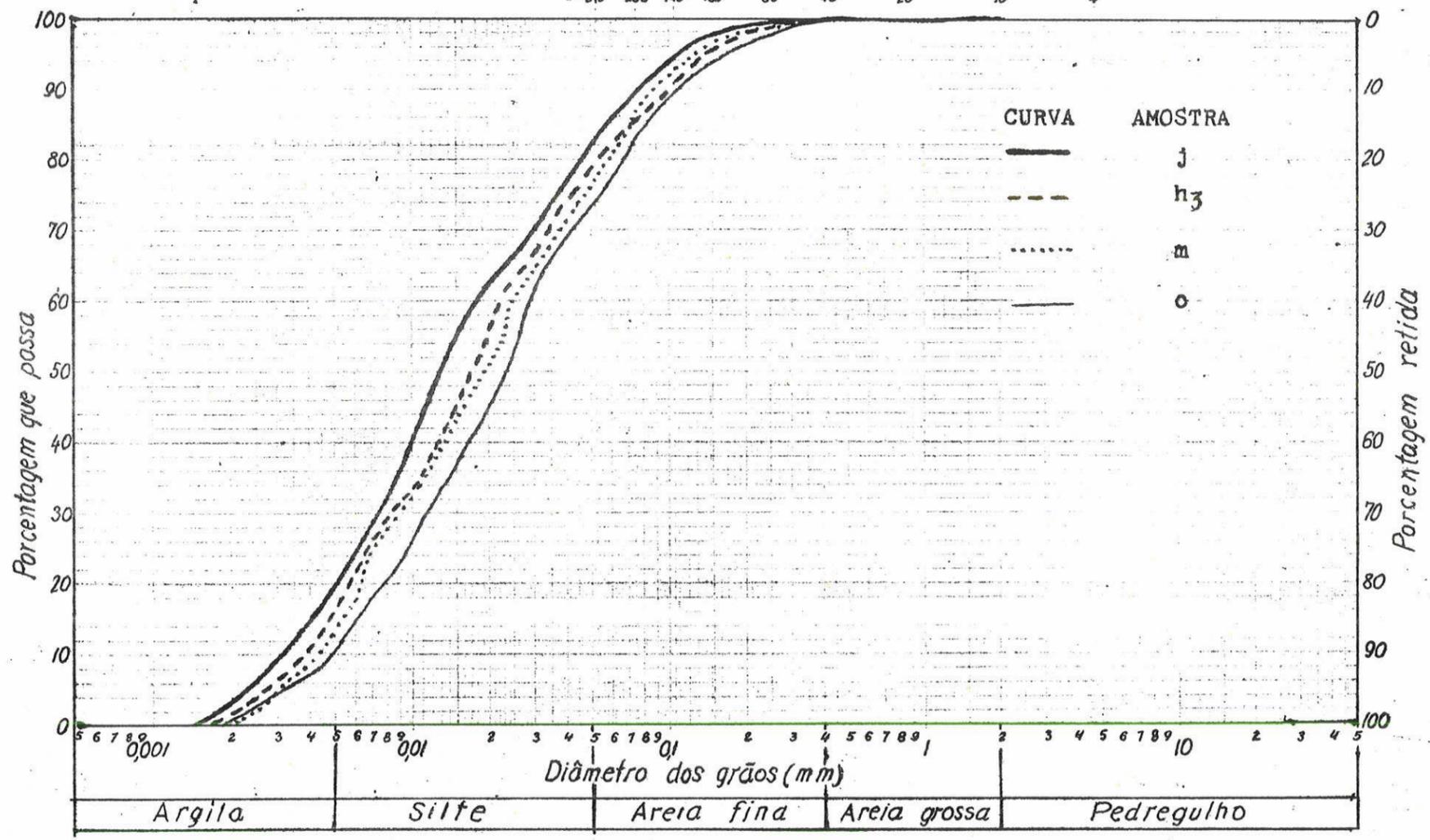
As curvas das análises granulométricas (vide página 134) obtidas para três das amostras estudadas (Am.j, Am.m e Am.o) se assemelham de tal forma àquela da Clorita de alteração da Muscovita (Am.h<sub>3</sub>) que se achou necessário fazer um teste estatístico, por análise de variância, entre esses materiais. Em todos os casos, os resíduos de granulometria > 270 "meshes" eram constituídos de plaquinhas e materiais brilhantes semelhantes à Muscovita, algo de Turmalina e opacos (Magnetita).

#### Densidades absolutas

Nenhuma diferença de nota entre as densi

# GRANULOMETRIA

Peneiras (ASTM)  
 nº 270 200 140 100 60 40 20 10 4



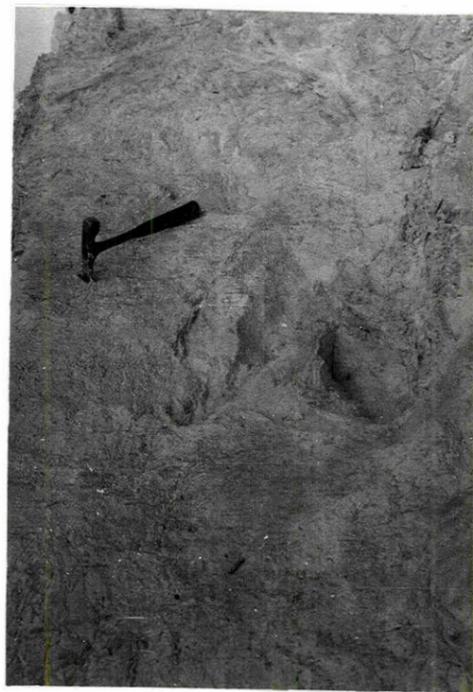


Foto 28 - Material argiloso de composição cloritosa contendo concreções de Talco brando. Local exato da fotografia: pontos o-p da ocorrência de Limeira (vide planta respectiva).

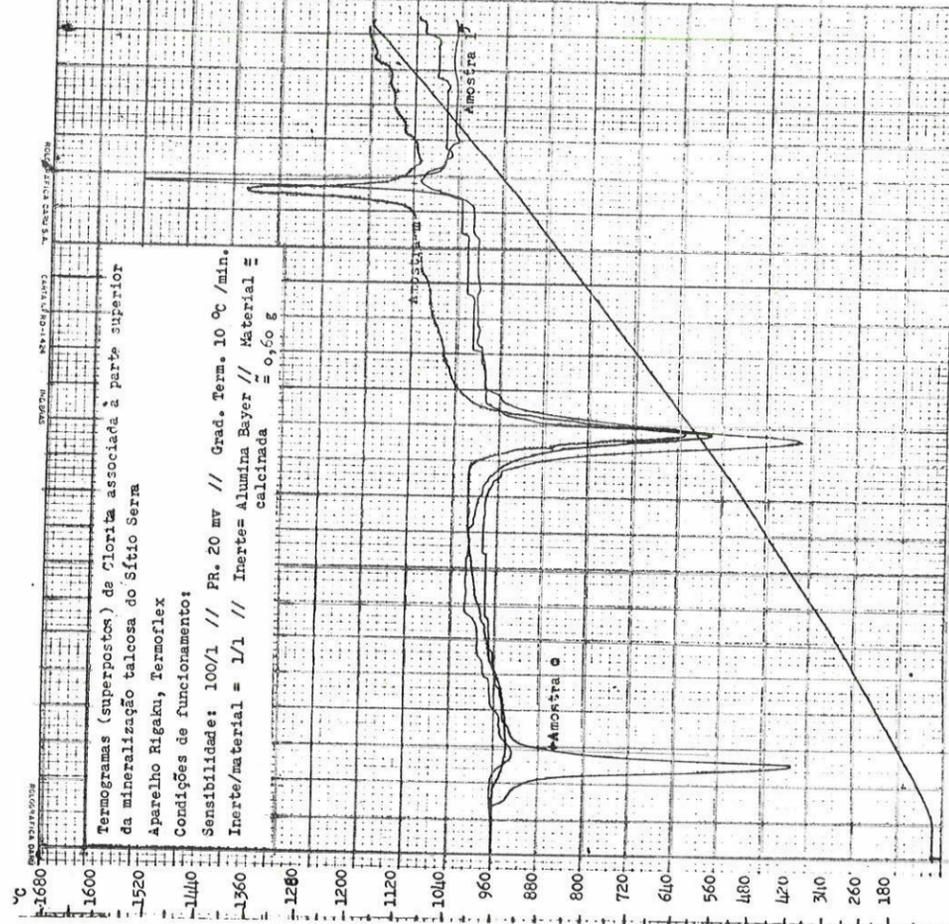
dades absolutas destes materiais e aquela obtida para a Clo-  
rita de alteração da Muscovita foi observada, vejamos os re-  
sultados:

Amostra J	2,76 g/cm <sup>3</sup>
Amostra m	2,79 g/cm <sup>3</sup>
Amostra o (vide foto 27)	2,74 g/cm <sup>3</sup>
Amostra h <sub>3</sub>	2,73 g/cm <sup>3</sup>

Análise termo-diferencial

Os termogramas obtidos para as amostras d, j, l, m, o, coletadas em Limeira; w e y, respectivamente coletada em Sakamoto e Figueira, demonstraram (vide página 137) um padrão igual ao da amostra h<sub>3</sub> e bem semelhante, como já nos referimos à página 132 aqueles obtidos para argilo-minerais do grupo da Caulinita. Desde então foram as seguintes as características térmicas apresentadas por estas amostras:

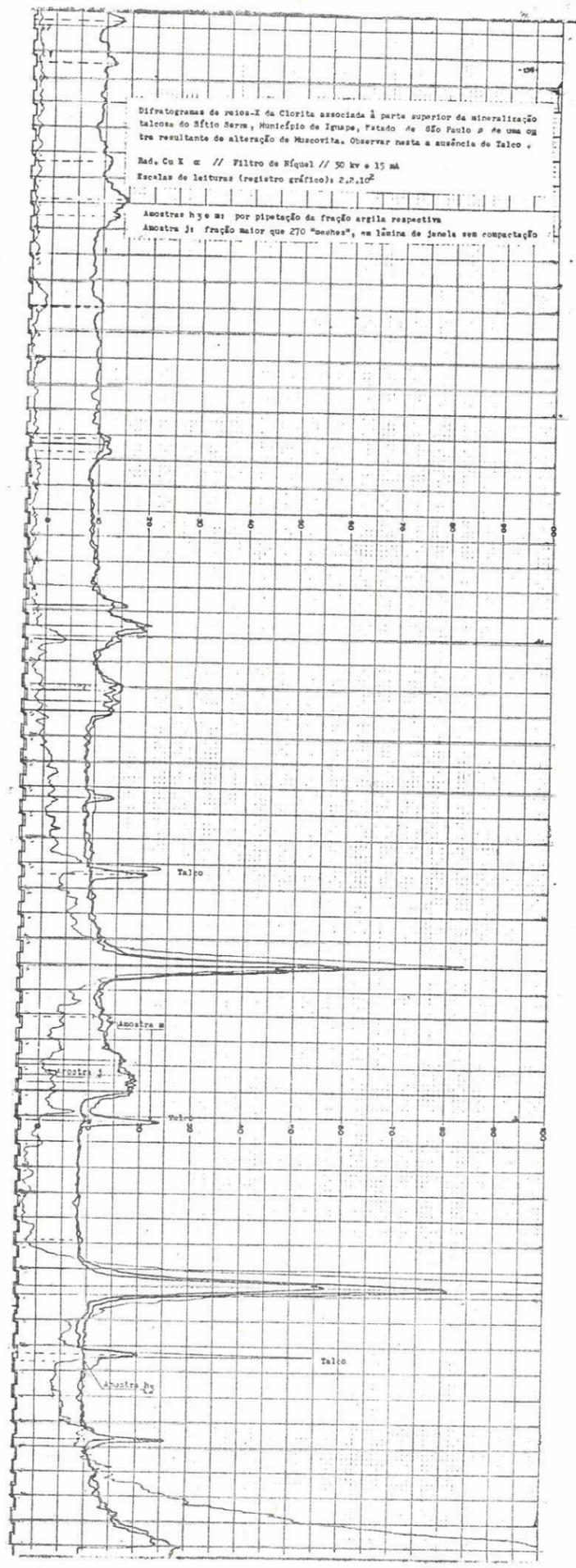
Amostra	T (-)	T (-)	T (+)
d	96 228) B	592	925
j	-	585	930
l	78 140) B	590	955 B
m	97 208) B	590	928
o	110 P	588	954
w	90 120) B	580	930
y	-	585	950
h <sub>3</sub>	88 260) B	588	948
Observação	B=banda fra- ca P= pico in- tenso	Picos intensos	Picos intensos, no ge- ral de menor intensi- dade e mais finos que aqueles endotérmicos intensos.



Difratogramas de raios-X da Clorita associada à parte superior da mineralização talcosa do Sítio Serra, Município de Iguape, Estado de São Paulo e de uma outra resultante de alteração de Muscovita. Observar nesta a ausência de Talco.

Rad. Cu K  $\alpha$  // Filtro de Niquel // 30 kv e 15 mA  
Escala de leituras (registro gráfico):  $2,2 \cdot 10^2$

Amostras h y e m: por pipetagem da fração argila respectiva  
Amostra j: fração maior que 270 "meshes", em lâmina de janela sem compactação



#### Difratometria de raios-X

Ao contrário da amostra  $h_3$ , (considerada de alteração da Muscovita) foi detectada a presença de Talco conforme pode ser verificado nos difratogramas obtidos para as amostras  $m$  e  $g$ , tomadas como representativas do grupo, trazidos à página 138. A fração micácea e maior que 270 "meshes" (vide difratograma respectivo à página 138 - amostra  $j$ ) evidenciou Clorita e Talco como impureza e, da mesma forma, a fração argilosa obtida por pipetagem da suspensão da amostra  $m$  (vide difratograma respectivo, à página citada). Em todas as amostras deste grupo de Cloritas observou-se a presença de Talco nessas duas frações granulométricas.

#### IV e V - Cloritas associadas à rocha corundífera

Tais materiais serão considerados ao abordar o Córindon.

#### D.f - Actinolita

O mineral apresenta-se associado ao Talco, menos comumente na variedade compacta e naquela outra com Clorita associada. São cristais finos, da ordem de décimos de milímetros, no geral, aciculares e longos (vide foto 21). Foram os seguintes os resultados obtidos através dos estudos efetuados:

#### Difratometria de raios-X

O filme de difração do pó do material apresentou os valores contidos na tabela 4.J. Os mesmos acham-se comparados com valores respectivos para mineral semelhante apresentado pela ASTM (cartão 7-336, (1) ).

#### Estudos óticos

Por imersão em líquidos de índices, observou-se uma birrefringência moderada, com o índice maior, ao longo do comprimento do prisma, de cerca de 1,685; desde então os cristais são "length-slow".

TABELA 4.J

Dados roentgenográficos obtidos por filme de difração de pó de cristais de Actinolita\* associada a Talco da localidade do Sítio Serra

2 $\theta$	d ( $\text{\AA}$ )	1/l'	ASTM (cartão 7-336, (1) )		
			d ( $\text{\AA}$ )	1/l'	hkl
9,81	9,00	1,0	9,06	40	-
10,26	8,61	4,0	8,42	70	(110)
17,91	4,95	3,5	5,12	30	
-	-	-	4,88	50	
19,71	4,50	2,5	4,52	50	
23,01	3,862	4,0	3,87	50	
25,96	3,429	1,5	-	-	
-	-	-	3,38	70	
27,21	3,274	4,5	3,27	60	
27,86	3,200	2,0	-	-	
29,06	3,070	6,0	3,11	80	
30,21	2,956	3,5	2,94	60	
32,08	2,788	< 1,0	-	-	
33,01	2,711	10	2,71	100	(25 $\bar{1}$ )
34,71	2,582	4,0	2,59	50	(16 $\bar{1}$ )
-	-	-	2,53	60	(002)
38,86	2,316	3,0	2,33	40	
-	-	-	2,27	20	
41,91	2,152	2,5	2,16	40	
			2,04	30	
44,86	2,018	2,5			
			2,01	30	
47,81	1,901	2,0			
48,56	1,873	1,5	1,86	20	
52,56	1,740	< 1	-	-	
55,56	1,653	3,0	1,65	40	
55,86	1,645	4,0			
56,23	1,634	< 1,0	-	-	

TABELA 4.J

Dados roentgenográficos obtidos por filme de difração de pó de cristais de Actinolita\* associada a Talco da localidade do Sítio Serra

(cont.)

2 θ	d (Å)	1/l'	ASTM (cartão 7-336, (1) )		
			d (Å)	1/l'	hkl
58,33	1,5805	2,5	1,58	40	
60,66	1,525	< 1,0	-	-	
64,86	1,4363	1,0	1,43	40	(561)
68,81	1,3632	< 1	-	-	
70,21	1,339	< 1	-	-	
72,96		< 1			
80,51		1	1,29	30	

\* Observações: Radiação Cu K α  
 Filtro de Ni  
 35 Kv - 15 mA  
 Exposição: 24 horas

D.g - Turmalina

O mineral ocorre como grãos disseminados nas Cloritas brancas, no Talco e também como cristais bem desenvolvidos em concreções duras de dimensões de seixos, - associados a Córindon, Talco e uma matriz fina contendo minerais micáceos. Estas concreções não foram, em pormenores estudadas, entretanto, sua aparência, semelhante aos "greisen", adicionado à sua mineralogia, sugere materiais formados por fenômenos hidrotermais em profundidade.

Estudos roentgenográficos

A tabela 4.L, à página seguinte, traz, - em paralelo aos valores apresentados pela ASTM (8) para os espaçamentos planares de uma Turmalina tipo Dravita, os dados obtidos, a partir do filme de difração do pó, para o referido mineral.

Estudos óticos

Por imersão em líquidos de índices, obteve-se os seguintes dados:

Caráter ótico; Uniaxial; Sinal ótico:(-);  
 $n_e$  (1,620) e  $n_w$  (1,645).

Os valores encontrados para os índices lançados por sobre o diagrama de Winchell (8) indicam uma composição aproximada de cerca de 80% de Dravita e 20% de Schorlita. Desde então trata-se de uma Turmalina Magnesiana.

Densidade absoluta

Em se utilizando do processo da balança - de Joly, obteve-se a densidade específica de  $2,78 \text{ g/cm}^3$ .

D.h - Óxidos de Ferro

Magnetita

Ocorre em forma granular, fina dissemi-

TABELA 4.L

Dados roentgenográficos obtidos por filme de difração de pó de cristais de Turmalina associada à mineralização do Sítio Serra

2 $\theta$	d (Å)	1/L'	ASTM (8)		Observação
			d (Å)	hkl	
13,85	6,383	4,5	6,41	101	Radiação Cu K $\alpha$ Filtro de Ni 35 Kv - 15mA Exposição: 24hs.
17,70	5,007	4,0	5,00	021	
19,25	4,607	2,0	4,61	300	
20,90	4,247	6,5	4,24	211	
22,20	4,001	9,0	4,00	220	
23,80	3,735	0,5	-	-	
25,40	3,534	7,0	3,505	012	
			3,406	131	
26,45	3,317	2,0			
27,90	3,195	1,5			
30,10	2,966	9,0	2,977	122	
			2,906	131	
32,20	2,778	1,0			
			2,635	312	
34,80	2,576	10	2,584	051	
36,20	2,479	0,5			
			2,419	003	
			2,388	232	
37,90	2,372	3,0			
			2,361	511	
39,80	2,263	0,2	2,200	502	
41,30	2,184	0,7	2,177	431	
42,45	2,128	1,0	2,133	303	
44,05	2,054	8,0	2,050	152	
47,20	1,924	5,0	1,926	-	
			1,887	413	
48,85	1,863	0,5			
			1,854	621	

TABELA 4.L

Dados roentgenográficos obtidos por filme de difração de pó de cristais de Turmalina associada à mineralização do Sítio Serra

(cont.)			ASTM (8)		Observação
2 $\theta$	d (Å)	hkl	d (Å)	hkl	
51,10	1,786	1,0	1,751	024	
52,40	1,745	0,2			
54,00	1,697	0,2	1,697	262	
55,30	1,660	1,0	1,670	603	
57,60	1,599	2,0	1,598	550	
60,40	1,531	1,0	1,535	900	
61,40	1,509	1,5	1,516	054	
			1,488	244	
			1,464	514	
63,85	1,457	2,0			
66,05	1,413	1,0	1,416		
69,10	1,358	1,0	1,359		
70,80	1,3297	0,6	1,342		
71,85	1,3127	1,0	1,316		
74,30	1,2754	1,5	1,283		
79,85	1,200	0,4			
84,30	1,4778	0,3	1,155		
			1,101		
			1,033		

nada nos diversos tipos de Talco e nas Cloritas. Não se exclui a hipótese de Magnetita fina, algo alterada (limonitizada), disseminada nas partículas de Talco, Muscovita e de Cloritas. O fato das partículas escuras (sujas) destes minerais serem mais magnéticas que as claras (vide tabela 4.D) é uma evidência deste fato.

#### Goetita

A maior concentração de Goetita foi observada na localidade Limeira, próxima à Sílica de textura "box-work". Neste local constitui concreções ferrosas (limoníticas) tipo "chapéu-de-ferro" e também disseminada na lama amarela aí presente. Provavelmente grande parte deste óxido hidratado de ferro é devida a alteração da Magnetita ou dos antigos minerais ferrosos que existiam antes de ser processada a mineralização.

#### D.i - Côrindon (e minerais associados em ocorrência)

Foi verificado na localidade Figueira uma rocha contendo Côrindon, Clorita e uma matriz branca constituída essencialmente de Micas. A rocha apresenta as seguintes características:

##### Características macroscópica e de campo

O material apresenta-se junto aos afloramentos de Talco, aflorando à superfície com coloração cinza clara, de textura geral algo granular, onde se pode denotar a presença de cristais cinza azulados prismáticos, de forma romboedral (Côrindon) e sem nenhuma direção perceptível de orientação. Mineralogicamente distinguem-se os cristais cinza-azulados, um material micáceo cinza-prateado em placas finas e uma matriz esbranquiçada.

##### Características petrográficas

A lâmina F<sub>1</sub> evidenciou as seguintes ca-

Características petrográficas:

Textura geral	porfiróide fina*
Minerais constituintes	Córidon (30%) Euhedral, losangulares e em barriletes. Partição romboe fral. Cores de interferências altas** (2ª e 3ª ordens). Bordos alterados (asimilados) pela matriz afanítica (vide foto 30, p. 155). Clorita (< 10%) Lamelares. Distribuídas na matriz afanítica. 2V baixo (-15°). Biaxial negativo.
Matriz (60%)	Afanítica. Composta de minerais opticamente não identificados.
Acessórios (< 1%)	Anedral. Finos. Raros. Não identificados.

Características roentgenográficas

Foram feitos filmes de difração de raios-X dos diversos materiais componentes a saber:

---

\* Empregou-se o termo porfiróide por não se ter dados a respeito da gênese de tal material se ígnea (porfirítica, dir-se-ia) ou se metamórfica (porfiroblástica, dir-se-ia).

\*\* Este fato pode ser devido a maior espessura da lâmina. Rogers et Kerr (p. 195) (9) explica este fato, como conseqüente da alta dureza característica do Córidon e que implica num desgaste oneroso e não preciso da seção delgada.

Côrindon: o filme de raios-X para um monocristal de Côrindon, obtido em se utilizando câmara giroscópica, apresentou os valores contidos na tabela 4.L. Tais valores acham-se comparados com aqueles a apresentados pela ASTM para mineral semelhante (cartão 11-661, (1) ).

Mineral micáceo: Da mesma forma que para o côrindon, foi tirado um filme de difração do material micáceo cinza-prateado. Tal filme demonstrou uma Clorita para a qual os valores dos espaçamentos planares, após comparação com seus correspondentes para Cloritas citadas em literatura (1 e 2), mostraram-se próximos dos valores das Cloritas monoclinicas (tipo Scheridanita) citadas por Brindley (p. 288-289, (2) ), da mesma forma os valores mostraram-se próximos de uma Clorita tipo Grochautita (cartão 7-165, (1) ), entretanto, esta, embora de composição equivalente à das Scheridanitas, possui uma banda, relativamente intensa, a  $4,59 \text{ \AA}$  (índice de Miller = 02), e que não foi observada no material estudado. A tabela 4.N, traz os valores encontrados para a Clorita estudada, comparados com os da Grochautita (1) e aos de uma das Cloritas monoclinicas citadas por Brindley (2).

Matriz: Em se utilizando também da câmara giroscópica, o filme de difração obtido para o material branco e afanítico constituinte da matriz demonstrou uma composição micácea semelhante à Muscovita ou Illitas. Os dados de difração que permitiram a determinação de tal composição acham-se apresentados, em paralelo aos valores de uma Muscovita (cartão 6-0263, (1) ), na tabela 4.O.

TABELA 4.M

Dados roentgenográficos, obtidos por filme de difração para um monocristal de Córindon de uma rocha da localidade Figueira

			ASTM (cartão 11-661, (1) )		
2 θ	d(Å)	1/l'	d(Å)	1/l'	hkl
25,48	3,493	4,0	3,49	75	012
27,68	3,220	0,0	-	-	-
35,18	2,549	7,0	2,554	100	104
37,77	2,380	5,0	2,383	45	110
38,92	2,312	0,2	-	-	-
-	-	-	2,166	2	006
43,33	2,086	10,0	2,088	100	113
46,16	1,965	0,2	1,966	2	202
47,18	1,925	0,1	-	-	-
51,48	1,774	6,0	1,741	50	024
57,57	1,600	8,0	1,603	90	116
59,66	1,5485	0,1	1,548	2	211
61,13	1,5147	1,5	1,512	11	018
62,68	1,4809	0,5	-	-	-
66,29	1,4088	9,0	1,4055	38	214
68,13	1,3751	5,0	1,3746	50	030
70,38	1,3366	1,0	1,3369	2	125
74,63	1,2706	0,3	1,2762	2	208
76,82	1,2398	3,5	1,2396	18	1010
-	-	-	1,2347	5	119
-	-	-	1,1936	1	217
-	-	-	1,1901	7	220
80,62	1,1786	2,0	-	-	-
83,18	1,1604	0,5	-	-	-
83,66	1,1549	0,4	-	-	-
84,28	1,1480	1,0	1,1478	5	223
86,33	1,1259	1,5	1,1265	4	312
-	-	-	1,1246	2	128
88,93	1,0996	0,6	1,0996	9	0210

TABELA 4.M

Dados roentgenográficos, obtidos por filme de difração para um monocristal de Córindon de uma rocha da localidade Figueira

(cont.)			ASTM (cartão 11-661,(1) )		
2 θ	d (Å)	1/l'	d (Å)	1/l'	hkl
90,13	1,0881	0,3	1,0831	2	0012
91,13	1,0787	1,0	1,0786	9	134
95,08	1,0441	9,0			
			1,0431	16	226
95,33	1,0420	6,0			
99,92	1,0061	0,4	1,0180	2	042
100,92	0,9988	2,5	0,9979	13	2110
103,04	0,9839	1,5	0,9825	2	404
103,48	0,9809	1	-	-	-
104,78	0,9723	0,4	-	-	-
109,28	0,9445	0,5	-	-	-
109,63	0,9424	0,4			
110,58	0,9370	1,2			
110,91	0,93513	0,7	0,9352	4	318
113,68	0,92009	1,0	0,9183	2	229
115,78	0,90935	3,0	0,9082	12	334
116,26	0,90698	2,0	0,9057	10	0114
117,58	0,90058	1,5	0,9014	2	407
118,18	0,89775	1,0	0,8996	6	140
121,73	0,88181	2,0	0,8809	5	413
122,28	0,87948	2,0			
124,23	0,87143	0,9			
127,34	0,85941	3,0			
127,94	0,85720	2,0			
129,58	0,85133	2,0			
130,74	0,84734	2,5			
131,83	0,84369	0,9			
132,53	0,84141	0,8			
135,68	0,83168	10,0			
136,43	0,82949	9,0			
144,78	0,80812	3,0			

Observação:  
 Rad.: Cu K α  
 Filtro de Níquel  
 35 Kv, 15 mA  
 Exposição: 24 horas

TABELA 4.N  
 Dados roentgenográficos, obtidos por filme de difração, para a mica cinza-prateada  
 da rocha corundífera\*

2 θ	d (Å)	1/l'	(BRINDLEY (2))			ASTM (cartão 7-165, (2) )		
			d (Å)	l	hkl	d (Å)	1/l'	hkl
6,30	14,017	4,0	14,2	7	001	14,0	80	001
12,47	7,092	6,0	7,10	10	002	7,08	80	002
18,66	4,751	5,0	4,72	7	003	4,73	50	003
-	-	-	-	-	-	4,59	40B	020
25,03	3,554	7,0	3,54	10	004	3,545	60	004
31,44	2,843	4,0	2,83	4	005	2,842	20	005
-	-	-	-	-	-	2,648	20	130;20 $\bar{1}$ ;13 $\bar{1}$ ;200
-	-	-	2,60	4	131;20 $\bar{2}$	2,582	40	131;20 $\bar{2}$
35,11	2,554	8,0	2,56	4	13 $\bar{2}$ ;201	2,543	100	13 $\bar{2}$ ;201
36,51	2,450	4,0	2,45	4	132;203	2,439	50	132;203
37,71	2,383	3,0	2,39	3	133;202	2,381	20	13 $\bar{3}$ ;202
39,71	2,268	2,5	2,27	3	133;20 $\bar{4}$	2,260	20	133;20 $\bar{4}$
43,56	2,076	0,5	2,07	0,5	134;20 $\bar{5}$	2,066	10	134;20 $\bar{5}$
44,36	2,040	1,0	2,02	1	007	-	-	-
45,01	2,012	9,0	2,00	5	13 $\bar{5}$ ;204	2,003	40	13 $\bar{5}$ ;204
48,09	1,890	1,5	1,888	2	135;20 $\bar{6}$	1,883	10	135;20 $\bar{6}$
49,92	1,825	1,5	1,830	1	13 $\bar{6}$ ;205	1,822	10	13 $\bar{6}$ ;205

TABELA 4.N  
 Dados roentgenográficos, obtidos por filme de difração, para a mica cinza prateada  
 da rocha corundífera\*

(cont.)			(BRINDLEY (2))			ASTM (cartão 7-165,(2) )		
2 θ	d (Å)	l/l'	d (Å)	l	hkl	d (Å)	l/l'	hkl
52,45	1,743	0,6	-	-	-	1,742	10B	15,24,31
55,46	1,655	0,4	1,668	1	137̄;206	1,660	10	137̄;206
58,55	1,575	2,5	1,570	4	137;208̄	1,563	10	137;208̄
59,97	1,541	10,0	1,549	5	060;331	1,538	60	331̄;060
61,51	1,506	3,0	1,513	2	062;331	1,503	10	331;062
63,47	1,464	0,5	-	-	-	1,462	10	332;063;333̄ + 334†
65,78	1,418	1,0	1,415	2	0,0,10	1,413	5	333;064 335†
107,10	1,395	0,7	1,395	4	208+	1,392	10	139̄;208
69,11	1,358	0,5	-	-	-	1,349	5	334,065 336
71,20	1,322	1,5	1,327	1	262̄+;2,0,10+	1,320	10	262̄;400 139;201̄-0†
72,96	1,296	1,0	1,299	0,5	066+	1,300	5	263̄,401
-	-	-	-	-	-	1,291	5	
78,26	1,2205	1,0	1,222	0,5	2,0,11̄+	1,219	5	
-	-	-	1,196	0,25	266̄+			
81,15	1,1805	1,0	1,180	1	0,0,12			
85,61	1,1335	1,0						

\* Observação: Cu Kα - Filtro de Ni - 35 Kv - 15 mA - Exposição: 24 horas.

TABELA 4.0

Dados roentgenográficos, obtidos por filme de difração em câmara giroscópica, para a matriz da rocha corundífera

			ASTM (cartão 6-0263, (1) )		
2 $\theta$	d ( $\text{\AA}$ )	hkl	d ( $\text{\AA}$ )	hkl	hkl
8,80	10,04	4,0	9,95	95	002
17,61	5,03	1,5	4,97	31	004
19,86	4,47	9,0	4,47	21	110
-	-	-	4,30	4	111
-	-	-	4,11	4	022
22,95	3,872	0,3	3,882	14	113
23,60	3,766	1,0	3,731	17	023
25,45	3,497	2,0	3,489	22	114
26,52	3,358	3,0	3,342	23	024
			3,320	100	006
27,85	3,201	6,5			
			3,199	28	114
28,60	3,1184	1,2			
			3,122	2	115
29,76	2,9995	2,0	2,987	34	025
30,90	2,8914	1,8	2,859	24	115
32,10	2,7859	1,8	2,789	21	116
33,26	2,6914	1,4			
			2,596	16	131
35,21	2,5470	10	2,566	54	202
			2,505	7	008
			2,491	14	132
			2,465	8	133
			2,450	7	202
37,25	2,4117	4,5	2,398	10	204
			2,384	27	133
38,41	2,3416	1,0			
40,15	2,2440	1,0	2,254	9	134
			2,236	4	135

TABELA 4.0

Dados roentgenográficos, obtidos por filme de difração em câmara giroscópica, para a matriz da rocha corundífera

(cont.)

			ASTM (cartão 6-0263, (1) )		
2 θ	d (Å)	l/l'	d (Å)	l/l'	hkl
			2,208	7	221;204
41,45	2,1766	0,9	2,189	4	22 $\bar{3}$
42,31	2,1343	1,7	2,149	15	20 $\bar{6}$
			2,132	21	135
43,43	2,0818	4,8	2,070	4	223
			2,053	6	044
45,30	2,0001	2,5	1,993	46	00.10
45,80	1,9794	0,5	1,972	9	224,045
			1,951	6	206
			1,241	3	22 $\bar{6}$
47,53	1,9114	4,0			
			1,894	2	20 $\bar{8}$
			1,871	3	046
50,01	1,8223	0,4	1,822	3	-
			1,746	3	22 $\bar{8}$
52,91	1,7290	0,4	1,731	8	13 $\bar{9}$
			1,710	5	24 $\bar{1}$
53,85	1,7010	0,2	1,704	5	151,150
			1,699	4	240
54,70	1,6765	1,5	1,662	11	00.12
					20.10
55,91	1,6431	1,5	1,646	23	312
			1,631	6	15 $\bar{4}$
			1,620	6	13.1 $\bar{0}$
57,62	1,5983	5,0	1,603	6	313
			1,573	3	244
59,11	1,5615	1,2	1,559	7	314
			1,541	3	155

TABELA 4.0

Dados roentgenográficos, obtidos por filme de difração em câmara giroscópica, para a matriz da rocha corundífera (cont.)

			ASTM (cartão 6-0263,(1) )		
2 θ	d (Å)	I/I'	d (Å)	I/I'	hkl
60,53	1,5282	1,2	1,524	11	245
61,80	1,4999	3,8	1,504	30	060;331
62,90	1,4763	10			
			1,453	4	-
			1,424	1	00.14
69,15	1,3573	1,3	1,352	11	
70,25	1,3388	1,8	1,335	9	
			1,299	8	
73,01	1,2948	2,0			
			1,292	6	400
74,25	1,2758	2,0	1,274	5	
			1,267	4	
*76,21	1,2481	1,5	1,246	8	00.16

\* Mais 9 linhas (I/I' > 1 )

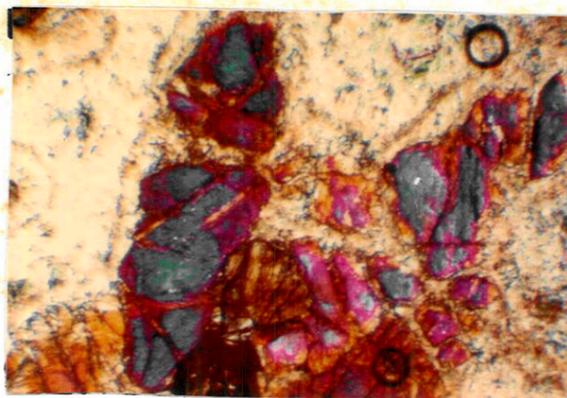
Observações:

Filtro de Ni - 35 kv - 15 mA.

Exposição: 24 hs.



Foto 29 - Rocha corundífera e, à esquerda, material arenoso-argiloso de alteração. Localidade, Figueira.



JUL • 72

Foto 30 - Secção delgada evidenciando cristais de Córindon em matriz afanítica cloritosa. Rocha corundífera, localidade Figueira. Aumento aproximado de 40 X, (NX).

**Alterações:**

Foi observado que a rocha corundífera descrita apresenta-se, em determinados lugares de seu corpo, alterada gradativamente para um material argilo-arenoso e de cor marrom (vide foto 29). A parte mais alterada da rocha demonstrou a seguinte composição, após secagem em estufa ( $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ):

Quartzo - minerais pesados	77,7%
Argila (Clorita-Talco)	22,3%

Fração não argilosa (minerais pesados)

Por estudos óticos de imersão em líquidos de índices, conseguiu-se identificar os minerais pesados abaixo citados por ordem decrescente de frequência:

Zirconita  
Córindon (excluindo os grãos médios e grossos presentes na fração)  
Rutilo  
Opacos (Magnetita e mineral(is) outro(s) não identificado(s)).  
Turmalina (tonalidades variadas de marrom)  
Silimanita  
Esfeno  
Opala  
Fluorita e Apatita  
Minerais não identificados  
Granada (Almandina possivelmente) (observada em uma lâmina)

Uma percentagem estimada pela frequência dos grãos de minerais pesados e dos grãos de Quartzo nas seis lâminas preparadas indica 85% de Quartzo (grãos angulosos e predominantemente de granulometria fina) e 15% de pesados (todos os grãos observados são perfeitamente euhedrais

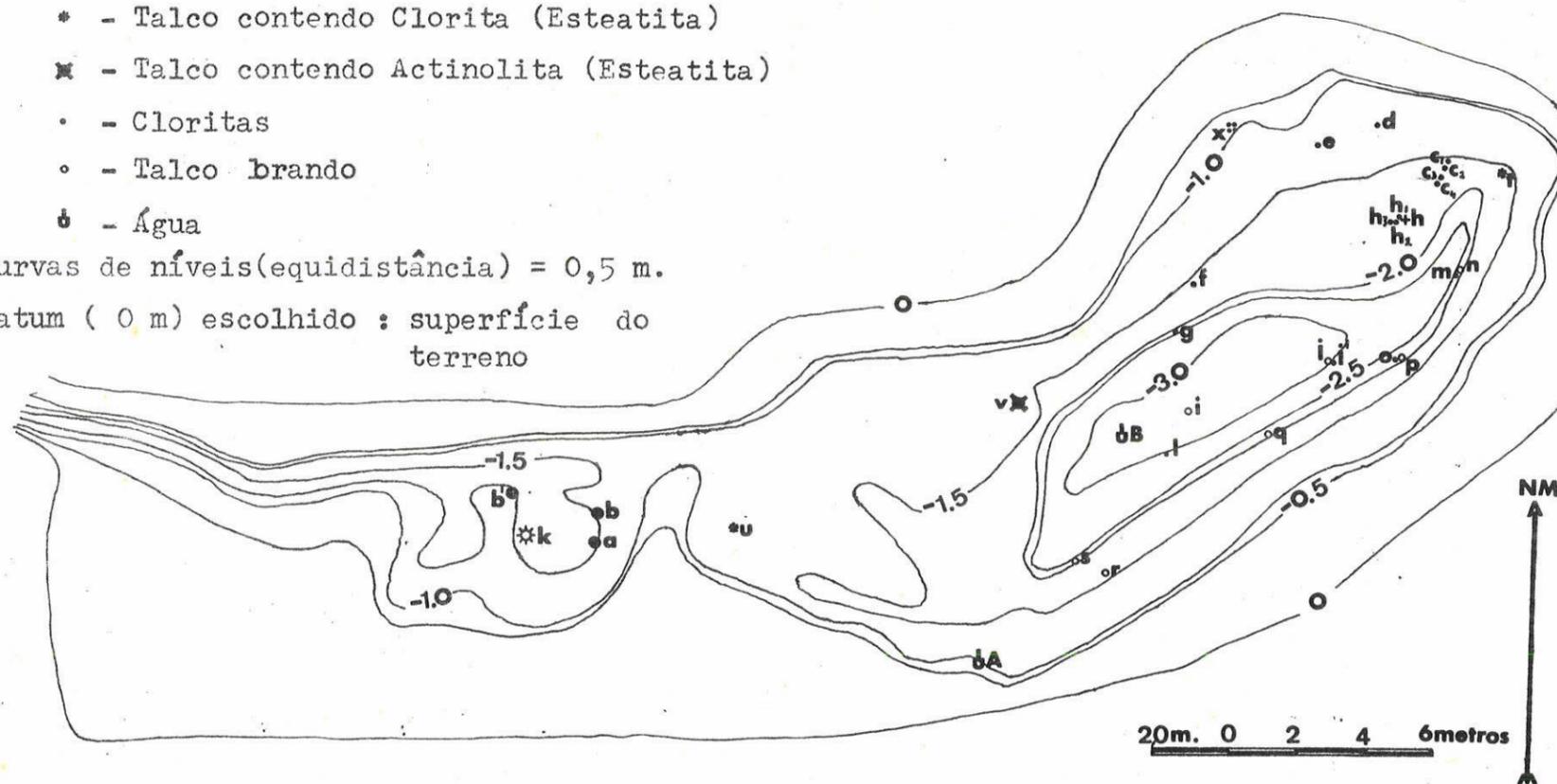
Planta esquemática da ocorrência talcosa (porção Oeste) localizada na Fazenda Limeira, Mineração talcosa do Sítio Serra, Município de Iguape, Estado de São Paulo

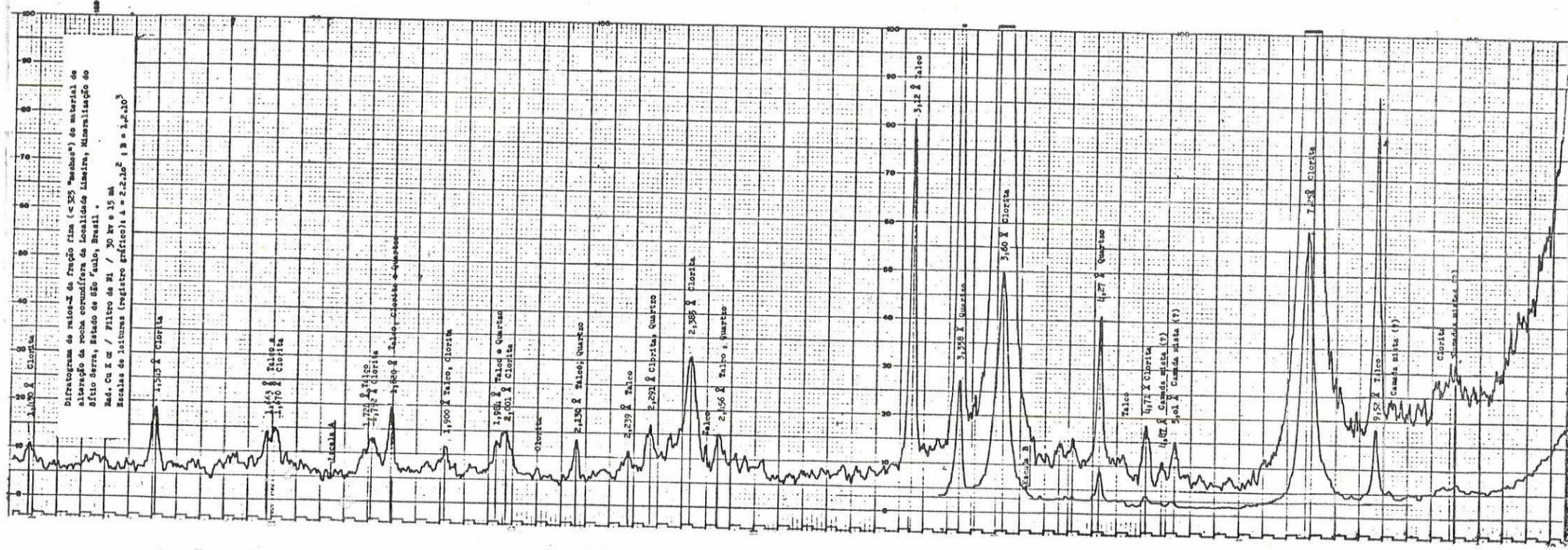
Materiais amostrados

- " - Material de cobertura (seixos de Quartzo, areia e argila-Ilita, Clorita e Montmorilonita)
- \* - Quartzo residual (textura "box work", sílica opalina e "Chert")
- - Esmectita tipo Beidelita-Nontronita
- + - Muscovita
- \* - Talco contendo Clorita (Esteatita)
- ✕ - Talco contendo Actinolita (Esteatita)
- - Cloritas
- - Talco brando
- ♠ - Água

Curvas de níveis (equidistância) = 0,5 m.

Datum (0 m) escolhido : superfície do terreno





e de granulometria fina, exceção para o Córindon que possui grãos de até 1 cm de diâmetro).

Fração argilosa

O difratograma (vide página anterior), obtido à partir da fração < 325 "meshes" do material de alteração da rocha, evidenciou Clorita, Quartzo e Talco como minerais componentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ASTM - Index (Inorganic) - To the Powder Diffraction File (1965).
- (2) Brown, George - The X-Ray Identification and Crystal Structures of Clay Minerals. Mineralogical Society, London (1961).
- (3) Deer, W.A.; Howie, R.A., et Zussman, J. - An Introduction to the Rock-Forming Minerals. Longmans, Green and Co.Ltd., London (1967).
- (4) Sadtler Research Laboratories - The Sadtler Standard Spectra. S.R.L., Standard Infrared, v. 1, Philadelphia (1969).
- (5) Hunt, John M.; Wisherd, Mary P., et Bonham, Lawrence C. Infrared Absorption Spectra of Minerals and other Inorganic Compounds. Analytical Chemistry 22 (12): 1478-1497 (1950).
- (6) Mackenzie, Robert C. - Differential thermal Analysis, Data Index (Scifax, first and complement). London (1964).
- (7) Grim, Ralph E. - Clay Mineralogy. (Chapter three). McGraw-Hill Book Co., London (1953).

- (8) Camargo, William G.R. de, et Souza, Irineu M. -  
Novo Hábito da Turmalina. Academia Brasileira de Ciências, Anais 42 (2): 219-222  
(1970).
- (9) Rogers, Austin F., et Kerr, Paul F. - Optical  
Mineralogy. McGraw-Hill Book Company Inc.,  
New York (1942).
- (10) Federal Standard - Colors, Federal Standard. Federal  
Specification TT-C-595, January 12, 1950,  
Fed.Std. nº 595, tabela IX, p. 23, D.C.  
(EUA) (1956).

## 5. CONCEITOS GERAIS SOBRE TALCO

### 5.1 - Mineralogia

O Talco é definido como um silicato de Magnésio hidratado, de fórmula  $4. SiO_2 \cdot 3 MgO \cdot H_2O$ . Estruturalmente é do grupo dos Filossilicatos sendo semelhante ao mineral Pirofilita exceto que, no Talco, todas as posições octaédricas do retículo são ocupadas por Magnésio ao invés de parcialmente e por Alumínio. Desde então ele é um mineral tipo Filossilicato de reticulado cristalino trioctaédrico. Cristaliza-se no sistema Monoclínico sob forma criptocristalina podendo, raramente, constituir cristais tabulares de contorno hexagonal ou losangular e de clivagem perfeita {001} em lamelas flexíveis e algo elásticas. Normalmente apresenta hábito maciço-laminar (micáceo), compacto e, menos comumente, fibroso ou em lâminas radiais agregadas. Suas propriedades físicas (cor, dureza, brilho, hábito, densidades, etc.) são semelhantes às da Pirofilita e as de muitos materiais argilosos (caulins, argilas cloritosas). Tem-se demonstrado que análises químicas e difratometria de raios-X são os métodos mais eficazes para a determinação do mineral.

### 5.11 - Química

Quando puro o mineral apresenta uma composição química de 63,5% de  $SiO_2$ , 31,7% de  $MgO$  e 4,8% de  $H_2O$ , segundo Betejtin (1) uma parte de  $MgO$  pode ser substituída por  $FeO$  em até 2-5%. O grupo Talco-Pirofilita que, estruturalmente, representa uma série isomorfa especial, raramente possui formas entre os dois extremos. Sobre este aspecto Betejtin (1) faz ainda a suposição de que para esses raros materiais de composição de moléculas de Talco e de moléculas de Pirofilita, a formação dos mesmos foi por penetra

ção periódica de Magnésia (MgO) ou de Alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) segundo a composição geral. Deer et al. (vide referência (3) no capítulo 4, à p. 159) fazem considerações quanto as substituições diadômicas e iônicas para vários elementos, sobre tais considerações já se fez citações no presente trabalho, à página 92. Substituições isomorfas de Mg<sup>2+</sup> por Fe<sup>2+</sup> e Ni<sup>2+</sup> na série talcosa e de Al<sup>3+</sup> por Fe<sup>3+</sup> na série da Pirofilita, segundo Betejtin (1), têm, até o momento, sido registradas, porém em limites muito estreitos, ao passo que Deer et al. (referência citada) indicam uma quase total substituição de Magnésio por Ferro na variedade Minesotaíta.

Como impurezas nos tipos mais puros, frequentemente são encontrados Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (em até 2%), alguns milésimos de ONi (1) e algo de óxidos de elementos outros, que tanto podem estar presentes como ions interlamelares como também como constituinte de minerais acessórios associados.

#### 5.III - Minerais associados (paragênese)

A associação mineralógica a qual se associa o Talco é paragenética, muito embora possam existir minerais remanescentes e minerais de uma outra paragênese ("sensu lato") posterior, nesta é o caso de óxidos e hidróxidos de Ferro formados pelo meteorismo de minerais outros. O Talco jamais se forma por meteorização (Bateman, p. 890 - vide referência I-a Prólogo, p. 4). Por conseguinte, a associação mineralógica de um jazimento fornece valiosos dados não só a respeito do (a) provável material (rocha) original como também do (s) evento (s) que processou (aram) as transformações mineralógicas. Em se baseando nas citações de Betejtin (1), Stuckey (2) e Bateman (referência (I-a) à p. 4 Prólogo) (este último cita autores outros tais como Gillson, Hess e Harper) temos:

##### 5.III.A - Talco relacionado às intrusões ultrabásicas

alteradas por hidrotermalismo associado ou não a metamorfismos.

Os seguintes casos podem ser observados:

A.a - Serpentinicos em xistos.

O exemplo clássico é o da esteatita de Virgínia, originada por efeito de intrusão ultrabásica em xisto (Xisto London). O Talco ocorre como massas associadas ao serpentinito.

É a seguinte a associação mineralógica:

- Paragênese primária: algo de Piroxênios, Anfibólitos (Hornblenda e Actinolita primária) e Magnetita.
- Paragênese secundária: Talco, Actinolita, Clorita e Carbonatos.

A paragênese secundária é resultante da degradação, até Talco, dos Anfibólitos primários, desde então tem-se a transformação Hornblenda → Actinolita → Clorita (também resultante de Actinolita primária) → Talco.

A.b - Serpentinicos em xistos e gnáisses.

Os depósitos de Vermont se apresentam no serpentinito ou nos xistos e gnáisses adjacentes. Os minerais associados são Dolomita, Actinolita, Clorita, Apatita, Magnetita, Biotita, Pirrotita, Serpentina e Talco. Segundo Bateman (referência 1-a), citada à p. 4 Prólogo) provavelmente a Biotita substituiu as rochas hospedeiras e foi alterada em Talco por soluções hidrotermais.

A.c - Em Shabroskoe, ao sul de Sverdlovsk (Rússia) (1), existem pelo menos dois eventos responsáveis pelo Talco aí ocorrente. A este material se associa uma complexa mineralogia. A rocha primitiva foi um serpentinito o qual foi submetido a um hidrotermalismo rico em CO<sub>2</sub> e, posteriormen

te, aos efeitos de uma intrusão granítica. Dentre os vários materiais formados, são distintos pela associação mineralógica os seguintes:

- i - Talco-Cloritas, comumente com cristais de Turmalina e, às vezes, de Magnetita, grãos de Epidoto, Apatita e outros minerais.
- ii - Piroxênio-Granada-Epidoto, formado à mercê do afluxo de Alumina a par de componentes voláteis.
- iii - Talco e carbonatos com Hematita e Magnetita.
- iv - Talco-Clorita-Actinolita.

A.d - Modificação de rochas básicas, ou ultrabásicas, ricas em Magnésio por soluções hidrotermais contendo  $CO_2$ .

Em rochas ultrabásicas tipo peridotito a serpentinização pode ser uma etapa intermediária de talcotização. Quando a alteração se processa diretamente da rocha primária ("sensu strictu"), normalmente observa-se as seguintes paragêneses:

- Paragênese primária: grãos residuais de Espinélios Cromíferos.
- Paragênese secundária: Carbonatos de Magnésio (Breunrita, se o meio for redutor e Magnesita), de Cálcio, metacris<sup>t</sup>ais de Óxidos de Ferro (Magne<sup>t</sup>tita, se o meio for redutor e Hematita) e Apatita, todos eles acompanhando o Talco em teores variados.

5.III.B - Talco relacionado com processos metassomáticos em contato tipo intrusiva/calcários dolomíticos.

São as ocorrências mais comuns e os exemplos citados são:

- B.a - Ocorrência de Washington onde se apresenta em do lomito ou na Magnesita alterada.
- B.b - Na Califórnia, o contato diorito/calcáreo apresen ta a associação Serpentina + Tremolita + Talco brando.
- B.c - Nos depósitos de Modoc (Ontário) existe Talco bran do maciço em lentes nos dolomitos Greenville meta mórficos de contato, perto de uma intrusão graní tica. Tais depósitos são lenticulares com dimen sões de 7,5 a 12,5 metros de largura por 150 me tros de extensão. Associado à Tremolita.
- B.d - Os depósitos do Condado de São Lourenço ( Nova Iorque), também no calcáreo Greenville metamórfi co de contato que é atravessado por granito em uma zona de Tremolita e Enstatita. A Tremolita se alterou em Talco. As massas lenticulares pos suem espessuras entre 6 e 44,5 metros, sendo que na localidade de Talcville chega a profundidade de 180 metros.
- B.e - Nos depósitos de Meadow, no Canadá, ocorre sob forma rochosa, branca, cinza ou marrom e está as sociado à Calcita, Tremolita e outros minerais. Sua formação foi por silicificação da dolomita em processos metassomáticos de contato.
- B.f - Sob forma lenticular, em camadas de até 40 metros de espessura, e associado à Tremolita, Actinolita e minerais relacionados a estes Anfibólios, tipo as ocorrências relacionadas ao calcáreo Greenville, ocorrem, ainda nos Estados Unidos, na Geórgia e Carolina do Norte e na Europa na Ba viera e Áustria.

5.III.C - Talco relacionado a xistos e gnáisses.

Neste caso o Talco ocorre intercalado a uma das rochas e supõe-se substituição em calcáreos ou serpentí

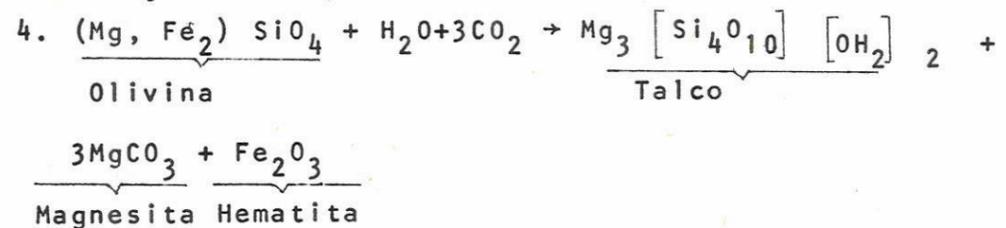
nitos originais. Os principais exemplos são:

Ca - Nos Pirineus e Alpes ocorre como duas camadas intercaladas com xistos e ardósias. Gillson (vide Bateman, referência (1-a) citada à p. 4, Prólogo), sugere como substituição em dolomito ou serpentina que estão também associadas. Tais camadas tem espessuras de 16 a 60 metros e as amplitudes atingem vários quilômetros. A associação presente é: Talco + xistos + ardósias + blocos de dolomitos (na França) ou Serpentina (na Itália) + granito em blocos.

#### 5. IV - Normas paragenéticas

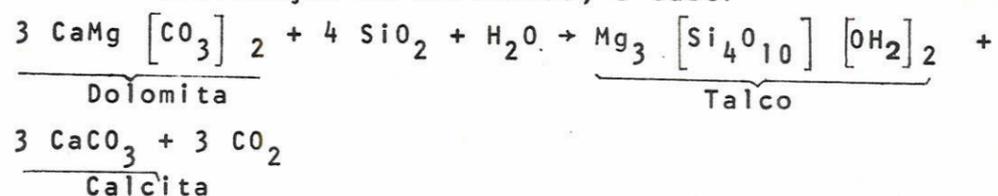
Os itens abaixo citados, compilados das citações ou observações encontradas nas literaturas citadas anteriormente, demonstram caracteres de normas paragenéticas com respeito ao Talco, a saber:

A - É formado por alteração de minerais primários magnesianos tipo Olivina, Piroxênios e Anfibólios. Tal processo envolve carbonatização e hidratação, em reações de tipo



B - quando originários de dolomitos metamórficos, são Talcos relativamente puros (poucos minerais associados tipo Anfibólios da série Tremolita-Actinolita e carbonatos (tipo Calcita) e são de alta qualidade. Neste caso as soluções hidrotermais são silicicas ou os fenômenos metassomáticos, de qualquer outra maneira, determinam enriquecimento em Sílica ou substituição do carbonato pelo silicato.

O processo comumente citado é o da silicificação-hidratação do carbonato, a saber



- C - quando originários por alteração de minerais se cundários de rocha básica e, principalmente, ultra básica, tem-se demonstrado que na seqüência genê tica dos minerais associados o Talco é sempre o último, desta forma em grande parte ele é formado de outros minerais que, por sua vez, representam produtos de alteração de minerais primários;
- D - quando está presente nos serpentinitos não se for mou como um resultado da serpentinição mas em processo (s) posterior (es) ao da serpentinição sendo, nestas rochas, também pseudomorfo de Acti nolita e de Clorita, esta durante a serpentinição substitui a Biotita;
- E - o Magnésio se deriva em grande parte, se não to talmente, das rochas em que o Talco se encontra;
- F - é pseudomorfo dos minerais aos quais se associam, tais como: Turmalina, Actinolita, Enstatita, Diop sídio, Olivina, Serpentina, Clorita, Anfibólios e micas;
- G - restringe-se as zonas de metamorfismo como resul tante dos eventos hidrotermais ou metassomáticos ligados a
  - fases de metamorfismo suave relacionadas ou in fluenciadas, por metamorfismo dinâmico simples como no caso das associações com calcários meta mórficos;
  - fraco metamorfismo de contato motivado:

- (a) por intrusões ácidas em ultrabásicas;
  - (b) (menos comumente) por intrusões ultrabásicas;
  - (c) intrusões em ígneas (ou por ígneas) básicas.
- H - Não se forma por meteorização.
- I - É raro nos jazimentos metálicos. Pode ocorrer "traços" de Pirrotina, Magnetita, Cromita e Pirita.
- J - A orientação ao acaso, característica de certas variedades compactas, sugere que, essas variedades, não devem ter sido formadas por metamorfismo regional.
- L - As mineralizações são datadas de vários períodos e, em geral, restringem-se às regiões Précambrianas.
- M - Stukey (2) estudando os depósitos de Pirofilita, mineral estruturalmente semelhante ao Talco, chegou à conclusão que as mesmas são originadas por substituições metassomáticas.

#### 5.V - Problemas referentes à nomenclatura

As seguintes terminologias são dadas aos diversos tipos de Talco:

- A - Talco laminar, lamelar ou micáceo.
  - B - Talco-xisto.
  - C - Talco esteatítico ou simplesmente esteatita.
  - D - Talco brando.
  - E - Agalita.
  - F - Pedra sabão ou saponito.
  - G - Sabão de Sastre.
  - H - Talco sem cheiro.
  - I - Talco de Veneza.
- A - Talco laminar, lamelar ou micáceo: possui esta denominação devido ao hábito de ocorrência (vide item 5.1, p. 161), normalmente possui cor esverdeada, brilho e sensação sedosa, algo untuoso ao tato, em as

pecto lembra aos mica-xistos ou a macro-cristais de Muscovita, diferenciando desta ligeiramente por não se partir em placas perfeitas, elásticas e delgadas. Apresenta textura xistosa e normalmente de difíceis moagens sendo que, em determinados materiais deste tipo, este processo industrial só tem bom rendimento em se utilizando moinho de faca.

- B - Talco-xisto: diz-se da rocha ou do material composto de Talco lamelar.
- C - Talco esteatítico ou simplesmente esteatita: denominação dada ao Talco maciço e compacto e impuro. Na verdade, a esteatita é muito mais uma rocha, onde o mineral principal é o Talco, que uma variedade deste mineral. Sobre ela refere Bateman (referência (1-a), citada à p. 4, Prólogo) " a esteatita é uma rocha branda, composta essencialmente por Talco, porém que contém também Clorita, Serpentina, Magnesita, Antigorita e Enstatita e talvez algo de Quartzo, Magnetita e Pirita. É uma rocha talcosa impura e compacta e pode ser extraída e serrada em grandes blocos". Em alguns casos são esculpidas em peças especiais de usos tecno-industriais semelhantes aqueles da pedra-sabão.
- D - Talco brando: é uma variedade de esteatita, é um Talco maciço e compacto puro ou assim considerado. É procurado para usos tecno-industriais dos mais refinados devido à pureza e por apresentar higroscopicidade das mais baixas. Tem preço elevado no comércio.
- E - Agalita: nome comercial dado pelos norte-americanos à variedade fibrosa procedente de Nova Iorque.
- F - Pedra sabão ou saponito: denominação dadas aos materiais semelhantes, em propriedades e composição, às

esteatitas. Normalmente são coloridas podendo ter tonalidades escuras; são bons materiais para serem facilmente trabalhados em esculturas e quando polidos apresentam aspecto e brilho ceroso (daí o nome pedra-sabão ou saponito). Segundo S.F. Abreu (ref. (V), p. 6, Prólogo) "o que se conhece no Brasil com a denominação geral de pedra-sabão, corresponde a dois materiais diferentes quimicamente um de tom esverdeado claro, de textura fina e homogênea, formado de silicato de alumínio hidratado; outro de cores mais escuras, de textura grossa e formado de silicato de magnésio hidratado com sensíveis quantidades de alumínio, ferro e frequentemente cálcio. O primeiro é agalmatolito ou pirofilita, mineral definido enquanto o segundo é uma rocha de composição variável formada essencialmente de talco e clorita". À primeira espécie o autor citado corresponde o agalmatolito ou pagodito e à segunda a pedra-sabão ou saponito. Na verdade é difícil a distinção entre materiais constituídos por Pirofilita e aqueles constituídos por Talco, inclusive entre os minerais puros como já se fez referência no item 5.1 à página 161. Sobre este fato Betejtin (1) faz referência ao citar "conhece-se casos de prospecção de jazimentos de Pirofilita acreditando-se tratar-se de Talco". Pelas características do material ele é empregado na escultura de obras de arte, utensílios domésticos e, as variedades isentas de ferro, são as de uso técnico-industrial mais refinadas e procuradas por possuírem alto poder isolante termo-elétrico.

- G - Sabão de sastre: denominação hibernica das variedades esculpíveis de Talco (esteatita ou pedra-sabão). No Brasil tal denominação está cada vez mais em desuso.

H - Talco sem cheiro: corresponde ao nome comercial dado às variedades brancas após moagem.

I - Talco de Veneza: denominação dada pela farmácia galênica, e ainda em uso, às variedades mais puras de Talco e que após moagem não deveria deixar nenhum resíduo ou grão de impureza de cor destoante daquela do material (branco), quando o mesmo era peneirado em tã-misa de linho de malha fechada. É obtido por moagem de Talco brando ou de qualquer outra variedade desde que apresente pureza elevada. É utilizado sobretudo na indústria químico-farmacêutica como diluente inerte de drogas empregadas em diminutas quantidades, sua baixa higroscopicidade protege a droga da umidade e conseqüente perigo de alteração.

#### 5.VI - Usos e empregos de Talco

O presente item é baseado nas citações de Betejtin (1), Abreu (referência (V), p. 6, Prólogo) Bateman (referência (I-a), p. 4 Prólogo), Sobrinho (3) e Souza Filho (4) e informações pessoais obtidas em sindicatos de indústrias e comércio, em indústrias e firmas comerciais relacionadas ao Talco. Tais usos serão citados de acordo com os grupos industriais mais importantes e por setores segundo a ordem crescente de exigências de pureza máxima relacionada, em paralelo, ao tipo de Talco que normalmente apresenta tal requisito.

##### 5.VI.A - Na indústria da Borracha.

A.a- Como pó protetor pulverizado sobre a borracha.

- em embalagem da mesma;
- em depósitos de estocagem.

Tipo: qualquer.

A.b- Em pó como camada protetora para borracha crua.

Tipo: qualquer tipo, desde quando não apresente

teores elevados de ions metálicos de impurezas.

A.c- Nos processos de fabricação da borracha.

- Na fabricação de tubos (esteatita sem teor elevado de Fe);
- em massas modeladoras para fazer pneumáticos (Talco brando e Talco lamelar);
- forrar canos durante a vulcanização (Talco brando e Talco lamelar);
- carga de enchimento de pneumáticos e de câmaras de ar (idem);
- carga de enchimento de borrachas especiais (Talco de Veneza).

A.d- Como pó protetor de peças especiais, tais como:

- luvas médicas (Talco de Veneza esterilizado);
- fios de borracha de aparelhos eletrônicos ultra-sensíveis (Talco de Veneza);
- tampas de vasos recipientes para medicamentos, plasmas e sangue (Talco de Veneza esterilizado).

5.VI.B - Na manufatura do couro.

B.a- No curtimento como pó adsorvente (qualquer tipo).

B.b- Como pó secante de couros oleosos (desde que tenha coloração clara).

5.VI.C - Na indústria cerâmica, de refratários e do cimento.

C.a- Na fabricação de peças cerâmicas;

- na fabricação de pastilhas e azulejos (qualquer tipo com baixo teor em ferro e álcalis);
- na massa de fabricação (barbotinas) de louças e porcelanas (idem, desde que queime branco na respectiva temperatura de cozimento da peça);

C.b- Na massa do cimento amianto para fabricação de

blocos, lages e telhas (telhas de asbesto) (baixo teor em álcalis e ferro).

- C.c- Junto ao asbesto na obtenção de peças especiais isolantes ou refratárias (Talco brando).
- C.d- Como refratário em revestimento de fornos siderúrgicos, caldeiras de locomotiva, etc. (esteatita cuja principal impureza é a Magnesita).
- C.e- Como constituinte principal da massa empregada na obtenção da chamada porcelana esteatítica, utilizada na fabricação de velas de ignição de motores de explosão, peças que deverão se submeter, em uso, a altas frequências (esteatita com baixo teor em ferro, Talco brando).
- C.f- Peças esculpidas para utilização em altas temperaturas e em quadro de comandos elétricos (pedra-sabão de baixo teor em ferro).

5.VI.D - Na indústria de corantes:

- D.a- Fabricação de lapis "crayon", lapis cera e vitrográficos (qualquer tipo);
- D.b- Fabricação de corantes refratários e resistentes à luz intensa (esteatita e talco lamelar de baixo teor em impurezas, talco brando).

5.VI.E - Em construção civil, acabamento e arte:

- E.a- Em passarelas e bancos de jardins (saponito).
- E.b- Em tampos de mesas de laboratório (idem).
- E.c- Blocos trabalhados de revestimento de altares, portões e portas (saponito e esteatita (pedra de sastre)).
- E.d- Obras de arte (estatuetas, estátuas, jarros, "souvenirs", etc...) (pedra-sabão (saponito) e esteatita (pedra de sastre)).
- E.e- Utensílios domésticos (potes, vasos, cinzeiros, panelas, etc.) (idem).
- E.f- Lápides funerárias (saponito).

5.VI.F - Na indústria do papel:

- F.a- em mistura como carga de enchimento de papelão, papeis ordinários tipo "jornal", embrulho e ma ta-borrão e papeis adsorventes (qualquer tipo, no papel branco o tipo deve ser branco).
- F.b- Como ingrediente das misturas para acabamento de papel e de cobertura para papeis lustrosos, papel de parede e cartolinas (Talco lamelar, es teatita, Talco brando).
- F.c- Na fabricação do papel de seda e outros à base de sulfite (idem).
- F.d- No alveamento da celulose (idem).
- F.e- Na remoção de resina da celulose (idem).

5.VI.G - Na indústria de plástico:

- G.a- como pó protetor contra grudamentos provocados pelo calor (todos os tipos).
- G.b- Como carga inerte (Talco lamelar, esteatita e Talco brando).
- G.c- Como carga em plásticos especiais e produtos pe troquímicos tipo "rayon" e "nylon" (Talco bran do e Talco de Veneza).

5.VI.H - Em joalheria:

- H.a- Como pó de polimento de gemas e metais ( qual quer tipo).
- H.b- Na obtenção de gemas artificiais (tipos incolo res mesmo após a queima desejada).

5.VI.I - Na indústria químico-farmacêutica:

- I.a- Em perfumaria.
  - ai- como material de recheio de sabonetes;
  - em sabões ordinários (qualquer tipo);
  - em sabonetes e sabões medicinais (saponito, esteatita e Talco lamelar);
  - em sabões finos (Talco lamelar, Talco brando).

- em sabões para embelezamento da pele, tipo sabões de glicerina (Talco brando, Talco de Veneza);
  - em sabões antialérgicos (Talco de Veneza).
- aii- Em "pô-de-arroz".

Segundo Sobrinho (3), atualmente emprega-se o Talco de Veneza em lugar do pô-de-arroz que os antigos tiravam do arroz para perfumar e ser aplicado à pele. Segundo autor citado, o uso do Talco de Veneza produz o mesmo efeito ao do pô-de-arroz e torna-se mais econômico. Na França, país que ocupa posição das mais destacadas na produção mundial de Talco, ainda se fabrica "pô-de-arroz" com pô-de-arroz. Esta produção é limitada às casas do gênero que usam do produto para atender pessoas sofisticadas de gostos exigentes.

A proporção do Talco de Veneza no preparo do "pô-de-arroz" varia em torno de 10 partes para 2 de essências e álcool absoluto.

- aiii - Talcos perfumados:
    - de baixa qualidade (Talco lamelar, esteatita);
    - de boa qualidade (Talco lamelar, Talco brando);
    - de especial qualidade e medicinais (Talco de Veneza).
  - aiv - Cosméticos outros:
    - em sabonetes líquidos (Talco lamelar, brando e de Veneza);
    - em creme de barbear e dentífricos (Talco de Veneza);
    - batons, cremes de beleza (Talco de Veneza).
- I.b- Como diluente de inseticidas, pesticidas, fungicidas e herbicidas.

As especificações dependem das exigências de cada indústria, o Talco ideal para tais usos seria o Talco de Veneza que é muito caro, os Talcos mais baratos, impuros e de cores variadas são os mais utilizados pelas indústrias que não interessam em beleza e perfeita homogeneidade constante de seus produtos.

- l.c- Na preparação de ceras de polimento ( qualquer tipo).
- l.d- Como diluente de drogas ou medicamentos empregados em quantidades mínimas (Talco de Veneza).
- l.e- Como diluente na preparação de comprimidos e de pós medicamentosos de uso tópico (Talco de Veneza).
- l.f- Na preparação de pomadas e cremes (Talco de Veneza).
- l.g- Como principal ingrediente dos corantes químicos, como constituinte durante a preparação e como diluente dos mesmos (Talco de Veneza).
- l.h- Como agente desgrudante (para evitar grudamentos e sustando esses efeitos) em embalagens de comprimidos, pastilhas, grânulos e cápsulas de massa de trigo ou de gelatina (idem).
- l.i- Utilizado sobre a pele como adsorvente de suor e gordura (Talco de Veneza).
- l.j- Na indústria química de tintas.
  - ji - Base de tintas desinfetantes (Talco laminar, Talco brando saponito e esteatita de baixo teor de impurezas);
  - jii- no processo de fabricação, como componente, como desengraxante, como engrossante, etc., dos vários tipos de tintas, tais como: tinta esmalte, tinta a óleo, tinta a prova d'água, de fogo, tinta inseto-repelente e outras especiais (o Talco de Veneza é limi

tado pelo seu custo, usa-se, desde então, Talco brando, lamelar e esteatita).

5.VI.J - Na indústria textil:

- J.a- como pó de cobertura para endurecimento e alve\_jamento de tecidos de algodão (qualquer tipo de cor branca);
- J.b- No tingimento de tecidos (cor branca).
- J.c- Polimento seco e endurecimento de tecidos felpu\_dos (idem).
- J.d- Pó adsorvente para desengorduramento dos diver\_sos tecidos (idem).

5.VI.L - Outros usos:

- L.a- em polimento de cereais (qualquer tipo).
- L.b- Como carga de enchimento de asfalto (qualquer tipo).
- L.c- Na obtenção de Talco de Veneza.

5.VII. Beneficiamento de Talco (síntese explicativa)

Conforme vimos nos itens anteriores, raramen\_te o Talco, dentro de seus vários hábitos e formas de ocor\_rências, possui uma pureza tal para que se considere como Talco de Veneza e, desde então, de uso ilimitado quando se emprega o material pulverizado. Por este motivo o Homem tem procurado diminuir as impurezas de modo que o material atinja o máximo de qualidade. Quimicamente, as presenças de cátions, além aos de H, Mg e Si, não são consideradas im\_purezas se forem constatados como ions substituintes aque\_les citados, caso contrário, o material deve ser tratado pa\_ra eliminação de componentes outros presentes na massa, ou então terá seu uso limitado pelas especificações mais exi\_gentes tais como na indústria químico-farmacêutica onde, economicamente, o material tem maior cotação. Os usos mais exigentes são satisfeitos por Talco de Veneza, entretanto

se um Talco qualquer apresenta particularidades que não são consideradas pelas especificações de uma dada empresa industrial, embora não sendo Talco de Veneza, ele é aceito e mostra-se de uso viável para as finalidades desejadas se as propriedades requisitadas são nele obtidas. Isto faz com que o material seja testado pela firma interessada e os resultados comparados com as suas especificações ou padrões.

Em geral o tratamento do Talco se processa dentro das seguintes etapas:

A - Britagem: fase preliminar de moagem. Os blocos podem ser quebrados por meios mecânicos (tipo britador de mandíbula) ou por meio manual.

B - Moagem: os Talcos compactos (tipo brando, esteatíticos e saponitos) são moídos em qualquer tipo de moinho (moinhos de disco, de bola, de martelo ou de cilindro) os talcos lamelares só têm bom rendimento em moinhos de facas. Nem sempre a moagem é processada em Talcos, isto para as variedades ricas em impurezas cristalinas granulares.

C - Classificação do material: são utilizados dois processos, a saber:

Lavagem: logo após a britagem o material é submetido a uma lavagem em água. Esta técnica é utilizada quando o material contém outros minerais, tais como Anfibólitos, Turmalina e Quartzo. O processo não dá uma separação total Talco/impurezas, mas permite a seleção em três tipos de material, um talcoso (o de cor mais clara), outro de cor escura (rico em grãos minerais de impurezas) que é considerado rejeito e um intermediário que poderá ou não sofrer nova lavagem.

Peneiramento: pode ser efetuado também para o material que foi submetido à lavagem. O peneiramento pode ser a etapa final do beneficiamento se os grãos

residuais representam-se responsáveis pelas impurezas. Justificativas deste fato podem ser obtidas por determinações das propriedades do material antes e depois do processo. Normalmente o Talco é comercializado sob a forma de pó que passa em peneira de nº 200 deixando resíduos de menos de 1% em peso. Qualquer especificação referente a granulimetria, como por exemplo, resíduo nulo em peneira de nº 325 que só é encontrada em Talcos bastante puros, tipo Talco de Veneza, que são raros, fica a critério do consumidor muito mais que do fornecedor. Desde então o consumidor é quem processa o peneiramento dentro de seus critérios especificados. Por peneiramento normalmente são eliminados grãos de quartzo, silicatos e óxidos de ferro. O material residual da peneira não deve ser remoldo, ou ele é considerado rejeito e desprezado ou então lavado para aproveitamento do Talco nele contido.

- D - Seleção por moinho de ciclone: neste caso a seleção do material é feita por correntes de ar, podendo se utilizar de telas magnéticas para retenção de minerais ou partículas magnéticas existentes no Talco. Tal tratamento efetuado em material branco ou lavados permite a obtenção do Talco de Veneza só e tão somente se a matéria prima original for destituída de filossilicatos semelhantes tipo Pirofilita ou Clorita, ou do tipo Muscovita e argilo-minerais; desde então à partir de Talco brando, lamelar e raramente de esteatitas e saponitos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (I) Betejtin, A. - Curso de Mineralogia. ( Traducido del ruso por L. Vládov) Editorial Paz, Moscou.
- (II) Stuckey, J.L. - Cyanite Deposits of North Carolina. Economic Geology 27 (7): 661-674 (1932).
- (III) Sobrinho, Professor - Manual do Perfumista. Editora LEP.
- (IV) Souza Filho, Professor - Manual do Pintor. 2a. Ed., LEP.

## 6. CONCLUSÕES SOBRE A MINERALIZAÇÃO TALCOSA DO SÍTIO SERRA

### 6.1 - Tipos de Talcos

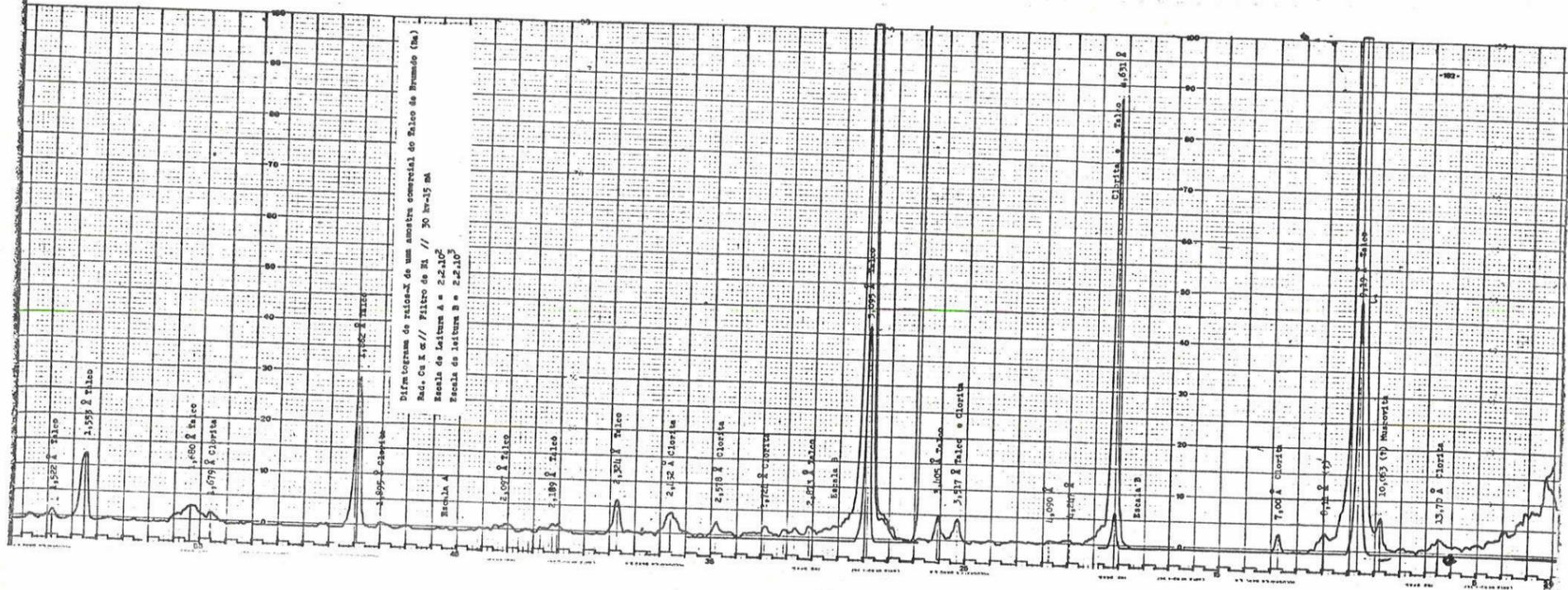
Dentros dos estudos efetuados para os materiais talcosos do Sítio Serra, pode-se classificar os seguintes tipos de materiais:

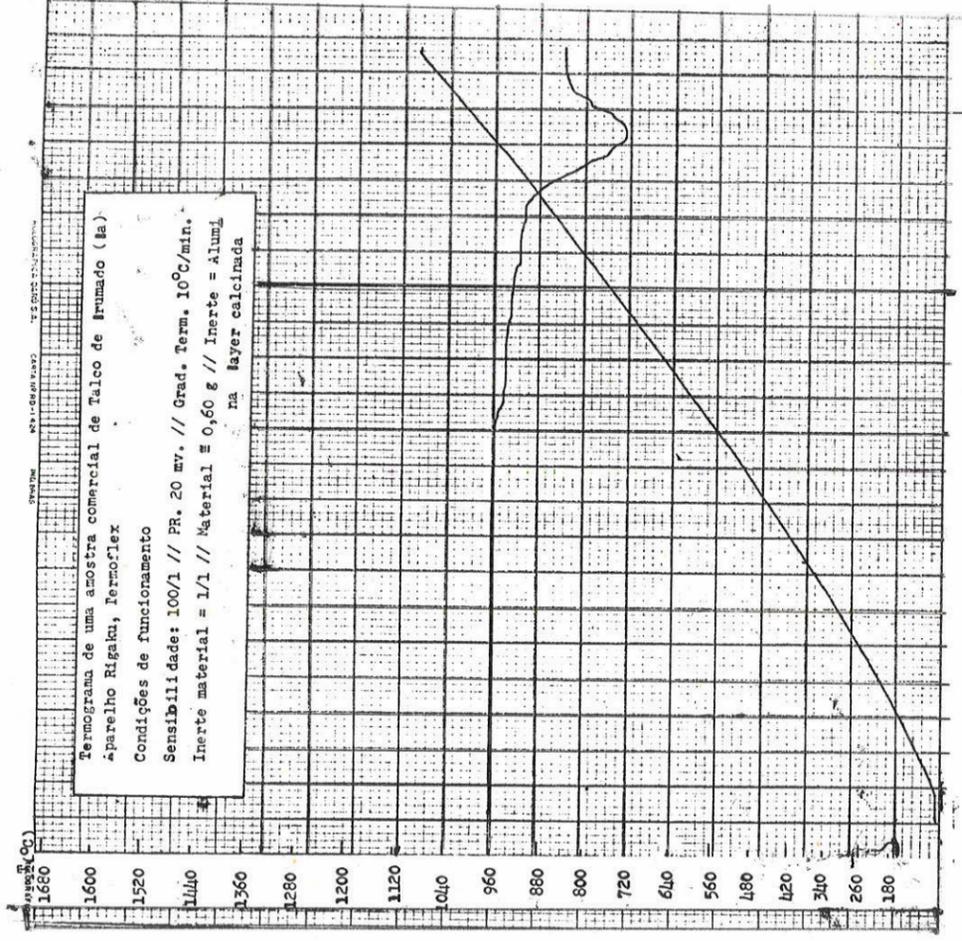
#### 6.1.A - Talco brando

Corresponde ao Talco maciço e compacto, descrito no capítulo 4, item 4 III. D, à página 88. O "padrão" de difração de raios X, obtido para as amostras (vide difratogramas amostras 03,04 e 06, p. 94, 95 e 96 deste material demonstrou ser o mesmo de pureza maior que aquele obtido para uma amostra comercial do Talco de Brumado (Bahia), este, considerado por Abreu (referência (V), p. 6, Prólogo) como o melhor e mais puro Talco brasileiro.

Uma amostra bruta, coletada na localidade Figueira, foi entregue à Johnson & Johnson S.A., para ser testada tecnologicamente quanto às especificações da empresa e, em paralelo ao padronizado, apresentou os seguintes resultados:

Característicos	Talco brando (Figueira)	Talco (Padrão J.J.)
Perda por ignição	4,05%	Máximo 5%
Umidade	0,194%	Máximo 0,15%
Substâncias solúveis em ácido (H <sup>+</sup> )	0,63%	Máximo 2,0%
pH	7,8	7
Reação	Neutra	Neutra
Carbonatos	Negativo	Negativo
Substâncias solúveis em base (HO <sup>-</sup> )	0,45%	Máximo 0,1%





Característicos	Talco brando (Figueira)	Talco (Padrão J.J.)
Arsênico	< 1 ppm	Máximo 1 ppm.
Chumbo	Negativo	Máximo 5 ppm.
Caulim (inclusive argilo-minerais outros)	Positivo	Traços

Tudo indica que as impurezas presentes no material (vide capítulo 4, item III.D, p.92 e Apêndice), podem ser eliminadas, pelo menos em grande parte, por peneiramento e, talvez mais ainda, por se utilizando moinho de ciclone dotado de telas magnéticas (vide tabela 4.D, p. 101 impurezas magnéticas). Desde então, tal material se mostra importante como matéria prima para obtenção de Talco de Venézia, de utilização indispensável, entre outras, na indústria químico-farmacêutica e de borrachas especiais. Muitas das especificações exigidas pela Pirelli, vide página seguinte, são observadas no material bruto e, segundo informações pessoais prestadas por técnicos da citada empresa, este fato é raro em Talcos nacionais.

#### 6.1.B - Talcos esteatíticos

As esteatitas do Sítio Serra são definidas por aqueles materiais talcosos contendo partes de Clorita ou de Actinolita e com impurezas de minerais outros (vide descrição de tais materiais às páginas 104, 108).

Para os usos citados no capítulo 5, item 5.VI, p. 171-177 em que são indicados quaisquer materiais de Talco, as esteatitas do Sítio Serra são possíveis de emprego, para usos mais refinados recomenda-se testar esses materiais frente as especificações desejadas.

#### 6.11 - Gênese

Muito embora, na maioria dos casos, os fenômenos hidrotermais estejam associados a uma fase metamórfi

Fac-simile do certificado expedido pela Pirelli S.A.  
contendo as especificações de um Talco padrão.

**T A L C O**

Caracteres Organolépticos - igual a amostra padrão

Densidade	- 2,40 - 2,60	MP 1
Perda a 105°C	- máx. 0,2%	MP 13
Resíduo de peneira a 4900 m/cm <sup>2</sup>	- máx. 0,1 %	MP 12
Resíduo de peneira a 16900 m/cm <sup>2</sup>	- máx. 2,5%	MP 12
Insolubilidade em HCl	- mínimo 92%	MP 20
Sais solúveis em água	- máx. 0,2%	MP 22
Reação extrato aquoso	- neutra	MP 18
CaO e MgO	- máximo traços	MP 38
Óxido de Ferro	- traços	MP 39
Manganês	- traços	MP 33
Resíduo a levigação	- nulo	-
Substâncias estranhas e partículas grosseiras	- 1 g (saco)	-

Obs. Dada as condições de mercado admite-se um resíduo de peneira a 4900 m/cm<sup>2</sup> de 2% no máximo.

Ref.: Capitolato 105/a (Pirelli-Milão)

ca respectiva (1), a mineralização do Sítio Serra apresenta evidências de hidrotermalismo muito mais que de metamorfismo(s). Adicionada às evidências de hidrotermalismo, a associação mineralógica fornece critérios outros pelos quais pode-se tirar conclusões valiosas a respeito dos fenômenos genéticos. Os fatos observados foram:

- A - Ausência de ferromagnesianos primários, tipo Olivina, Piroxênio e mesmo Biotita. Ausência de Magnesita e Hematita. Anfibólio tipo Actinolita presente.
- B - Presente Anfibólio ferromagnésiano tipo Actinolita. Ausente carbonatos (Breunerita, Calcita e/ou Magnesita).
- C - Ausência de Serpentina.
- D - Não foi observado Talco pseudomorfo.
- E - Substituições iônicas na série das Cloritas verdes.
- F - Não orientação textural dos vários materiais associados.
- G - Características litológicas (litologia associada) à área mineralizada.
- H - Evidências de zonalidade hidrotermal tipo Epitermal, com total ausência de sulfetos.
- I - A quase total ausência de minerais metálicos.
- J - Presença de Sílica livre.
- L - Comportamento dos elementos traços Cu, Cr, Ni e Co.
- M - Existência de um controle estrutural da mineralização.

Respectivamente, tais fatos colocaram em evidência:

- A - Olivinas, Piroxênios e Biotita, se existentes no material original foram totalmente alterados e o processo de alteração envolveu solução aquosa isenta de  $\text{CO}_2$ , caso contrário resultaria em formação também de carbonato (tipo Magnesita), conforme esquema apresentado no capítulo 5, item 5.IV.A, à página 166. A presença de Actinolita não uniformemente associada aos mate

riais talcosos e não observada nas Cloritas e Muscovita, pode ser indicação de (a) material original não homogêneo ou (b) não homogeneidade da atuação do(s) evento(s) genético(s). Sobre esta última sentença, veremos adiante o caráter zonal da mineralização.

- B - Em se considerando um simples evento, dificilmente o material original seria tipo calcareo-dolomito, pois, embora associado à Actinolita, não se observou associação de carbonato (tipo Calcita) (vide capítulo 5, item 5.IV.B, à página 166).
- C - A ausência de Serpentina pode indicar (a) nenhuma relação com material original ultrabásico tipo, p.ex., peridotito ou (b) se houve serpentinização, total ou parcial, ela se processou em fases de alterações anteriores.
- D - Não foi observado Talco pseudomorfo de minerais outros, em todos os tipos de materiais observados, o Talco era criptocristalino. Foi observada degradação da Muscovita para Clorita branca e criptocristalina, semelhante aquela contendo concreções de Talco branco e Talco disseminado como impurezas.
- E - A nítida mudança da coloração verde até o branco na série Clorita verde é, paralelamente, acompanhada das evidências de substituição de Ferro e Cromo por Silício. (Vide capítulo 4, p. 125.) Este fato evidencia uma alteração gradual, por silicificação, das Cloritas cromíferas (verdes). Desde então, as Cloritas verdes seriam resultantes de uma propilitização de rochas (ultrabásicas, melhor que calcáreas) pré-existentes (a) por efeito do mesmo evento que formou a Clorita branca associada por meio de uma alteração gradual atuante ou (b) por um processo hidrotermal anterior e, conseqüentemente, distinto.

- F - A não orientação textural dos materiais do Sítio Serra sugere, se existente em relacionamento aos processos mineralizantes, metamorfismo muito suave.
- G - Dos tipos litológicos associados à área, tem-se que, tão somente, a rocha corundífera de Figueira traz um relacionamento aos processos genéticos que originaram o Talco. Tal rocha apresenta-se alterada em um material que contém Clorita, Talco e grãos de quartzo além de uma complexa associação de minerais de alto grau de metamorfismo, que provavelmente se mostraram estáveis ao hidrotermalismo silicoso atuante e que alterou a rocha.
- H - Em Limeira, na parte cuja exploração já foi iniciada, tem-se uma zonalidade do tipo Quartzo + Goetita + Esmeclita (composição intermediária entre Beidelita e Nontronita) - Muscovita (cloritizada) + Clorita verde (em alteração gradual para Clorita branca) - Clorita + Talco. Tal zonalidade é aparentemente semelhante àquelas encontradas para depósitos de minérios do tipo Epitermal (2, 3 e 4) excetuando a ausência de argilo minerais do grupo da Caulinita e de sulfetos metálicos.
- I - Apenas três minerais metálicos foram observados, Magnetita, Goetita e um mineral não identificado\* de

---

\* Tal mineral apresentou os seguintes dados roentgenográficos, obtidos através de um filme, em câmara gircoscópica, Rad Cuk $\alpha$ , Filtro de Níquel e exposição por 24 horas:

$2\theta$	$1/d$	d
42,388	10,0	2,1305
49,348	6,5	1,8450
72,528	4,0	1,3022
88,868	3,5	1,1002
92,838	2,0	1,0633

Observação: todas as raias nítidas e contínuas

cor amarelo-ouro, intenso brilho metálico, em plaquetas muito finas e que foi observado na fração magnética (vide tabela 4.D., p. 101) a 1,6 - 1,9 Ampères. A ausência de sulfetos é uma nítida evidência de ausência de enxofre nas soluções mineralizantes, caso contrário haveria formação de Pirita à mercê do ferro migrado e que constituiu, por oxidação-hidratação, as concreções de Goetita (limonita) junto aos materiais silicosos residuais, de textura "box-work", descritos.

- J - A presença de Quartzo, na porção alterada da rocha corundífera de Figueira e a substituição de Ferro e Cromo por Silício nas Cloritas verdes, são claras evidências de silicificação, quanto a sílica presente em Limeira, material semelhante de composição Opala-Calcedônia já foram descritos por autores competentes (2, 3 e 4) como característico de hidrotermalismo, em condições Epitermais (50 - 200°C e pressão moderada) e presente na zona ou auréola adjacente ao veio ou fonte de injeção.
- L - Os teores dos elementos traços decrescem nos vários materiais presentes em Limeira em paralelo ao incremento de Sílica, vejamos

Amostra	Material	Sílica(%)	Traços (ppm)			
			Cu	Ni	Cr	Co
04	Talco	60,70	<20	<20	<50	<30
h	Muscovita	46,30	<20	<20	<50	<30
k	Esmectita	43,40	120	200	180	80
C <sub>4</sub>	Clorita verde	33,10	300	320	600	100

desde então se supõe que tais elementos traços são remanescentes do material primário (tipo rocha ultrabásica) e que seu empobrecimento foi relativo ao processo de silicificação hidrotermal. O comportamento

indiferente da Muscovita, em se alterando para Clorita - portanto empobrecendo em Sílica, e o baixo teor dos elementos traços nela contidos leva a crer que (a) a mesma se comportou distintamente em não assimilando Silício durante o hidrotermalismo silicoso ou (b) o processo de alteração de tal material foi distinto daquele atuante sobre os materiais restantes.

- M - As ocorrências talcosas verificadas se situam nos baixos das encostas topográficas, os alinhamentos de tais declives (vide fotos 31 e 32) se mostram coincidentes às lineações foto-interpretadas e concordantes ao "trend" estrutural precambriano. O corpo da rocha diabásica associada à área do Sítio Serra mostra-se nitidamente discordante a tais lineações (vide mapa geológico em anexo).

Conclusões quanto a gênese da mineralização do Sítio Serra.

Pelos fatos e discussões aqui observados, conclui-se que os eventos geológicos que determinaram a mineralização do Sítio Serra podem ser sistematizados em três etapas distintas no tempo e coincidentes no espaço. Desde então tem-se:

- a - Intrusões Precambrianas de rochas ultrabásicas, provavelmente de tipo Peridotítica, em diques coincidentes às estruturas do metamorfismo atuante. Evidência:
  - a) controle estrutural da mineralização.
- b - Metassomatismo (dessilicificação consequente de rocha(s) adjacentes ou encaixante(s));
  - origem da rocha corundífera (dessilicificação total de Alumino-silicatos);
  - formação de Muscovita → Hidromuscovita → Clorita (por dessilicificação parcial e contínua de minerais tipo K-feldspatos);
  - turmalinização;

- serpentinização (não evidenciada) e propilitização (observada) - formação das Cloritas verdes.
- c - Hidrotermalismo silicoso (possivelmente ainda na fase final (de fraca atuação) do metamorfismo Pre cambriano);
  - i - alteração da rocha corundífera;
    - alteração da Clorita da (matriz) rocha e formação de Talco;
    - cristalização de Quartzo.
  - ii - Silicificação das Cloritas verdes.
  - iii - Formação de Talco a partir de silicificação-hidratação de Ferromagnesianos (inclusive Cloritas) existentes.

6.III - Observações adicionais sobre a mineralização do Sítio Serra.

A - As ocorrências talcosas se apresentam em lentes distintas e que limitam uma área de 6 km<sup>2</sup> compreendida na região do Sítio Serra. A intensa vegetação e o material de cobertura não permitiu, como era do desejo do pesquisador, um reconhecimento detalhado de toda a área do Sítio Serra. As lentes talcosas, observadas em Limeira, Sakamoto e Figueira, são de extensões variáveis, normalmente de dezenas de metros de comprimento por alguns metros de largura. Para a ocorrência ao norte de Nelson Vieira, próxima ao contato da intrusão diabásica, em melhor se expressando, próxima à intrusão de diabásio, uma firma de identidade ignorada efetuou furos de sondagens, e que foram abandonados pela mesma, os quais continham em suas proximidades fragmentos de material branco provenientes de seu interior. Por difração de raios-X identificou-se Talco e Clorita em tal material testemunho. Entretanto os seguintes fatos não podem ser pressupostos, e muito menos afirmado, sem que se

possa estar incorrendo em erros, vejamos quais são eles: (a) se as lentes são tão somente aquelas observadas e (b) o valor material provável das jazidas.

B - As pesquisas foram efetuadas predominantemente em níveis superficiais. Desta forma muitos aspectos não detectados, tais como a natureza real do corpo intrusivo, a presença de Serpentina ou zonas serpentinizadas e o verdadeiro tipo ou natureza do material encaixante, e que podem estar presentes, poderão ser observados posteriormente, por efeito da exploração dos materiais que facilitará uma melhor visualização tridimensional dos diversos materiais.

C - Evidências roentgenográficas da presença de Antofilita, como impurezas das esteatitas, não foram citadas no presente trabalho pelo fato da não determinação precisa deste mineral, contribuindo para isto as proximidades dos valores dos seus espaçamentos planares com aqueles da Actinolita, sendo que este último Anfibólio foi determinado como presente. A presença em difratogramas das esteatitas do Sítio Serra de picos de fracas intensidades a cerca de 8,9 e 3,05 Å sugerem, adicionalmente à presença de Actinolita, pequenos teores de Antofilita.

Greenwood (5), em estudos detalhados sobre sínteses e determinação de estabilidade de Antofilita, demonstra claramente a formação deste mineral, e da mesma forma do Talco, a partir de soluções de  $H_2O + SiO_2$  sobre Forsterita e/ou Enstatita e discute a sua origem pela quebra de estrutura, por dessilicificação, do Talco. Em estudo termodinâmico bastante detalhado o citado autor conclui que a total substituição de Antofilita por Talco se processa em etapa de gradiente térmico decrescente no tempo em que a pressão de  $H_2O$  permanece igual à pressão total atuante no sistema, ou então em temperatura constante quando a atividade da água aumenta (pressão de água menor que a pressão total), e que a combinação dessas duas condições produ

zem também o mesmo efeito.

Vários autores citam a presença de Antofilita como mineral relacionado aos processos genéticos de Talcotização. Allen et Clement (6) registram a Antofilita do distrito de Balmat, Nova Iorque (E.U.A.), como sendo uma de composição bastante próxima da teórica, indicando 0,59% de  $Al_2O_3$ , 0,29% de  $Fe_2O_3$ , 0,06% de FeO, 1,26% de CaO e 2,77% de MnO. Segundo Greenwood (5) tais teores são certamente devidos à presença de Tremolita ferromanganífera que é comum na área e outros minerais dificilmente separados da rocha, este mesmo autor estabelece que a formação de Antofilita na área de Balmat se processou quando a pressão de água foi muito menor que a total atuante sobre as rochas, o que permitiu também condições de hidratação da Antofilita em Talco.

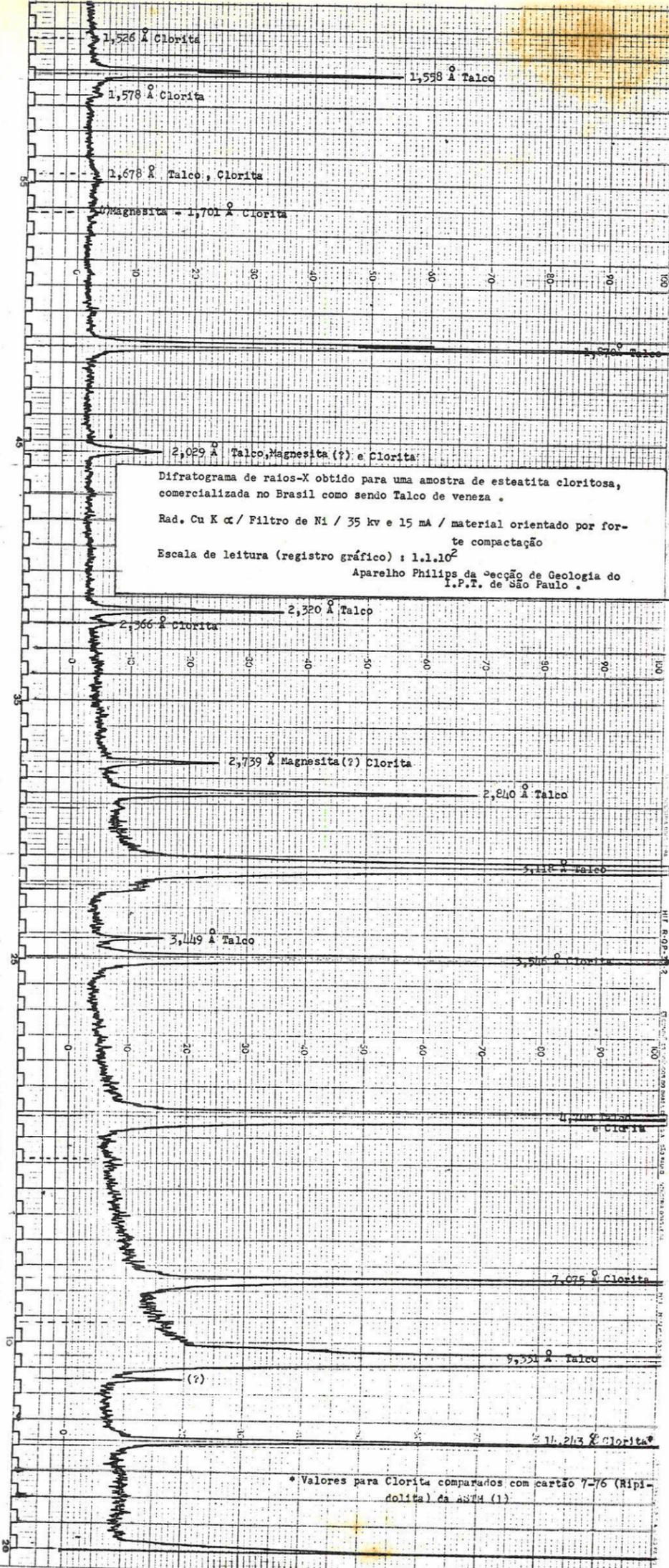
Larsen (7), entre outros autores, descreve que os serpentinitos localizados a nordeste de Maryland, a sudoeste da Pensilvânia (E.U.A.), contêm rochas constituídas inteiramente de Antofilita. Pelas descrições de Larsen existe um estreito e nítido relacionamento entre o Talco, a Antofilita e a Serpentina aí presentes, porém não foi possível examinar os veios (?) de Corundum e Albita que cortam o Serpentinito e que dão origem às rochas zonadas de Antofilita. Tais rochas apresentam zonamentos tipo Serpentina → Talco → Antofilita, Talco → Antofilita, mas nunca Serpentina → Antofilita. A antofilita apresenta-se junto ao corpo (estruturalmente não definido) corundífero. Greenwood (5) explica por princípios termodinâmicos o problema genético de tais materiais através gradientes de atividades, em sistema fechado, de  $SiO_2$  e  $H_2O$ , o que se pode admitir uma dessilicificação do corpo intrusivo (formação de Corundum) e metassomatismo por silicificação gradacional, por efeito da sílica aportada, da ultrabásica.

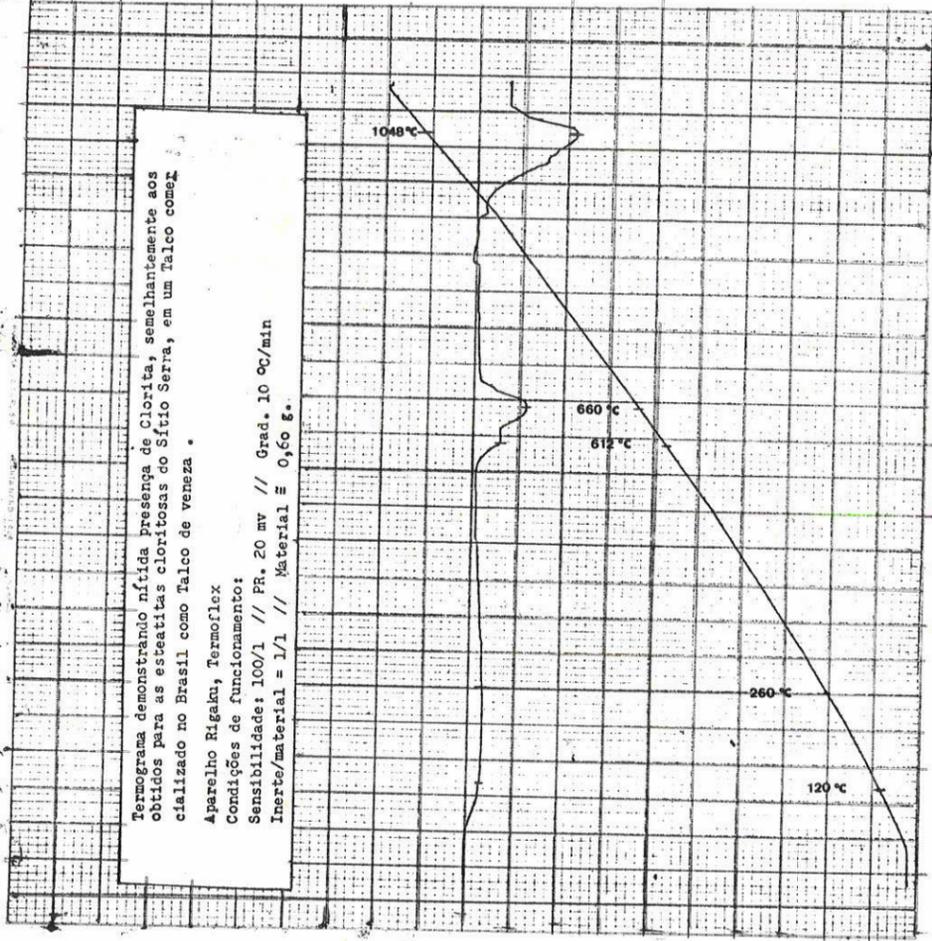
A mineralização do Sítio Serra, mostra aspectos

algo semelhantes àquela de Maryland. A presença relativamente abundante de Clorita e de Actinolita e a não determinação da presença de Serpentina mostram-se particularidades não observadas pelos autores (5 e 7) para aquela ocorrência americana. Entretanto tal associação, adicionada à presença de Antofilita (não precisamente determinada) torna claro que o processo de silicificação-hidratação não foi homogêneo em toda a mineralização, seu caráter zonal já foi descrito no presente trabalho, e, talvez, tão somente suficiente para uma total talcotização nas partes não em contato com as zonas de injeções ou fontes hidro-silicosas (região do Talco brando).

D - Em Limeira teve início a 6 meses a exploração, por processos primitivos e de garimpagem, do material. O único critério de selecionamento que o pesquisador observou em tal ocorrência foi o da cor e, com esta base, os materiais são empilhados segundo a cor clara, amarelada e marrom-amarelada. Nenhum outro critério de seleção é efetuado entre os materiais, de sorte que se tem verdadeiras misturas de Clorita, Talco e Muscovita que são empilhadas em áreas cobertas para secagem (vide fotos 33 e 34):

É interessante observar que não existe nenhum controle para a comercialização do Talco no Brasil. Pelo fato de ser um material de difícil identificação, adicionado ao fato de exigir métodos e técnicas relativamente caros nos processos de especificação, sem falar no custo das aparelhagens utilizadas e da necessidade desta matéria prima de se submeter constantemente aos controles técnicos, materiais de boas qualidades tornam-se privilégio das grandes empresas. A título de exemplo, à página seguinte tem-se o difratograma e o termograma obtido para um Talco tido como Talco de Veneza por uma dada firma farmacêutica. Tal material fora importado da Alemanha a anos atrás e comercializado no Brasil como Talco de Veneza. O difratograma demons





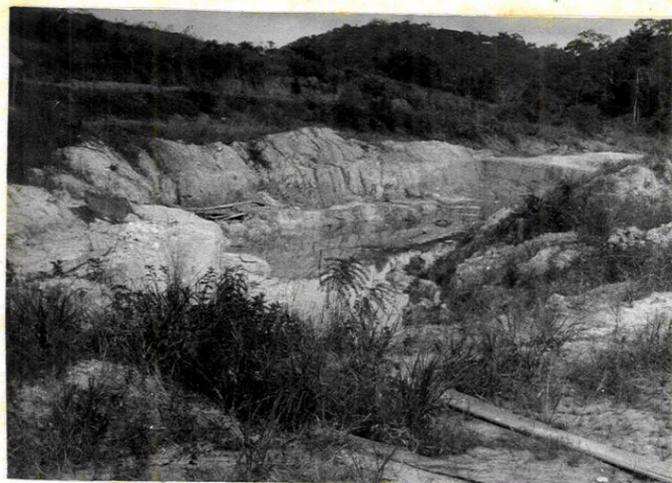


Foto 31 - Vista da ocorrência talcosa de Limeira, em exploração a quase 6 meses.



Foto 32 - Localizadas nas zonas baixas de encostas suaves, a mineralização parece submeter-se a um controle estrutural. Na foto acima, uma visão geral da ocorrência de Limeira, tomada em direção NE.

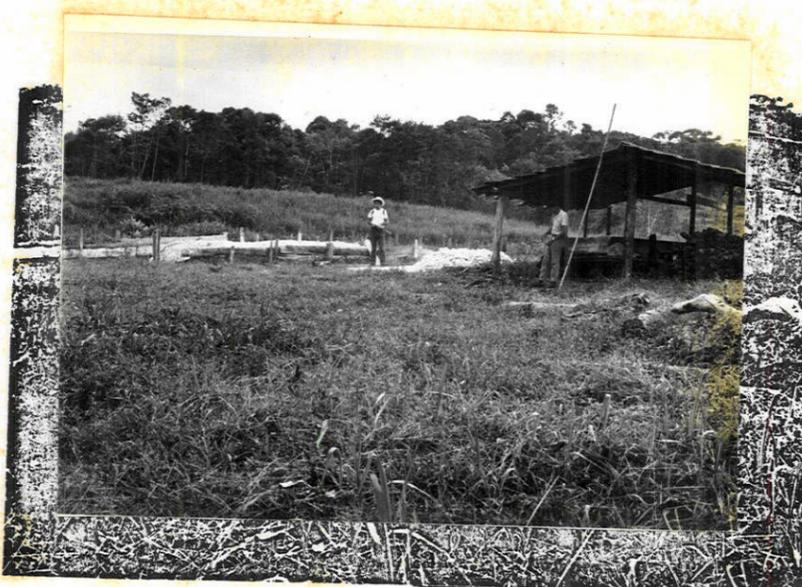


Foto 33 - Pilhas de Talco em mistura com esteatitas e Cloritas, postas para secagem natural. Ocorrência talcosa de Limeira.



Foto 34 - Material pulverulento composto de Clorita, Muscovita, Montmorilonita (Beidelita-Nontronita), Esteatitas e fragmentos de Talco brando, em mistura, posto para secagem natural. Ocorrência talcosa de Limeira.

trou entretanto picos de impurezas de Clorita com intensidades semelhantes aos dos difratogramas obtidos para as esteo-titas cloritosas do Sítio Serra.

E - Nenhum estudo detalhado foi efetuado em relação ao material corundífero do Sítio Serra, desde então, pelos aspectos econômicos que o Corúndon apresenta, prescinde o mesmo desses estudos.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Smith, F.G. - Physical Geochimistry. Massachussetts, U.S.A. (1963).
- (2) Bundy, W.C.M. - Wall-rock alteration in the Cochiti mining district, New México. Bureau of Mines and Mineral Resources, Bull. 59 (1958).
- (3) Schwartz, G.M. - Hidrotermal Alteration. Economic Geology 54, p. 161-183 (1959).
- (4) Park, C.F. et Macdiarmid, R.A. - Ore Deposits. San Francisco, U.S.A. (1964).
- (5) Greenwood, H.J. - The Synthesis and Stability of Anthophyllite. Journal of Petrology 4 (1): 317-351, Oxford (1963).
- (6) Allen, E.T. et Clement, J.K. - Role of water in tremolite. Amer. J. Sci. 26 (2): 101-118 (1908).
- (7) Larsen, E.S. - A hydrothermal origin of corundum and albitite bodies. Economic Geology 23, 398-433 (1928).

#### APÊNDICE

Por se achar em regiões topograficamente baixas (tipo vales) e, conseqüentemente, próximos, quando não abaixo (vide foto 35) ou ao nível do lençol freático, os materiais (Talcos, Cloritas, Montmorilonita (Esmectita-Beidellita), etc...) apresentam-se saturados de água. A presença desta água meteórica, entretanto, não constitui problemas, não só no que diz respeito a dificuldade da exploração como também em relação aos componentes solúveis, por ela carreados, e, deixados nos materiais como resíduos após secagem dos mesmos. De referência ao primeiro aspecto, em Limeira,



Foto 35 - Vista parcial da ocorrência talcosa da localidade Limeira, porção Leste. Apenas poucas porções do afloramento talcoso são observadas acima da superfície de água correspondente ao nível de afloramento do lençol freático.

na parte em exploração (Neste) a água é drenada com auxílio de uma bomba manual. Quanto ao fato dos resíduos, tem-se que a composição química de duas amostras de água coletadas em dois níveis diferentes da mesma ocorrência de Limeira (vide localizações respectivas em planta da citada ocorrência à página 189) revelou:

Característicos Químicos	Amostra A	Amostra B
pH a 25°C	6,1	6,2
Sódio (Na <sup>+</sup> ) mg/l	8,91	8,34
Potássio (K <sup>+</sup> ) mg/l	0,72	0,49
Cálcio (Ca <sup>++</sup> ) mg/l	1,9	1,9
Magnésio (Mg <sup>++</sup> ) mg/l	2,2	2,2
Ferro (Fe <sup>+++</sup> ) mg/l	0,055	0,12

Analista: Química Roberta Bastianelli, Seção de Análises de Águas e Cromatografia, I.P.T., São Paulo.

Foi calculado o teor de umidade de uma das amostras de Talco branco (amostra 04) após saturação da mesma, obtida por imersão em uma cuba contendo água destilada, durante período de 48 horas, e encontrou-se o valor de 3,78% em relação à amostra seca em estufa (105 ± 5°C). Desde então, e com base nas composições químicas das águas de percolação, a amostra com tal teor de água de umidade, após secagem desta água, contém valores desprezíveis de resíduos de Na, K, Ca, Mg e Fe, ou seja, conforme foi calculado, aproximadamente:

Elemento	Resíduo pela amostra A (% em peso)	Resíduo pela amostra B (% em peso)
Na	$4,54 \cdot 10^{-5}$	$4,25 \cdot 10^{-5}$
K	$0,33 \cdot 10^{-5}$	$0,22 \cdot 10^{-5}$
Ca	$1,01 \cdot 10^{-5}$	$1,01 \cdot 10^{-5}$
Mg	$1,38 \cdot 10^{-5}$	$1,38 \cdot 10^{-5}$
Fe	$0,03 \cdot 10^{-5}$	$0,07 \cdot 10^{-5}$

Levando também em consideração, como foi observado, que 20% desta água é, nos primeiros 30 minutos, escorrida, por gravidade, quando a amostra é retirada da zona de saturação de água (cuba), tais valores não chegam a indicar, para os respectivos resíduos de evaporação, que os mesmos constituem impurezas, como é o caso dos valores, expressos em óxidos, obtidos para os mesmos elementos e dos quais são responsáveis a presença de minerais acessórios presentes na massa do Talco.

ALGUMAS SIGLAS E ABREVIATURAS EMPREGADAS NO TRABALHO

A.	Ano
A-17	Afloramento 17
Agric.	Agricultura
Am.	Amostra
Amer.	América, American
- Jour. Sci.	American Journal of Science
An.	Anual, anuário
Assoc.	Associação
B., Bol., bol.	Boletim
Ba	Bahia
Bol.	Boletim
Bibliogr.	Bibliografia, bibliográfico
Bras., Brasil.	Brasil, Brasileiro
B.S.I.	British Standard Institution
C., cien	Ciências
C.E.C.L.	Canambra Enginnering Consultants Limited.
C.E.M.R.	Centro de Estudos Morais Rego
Cia.	Companhia
Cien. e Cult.	Ciência e Cultura
Com.	Comércio, Comissão
Com. Geogr. Geol.	Comissão Geográfica e Geológica
Congr. Geol. Intern.	Congress of Geology International
C.N.G.	Conselho Nacional de Geografia
D.A.E.E.	Departamento de Águas e Energia Elétrica
Depart., Dpto., D.	Departamento
D.E.R.	Departamento de Estradas de Rodagem
Div.	Divisão
- Geol. Min., D.G.M.	Divisão de Geologia e Mineralogia

Min., Miner.	Mineral, Mineração, Mineralogia, Mineralogical
Min. Magaz.	Mineral Magazin
Miner. Society	Mineralogical Society
Minist., Min.	Ministério
- Agric. Ind. Com.	Ministério de Agricultura, Indústria e Comércio
N., n.	Nota, notas
Nac.	Nacional
n.d.	não determinado
n.e.	não especificado
Obs., observ.	Observação, observações
P.	página, páginas
p. 238(3)	página 238 da referência 3
p. ex.	por exemplo
Prels., Prelim.	Preliminares
Public.	Publicação
R., Rev.	Revista
Rad.	Radiação
Rev. Brasil. Geogr.	Revista Brasileira de Geografia
Ref.	Referência, referências
Rel.	Relatório, relatórios
Sec. Agr. Ind. e Com.	Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio.
Serv.	Serviço
- Fom. Prod. Min.	Serviço do Fomento da Produção Mineral
- Geol. Min.	Serviço Geológico e Mineralógico
S.P.	São Paulo
s.s.	Sensu strictu
Supl.	Suplemento
t.	tomo
tb.	também

D.F.P.M.	Divisão do Fomento de Produção - Mineral
D.N.P.M.	Departamento Nacional de Produção Mineral
E., Ed., ed.	Edição, Editora
Embratel	Empresa Brasileira de Telecomunicações
Eng. Min. Met.	Engenharia, Mineração e Metalurgia
E.P.U.S.P.	Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
E.S.P.	Estado de São Paulo
F., Fac.	Faculdade
- Fil. Cien. Let., F.F.C.L.	Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras
Fig. figs.	Figura, figuras
Fom.	Fomento
Geog., Geogr.	Geografia, Geográfico
Geol.	Geologia, Geológico
I.B.G.E.	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Ilus.	Ilustrado, ilustração
Ind.	Indústria, industrial
Inst.	Instituto
- Geogr. Geol., I.G.G.	Instituto Geográfico e Geológico
- Hist. Geogr.	Instituto Histórico e Geográfico
- Hist. Geogr. Etnogr. Bras.	Instituto Histórico, Geográfico e Etnográfico Brasileiro
I.N.T.	Instituto Nacional de Tecnologia
I.P.T.	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
Jour.	Journal
L. Let.	Letras
Lab. Prod.	Laboratório de Produção

U.	Universidade
U. Fe. Ba.	Universidade Federal da Bahia
U. Fe. R.J.	Universidade Federal do Rio de Janeiro
U. Fe. R.N.	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
U.S.P.	Universidade de São Paulo
U.S.	United States
U.S.A.	United States of America
U.S.B.M.	United States Bureau of Mines
V., v.,	Veja, vide

INDICE SUBJETIVO

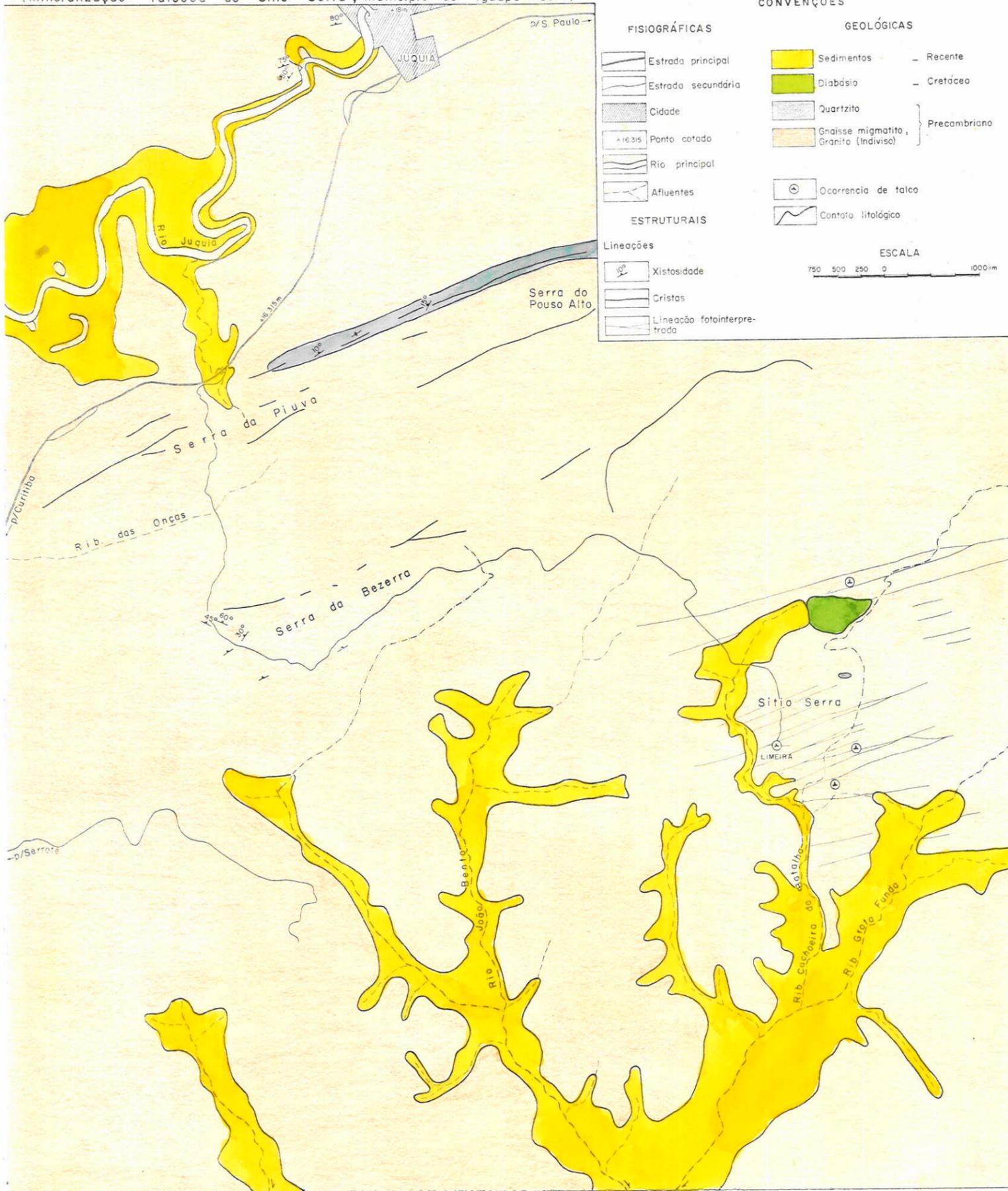
- Abreu, S.F.; 6, 170, 171, 181.  
Adler, H.H.; 26.  
Alexandre, L.; 25.  
Allen, E.T.; 193, 199.  
Almeida, F.F.M.; 42.  
Amaral, S.E.; 7.  
Ameguino, F.; 36, 42.  
Amorós, J.L.; 7.  
Arruda, M.R.; 21, 25.  
Auboin, J.; 43.  
Azaroff, L.V.; 25.  
Bastianelli, R.; 7, 201.  
Bateman, A.M.; 4, 162, 166, 169, 171.  
Berenholc, M.; 8.  
Betejtin, A.; 161, 162, 170, 171, 180.  
Bigarella, J.J.; 42.  
Bittencourt, I.; 36, 43.  
Bonham, L.C.;  
Brindley, G.W.; 93, 119, 123, 127, 147, 150, 151.  
Brown, G.; 26, 91, 93, 159.  
Brush, G.J.; 25.  
Buerger, M.Y.; 25.  
Bundy, W.C.M.; 199.  
Bunge, M.; 5.  
Camargo, W.G.R.; 160.  
Carvalho, I.G.; 11, 12.  
Chiang, Y.; 25.  
Clement, J.K.; 193, 199.  
Cordani, U.G.; 36, 43.  
Dana, E.S.; 26.  
Dana, J.D.; 24, 38, 43.  
Deer, W.A.; 91, 92, 117, 119, 125, 159, 162.  
Ellert, R.; 7, 11.  
Farjallat, J.E.S.; 7.  
Ferreira, I.A.; 7.

Ford, W.E.; 26.  
Franco, R.R.; 24.  
Frangipani, A.; 8.  
Franzinelli, E.; 42.  
Gilbert, C.M.; 27.  
Gilson, 162, 166.  
Greenwood, H.J.; 192, 193, 199.  
Grim, R.E.; 159.  
Gruner; 93.  
Hall, J.; 38, 43.  
Harper; 162.  
Hawker, E.; 6.  
Heinrich, W.M.; 27.  
Hess; 162  
Hey, M.H.; 126.  
Howie, R.A.; 91, 159.  
Hunt, J.M.; 159.  
Hurlbut Junior, C.S.; 24.  
Jung, J.; 26.  
Kerr, P.F.; 146, 160.  
King; 121.  
Kitaiske, E.; 5.  
Klug, H.P.; 25.  
Kober, L.; 38, 43.  
Krone, R.; 33, 42.  
Krumbein, W.C.; 26.  
Landim, A.M.; 24.  
Larsen, E.S.; 193, 199.  
Leinz, V.; 25.  
Löfgren, A.; 33, 42.  
Mack, M.; 24.  
Macdiarmid, R.A.; 199.  
Mackenzie, R.C.; 25, 159.  
Margueron, C.; 5.  
Mary, P.; 159.  
Mielenz; 121.  
Milner, H.B.; 24.

Monzinho, M.R.; 42.  
Morais Rego, L.F.; 33, 35, 38, 39, 41.  
Moro, S.L.; 7, 20.  
MULLER, G.; 24.  
Munsell, A.H.; 83.  
Neff, H.; 25.  
Park, C.F.; 199.  
Parrish, W.; 24.  
Paulitsch, P.; 25.  
Penfield, S.L.; 25.  
Pereira, V.F.; 7.  
Pettijohn, F.J.; 26, 83.  
Petri, S.; 34, 35, 36, 37, 38, 39, 42.  
Ponchirolli, J.; 9.  
Rocha-Campos, A.C.; 8.  
Rode; 115.  
Rogers, A.F.; 146, 160.  
Schucher, C.; 38.  
Schieltz; 121.  
Schwartz, G.M.; 199.  
Segatore, L.; 83.  
Silva, A.C.; 5.  
Silveira, J.D.; 41.  
Silveira, M.A.A.; 7.  
Sinetskaya; 129, 132.  
Smith, F.G.; 6, 199.  
Smothers, W.J.; 25.  
Sobrinho, Prof.; 171, 175, 180.  
Souza, I.M.; 7, 160.  
Souza Campos, J.E.; 25.  
Souza Filho, Prof.; 171, 180.  
Spedden, H.R.; 24.  
Stemple, I.S.; 93.  
Stuckey, J.L.; 162, 168, 180.  
Suguo, K.; 34, 35, 36, 37, 38, 39, 42.  
Tickell, F.G.; 24.

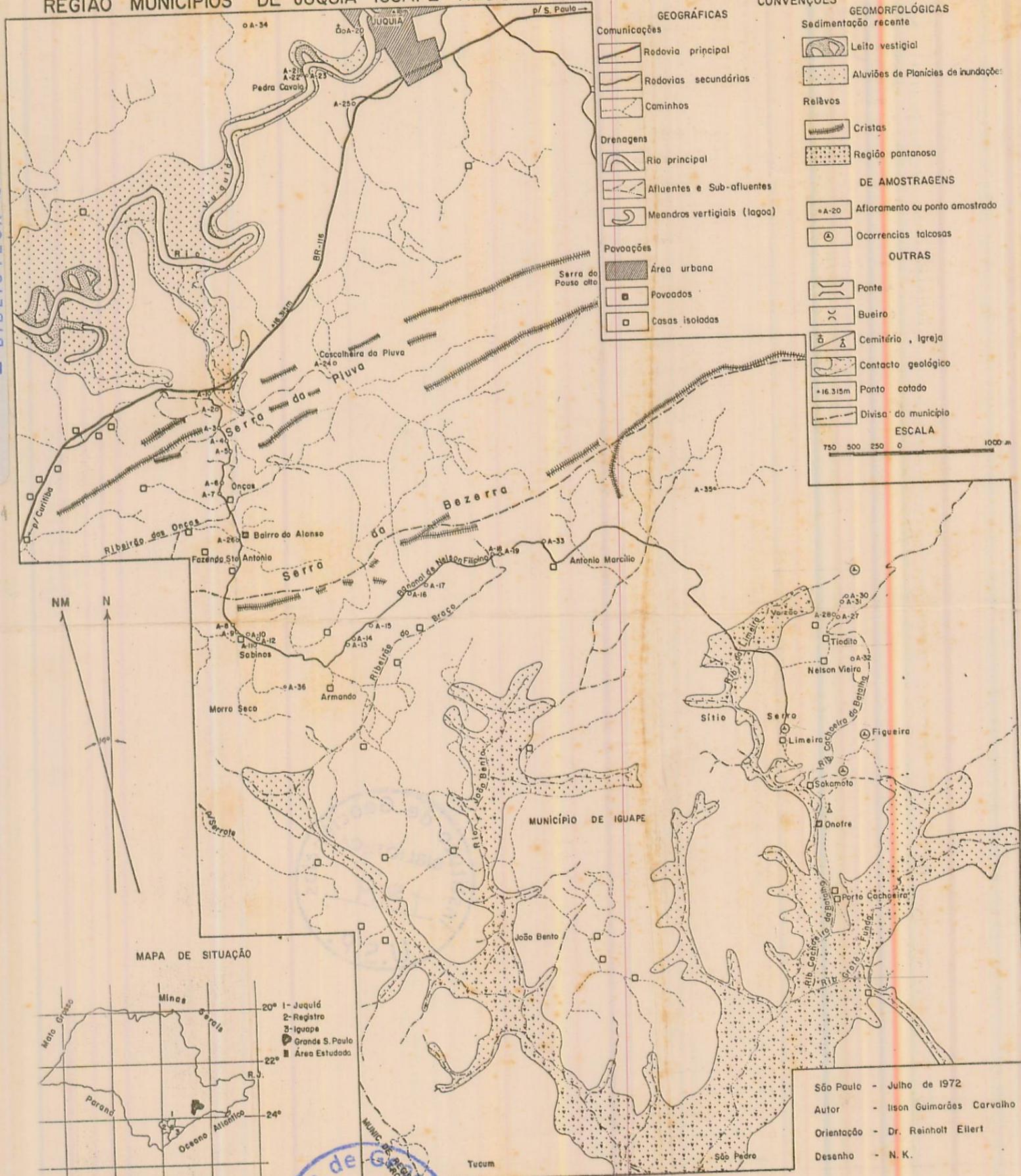
Turner, F.G.; 27.  
Twenhofel, W.H.; 24.  
Tyler, S.A.; 24.  
Vladov, L.; 5, 180  
Vogel, W.; 26.  
Webb, Y.S.; 6.  
Williams, H.; 27.  
Winchell, A.N.; 24.  
Wisherd, M.P.; 159.  
Zussman, J.; 91, 159.

**MAPA GEOLÓGICO**  
 (Mineralização Talcosa de Sítio Serra, Município de Iguape - S.P.)



MAPA DE AMOSTRAGENS  
REGIÃO MUNICÍPIOS DE JUQUIÁ - IGUAPE - REGISTRO

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - USP  
BIBLIOTECA



Instituto de Geociências  
 BIBLIOTECA  
 T804  
 e. 2  
 U.S.P.