

Projeto Miriri  
- Fosfato -

ESTUDO DE CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA DO  
MINÉRIO FÓSFATADO DE MIRIRI  
- ESTUDO COMPLEMENTAR -

rel  
3615

Ney Hamilton Porphírio  
Mineralogista

Francisco Wilson Hollanda Vidal  
Engº de Minas

AP  
PDA



## Í N D I C E

### - ESTUDO DE CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA DO MINÉRIO FOSFATADO DE MIRIRI - ESTUDO COMPLEMENTAR

	Páginas
1. INTRODUÇÃO .....	01
2. ANÁLISES QUÍMICAS E ESPECTROGRÁFICAS .....	04
3. CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA .....	09
4. CONCLUSÕES .....	12
5. CERTIFICADOS DE ANÁLISES .....	13

### - ESTUDO DE CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA DO MINÉRIO FOSFATADO DE MIRIRI - FASE II

1. INTRODUÇÃO .....	01
2. COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA .....	04
3. CONCLUSÕES .....	08
4. ANEXOS .....	09

### - ANEXO: RELATÓRIO DE DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE TRABALHO (WI)

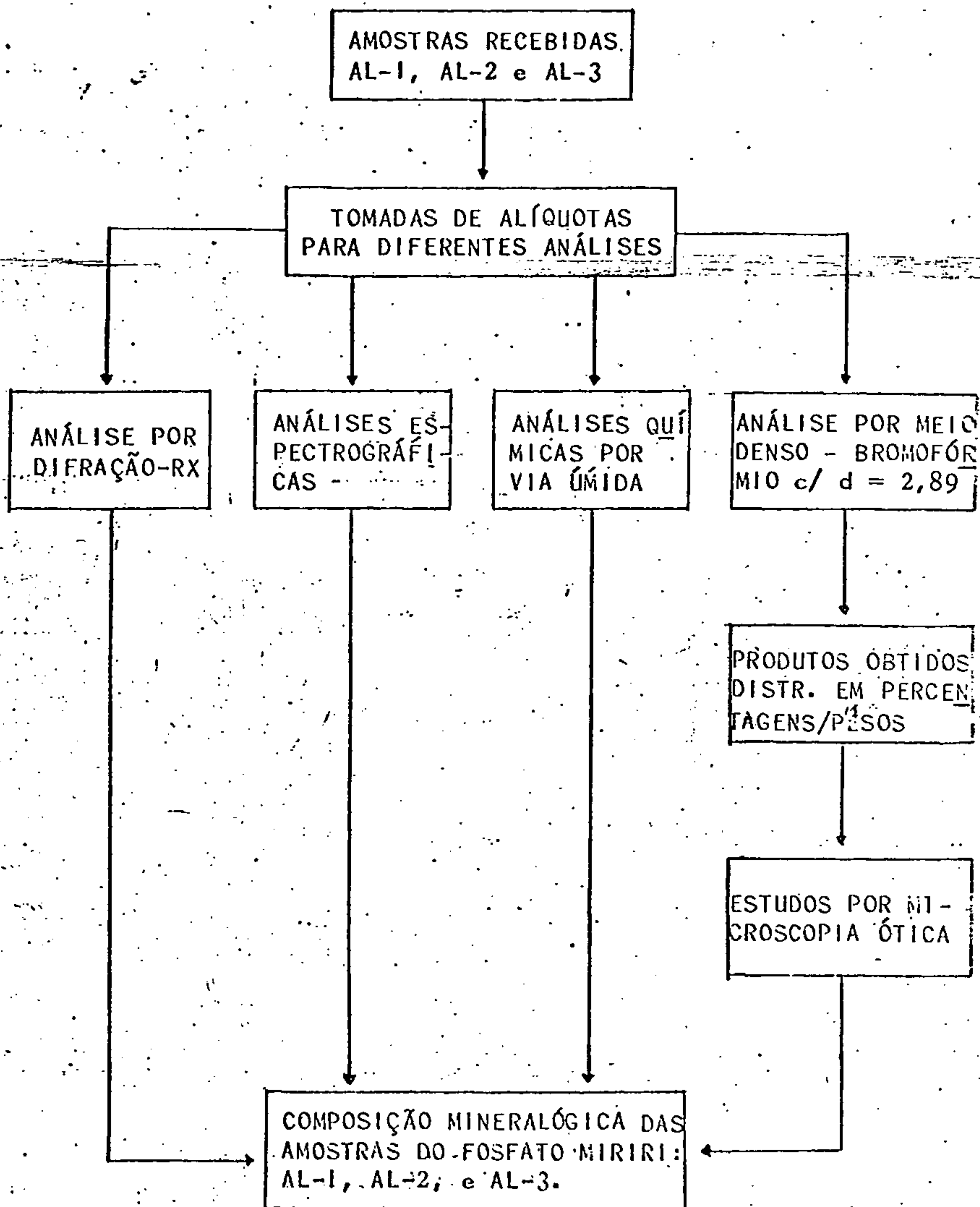
## 1. INTRODUÇÃO

Este trabalho, consistiu de estudos mineralógicos realizados em três amostras representativas de furos amostrados pela CPRM/SUREG-RE, visando a escolha da amostra mais indicada aos ensaios de beneficiamentos complementares.

Os estudos mineralógicos das amostras de números AL-1, AL-2 e AL-3 constaram de análises por microscopia ótica, difração de raios-X, análises espectrográficas e análise química por via úmida. Para facilitar a identificação dos minerais, por tratar-se de material de granulometria muito fina (abaixo de 0,037mm), foram necessários separações em meio denso da amostra representativa de cada furo. A partir dos produtos obtidos foi possível visualizar ao microscópio os principais constituintes deste minério fosfatado.

As etapas utilizadas nesta caracterização podem ser vistas no fluxograma 1.

As distribuições em percentagens/pesos dos produtos obtidos no meio denso (bromofórmio com densidade igual a 2.89), estão apresentadas na tabela 1.



Fluxograma I - Preparação e distribuição das diversas amostras do fosfato de Miriri para caracterização mineralógica.

AMOSTRA	ALIMENTAÇÃO	FLUTUADO (g)	FLUTUADO (%)	AFUNDADO (g)	AFUNDADO (%)
AL-1	21.47	21,01	97.9	0,46	2.1
AL-2	31.81	31,20	98.1	0,61	1.9
AL-3	26.06	25,71	98.7	0,35	1.3

Tabela 1 - Distribuição em percentagens/pesos dos produtos obtidos a partir de três amostras de furos de sondagem do fosfato de Miriri.

## 2. ANÁLISES QUÍMICAS E ESPECTROGRÁFICAS

Visando um conhecimento mais profundo da composição elementar destas amostras, foram realizadas análises químicas por via úmida, para quantificar os elementos considerados maiores, e análises espectrográficas para identificar e semiquantificar aqueles elementos considerados traços.

Para efeito de comparação de resultados obtidos foram citadas as amostras M4 e M5, referentes a "head sample" do minério estudado anteriormente pelo CETEM/LTM-UFPE.

Os resultados dessas análises qualitativas e semiquantitativas estão apresentados, respectivamente, nas tabelas 2, 3, 4 e 5.

COMPOSTOS (%)	AMOSTRAS		
	AL-1	AL-2	AL-3
$P_2O_5$	7,88	6,05	3,94
$Fe_2O_3$	5,90	5,90	6,10
$Al_2O_3$	11,60	14,00	14,50
CaO	6,16	4,38	3,50
$K_2O$	0,67	0,64	0,74
$Na_2O$	0,42	0,46	0,35

Tabela 2 - Resultados de análises químicas das amostras de furos de sondagens: AL-1, AL-2 e AL-3, do fosfato de Miriri.

COMPOSTOS (%)	AMOSTRAS	
	M4	M5
$P_2O_5$	7,58	7,70
$Fe_2O_3$	7,41	7,44
$Al_2O_3$	12,72	12,72
CaO	6,02	5,74
$K_2O$	0,99	1,00
$Na_2O$	0,89	0,73

Tabela 3 - Resultados de análises químicas das amostras M4 e M5 do fosfato de Miriri.



ELEMENTOS	AMOSTRAS		
	AL-1..	AL-2	AL-3
Si	> 10	> 10	> 10
Al	7	10	10
Fe	2	2	2
Mg	0,2	0,2	0,2
Ti	1	2	2
Ca	7	3	7
Pb	ND	ND	ND

Tabela 4 - Resultados espectrográficos semiquantitativos das amostras AL-1, AL-2 e AL-3 do fosfato de Miriri.

ELEMENTOS	PRODUTOS	
	AL-1 AL-2 AL-3 } Flutuados d = 2,89	AL-1 AL-2 AL-3 } Afundados d = 2,89
Predominantes	Al, Si, Mg	Ca
Secundários	Ca	Al, Si, Mg, Fe, P
Traços	Na, K	Na, Ba

Tabela 5 - Resultados espectrográficos qualitativos dos produtos das amostras AL-1, AL-2 e AL-3 do fosfato de Miriri.

### 3. CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA

Através dos resultados da difração de raios-X, e da espectrografia (certificados de análises em anexo), foi possível discriminar os principais minerais das três amostras de fosfato enviadas ao laboratório.

Estudos por microscopia ótica evidenciaram que as composições mineralógicas das três amostras: AL-1, AL-2 e AL-3, eram bastante semelhantes, predominando aglomerados cauliniticos, seguidos pelos grãos de quartzo de formas angulares, semiangulares e arredondadas.

Em quantidades muito pequenas (menos que 0,6% em peso) foram vistos aglomerados colofaníticos e grãos de óxido de ferro hidratado (tabela 6).

Estes dados acima, foram confirmados pela compatibilização dos resultados de difração de raios-X, espectrografia de emissão e análise química, cujos resultados podem ser vistos nos anexos e nas tabelas 2, 3, 4 e 5.

A presença dos minerais dos tipos gorceixita  $[Ba, Al_3(OH)P_2O_7]$  e goyazita  $[Sr, Al_3(OH)_7P_2O_7]$ , determinados pela difração de raios-X, não foram observados ao microscópio ótico, devido não só a pequena quantidade dos produtos afundados (em média afundou cerca de 0,47g de material), bem como a diminuta granulometria devido a formação genética destes minerais, provavelmente inferiores a 0,037mm (ou menos que 400 malhas).

A análise espectrográfica de emissão destes produtos afundados, acusou a presença de bário apenas como elemento traço, sugerindo portanto a ocorrência da gorceixita. O estrôncio está ausente, ou com teor provavelmente abaixo do

limite de detecção do aparelho, tornando-se assim, quase que impossível a identificação da goyazita nestas amostras pelos métodos tradicionais de caracterização.

MINERAIS	% PESO
Quartzo	44.4
Caulinita	55.0
Colofanita	0.4
Óxido de ferro hidratado	0.2

Tabela 6 - Composição mineralógica média e aproximada das amostras AL-1, AL-2 e AL-3 do fosfato de Miriri.

#### 4. CONCLUSÕES

Comparando as amostras AL-1, AL-2 e AL-3, entre si, verificou-se que as percentagens de  $P_2O_5$  das amostras AL-2 e AL-3 estão muito abaixo daquelas desejadas para os ensaios complementares de beneficiamento de minérios, que em geral devem estar maior ou igual a 8% de  $P_2O_5$ .

Comparando a amostra AL-1 com as amostras "head sample" M4 e M5, do minério estudado anteriormente pelo CETEM/LTM-UFPE, verificou-se que as quantidades percentuais de fósforo estão próximas. No entanto, os teores de  $Fe_2O_3$  e de  $Al_2O_3$  na amostra AL-1 estão mais baixos e, conseqüentemente, mais favorável ao processo de flotação utilizado.

A partir dos estudos de caracterização mineralógica das amostras enviadas ao CETEM, ficou evidenciado que os principais constituintes deste minério estão representados pelo quartzo, caulinita, colofanita (apatita) e óxido de ferro hidratado (limonita) impregnando aglomerados colofaníticos e/ou argilosos.

Quanto a composição mineralógica e quanto ao comportamento dos minerais das amostras estudadas, não foram observadas diferenças significativas entre elas.

Nas amostras do primeiro estudo (M4 e M5), ficou evidenciado a presença de grãos de quartzo perfeitamente arredondados. Neste estudo complementar o quartzo se mostrou sob formas angulares, semiangulares e arredondados, características estas, devido, provavelmente, à sua formação genética.

Rio de Janeiro, 19 de novembro de 1987

  
Ney Hamilton Porquício

  
Francisco Wilson Holanda Vidal

## 5. CERTIFICADOS DE ANÁLISES

- Análises por difração de raios-X
- Análises espectrográficas
- Análise química por via úmida



DIESPE -- DIFRAÇÃO DE RAIOS-X  
RESULTADOS DE ANÁLISE

Boletim Nº: 581/LAMIN/87 Referência: Memo s/nº de 05.10.87

Procedência: Não declarada

Interessado: DIANAQ/CETEM.

Amostra Nº	Minerais Identificados
AL-1	Quartzo, mineral do grupo da caulinita, apatita, mineral do grupo da gorceixita - goyazita (traços).
AL-2	Quartzo, mineral do grupo da caulinita, apatita, mineral do grupo da gorceixita - goyazita, feldspato.
AL-3	Quartzo, mineral do grupo da caulinita, apatita, mineral do grupo da gorceixita - goyazita (traços).

Observações:

Visto

Rio: 21 / 10 / 87.



CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL  
DIVISÃO DE ANÁLISES QUÍMICAS  
SEÇÃO DE ANÁLISES ESPECTROGRÁFICAS  
SEAESP

Lote nº : \_\_\_\_\_  
 Boletim nº : 027/ESP/87  
 Referência : C.P. 2221660  
 Nº de Amostras: 03  
 Interessado : Projeto Ururi  
 Solicitante : Wey Hamilton

Análise espectrográfica semiquantitativa  
 Resultados em %

AM 1 (- 270#)

AM 2 "

AM 3 "

AMOSTRA ELEMENTO	I	II	III
Si	>10	>10	>10
Al	7	10	10
Fe	2	2	2
Mg	0.2	0.2	0.2
TiO	1	2	2
Ba	7	3	7
Pb	ND	ND	ND

Observação: O elemento "Pb" (Chumbo), não  
 foi detectado

Sítio de Jamira 5 de outubro de 1987  
 Valéria Bonde Alves Soares

CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL  
DIVISÃO DE ANÁLISES QUÍMICAS  
SEÇÃO DE ANÁLISES ESPECTROGRÁFICAS  
SEAESP

Lote nº : \_\_\_\_\_  
Boletim nº : 029 / ESP / 87  
Referência : C.C. 2221 660  
Nº de Amostras : 06  
Interessado : Projeto Uxiri  
Solicitante : Uly Albamilton

Análise espectrográfica qualitativa

AMI - Al - 1	Alut	AMII	Al - 1	Afund	
AMII	Al - 2	Alut	AMIF	Al - 2	Afund
AMIV	Al - 3	Alut	AMVI	Al - 3	Afund

Am I; II; III

Elementos Predominantes : Al; Si; Mg

Elemento secundário : Ca

Elementos traços : Na; K

Am IV; V; VI

Elemento Predominante : Ca

Elementos secundários : Al; Si; Mg; Fe;

P

Elementos traços : Na; Ba

Elemento ausente (por abaixo ao limite de detecção do aparelho) : Sr

São de Janeiro, 26 de outubro de 1987

Valéria Bonde Alves / ass

REQUISIÇÃO DE ANÁLISE

2221.660. DITRAM.87

C. C. DIVISÃO ANO

PROJETO FOSFATO MIRIRI

SOLICITANTE NEY HAMILTON.

№ DO SOLICITANTE	№ DA DIANAQ	% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	% SiO <sub>2</sub>	% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% CaO	% K <sub>2</sub> O	% Na <sub>2</sub> O	OBSERVAÇÕES
L-1(-200#)	232.123	7.88	46.9	11.6	5.86	6.16	0.67	0.42	
L-2(-200#)	" 124	6.05	45.3	14.0	5.86	4.38	0.64	0.46	
L-3(-200#)	" 125	3.94	46.9	14.5	6.00	3.50	0.73	0.35	

SERVIÇÃO  
 RESULTADOS DE ANÁLISE SÃO REPRESENTATIVOS  
 S AMOSTRAS ANALISADAS.

ANALISTAS: *Atala* *W*  
 DATA: 25. 11. 87 VISTO: *FRS*

ESTUDO DE CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA DO  
MINÉRIO FOSFATADO DE MIRIRI - FASE II  
- ESTUDO COMPLEMENTAR -

Ney Hamilton Porphírio  
Mineralogista

Francisco Wilson Hollanda Vidal  
Eng<sup>o</sup> de Minas

## I. INTRODUÇÃO

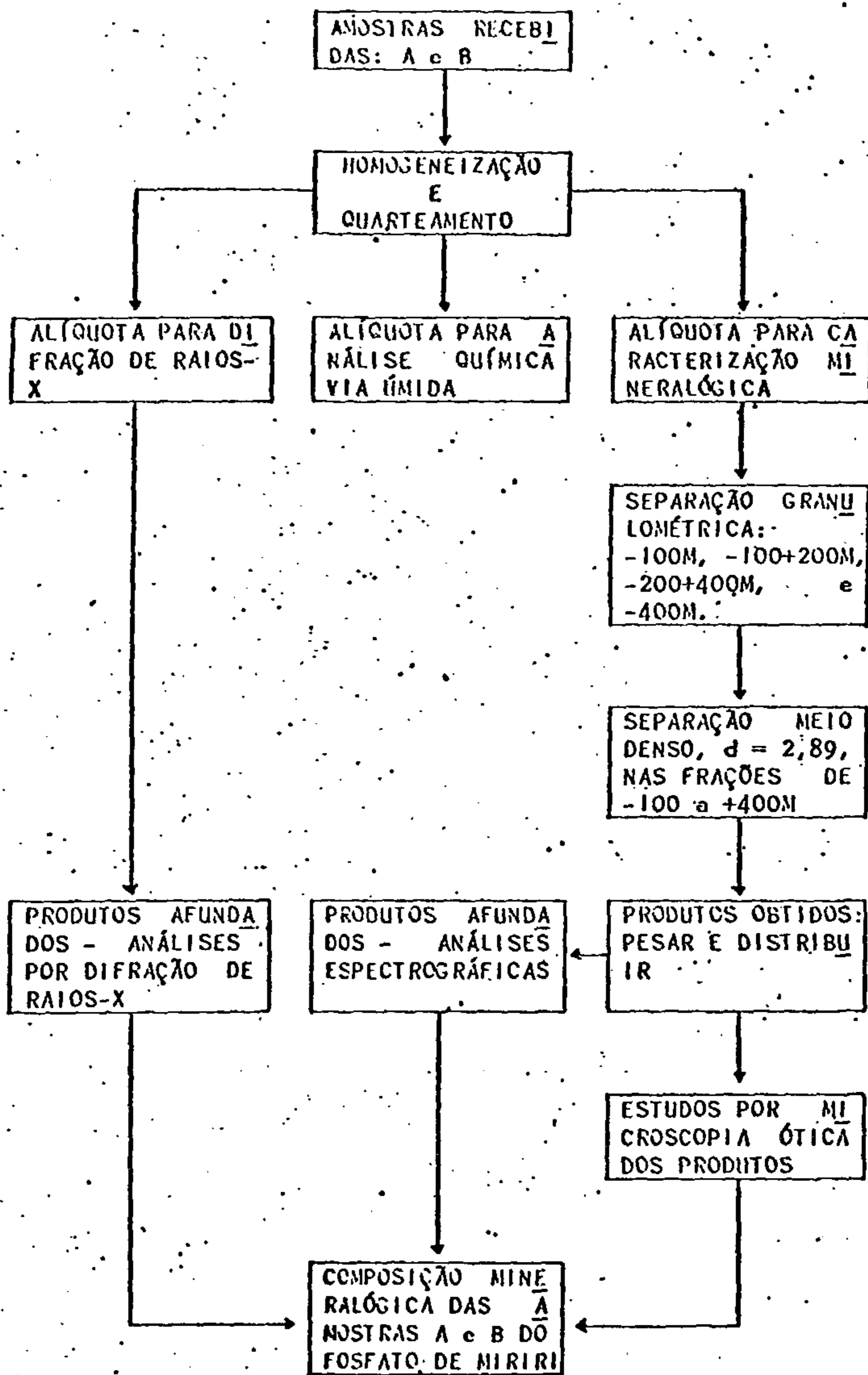
Para o estudo complementar dos ensaios de beneficiamento do fosfato de Miriri, foram coletadas as amostras A e B, representando a "head sample" de uma pilha de minério, com aproximadamente 380kg, proveniente de um poço amostrado.

O estudo de caracterização mineralógica dessas amostras, aqui denominado Fase II, consistiu essencialmente na identificação dos principais minerais, através de análises por microscopia ótica, difração de raios-X, espectrografia de emissão e análises químicas via úmida.

As etapas correspondentes à preparação das amostras A e B, em separado, e os diferentes tipos de análises efetuadas, estão apresentados no Fluxograma I.

No intuito de facilitar esses estudos, as amostras representativas foram separadas em quatro frações granulométricas e, em seguida, ensaiadas em líquido denso (bromofórmio,  $d = 2,89$ ).

Os produtos obtidos nessas separações podem ser vistos nas Tabelas I e 2.



Fluxograma I - Preparação e distribuição das amostras de Fosfato de Miriri - FASE II, para caracterização mineralógica.

FRAÇÕES (MALHAS)	AMOSTRA A		AMOSTRA B	
	ALIMENTAÇÃO	% PESO	ALIMENTAÇÃO	% PESO
+100	38,83	62,7	40,73	61,6
-100+200	8,30	13,4	9,90	15,0
-200+400	7,97	12,8	7,99	12,1
-400	6,86	11,1	7,51	11,3
TOTAL	-	100,0	-	100,0

Tabela 1 - Distribuição em peso e percentagens/pesos das amostras representativas A e B, do fosfato de Miriri - Fase II, separadas em diferentes granulometrias.

FRAÇÕES (MALHAS)	AMOSTRA A				AMOSTRA B			
	FLUT.	% PESO	AFUND.	% PESO	FLUT.	% PESO	AFUND.	% PESO
+100	35,95	92,6	2,88	7,4	37,81	92,8	2,92	7,2
-100+200	7,62	91,8	0,68	8,2	9,03	91,8	0,87	8,8
-200+400	7,40	92,8	0,57	7,2	7,42	92,9	0,57	7,1

Tabela 2 - Distribuição em peso e percentagens/pesos das frações e produtos das amostras A e B do fosfato de Miriri - Fase II, separadas em meio denso.

## 2. COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA

Como nas amostras anteriores, o estudo ao microscópio ótico dos principais minerais desse minério de fosfato foi prejudicado, com exceção do quartzo, pelo diminuto tamanho dos grãos (em geral abaixo de 400 malhas) devido a formação genética dos argilominerais e da colofanita.

Esses estudos evidenciaram nas amostras A e B, qualitativa e semiquantitativamente, mineralogias idênticas, onde foram vistos em ordem decrescente os argilominerais do tipo caulinita (50% vol. aproximado), seguidos de quartzo, colofanita (apatita), e traços de micas (muscovita).

Vale salientar que cerca de 40% em volume dessas amostras estão constituídas pelo quartzo, em geral ocorrendo sob formas de grãos irregulares e de aspectos fragmentados. Em menores proporções (cerca de 10% em volume) foram vistos grãos de quartzo rolados e com formas arredondadas.

Os argilominerais e a colofanita estão normalmente sob formas de microaglomerados e, não raro, com leves impregnações de óxido de ferro hidratado, responsável pela cor ocre avermelhada desse minério.

Em quantidades muito pequenas (menor que 3% em volume) assinalaram-se diminutos grãos individualizados e de colorações escuras (pretas) de material muito fino, tratando-se de óxido de ferro (hematita?), conforme certificado de análise espectrográfica em anexo.

Esses estudos foram complementados e confirmados pelos resultados de análises por difração de raios-X e por espectrografia, cujos resultados podem ser vistos nas Tabelas 3 e 4, e nos certificados de análises em anexo.



O resultado de análise química para os elementos maiores dessas duas amostras de fosfato estão apresentados na Tabela 5, e no certificado de análise em anexo.

AMOSTRAS	MINERAIS
Amostra A -400 M	Apatita, caulinita, quartzo, mica
Amostra B -400 M	Apatita, caulinita, quartzo, mica
Amostra A +100 M (flut.)	Quartzo, caulinita, mica
Amostra A +100 M (afund.)	Apatita
Amostra B +100 M (flut.)	Quartzo, caulinita, mica
Amostra B +100 M (afund.)	Apatita

Tabela 3 - Resultados de difração de raios-X de diferentes amostras do fosfato de Miriri - Fase II

AMOSTRAS	ELEMENTOS (%)							
	Si	Al	Fe	Mg	Ti	Ca	K	P
Amostra A +100 M (afund.)	3	3	>10	0,3	0,7	>10	<0,1	3
Amostra A -200+400 M (afund.)	3	7	10	0,3	3	>10	<0,1	2
Amostra A -400 M	>10	10	7	0,7	3	10	<0,1	1
Amostra B +100 M (afund.)	3	3	10	0,7	2	>10	<0,1	2
Amostra B -200+400 M (afund.)	3	3	7	0,3	3	>10	<0,1	2
Amostra B -400 M	10	7	3	0,3	3	10	<0,1	1

Tabela 4 - Resultados de análises espectrográficas semiquantitativas das amostras A e B do fosfato de Miriri - Fase II.

COMPOSTOS (%)	AMOSTRAS	
	A	B
$P_2O_5$	7,95	7,87
$Fe_2O_3$	4,55	4,43
$Al_2O_3$	10,2	9,95
CaO	6,06	5,95
$Na_2O$	1,29	1,16
$K_2O$	0,65	0,57
$SiO_2$	54,5	55,8
-	-	-

Tabela 5 -- Resultados de análises químicas das amostras A e B dos fosfato de Miriri - Fase II.

### 3. CONCLUSÕES

Comparando as amostras A e B entre si, verifica-se nas Tabelas 1 e 2 que a distribuição em percentagem de peso nas diversas frações granulométricas estão muito próximas. O mesmo ocorre na Tabela 5. Nesta verifica-se que as percentagens de  $P_2O_5$ , bem como de  $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$  etc, nas amostras A e B, estão muito próximas; conseqüentemente, conclui-se que as amostras são representativas da pilha de minério, com aproximadamente 380kg.

Comparando as amostras estudadas anteriormente com as amostras "head-sample" da Fase II (amostra A e B), verifica-se que as quantidades percentuais de  $P_2O_5$  estão bem próximas, variando entre 7,6 - 7,9. No entanto, os teores de  $Fe_2O_3$  e  $Al_2O_3$  nas amostras A e B foram os mais baixos.

As amostras A e B, qualitativa e semiquantitativamente, possuem mineralogias idênticas, onde foram vistos em ordem decrescente os argilominerais do tipo caulinita, seguidos de quartzo, colofanita (apatita) e traços de mica (muscovita). Os argilominerais e a colofanita estão normalmente sob formas de microaglomerados. Vale salientar que, a cor ocre avermelhada do minério é devido as impregnações de óxido de ferro hidratado (limonita), nos principais constituintes desse minério.

A partir dos estudos de caracterização mineralógica das diversas amostras enviadas ao CETEM, ficou evidenciado que os principais minerais desse minério estão essencialmente representados pelo quartzo, caulinita, colofanita (apatita) e óxido de ferro hidratado (limonita).

4. ANEXOS

- Certificado de análises por difração de raios-X
- Certificado de análises espectrográficas
- Certificado de análises químicas

Centro de Tecnologia Mineral - CETEM

Divisão de Análises Químicas - DIANAQ

Seção de Análises Mineralógicas - SFABIN

RESULTADOS DE DIFRAÇÃO DE RAIOS-X

Boletim nº: 004 / DAX / 88

Referência: C.C.

Interessado: "Fosfatos Mirim" (Ney Hamilton)

AMOSTRA	MINERAIS IDENTIFICADOS
Amostra "A" - 400 g peso 6,86	Apatita - Caulinita - Quartzo e mica.
Amostra "B" - 400 g peso 7,51	Apatita - Caulinita - Quartzo e mica.

Obs.:

Condições Instrumentais: Cu K $\alpha$  { 40 kV  
20 mA } cont. Proporcional  
 Analisador: Cleaia S.R. Soares  
 Data: 14/03/88

Centro de Tecnologia Mineral - CETEM  
Divisão de Análises Químicas - DIANAQ  
Seção de Análises Mineralógicas - SEAMIN

RESULTADOS DE DIFRAÇÃO DE RAIOS-X

Boletim nº: 005/DRX/88.

Referência: C.C. 22.27.600

Interessado: Fósforo "MIRIRI" (Ney Hamilton)

AMOSTRA	MINERAIS IDENTIFICADOS
"A" + 100 # Afundado	Apatita
"A" + 300 # flutuado	Quartzo - Caulinita - Mica
"B" + 300 # Afundado	Apatita
"B" + 300 # flutuado	Quartzo - Caulinita - Mica

Obs.:

Condições Instrumentais: Cu K $\alpha$  - (40 kV, 20 mA)

Analizador: Cleonice / Valéria

Data: 18/05/88

CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL  
DIVISÃO DE ANÁLISES QUÍMICAS  
SEÇÃO DE ANÁLISES ESPECTROGRÁFICAS  
SEAESP

Lote nº : \_\_\_\_\_  
 Boletim nº : 003/ESP/88  
 Referência : C.P. 2221.600  
 Nº de Amostras: 06  
 Interessado : Projeto Sazate Mirim - 2  
 Solicitante : Uly Thomilloz Porphúrio

Análise espectrográfica semiquantitativa  
Resultados em %

- Amostras 1 - Amostra A + 100M (ajud)  
2 - Amostra A - 200 + 400 M. (ajud)  
3 - Amostra A - 400 M  
4 - Amostra B + 100M (ajud)  
5 - Amostra B - 200 + 400M (ajud)  
6 - Amostra B - 400 M

	1	2	3	4	5	6
Si	3	3	>10	3	3	>10
Al	3	7	10	3	3	7
Fe	>10	10	7	10	7	3
Mg	03	03	07	07	03	03
Ti	0.7	3	3	2	3	3
Ca	>10	>10	10	>10	>10	10
K	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
P	3	2	1	2	2	1

Rio de Janeiro; 3 de maio de 1988  
Valéria Bonde Alves Moraes



CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL  
DIVISÃO DE ANÁLISES QUÍMICAS  
SEÇÃO DE ANÁLISES ESPECTROGRÁFICAS  
SEAESP

Lote nº : \_\_\_\_\_  
Boletim nº : 006 / ESP / 88  
Referência : CC: 2221600  
Nº de Amostras: 01  
Interessado : Projeto Projeto Ilva # 2  
Solicitante : Jay Hamilton Sorphio

Análise espectrográfica semiquantitativa

Resultados em %

Amostra "A" + 100# Ajumã //

Fe > 10

Al 2

Si 3

Projeto Ilva, 17 de maio de 1988

Valéria Bondi Alves Moraes

ITEM - DIANAQ - SEVIUM

RESULTADO DE ANÁLISE

LOTE 030/08/88

BOLETIM 043/SU/88

TIPO DE ANÁLISE

271.60.101.11.55

PROJETO

FOSFATO MIRIRI

SOLICITANTE

NEY HAMILTON

IDENTIFICANTE	Nº DA DIANAQ	% SiO <sub>2</sub>	% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% K <sub>2</sub> O	% Na <sub>2</sub> O	% CaO	% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	OBSERVAÇÕES
- A	ZCA.120	54.5	10.2	4.55	0.65	1.29	6.06	7.95	
- B	ZCA.121	55.8	9.45	4.43	0.57	1.16	5.95	7.87	

DECLARAÇÃO  
RESULTADOS DE ANÁLISE SÃO REPRESENTATIVOS  
DE AMOSTRAS ANALISADAS.

ANALISTAS: *[assinatura]*, NILZA.  
DATA: 11-05-88 VISTO: *[assinatura]*.

A N E X O

DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE TRABALHO (WI)

Antonio Odilon da Silva  
Téc. Químico

Manoel Delfim Rodrigues de Sá  
Téc. Químico

## 1. INTRODUÇÃO

Atendendo à solicitação da SUREG-RECIFE, efetuou-se a determinação de WI (WORK INDEX) de uma amostra de minério de fosfato de Miriri-PE.

O trabalho foi desenvolvido em duplicata de acordo com a metodologia estabelecida pela ABNT, especificamente para moinho de bolas.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A amostra recebida pesava cerca de 20 kg, estando dividida em duas alíquotas de 10 kg cada uma, acondicionadas em saco plástico. Esta apresentava granulometria abaixo de 10 malhas ( $1.680 \mu\text{m}$ ).

Foi feita homogeneização do minério em pilha cônica e posteriormente em pilha retangular, com a qual executou-se o teste de WI.

Os testes de moagem foram feitos em moinho de bolas de laboratório, marca Hazen-Research, com velocidade regulada para 70 rpm e carga de 246 bolas de aço, com diâmetros de 36,5; 30,5; 25,4; 19,1 e 15,9 mm, correspondendo a 19,838 kg.

O teste foi feito com peneiramento a úmido, em peneira de 150 malhas ( $105 \mu\text{m}$ ).

### 3. OBTENÇÃO DA MASSA DE ALIMENTAÇÃO

A partir da pilha retirou-se três alíquotas de minério, colocando cada uma em proveta de 1.000 ml, até atingir o volume de 700 ml. Pesou-se cada alíquota separadamente. A média aritmética dos três valores, determinou a massa de alimentação utilizada nos testes.

Uma das alíquotas retiradas da pilha, foi utilizada para fazer análise granulométrica à úmido da alimentação (Tabela I).

### 4. CÁLCULO DO VALOR DE $A_{80}$

A partir da análise granulométrica da alimentação, calculou-se o valor de  $A_{80}$ . Este valor foi calculado por regressão linear.

Este mesmo valor foi utilizado para as duas determinações do WI.

O valor encontrado na amostra de fosfato de Miriri para  $A_{80}$  foi de 540  $\mu$ m.

FRAÇÃO (MALHAS)	MICRONS ( $\mu$ m)	PESO (g)	PESO (%)	ACUMULA DA (%)	PASSAN TE (%)
14	1.168	9,91	1,00	1,00	99,00
14 X 20	1.168 X 833	99,38	4,93	5,93	94,07
20 X 28	833 X 589	99,38	9,94	15,87	84,13
28 X 35	589 X 417	104,82	10,48	26,35	73,65
35 X 48	417 X 295	111,86	11,18	37,53	62,47
48 X 65	295 X 208	81,80	8,18	45,71	54,29
65 X 100	208 X 147	44,63	4,46	50,17	49,83
100 X 150	147 X 105	34,42	3,44	53,61	46,39
150 X 200	105 X 71	22,87	2,29	55,90	44,10
200 X 270	74 X 53	5,24	0,52	56,42	43,58
- 270	53	435,87	43,58	100,00	-
T O T A L	-	1.000,18	100,00	-	-

Tabela 1 - Análise Granulométrica da Alimentação.

### 5. DETERMINAÇÃO DO 1º WI

Após terminar o teste de moabilidade, obteve-se um produto que foi classificado e apresentou a seguinte distribuição granulométrica (Tabela 2).

A partir desta classificação, calculou-se por regressão linear, o valor de  $P_{80}$  para o 1º WI, obteve-se um resultado igual a  $72\mu$ m.

## 6. CÁLCULO DO 1º WI

O WI foi calculado a partir da seguinte fórmula:

$$WI = \frac{44,5}{Am^{0,23} \cdot Mob^{0,82} \cdot 10 [(P)^{-0,5} - (A)^{-0,5}]} = 1,1$$

WI = índice de trabalho para moagem em kWh/t

Am = abertura de malha teste de classificação em  $\mu m$

P = abertura da peneira onde passam 80% do produto em  $\mu m$

A = abertura da peneira onde passam 80% da alimentação em  $\mu m$

Mob = média dos três últimos valores de Mob (coluna 8 da Tabela 3)

1,1 = fator de correção de tonelada curta para tonelada métrica.

Substituindo-se os valores conhecidos, tem-se:

$$WI = \frac{44,5}{(105)^{0,23} \cdot (0,90)^{0,82} \cdot 10 [(72)^{-0,5} - (540)^{-0,5}]} = 1,1$$

$$WI = 24,44 \text{ kWh/t}$$

FRAÇÃO (MALHAS)	MICRONS ( $\mu m$ )	PESO (g)	PESO (%)	ACUMULA DA (%)	PASSAN TE (%)
200	101 X 74	40,00	18,89	18,89	81,11
200 X 270	71 X 53	26,33	12,44	31,33	68,67
270 X 400	53 X 37	22,77	10,76	42,09	57,91
- 400	.. 37	122,60	57,91	100,00	-0-
T O T A L	-	211,70	100,00	-	-

Tabela 2 - Análise Granulométrica do Produto do 1º WI.



Teste de determinação de WI nº 01.

Identificação da amostra: Fosfato Miriri

Malha teste (Am) = 105 µm

Massa Inicial (M) = 788 g

Aar = 225 g

1	2	3	4	5	6	7	8
Nº. Ciclo	Nº Rot.	Ma, Massa pas. no inicial do ciclo (g)	Massa ret. Am (g)	Mp, Massa minério passante Am (g)	Pas. liq gerado ciclo i (g)	Desvio (g)	Mob. (g/rot.)
1	100	366	350	438	72	- 213	0,72
2	33	201	541	247	46	- 22	1,39
3	79	115	589	199	84	+ 26	1,06
4	125	92	561	227	135	- 2	1,08
5	111	105	571	217	112	+ 8	1,01
"	123	101	575	213	112	+ 12	0,91
"	138	99	565	223	124	+ 2	0,90
"	136	103	563	225	122	0	0,90
"	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 3 - Acompanhamento teste nº 1

Aar = M/3,5 = massa da alimentação que será acrescentada quando em regime

Coluna 2 = para o 1º ciclo, seu valor é arbitrário, nos demais, calcula-se:

$$RPM = \frac{Aar - Coluna\ 3}{Coluna\ 8.\ (ciclo\ anterior)}$$

Coluna 3 = massa passante em Am, para o 1º ciclo é a da alimentação, para os demais, é a da nova alimentação.

Coluna 4 = massa retida em Am após a moagem.

Coluna 5 = alimentação nova a acrescentar, é igual a: M - coluna 4.

Coluna 6 = coluna 5 - coluna 3.

Coluna 7 = Aar - coluna 3.

Coluna 8 = coluna 6 : coluna 2.

### 7. DETERMINAÇÃO DO 2º WI DA AMOSTRA

Após terminado o teste de moabilidade obteve-se um produto que foi classificado e apresentou a seguinte distribuição granulométrica (Tabela 4).

A partir desta classificação, calculou-se por regressão linear, o valor de  $P_{80}$  para o 2º WI e obteve um valor igual a  $72 \mu\text{m}$ .

### 8. CÁLCULO DO 2º WI DA AMOSTRA

$$WI = \frac{44,5}{A_m^{0,23} \cdot M_{ob}^{0,82} \cdot 10 \left[ (P)^{-0,5} - (A)^{-0,5} \right]} = 1,1$$

Substituindo-se os valores obtidos, tem-se:

$$WI = \frac{44,5}{(105)^{0,23} \cdot (0,85)^{0,82} \cdot 10 \left[ (72)^{-0,5} - (540)^{-0,5} \right]} = 1,1$$

$$WI = 25,57 \text{ kWh/t}$$

### 9. CÁLCULO DO WI MÉDIO DA AMOSTRA

Pelos valores obtidos nas duas determinações de WI, podemos calcular o WI médio.

$$WI = \frac{24,44 + 25,57}{2}$$

$$WI = 25,01 \text{ kWh/t}$$

NOTA: Observe-se que este WI encontrado, corresponde a amostra enviada em 06/02/88. Observe-se, ainda, que os testes foram feitos a úmido, ou seja, a amostra retirada do moinho após cada moagem era peneirada a úmido na peneira teste. O "undersize" era secado e descartado, enquanto o "oversize" era secado, pesado e retornado em seguida para o moinho.

FRAÇÃO (MALHAS)	MICRONS ( $\mu$ m)	PESO (g)	PESO (%)	ACUMULADO (%)	PASSANTE (%)
200	74	41,47	18,65	18,65	81,35
200 X 270	74 X 53	27,42	12,33	30,98	69,02
270 X 400	53 X 37	24,53	11,03	42,01	57,99
- 400	37	128,94	57,99	100,00	-0-
T O T A L-	-	222,36	100,00	-	-

Tabela 4 - Análise granulométrica do produto do 2º WI.

Teste de determinação de WI nº 02.

Identificação da amostra: Fosfato Mirim

Malha teste (Am) = 105 µm

Massa Inicial (M) = 788 g

Aar = 225 g

1	2	3	4	5	6	7	8
Nº. Ciclo	Nº. Rot.	Ma. Massa pas. no inicial do ciclo (g)	Massa ret. Am (g)	Hp. Massa minério passante Am (g)	Pes. liq. gerado ciclo i (g)	Desvio (g)	Mob. (g/rot.)
1	100	366	369	419	53	- 194	0,53
2	58	194	522	266	72	- 41	1,24
3	82	123	579	209	86	+ 16	1,05
4	122	97	565	223	126	+ 2	1,05
5	118	103	573	215	112	+ 10	0,95
6	132	100	575	213	113	+ 12	0,86
7	147	99	568	220	121	+ 5	0,84
8	145	103	561	227	124	- 2	0,86
	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 5 - Acompanhamento do Ensaio nº 2.

Relatório Elaborado por:

- Ney Hamilton Porphírio
- Francisco Wilson Hollanda Vidal
- Adão Benvindo da Luz
- Carlos Adolpho Magalhães Baltar

Trabalho Experimental por:

- Ney Hamilton Porphírio
- Antonio Odilon da Silva
- Manoel Delfim Rodrigues de Sá

Supervisão: Francisco Wilson Hollanda Vidal

Período : Novembro de 1987 à Junho de 1988

Superintendente do CETEM  
Hedda Vargas Figueira

Departamento de Processos  
Juliano Peres Barbosa

Divisão de Tratamento de Minérios  
Francisco Wilson Hollanda Vidal