

CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DO MINÉRIO
DE FOSFATO DE ANITÁPOLIS, SC.

HENRIQUE KAHN (1)
JOSÉ LUIZ BERALDO (2)
LILIA SANT'AGOSTINHO (3)

R E S U M O

A partir de um estudo mineralógico da jazida de fosfato de Anitápolis, elaborou-se uma primeira divisão de tipos de minérios, definindo-se de oito tipos de minério residual e três de rocha. Na sequência, realizaram-se estudos de caracterização tecnológica e de desenvolvimento de processos. Finda esta etapa foram reavaliados os critérios de tipologia, estabelecendo-se para o minério residual um modelo baseado na existência de três níveis verticais e conteúdos de vermiculita e carbonatos; para o de rocha, as interferências no processo estão restritas ao conteúdo de carbonatos.

A B S T R A C T

The presente work shows the technological characterization and the ore types studies done on the Anitápolis phosphate deposit. Eight residual ore types and three rock-ore types were preliminary defined, based on minerals distribution. After established the sampling criteria, technological characterization and the ore dressing development were done. Finally, five residual ore types could be redefined; carbonate contents was defined as the main interference in the tests made for the rock-ore.

(1) Geólogo, professor do Depto. de Eng. de Minas EPUSP, atuando em convênio com a Paulo Abib Engenharia S.A.; ex-funcionário da Paulo Abib Engenharia S.A.

(2) Engenheiro de Minas, Vice-Presidente da Paulo Abib Engenharia S.A.

(3) Geóloga, ex-funcionária da Paulo Abib Engenharia S.A.; atualmente na CMP - Cia. de Mineração e Participações S.A.

1. INTRODUÇÃO

O maciço alcalino de Anitápolis situa-se na borda da bacia do Paraná, em região dominada por rochas granitóides, ocupando uma área de 6 km². Dados de sub-superfície indicam a existência de um depósito de minério residual, com espessuras variáveis entre 10 e 50 m (média de 30 m), subdividido em três níveis principais. O superior é constituído por um depósito de talus, com matacões e blocos de rochas alcalinas imersos em uma matriz siltico-argilosa; sotoposto encontra-se o "horizonte B" de rocha decomposta e finalmente o "horizonte C" de rocha semidecomposta. A mineralização de apatita no material residual está associada aos "horizontes B e C" e à porção inferior do depósito de talus ("horizonte A"). As reservas lavráveis de minério residual são da ordem de 65.100.000 t, com teor médio de 7,58% de P₂O₅. Abaixo do material de cobertura é encontrada a rocha fresca, representada por tipos litológicos variados e heterogêneos, mostrando uma distribuição aproximadamente concêntrica; são reconhecidas as seguintes séries litológicas, da borda para o centro: álcali-sienitos, nefelina-sienitos, ijolitos e rochas ultramáficas; todas essas litologias acham-se cortadas por veios carbonatíticos (sovitos-calcita > 90%). As reservas lavráveis de minério de rocha são de 213.010.000 t, com teor médio de 5,77% de P₂O₅.

2. DISTRIBUIÇÃO DOS MINERAIS NA JAZIDA

A partir de informações preliminares sobre o depósito e a potencialidade de seu aproveitamento econômico (fase A de pesquisa, Vergara, 1980), foi desenvolvido um programa de análises mineralógicas semiquantitativas por difratometria de raios X (Kahn,

1988), objetivando definir a distribuição dos principais minerais presentes e a tipologia preliminar de minério. Os resultados destes estudos são apresentados em mapas de isoteores para alguns dos minerais estudados (figuras 1 e 2).

2.1. Minério Residual

A apatita apresenta ampla distribuição na jazida; concentra-se na porção norte, coincidentemente com as regiões de maiores espessuras de material residual e de ocorrência de fosfatos secundários. Feldspatos, vermiculita e piroxênios são os principais minerais de ganga do minério residual.

Os feldspatos (ortoclásio-microclínio e subordinadamente albita, < An 10) ocorrem principalmente na zona de bordo, onde constituem mais de 50% em peso do minério. Vermiculita comumente apresenta-se como variedade interestratificada, ora com hidrobiotita, ora com esmectita; ocorre em quantidades variáveis, desde 5% até proporções que superam 50% em peso (porção NE da área estudada). Piroxênios ocorrem praticamente em quase toda a zona mineralizada, atingindo proporções de até 50%; são distinguíveis duas variedades: uma sódica, egirina e egirina-augita, e outra mais cálcica, diopsídio-augita. Calcita, o principal carbonato detectado no minério residual, ocorre principalmente na porção central da área estudada, atingindo quantidades máximas da ordem de 20% em peso. Anfibólio ocorre em duas variedades, uma mais sódica (eckermannita-arfvedsonita) e outra mais cálcica (tremolita); aparece em quantidades inferiores a 10% em peso, principalmente na porção norte da jazida. Analcima aparece em quantidades inferiores a 20% em peso, preferencialmente na porção central da área estudada. Magnetita é mineral acessório comum (< 10%), detectado em 70% das amostras estudadas (limite de detecção 3% em peso), mas que aparece

em quantidades significativas apenas em uma região de maior incidência de veios de foscoritos. De modo geral, comparando-se a distribuição destes minerais com a observada na rocha fresca, verifica-se que os seus conteúdos no minério residual estão condicionados às suas distribuições na rocha. Fosfatos secundários (alúmino-fosfato amorfo ?) foram detectados através da análise das relações $\text{CaO}/\text{P}_2\text{O}_5$; a sua principal ocorrência no minério se dá na porção NW-W da jazida, coincidentemente com a região de maiores espessuras de minério e enriquecimento de apatita. Dolomita, barita e baritocalcita foram detectadas apenas na região de um pequeno corpo de carbonatito beforsítico (dolomítico). Quartzo, detectado em cerca de 20% das amostras, ocorre principalmente como mineral traço (<3%), nas porções periféricas da jazida (provém da alteração do granito encaixante, estando restrito ao nível de talus).

2.2. Minério de Rocha

A apatita concentra-se, preferencialmente, na porção centro-nordeste da jazida em área de ocorrência das rochas ultramáficas; os menores teores são observados nos extremos SE (ijolitos) e NW (álcali-sienitos e nefelina-sienitos).

Os feldspatos ocorrem principalmente nas zonas de bordo, onde atingem teores superiores a 30%; não foram detectados na porção centro-leste-sudeste (rochas ultramáficas e ijolitos). Os maiores teores de biotita-flogopita são observados na porção centro-nordeste (rochas ultramáficas); os menores teores (<10%) são encontrados na zona de bordo. Piroxênios apresentam em geral uma distribuição algo mais homogênea, com tendências de enriquecimento opostas às observadas para biotita-flogopita; seu conteúdo, de 10 a 20% nas rochas ultramáficas, cresce para as zonas de bordo,

atingindo valores de até 40%. Os teores mais baixos são observados na região de ocorrência de beforritos e veios de foscoritos. Calcita apresenta-se distribuída por quase a totalidade da área estudada, a exceção do bordo NW; mostra-se enriquecida na porção central da jazida, com dois núcleos principais em área de ocorrência de rochas da série dos ijolitos; dados de distribuição vertical mostram variações mais significativas que a dos demais minerais, refletindo a distribuição errática dos veios carbonatíticos. Anfibólio, detectado apenas na porção norte, mostra área de ocorrência coincidente com a de maiores conteúdos de biotita-flogopita. Analcima é observada quase que exclusivamente na região da série dos ijolitos e, subordinadamente, na dos nefelina sienitos. Magnetita, detectada em cerca de 65-70% das amostras analisadas, ocorre em maiores quantidades principalmente na região de veios de foscoritos. O quartzo foi observado como traço apenas em um furo de sondagem (álcali-sienitos). A nefelina foi encontrada em pequeno número de amostras, principalmente em área de ijolitos e nefelina-sienitos. Dolomita e variedades de carbonatos de bário, além de outros minerais acessórios, foram encontrados na porção SE da área estudada (beforritos).

3. TIPOLOGIA PRELIMINAR DO MINÉRIO

3.1. Minério Residual

O zoneamento preliminar do minério residual foi realizado tomando por base a distribuição dos dois principais minerais ferromagnesianos (vermiculita e piroxênio). Foram identificados oito tipos de minério (Ziesemer e Kahn, 1980) fundamentados na distribuição das seguintes classes de frequência: vermiculita (<30, 30-50 e >50%) e piroxênio (<10, 10-30 e >30%).

Os vários tipos de minério (T1 até T8) e suas distribuições na jazida aparecem definidos na tabela 1 e figuras 1 e 2. Perto de 85% da área estudada é constituída pelos tipos T2, T4 e T5; o tipo T1 é o mais periférico e provavelmente será explotado de forma restrita. A partir desta divisão básica, passou-se a uma análise da tipologia em função dos demais minerais presentes. A maior parcela da reserva geológica (75%) apresenta conteúdos de feldspatos acima de 20%. Material com ausência de carbonatos corresponde aproximadamente a 62% da reserva geológica; os conteúdos mais expressivos são encontrados nos tipos T2, T3, T4 e T5. Anfibólio mostra distribuição algo semelhante à da calcita, com maior concentração nos tipos T4, T5 e T7 (micáceos).

3.2. Tipologia Preliminar do Minério de Rocha

A semelhança do minério residual, a tipologia do minério de rocha foi definida, inicialmente, em função da variação das proporções dos silicatos ferromagnesianos mais importantes. Em razão dos resultados de ensaios de beneficiamento, até então realizados para o minério residual, não indicarem maiores interferências dos piroxênios, e de sua distribuição mais homogênea e inversa a da biotita-flogopita, adotou-se, como premissa inicial para a definição preliminar dos tipos de minério de rocha, o conteúdo de biotita-flogopita (< 10 , $10-30$ e $> 30\%$). Os carbonatos, apesar de serem reconhecidamente os minerais que mais interferem no processo, não foram considerados em virtude da forma errática de ocorrência dos veios carbonatíticos. Verificou-se, posteriormente, que esta tipologia coincidia fortemente com as séries litológicas; a definição dos tipos de minério de rocha passou então a ser feita com base nas descrições dos testemunhos de sondagens. A distribuição aproximada destes tipos, considerando-se as reservas

geológicas (P205 > 0%) e de minério (P205 > 4,0%) e as descrições dos testemunhos de sondagens é apresentada na tabela 2.

4. ESTUDOS DE CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA

4.1. Estudos Sistemáticos de Amostras de Minério Residual

Os estudos do minério residual foram executados em amostras provenientes de galerias de pesquisa situadas na futura área de lavra. A localização das galerias foi determinada com base nas descrições dos testemunhos de sondagem e no zoneamento dos tipos de minério preliminarmente definidos, de modo a obter amostras dos minérios mais representativos para a execução de ensaios tecnológicos. Foram abertas 5 galerias (total de 210,5 m); quatro destas deram origem a 16 amostras compostas, as quais foram objeto de estudos comparativos de caracterização.

Resultados de classificação granulométrica em 0,037 mm das amostras cominuídas a -0,297 mm indicam enriquecimento para os teores de fósforo apatítico e de potássio acima de 0,037 mm. Tendência oposta é observada para o fósforo não apatítico, ferro e alumínio, devido ao incremento de argilominerais e óxidos-hidróxidos de ferro nas lamas (- 0,037 mm). Por outro lado, em amostras com elevados conteúdos de vermiculita, o ferro e o alumínio tendem a se concentrar nas frações mais grosseiras, devido ao comportamento deste mineral na moagem. A sílica mostra distribuição mais homogênea, com ligeira elevação dos teores na fração + 0,037 mm em amostras com maiores conteúdos de feldspato e/ou presença de quartzo (horizonte de talus). O magnésio também mostra ligeiro enriquecimento nas frações mais grossas, enriquecidas em vermiculita; faz-se exceção as amostras mais feldspáticas e/ou correspondentes a zona de talus, onde se tem inversão deste

comportamento.

A composição mineralógica das amostras de galerias e os resultados dos ensaios de deslamagem e grau de liberação da apatita são apresentados na tabela 3. De modo geral, para o minério moído e deslamado em 0,037 mm, a apatita apresenta grau de liberação da ordem de 90%, enquanto que as perdas de P₂O₅ apatítico nas lamas representam cerca de 10 a 15% do total contido.

A apatita, em Anitápolis, é predominantemente uma fluorapatita com relação CaO/P₂O₅ de $1,29 \pm 0,01$, com algum sódio e estrôncio substituindo o cálcio; como elementos menores identificaram-se: Cu, Ni, Zn, Mn, Y, Nd, Ce, Si, Al e S. Carbonato-apatita é de rara ocorrência. A apatita apresenta comumente um pequeno recobrimento superficial por óxidos de ferro (pequenas impregnações pontuais e mais frequentemente diminutas películas formadas a partir dos planos de clivagem), em intensidade variável de amostra para amostra (< 10 a 40% dos grãos).

4.2. Estudos do Minério de Rocha

Para os estudos do minério de rocha foram compostas duas amostras de minério referentes aos tipos I, rochas ultramáficas e tipo II, ijolitos. O tipo III - sienitos, não foi pesquisado por apresentar características mineralógicas similares às observadas no minério residual, derivado de sua alteração intempérica.

A composição mineralógica obtida para estas amostras, comparada com a média prevista a partir dos resultados de análises mineralógicas semiquantitativas, é apresentada na tabela 4.

A moagem do minério a -0,210 mm gerou entre 10 a 12% em peso de lamas ("overflow" do hidrociclone), com perda de 9,0 a 9,5% do total de fósforo. Uma moagem algo mais grosseira reduz significativamente a perda de fósforo. Os silicatos e a magnetita

concentram-se preferencialmente nas porções mais grosseiras; apatita e carbonatos apresentam comportamento inverso.

A apatita apresenta-se límpida e com grau de liberação acima de 90%, para as amostras moídas a - 0,210 mm.

5. SUMÁRIO DO COMPORTAMENTO DO MINÉRIO NA ETAPA DE BENEFICIAMENTO

Com base nos dados de caracterização sistemática passou-se ao estudo de desenvolvimento do processo mineral, através de ensaios de bancada e operação em usina piloto.

5.1. Minério Residual

No estudo do minério residual foram processadas em usina piloto amostras com características extremas, que deveriam, em princípio, corresponder a comportamentos diferenciados na etapa de beneficiamento. Estas amostras são relacionadas a seguir:

- galeria GGM: representa o minério rico em feldspato e com baixas porcentagens de mica e piroxênio;
- galeria GJH: minério rico em mica e anfibólio;
- galeria GWM: minério rico em piroxênio e com conteúdo médio de vermiculita.

Os resultados do processamento dessas amostras, apresentados na tabela 5, indicam uma recuperação global de fósforo entre 71,5 e 78,5 %; são excluídos os resultados obtidos com o minério da galeria GVV, por corresponder este, a uma porção muito superficial da jazida. As perdas junto as lamas representam 20 a 30% em peso e 15 a 20% do total de P₂O₅ contido.

As principais características do minério que interferem de forma positiva ou negativa na concentração estão relacionadas à seletividade da apatita em relação aos minerais de ganga. Carbonatos, vermiculita magnésiana e agregados argilo-limoníticos

tendem a ser coletados conjuntamente com a apatita, principalmente nas frações mais finas; já o anfibólio cálcico tende a ser coletado com a apatita, em todas as faixas granulométricas. A presença dos silicatos ferromagnesianos e agregados argilo-limoníticos no concentrado acarreta, além da diluição do teor de fósforo, em teores mais elevados e por vezes indesejáveis de Fe_2O_3 , Al_2O_3 e principalmente de MgO .

O excepcional desempenho do minério mais superficial (galeria GGM), com recuperação de até 95% do fósforo na etapa de flotação e com concentrados de altos teores, pode ser explicado pela ausência ou importância subordinada de fatores interferentes (ausência de carbonatos, traços de anfibólio e estado mais avançado de alteração da vermiculita, empobrecida em magnésio).

Na galeria GJH, onde os carbonatos estão presentes apenas como traços, não foram observadas interferências negativas no processo, que, entretanto, devem tornar-se significativas com o incremento dos teores de carbonatos.

5.2. Minério de Rocha

Os estudos do minério de rocha foram desenvolvidos apenas a nível de ensaios de bancada. O resultado de teores finais e recuperação de fósforo, considerando-se para a flotação deste minério um circuito contínuo constituído por cinco estágios ("rougher", "scavenger" e três "cleaners"), são apresentados na tabela 6. As perdas de fósforo junto às lamas representam em média 3 a 4% do total contido na alimentação, para moagem a -0,297 mm.

Testes de flotação com minério do tipo I moído em diferentes granulometrias indicaram igual seletividade, porém, com maior consumo de coletor para as moagens mais grosseiras.

Para ambos os tipos pesquisados, a seletividade da flotação em

relação aos minerais de ganga silicática foi muito boa. O mesmo já não ocorre em relação aos carbonatos, que são os principais diluentes do concentrado. A julgar por analogia, em função do comportamento dos minérios de rocha tipos I e II e das características de flotação do minério residual feldspático da galeria GGM, prevê-se para o tipo III (sienitos) desempenho similar ou superior ao obtido para os tipos I e II.

6. DEFINIÇÃO FINAL DA TIPOLOGIA DE MINÉRIO

Com base no levantamento dos principais características observadas nos ensaios de beneficiamento, foi revista a subdivisão de tipos de minério para efeitos dos estudos de planejamento de lavra e otimização do processo.

6.1. Tipologia do Minério Residual

O conhecimento detalhado da jazida, bem como os dados obtidos nos ensaios de beneficiamento, indicam que a definição de tipologia do minério deve enfatizar principalmente, a maior ou menor presença dos parâmetros que interferem no beneficiamento do minério, ou seja: conteúdos de vermiculita, carbonatos e anfibólio. A distribuição destes minerais na jazida é fortemente condicionada tanto pela geologia do maciço (distribuição na rocha fresca), como pelo perfil de alteração.

A vermiculita apresenta ampla distribuição na jazida, mas concentra-se principalmente na região de rochas ultramáficas. O anfibólio e os carbonatos ocorrem em pequenas quantidades e em áreas mais localizadas da jazida; os últimos concentram-se essencialmente no "horizonte C". Por outro lado, salienta-se ainda, que no caso de vermiculita e anfibólio não só a presença, mas também as suas composições químicas (conteúdos de MgO e CaO, respectivamente)

acarretam maiores ou menores interferências no processo.

Em áreas livres destas interferências é excepcional o desempenho do minério na etapa de beneficiamento, como por exemplo na galeria GGM (horizontes de talus de mineralizado).

A tipologia final adotada é apresentada a seguir:

- tipo A: corresponde à parcela do depósito de talus ("horizonte A") mineralizado a fosfato;
- tipo B (subdividido em B1 e B2): refere-se ao minério residual propriamente dito ("horizonte B"). O tipo B1 corresponde ao material oriundo da alteração de rochas sieníticas e ijolíticas (com vermiculita < 30%), e o tipo B2 ao originado a partir da alteração de rochas ultramáficas;
- tipo C (subdividido em C1 e C2): representa o minério mais consolidado ("horizonte C"), constituído por rocha semidecomposta, na qual os processos supergênicos de alteração são incipientes. A presença ou ausência de carbonatos permite a subdivisão nos tipos C1 e C2, respectivamente.

A presença do anfibólio foi negligenciada nesta definição de tipologia, uma vez que a sua condição de mineral interferente no processo está ligada não só ao conteúdo presente, mas também a sua composição química.

A distribuição dos tipos de minério e do estéril por banco de lavra indica uma relação estéril/minério de 0,2, com a seguinte distribuição na reserva lavrável: tipo A - 20%; tipo B1 - 47%; tipo B2 - 22% e tipos C1+C2 - 4%.

6.2. Tipologia do Minério de Rocha

Os vários tipos de minério de rocha, definidos inicialmente, apresentaram, nos ensaios de beneficiamento, o mesmo padrão de comportamento. A principal interferência no processo deve-se à

maior ou menor presença de carbonatos.

Os dados atualmente disponíveis indicam que a principal variável a ser adotada como parâmetro de definição da tipologia do minério de rocha deveria ser o conteúdo dos veios carbonatíticos. No entanto, a distribuição destes veios na jazida é por demais errática, limitando sobremaneira a aplicação deste critério. Por outro lado, os veios mais espessos (comumente estéreis) poderão ser, eventualmente, extraídos seletivamente nas futuras frentes de lavra, diminuindo o conteúdo de carbonatos no material a ser enviado às instalações de beneficiamento.

O início da exploração do minério de rocha não é previsto para antes do ano 2000, e as pesquisas futuras para a concentração de minérios fosfáticos com carbonatos podem modificar drasticamente o panorama interpretativo atual, bem como outras considerações que venham a ser efetuadas no presente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- KAHN, H. - Caracterização mineralógica e tecnológica do minério de fosfato do maciço alcalino de Anitápolis, SC. Dissertação de Mestrado, Inst. Geoc. USP. (inédito), p.219, 1988.
- VERGARA, V.D. - Pesquisa geológica desenvolvida no complexo alcalino de Anitápolis, SC. In: Congresso Brasileiro de Geologia 31, Camboriú. Anais Camboriú, SBG. 1, p.15, 1980.
- ZIESEMER, L.; KAHN, H. - O minério residual de Anitápolis, SC. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 31, Camboriú. Anais Camboriú, SBG. 4, p. 15, 1980.

TABELA 1 - TIPOLOGIA PRELIMINAR DO MINÉRIO RESIDUAL

Tipo	% Vermiculita	% Piroxênio	Distribuição na jazida (%)
T1	< 30	< 10	6,1
T2	< 30	10-30	58,3
T3	< 30	> 30	3,3
T4	30-50	< 10	11,2
T5	30-50	10-30	15,7
T6	30-50	> 30	0,4
T7	> 50	< 10	3,5
T8	> 50	10-30	1,5

TABELA 2 - DISTRIBUIÇÃO APROXIMADA DOS TIPOS DE MINÉRIO DE ROCHA

Tipo de Minério	Intervalos amostrados (metros)		Distribuição na jazida (%)	
	reserva geológica	minério (P2O5 > 4,0%)	reserva geológica	minério (P2O5 > 4,0%)
I R. ULTRAMAF.	460,8	402,3	29,4	31,9
II IJOLITOS	680,9	543,7	43,4	43,2
III SIENITOS	427,2	313,7	27,2	24,9
TOTAL	1568,8	1259,7	100,0	100,0

TABELA 3

SUMARIO DOS RESULTADOS DE COMPOSICAO MINERALOGICA, DESLAMAGEM EM 400 MALHAS E LIBERACAO DA APATITA PARA AS AMOSTRAS DE GALERIA

GALERIA	INTERVALO AMOSTRADO (m)	MINERAIS (%)										LARGAS (-4000)		GRAU DE LIBERACAO DA APATITA (%)
		APATITA	FELDSP.	VERMIC.	PIROX.	AMFIB.	MAGNET.	QUARTZO	CAOLCITA	FOSF. SEC.	AGR. ARGIL.	EN PESO	PERDAS DE P2O5 APAT.	
		(%)										(%)	(%)	(%)
BIV	0.00 A 2.00	1	20	10	-	-	3	20	-	46		29	20	63
	2.00 A 10.00	6	40	15	3	1	1	10	-	24		31	12	86
	10.00 A 18.00	27	30	23	8	2	1	TR	-	9		25	13	96
	8.00 A 18.00	15	33	18	5	1	1	7	-	20		28	13	88
GJH	0.00 A 10.00	27	TR	58	2	9	4	-	TR	TR		18	8	95
	10.00 A 25.00	27	2	35	7	5	4	-	TR	TR		17	8	96
	25.00 A 35.00	19	24	43	10	3	1	-	-	TR		22	13	77
	35.00 A 44.00	15	23	46	9	3	4	-	-	TR		23	16	89
	44.00 A 49.00	18	TR	75	2	4	.5	-	TR	TR		28	19	98
	0.00 A 49.00	22	10	54	6	5	3	-	TR	TR		21	12	98
GHI	0.00 A 8.00	36	2	50	6	2	5	-	-	TR		21	10	87
	8.00 A 18.00	17	2	73	5	2	1	-	-	TR		27	11	89
	18.00 A 24.00	23	3	47	23	3	.5	-	-	TR		30	13	87
	24.00 A 46.50	18	4	35	40	3	TR	-	-	TR		24	11	89
	0.00 A 46.50	22	3	47	24	3	1	-	-	TR		25	11	88
GHI	5.00 A 10.00	49	4	32	4	TR	4	-	-	7		18	9	97
	10.00 A 15.00	28	22	34	5	TR	3	-	-	8		35	17	97
	15.00 A 20.00	20	40	25	6	TR	3	-	-	6		30	14	95
	20.00 A 29.00	6	70	13	6	TR	TR	-	-	5		27	17	85
	5.00 A 29.00	22	40	24	5	TR	2	-	-	6		28	15	92

(1) MATERIAL MOIDO ABAIXO DE 0,297mm.

TABELA 4 - COMPARAÇÃO ENTRE COMPOSIÇÕES MINERALÓGICAS PREVISTAS E OBTIDAS PARA AS AMOSTRAS DE MINERIO DE ROCHA.

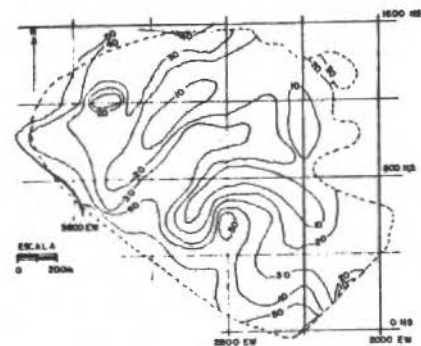
	COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA (%)			
	PREVISTA		OBTIDA	
	Tipo I	Tipo II	Tipo I	Tipo II
Apatita	17,0	14,2	19,0	14,5
Feldspato	1,0	11,0	0,5	8,0
Biotita-flogopita	39,0	22,0	29,0	22,5
Piroxênio	17,0	28,0	21,0	27,5
Carbonatos	15,0	19,0	19,0	23,5
Anfibólio	3,0	--	4,5	1,5
Magnetita	4,0	1,0	7,0	2,5

TABELA 5 - TEORES DE CONCENTRADOS E RECUPERAÇÃO DE FÓSFORO MINERIO RESIDUAL

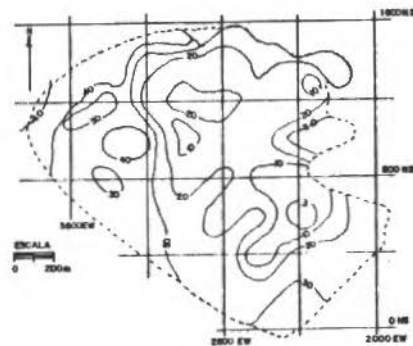
Amostra (galeria)	Teores do concentrado final (%)				recuperação total P2O5 (%)
	P2O5	Fe2O3	Al2O3	MgO	
GGM	41,0	0,40	0,32	0,15	78,5
GJH	36,9	1,46	0,13	1,22	78,8
GWM	37,9	1,19	0,75	1,07	71,5

TABELA 6 - TEORES DE CONCENTRADOS E RECUPERAÇÃO DE FÓSFORO MINERIO DE ROCHA

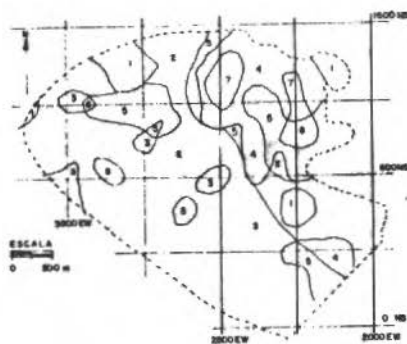
TIPO DE MINERIO	% P2O5 no concentrado final	recuperação total P2O5 %
I r. ultramáficas	34	81 ± 5
II ijolitos	35	81 ± 5



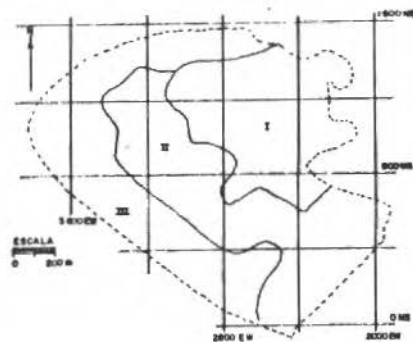
FELDSPATOS



PIROXÊNIOS



TIPOLOGIA PRELIMINAR



TIPOLOGIA PRELIMINAR

- I - ULTRAMÁFICAS
- II - MOLTOS
- III - SÉNITOS

FIGURA 1
MINÉRIO RESIDUAL: MAPAS DE DISTRIBUIÇÃO DE FELDSPATOS E
TIPOLOGIA PRELIMINAR DE MINÉRIO

FIGURA 2
MINÉRIO DE ROCHA: MAPAS DE DISTRIBUIÇÃO DE PIROXÊNIOS E
TIPOLOGIA PRELIMINAR DE MINÉRIO