

CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA, METODOLOGIA E TÉCNICAS UTILIZADAS PARA O MINÉRIO DE FERRO ITABIRÍTICO DA MINA DE ALEGRIA SUL, OURO PRETO - MG ⁽⁰¹⁾

Régis Quesada Casquet ⁽⁰²⁾

Paulo Roberto Gomes Brandão ⁽⁰³⁾

RESUMO

No estudo de investigação mineral são utilizadas várias técnicas, bem como instrumentos que visam a identificação de espécies minerais, suas características físicas, químicas e microestruturais, avaliação quantitativa, granulometria, etc. A partir de um trabalho específico de Caracterização Mineralógica para a Mina de Alegria Sul da Samarco Mineração S.A., pretende-se mostrar um exemplo prático de aplicação da metodologia e técnicas que visam aumentar o conhecimento mineralógico de minérios de ferro Itabirítico, possibilitando maior aproveitamento dos recursos naturais não renováveis e garantindo a qualidade do produto final (Concentrado e Pelotas).

Palavras Chaves: caracterização mineralógica, minério de ferro.

⁽⁰¹⁾ Trabalho a ser apresentado ao I Simpósio Brasileiro de Minério de Ferro: Caracterização, Beneficiamento e Pelotização, Ouro Preto, MG, 14 a 17 de outubro de 1996.

⁽⁰²⁾ Chefe da Mineração - Samarco Mineração S.A.

⁽⁰³⁾ Ph. D. Prof. da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

1 - INTRODUÇÃO

A crescente necessidade de utilização de minério de ferro, como matéria-prima básica para a produção de bens de consumo cada vez mais sofisticados, leva as empresas do Brasil e de todo o mundo a se prepararem para o aumento de produção e garantia da qualidade do produto final.

A Mina de Alegria Sul (Alegria 8 e 9) apresenta-se como uma das alternativas para a garantia da produção tanto quantitativa como qualitativa da SAMARCO MINERAÇÃO S.A. Foram realizados vários trabalhos de pesquisa nesta área, e o mais recente foi a dissertação de mestrado, cujo título é "Caracterização Mineralógica e Tecnológica do Minério de Ferro Itabirítico da Mina de Alegria Sul, Ouro Preto-MG".

Uma ferramenta muito importante que pode proporcionar o aumento do conhecimento do minério de ferro itabirítico de baixo teor, é a caracterização mineralógica, sobretudo quando realizada paralelamente aos estudos tecnológicos, facilitando o total entendimento da performance de processo em bancada dos diversos tipos de minério.

O objetivo deste trabalho é mostrar a aplicação prática de algumas técnicas de investigação mineral, bem como apresentar os instrumentos utilizados na Caracterização Mineralógica de Alegria Sul, possibilitando a identificação de espécies minerais, suas características físicas, químicas e microestruturais, avaliação quantitativa e granulométrica.

2 - TÉCNICAS UTILIZADAS PARA CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA

A seguir será apresentado um resumo das principais técnicas de caracterização mineralógica utilizadas no referido trabalho.

2.1 - Microscopia Ótica

A utilização da microscopia ótica, isoladamente, não apresenta grande potencial na identificação de espécies minerais que se apresentam em granulometria muito fina, sobretudo devido a sua limitada capacidade de aumento que é no máximo de 1000 vezes, porém é indispensável em qualquer estudo de investigação mineral, quando aplicável. A microscopia ótica trabalha na faixa de radiação do visível. Para amostras opacas utiliza-se a microscopia por luz refletida (ou luz incidente), e para amostras transparentes utiliza-se a microscopia ótica por luz transmitida.

Os principais métodos e equipamentos atualmente utilizados na identificação mineral são apresentados a seguir (01):

a) *Microscópio Estereoscópico (lupa)*

É aplicável à observação de partículas maiores de 50 μm por luz refletida difusa. A preparação da amostra exige apenas lavagem e deslamagem e os minerais poderão ser reconhecidos. Podem ser observadas as relações estruturais, forma e tamanho dos grãos, e certos tipos de coberturas e inclusões.

b) *Microscópio Polarizante*

É intensamente utilizado para observação de partículas minerais com tamanho acima de 37 μm (400 mesh). Especialistas conseguem analisar tamanhos ainda menores, porém com grau de dificuldade crescente. Pode funcionar por luz transmitida através de lâminas delgadas, e luz refletida em seções polidas.

O microscópio polarizante, tanto de luz transmitida como de luz refletida, será utilizado neste trabalho, visando, na medida do possível, identificar e quantificar as fases presentes, textura, distribuição, liberação da ganga e as características dos minerais geradores de lamelas.

2.2 - Microscopia Eletrônica de Varredura e Microsonda Eletrônica

Quando os minerais ocorrem com tamanhos ou com granulometria inferior a 1 μm , então é conveniente o uso da microscopia eletrônica, que pode promover aumentos de até 200.000 vezes e resolução da ordem de 40 \AA . Podem ser estudadas as partículas de até 0,05 μm , ou seja, permitindo inclusive o estudo de colóides. A microsonda eletrônica é um microanalisador espectral de raios-X, adaptado a um microscópio eletrônico de varredura, que apresenta as seguintes características (02):

1. A técnica apresenta alta resolução espacial, permitindo a determinação (qualitativa, semi-quantitativa e quantitativa) da composição química de objetos com diâmetro da ordem de poucos microns. Em condições favoráveis, o diâmetro mínimo analisável é inferior a 1 μm ;
2. O material pode ser visualizado ao tempo da análise, propiciando, assim, a correlação estreita entre a composição química e a morfologia da amostra;
3. O material é analisado "in situ", recorrendo-se seja a seções polidas, seja a lâminas delgadas. Dessa forma, conta-se com sistema de iluminação, facultando a observação da amostra em luz transmitida, refletida ou mesmo polarizada;
4. Para a maioria das aplicações, a microsonda pode ser considerada como não destrutiva, ou seja, a incidência do feixe não acarreta modificações na composições química e física da amostra.
5. A técnica é de grande eficiência, ensejando a obtenção de considerável contingente de informações químicas em intervalo de tempo curto, comportando o acoplamento de computadores.

2.3 - Difração de Raios-X

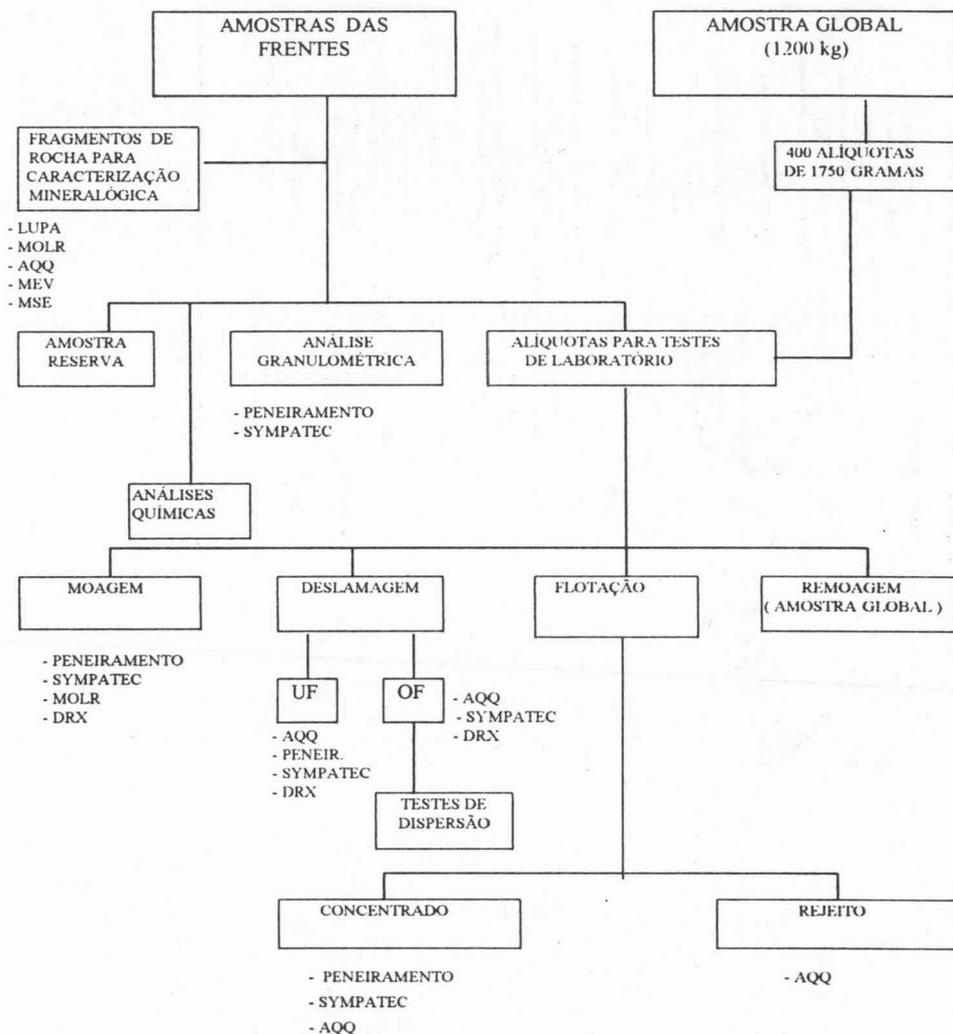
Consiste em um conjunto de técnicas que através da emissão de raios-X, que são radiações eletromagnéticas, servem para se estudar cristais e quase-cristais, ou seja, materiais que são formados a partir de um arranjo repetitivo dos átomos, ions ou moléculas (03).

Se um feixe de raios-X, com uma dada freqüência, incidir sobre um átomo isolado, elétrons deste átomo serão excitados e vibrarão com a freqüência do feixe incidente. Estes elétrons vibrando emitirão raios X em todas as direções, com a mesma freqüência do feixe incidente, quando este átomo está sozinho (isolado). Já quando os átomos estão regularmente espaçados em um reticulado cristalino e a radiação incidente tem comprimento de onda compatível com as distâncias interatômicas (de 0,1 a 20,0 Å), ocorrerão interferências construtivas em certas direções e interferências destrutivas em outras. As interferências construtivas deverão constituir linhas com posições e intensidades, que são conseqüências da estrutura de um certo cristal. Portanto, a partir desta propriedade, será possível identificar este cristal, bem como a sua quantidade aproximada e realizar estudos de graus de cristalinidade (03).

3 - PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL / EQUIPAMENTOS

As amostras destinadas ao estudo de caracterização mineralógica foram retiradas das frentes de amostragem e dos produtos gerados durante a caracterização tecnológica, conforme mostrado no fluxograma da figura 3.1.

A figura 3.2 apresenta o mapa geológico destacando a localização das frentes de amostragem, a partir a das quais foi realizado este trabalho.



LEGENDA:

SYMPATEC - Granulômetro a Laser

AQQ - Análise química quantitativa

DRX - Difração de raios - X

MOLR - Microscópio ótico de luz refletida

MOLT - Microscópio ótico de luz transmitida

MEV - Microscópio eletrônico de varredura

OF - Overflow

UF - Underflow

Figura 3.1 - Fluxograma para caracterização mineralógica e tecnológica.

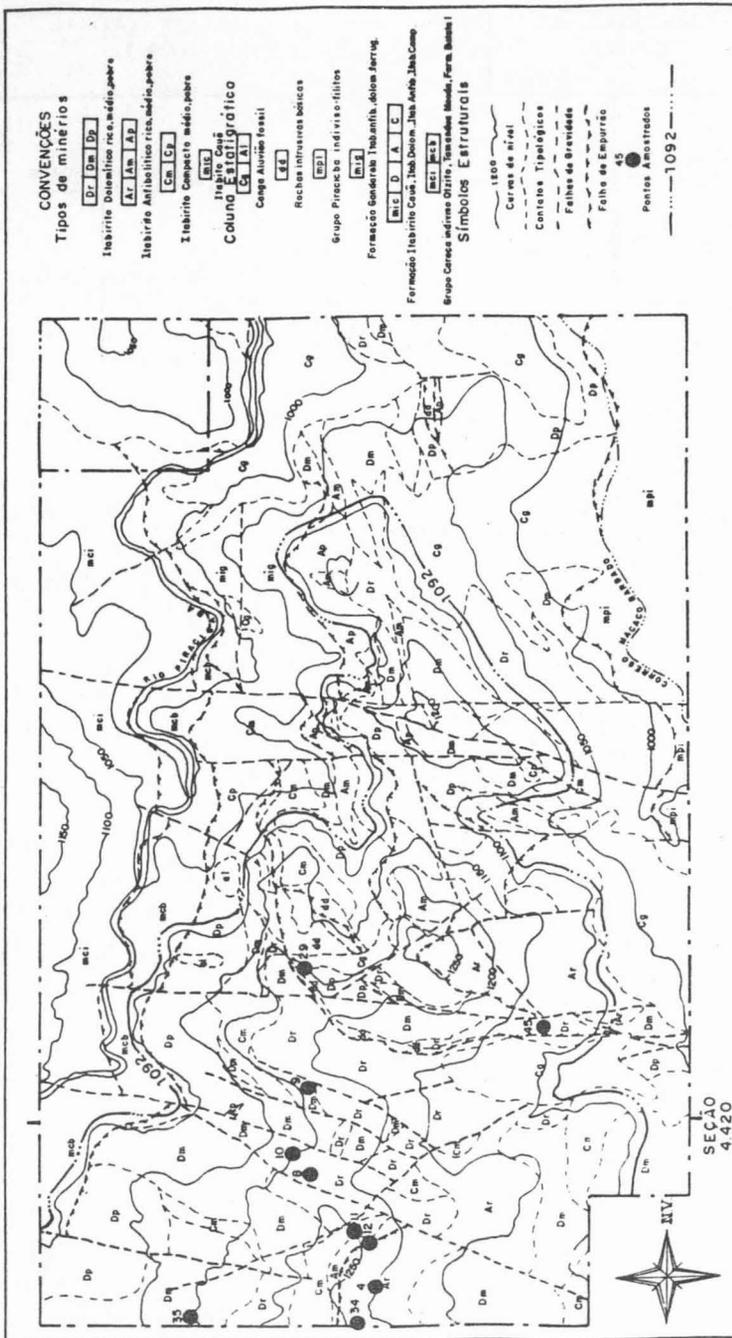


Figura 3.2 - Mapa Geológico da Mina de Alegria Sul com a localização das frentes de Amostragem.

4 - APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Os estudos de caracterização mineralógica para o minério de Alegria Sul visaram investigar a sua constituição mineralógica, bem como as suas características microestruturais e químicas, através de métodos instrumentais, representados por microscopia ótica polarizante de luz refletida, microscopia eletrônica de varredura com microsonda e difração de raios-X.

A caracterização mineralógica foi realizada discriminadamente para as frentes de amostragem que compuseram a amostra global, e para alguns produtos gerados pela caracterização tecnológica da amostra global, conforme mostra o fluxograma da figura 3.1.

4.1 - Microscopia Ótica

A tabela 4.1 apresenta os resultados da composição mineralógica em peso, das frações granulométricas retidas da amostra global britada, e dos produtos de moagem em três tempos diferentes, onde pode-se verificar o papel da moagem reduzindo o percentual em peso de sílica mista de 0,39 % para 0,10 %, e possibilitando a liberação da caulinita, na deslamagem de preparação das seções polidas.

É importante salientar que tanto nas frações do material britado, quanto nas frações de material moído, houve um aumento significativo de hematita especular, além de hematita porosa e quartzo, na medida que se reduziu a abertura das peneiras.

Tabela 4.1 - Percentagem em peso da composição mineralógica das frações granulométricas da amostra global.

PRODUTO	ABERTURA (mm) MALHA (#)	%RETIDO SIMPLES	HEMATITA ESPECULAR	HEMATITA POROSA	GOETHITA PRIM (G1)	MAGNETITA	GOETHITA SECUND (G2)	QUARTZO INTEIRO	QUARTZO MISTO	CAULINITA
ALIMENT. DA MOAGEM PRIMÁRIA (BRITADO)	+1,190 mm (+14#)	16,17	2,28	9,35	0,13	0,09	3,33	0,65	-	0,34
	+0,590mm (+28#)	7,52	1,31	4,13	0,03	0,05	1,78	0,02	0,20	-
	+0,210mm (+65#)	8,84	0,91	5,16	0,04	0,02	2,09	0,46	0,12	0,04
	+0,149mm (+100#)	7,33	0,61	3,83	-	-	0,87	1,88	0,07	0,07
	+0,074mm (+200#)	17,19	1,49	7,78	-	0,07	1,15	6,70	-	-
	+0,044mm (+325#)	18,57	3,32	8,88	-	-	1,42	4,95	-	-
-0,044mm (-325#)	24,38	6,48	12,70	-	-	1,89	3,31	-	-	
GLOBAL	100,00	16,40	51,83	0,20	0,23	12,53	17,97	0,39	0,45	
5 MINUTOS	0,149mm (100#)	19,65	1,40	12,20	0,10	0,10	4,00	1,70	0,10	-
	0,074mm (200#)	24,41	3,30	12,10	-	0,10	2,54	6,36	-	-
	0,044mm (325#)	20,83	4,40	10,50	-	-	1,30	4,70	-	-
	- 0,044mm(- 325#)	35,10	8,50	19,10	-	-	4,40	3,10	-	-
	GLOBAL	100,00	17,60	53,90	0,10	0,20	12,24	15,86	0,10	-
8 MINUTOS 36 SEG	0,149mm (100#)	10,35	0,70	5,70	0,10	0,10	2,60	1,20	-	-
	0,074mm (200#)	27,40	2,80	14,10	0,10	0,20	3,70	6,40	0,10	-
	0,044mm (325#)	23,30	4,10	11,40	-	0,20	2,00	5,50	0,10	-
	- 0,044mm(- 325#)	38,95	10,60	19,70	-	0,10	3,80	4,70	-	0,10
	GLOBAL	100,00	18,02	50,90	0,20	0,50	12,10	17,80	0,20	0,10
12 MINUTOS 12 SEG.	0,149mm (100#)	5,22	0,20	3,30	-	-	1,00	0,50	-	-
	0,074mm (200#)	25,89	1,80	14,20	-	0,20	4,20	5,50	-	-
	0,044mm (325#)	23,35	3,90	10,30	-	0,10	2,50	6,40	0,10	-
	- 0,044mm(- 325#)	45,54	14,00	22,80	0,10	0,10	3,90	4,90	-	-
	GLOBAL	100,00	19,90	50,60	0,10	0,40	11,60	17,30	0,10	-

A seguir é apresentado o estudo de caracterização mineralógica para as frentes de amostragem, a partir de seções polidas de fragmentos de rocha. Este estudo contempla uma descrição mineralógica e microestrutural, uma análise semi-quantitativa e, na medida do possível, chama a atenção para as influências nos resultados de processo. É apresentada também uma sequência de fotomicrografias apenas das frentes 04 e 08, com o objetivo de exemplificar o mesmo procedimento utilizado para todas as frentes de amostragem.

LEGENDA DAS FIGURAS

HE = Hematita Especular

HP = Hematita Porosa

HL = Hematita Lisa

GG1 = Goethita Primária (primeira geração)

M = Magnetita

HG2 = Hematita Secundária (segunda geração)

GG2 = Goethita Secundária (segunda geração)

Q = Quartzo

P = Poro

R = Resina

FRENTE - 04

Destaca-se a presença de goethita e hematita secundária (HG2), esta oriunda da goethita, que constituem os pseudomorfos fibrorradiados porfiroblásticos de anfibólio, provavelmente de duas gerações. A granulometria desses porfiroblastos sugere a transferência de energia térmica, possivelmente de rocha intrusiva. Os porfiroblastos menores na foliação seriam da primeira geração e os maiores, de segunda. A hematita se apresenta muito porosa, e o quartzo varia de subarredondado a anguloso, porém não é muito rugoso. A cominuição desse material na moagem primária deverá gerar fases minerais com bom grau de liberação.

A figura 4.1 apresenta os porfiroblastos de goethita e hematita compacta da segunda geração, na fotomicrografia com aumento de 100 vezes.

A figura 4.2 apresenta a fotomicrografia e porfiroblastos de pseudomorfos de anfibólio, totalmente constituídos de goethita e hematita secundária. Observa-se que o quartzo presente é de origem hidrotermal, uma vez que o seu crescimento, preencheu fraturas de uma forma muito regular.

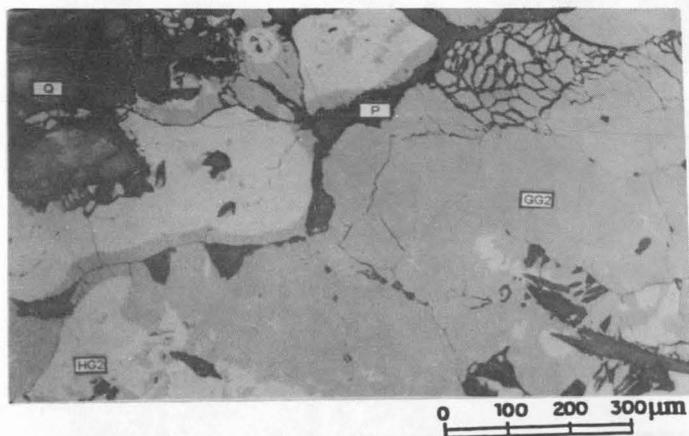


Figura 4.1 - Porfiroblastos de pseudomorfos de anfibólio, constituídos de goethita (GG2) e hematita (HG2).

Aumento: 100 X

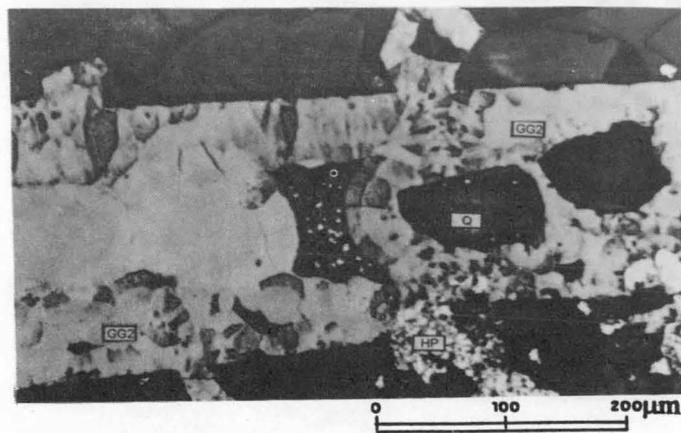


Figura 4.2 - Porfiroblastos de goethita secundária (GG2) e quartzo hidrotermal

Aumento: 200 X

FRENTE -08

Esta frente é representada por um minério bandado, com alternância de microbandas de quartzo e de mesobandas de minerais-minérios. A hematita se apresenta com porosidade média a muito porosa, e a goethita mais freqüente é a da primeira geração (GG1), substituição "in situ" da magnetita, sugerindo a possibilidade de menor teor em fósforo. O quartzo varia de subanguloso a anguloso (rugoso) e, nas microbandas, ele esta solto grão a grão, enquanto que nas mesobandas, ele é raro e também está liberado da matriz de minerais-minérios, o que sugere ausência de problemas de grau de liberação na moagem primária.

As figuras 4.3 e 4.4 apresentam as fotomicrografias da distribuição mineralógica típica da frente 08, ressaltando a presença de hematita porosa, goethita (G1), ambos da primeira geração e cristais de hematita especular tectônica. Destaca-se o processo de martitização, que é a alteração da magnetita em hematita porosa e/ou goethita.

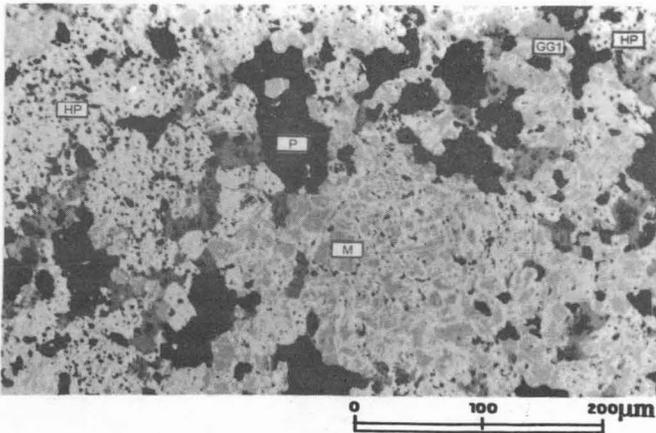


Figura 4.3 -
Distribuição mineralógica típica da frente 08.

Aumento: 200 X

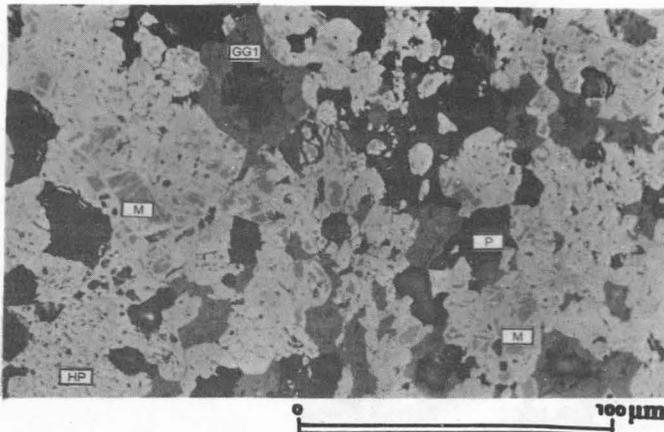


Figura 4.4 -
Processo de martitização e hematita porosa totalmente formada.

Aumento: 500 X

FRENTE - 09

A frente 09 é constituída de um minério bandado, cujas bandas não são bem segregadas. Ressalta-se a enorme abundância de magnetita. Os minerais-minérios tendem a serem mais segregados, porém contendo grãos de quartzo. As bandas de quartzo também apresentam minerais-minérios. A rara hematita especular, paralela ao bandamento, resultou de atividade tectônica muito fraca.

O quartzo é bastante anguloso (rugoso) representado por grãos soltos, ou seja, não há contato entre eles, o que facilitará a liberação quando da cominuição. Por outro lado, deverá ser muito abrasivo.

FRENTE 10

É representada por uma microestrutura com boa foliação/lineação, dadas pela hematita especular típica. Observaram-se poucas inclusões puntiformes de quartzo. Esta frente deve estar em zona de cisalhamento.

Os grãos de hematita especular e principalmente os de quartzo, estão, soltos uns em relação aos outros, porém os grãos de hematita especular estão, na maioria das vezes, cimentados por goethita.

Os grãos de quartzo estão isentos do cimento goethítico e devem ser liberados com relativa facilidade. Ele é bastante anguloso (rugoso), o que confere grande abrasividade ao minério desta frente.

A maior dimensão dos cristais de especular varia de 3 μm a 300 μm (média = 90 μm). Com essas particularidades, a hematita especular não deverá ter bom desempenho na remoagem, principalmente visando a obtenção dos valores desejados de blaine.

FRENTE - 11

Esta frente apresenta um minério com uma textura geral maciça. Particularmente, ela é microporfiroblástica, onde a hematita lisa varia de xenoblástica a idioblástica apresentando, com freqüência, inclusões arredondadas de quartzo. Esse tipo de textura só ocorre por transferência de energia do tipo auréola de contato, devido a intrusões ígneas (diques, batólitos, etc.). A hematita da martita é muito porosa e será grande geradora de lama conferindo altos valores de blaine.

O quartzo é relativamente grosseiro, anguloso (rugoso), o que confere maior abrasividade a este minério. Os grãos de quartzo estão soltos na massa de minério, isto é, não tem contatos entre si, o que facilitará a sua liberação.

FRENTE - 12

É representada por um minério com bandas alternadas, ora de quartzo com algum mineral-minério, ora com mineral minério e algum quartzo. A hematita apresenta porosidade de média a alta. Salienta-se que a hematita da martita é muito porosa e será grande geradora de lama e de altos valores de blaine. Os grãos de quartzo são relativamente grosseiros, angulosos, e se apresentam soltos na massa de minério, isto é, não tem contatos entre si, o que resultará em sua fácil liberação.

FRENTE - 29

Apresenta um minério com textura bandada relictual. Atualmente, a principal textura é a porfiroblástica, conferida por pseudomorfos fibrorradiados de anfibólio, transformados em goethita (GG2). Ocorre também goethita (GG1) e hematita que substitui a magnetita original nas microbandas. Existem pseudomorfos de anfibólio parcialmente substituídos por quartzo. Os grandes porfiroblastos fibrorradiados centimétricos são o resultado de metamorfismo termal de contato, proporcionado pela proximidade com rocha intrusiva. Estes fibrorradiados são potencialmente geradores de lama e hospedeiros de fósforo.

O quartzo varia de subarredondado a anguloso, com inclusões de magnetita, hematita, pirita (raríssima) e um mineral de cálcio (% Ca = 52,0) e fósforo (% P = 19,0), conforme observação na microsonda eletrônica. O quartzo ocorre frequentemente solto, porém nas áreas de grande concentração de goethita (GG1), que substitui a magnetita, a liberação do quartzo não parece ser muito fácil, devido à uma associação lateral firme.

FRENTE - 34

Apresenta um minério parcialmente xistoso, conferido pela hematita especular (tectônica). Os microporfiroblastos subédricos a euédricos de magnetita estão martitizados em goethita (GG1), e hematita porosa, às vezes com relictos de magnetita. Estes microporfiroblastos são pré-tectônicos ou sintectônicos. A goethita (GG2), não martítica, é mais porosa, o que sugere ter mais fósforo e ser maior geradora de lama.

O quartzo varia de subanguloso a anguloso (rugoso), com grãos soltos, sugerindo uma boa liberação.

Ocorre ainda uma textura alveolar, proporcionada pelos grãos de quartzo cimentados por goethita (GG2). Esse tipo de material, quando cominuído, tende a permanecer no concentrado, agregando valores em fósforo e sílica.

FRENTE - 35

Apresenta um minério bandado, com bandas alternadas, ora de quartzo, ora de minerais-minérios. A lineação é proporcionada por hematita especular. As bandas de minerais-minérios são mais segregadas do que as de quartzo. Normalmente, as de hematita porosa exibem microporfiroblastos euédricos bem desenvolvidos. Existem também outras bandas constituídas de goethita, englobando a hematita especular. O quartzo varia de subanguloso a anguloso (rugoso), e esta liberado da massa de minério.

A hematita da martita tem porosidade de média a alta, o que sugere a geração de certa quantidade de lama rica em ferro. Ressalta-se que a goethita é outro mineral gerador de lama, porém neste caso, isto é interessante, pois ela é hospedeira de fósforo e a lama gerada por ela carrega este elemento para fora do processo.

Os microporfiroblastos de hematita porosa sugerem metamorfismo termal de contato com fase hidrotermal final, o que proporciona também a recristalização do quartzo.

FRENTE - 45

É constituída de um minério bandado, com bandas alternadas, ora de quartzo, ora de minerais-minérios, principalmente hematita porosa anédrica. Nas bandas de quartzo ocorrem cristais subédricos a euédricos de hematita porosa.

O quartzo varia de subanguloso a anguloso (rugoso), de granulometria relativamente grosseira, com grãos soltos, que devem favorecer a liberação. O quartzo foi recristalizado por hidrotermalismo.

O metamorfismo de contato atuou pouco sobre este minério, que é evidenciado pela quase ausência de microporfiroblastos. Isto quer dizer que esta amostra estava mais distante da fonte térmica que atuou nas outras amostras, as quais possuem maiores quantidades de porfiroblastos.

4.2 - Microscopia Eletrônica de Varredura e Microsonda EDS

A microscopia eletrônica de varredura com a microsonda EDS acoplada foi utilizada nos estudos de caracterização mineralógica, com o objetivo de avaliar a composição microquímica dos minerais comuns do minério de Alegria Sul. A partir da identificação da microestrutura pelo microscópio eletrônico, localiza-se exatamente a área de interesse, e com a microsonda, faz-se então a análise química.

Com o intuito de representar a metodologia utilizada, foram escolhidas seções polidas das frentes 04 e 29 exemplificando a microestrutura ilustrada por fotomicrografia a partir do microscópio eletrônico de varredura, onde estão representados os pontos analisados pela microsonda.

A figura 4.5 apresenta a fotomicrografia em microscópio eletrônico de varredura de um fragmento de minério da frente 04, onde foi realizado um perfil microanalítico, e a partir dos resultados das análises químicas pontuais, observa-se que a goethita (GG2) possui teor em silício mais elevado que a hematita porosa da primeira geração (HP).

A figura 4.6 apresenta a fotomicrografia em microscópio eletrônico de varredura de um fragmento de minério da frente 29, ressaltando algumas inclusões claras no quartzo. As análises químicas por microsonda demonstraram que estas inclusões são constituídas basicamente de cálcio (Ca) e fósforo (P). É importante salientar que a participação em massa desses elementos é desprezível, com relação a massa total estudada.

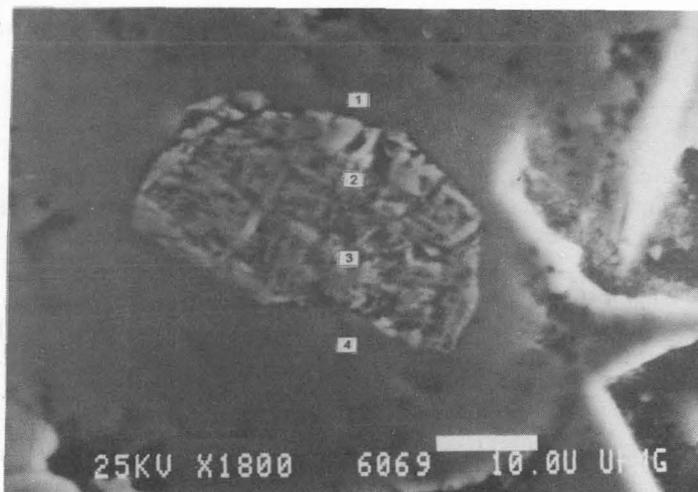


Figura 4.5 - Perfil microanalítico iniciado em goethita, passando por hematita porosa e terminado em goethita.

Aumento: 1800 X

**Análises Químicas Normalizadas
Microsonda Eletrônica**

ÁREA	MINERAL	% Fe	% Si	% Al	% P
1	GOETHITA	95,29	2,56	1,96	0,19
2	HEM.POR.	98,20	0,46	0,42	0,57
3	HEM.POR.	97,38	0,84	2,20	-
4	GOETHITA	95,15	2,13	1,90	0,62

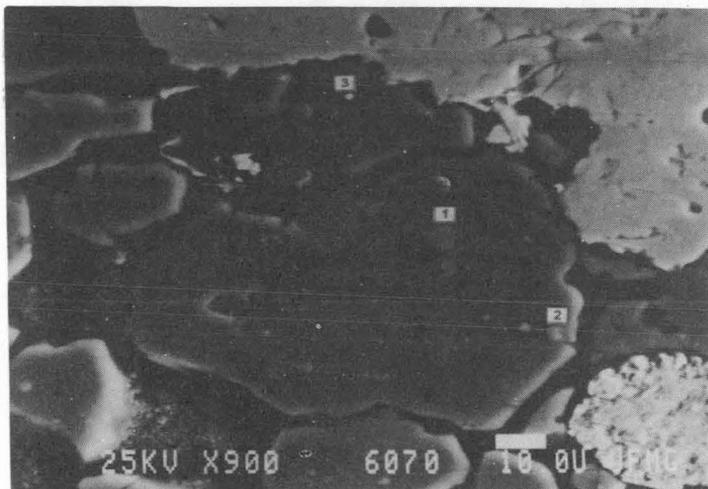


Figura 4.6 - Inclusões claras no quartzo da frente 29.

Aumento: 900 X

Análises Químicas Normalizadas
Microssonda Eletrônica

ÁREA	% Fe	% Si	% Al	% P	% Ca	% Mg
1	0,68	12,95	0,92	24,98	59,86	0,56
2	-	59,05	-	12,66	29,34	-
3	26,22	75,09	0,01	-	-	-

4.3 - Difração de Raios-X

A difração de raios-X foi utilizada na identificação de fases minerais, sobretudo no estudo de deslamagem, visando investigar a presença de argilominerais, potencialmente geradores de lama. O alvo deste estudo foi então a alimentação da deslamagem, a partir da amostra global moída a 90 % passante em malha de 0,149 mm (- 100 #), além do overflow e underflow da deslamagem.

Uma vez feita a preparação, as amostras foram submetidas ao difratômetro Philips, e a partir dos difratogramas, os resultados foram analisados utilizando-se as fichas padrões estabelecidos pelo "International Center for Diffraction Data" (ICDD), conhecido anteriormente por JCPDS (04).

Os resultados dos difratogramas para a alimentação, overflow e underflow da deslamagem da amostra global, reiteram o estudo de microscopia ótica, confirmando a presença marcante de hematita, goethita e quartzo. Apenas o overflow da deslamagem apresentou caulinita, além dos outros minerais já descritos, informação esta que pode auxiliar muito na análise da performance da flotação.

5 - CONCLUSÃO

A microscopia ótica de luz refletida a partir de seções polidas, bem como a microscopia eletrônica de varredura com a microsonda EDS acoplada e a difração de raios-X, apresentam-se como ferramentas eficazes na busca do total entendimento das diferentes frentes de amostragem estudadas, na tentativa de se correlacionar a mineralogia presente com a diferente performance de processo a partir de testes de bancada, como pode ser observado na tabela 5.1.

Tabela 5.1 (VI.1) - Resumo dos resultados da caracterização mineralógica e tecnológica.

PARÂMETROS	F- 04	F- 08	F- 09	F- 10	F- 11	F- 12	F- 29	F- 34	F- 35	F- 45	Global
Dados de ROM											
Tipologia	Ar	Dr	Dm	Dm	Cm	Am	Dp	Ar	Dm	Dr	-
% Participação na Blendagem	3,60	2,93	14,47	14,47	11,89	9,24	16,54	3,60	14,47	8,79	100,00
% +9,5 mm ROM	26,75	25,55	33,53	19,87	25,19	19,34	2,10	41,23	17,99	53,65	26,02
% Fe ROM	47,16	57,31	50,95	50,42	47,98	50,02	35,07	52,65	48,08	47,63	47,51
% SiO2 ROM	29,24	16,75	24,87	26,43	20,21	24,95	47,19	19,19	29,45	29,40	29,27
% Al2O3 ROM	0,33	0,20	0,14	0,20	0,77	0,34	1,25	0,46	0,25	0,19	0,47
% P ROM	0,051	0,032	0,040	0,024	0,054	0,040	0,027	0,018	0,032	0,043	0,034
% PPC ROM	2,88	1,21	2,05	1,22	2,34	3,10	1,36	5,17	1,90	2,59	1,88
Mineralogia											
% Hematita porosa	47,02	85,2	9,23	1,85	83,58	52,55	2,36	3,87	68,01	73,19	51,81
% Hematita especular	0,00	0,11	0,55	54,98	1,11	0,00	0,00	21,88	4,13	0,26	17,98
% Goethita	39,56	11,56	24,81	37,29	7,52	37,48	48,49	62,19	6,59	9,6	12,12
% Magnetita	0,05	0,2	46,24	0,01	0,00	0,19	0,00	0,35	0,00	0,00	0,33
Moagem Primária											
% + 0,149 mm Aliment. moagem	44,27	36,90	46,90	38,70	37,88	43,29	9,78	60,62	51,77	61,27	38,43
% - 0,044 mm Aliment. moagem	17,27	25,48	20,69	23,61	20,06	26,19	47,73	17,85	20,49	10,05	27,10
% - 10µm Alimentação moagem	5,91	1,93	2,60	2,58	3,40	5,07	7,89	3,27	2,52	3,02	4,06
% - 1µm Alimentação moagem	2,16	0,16	0,28	0,23	0,46	0,93	0,91	0,53	0,27	0,58	0,64
Para 20,00%+100# (+0,149mm)											
Produtividade t/h	592,78	700,00	651,36	700,00	651,36	431,19	700,00	353,55	467,61	307,59	510,75
W/mo médio (kwh/st)	3,92	1,57	3,44	2,23	4,60	5,63	0,00	5,80	4,59	6,74	5,25
% +100# Produto moagem	10,35	1,84	8,42	4,55	15,47	10,35	4,38	17,98	12,95	21,02	9,94
% - 325# Produto moagem	46,65	48,52	44,61	45,57	42,78	45,83	59,57	38,17	34,88	38,06	45,72
% - 10 µm Produto moagem	10,97	7,58	6,98	7,33	11,04	12,55	10,30	7,17	6,36	9,14	9,88
Para 10,00%+100# (+0,149mm)											
Produtividade t/h	425,20	700,00	483,43	690,36	423,76	305,70	700,00	293,47	366,48	256,81	435,09
W/mo médio (kwh/st)	4,37	1,94	3,67	2,70	5,34	6,61	0,00	5,45	4,94	6,74	4,46
Deslamagem											
% Lama	8,30	4,00	3,73	3,81	7,21	10,29	6,58	7,35	3,96	7,72	6,44
% Recuperação met. deslamagem	89,70	95,94	98,01	96,09	92,50	87,72	92,37	91,92	95,42	90,74	92,94
Flotação											
% P Alimentação flotação	0,047	0,028	0,032	0,023	0,051	0,037	0,025	0,015	0,032	0,039	0,033
% Fe concentrado	66,68	68,64	68,50	68,67	66,37	65,62	63,06	64,04	68,35	67,23	67,47
% SiO2 concentrado	1,00	0,52	0,84	0,75	1,14	2,09	9,56	1,36	0,69	1,51	0,67
% Al2O3 concentrado	0,27	0,16	0,08	0,13	0,52	0,36	0,73	0,31	0,19	0,13	0,22
% P concentrado	0,065	0,032	0,042	0,030	0,069	0,047	0,038	0,020	0,046	0,053	0,042
% PPC concentrado	3,73	1,17	2,44	1,46	2,90	3,90	1,70	6,03	2,48	2,87	2,36
% SiO2 + Al2O3 concentrado	1,27	0,68	0,92	0,88	1,66	2,45	10,29	1,67	0,88	1,64	0,89
% +0,044 concentrado	66,79	44,91	54,34	47,06	59,22	52,58	36,88	60,51	64,17	71,72	56,70
Blaine concentrado (cm ² /g)	563,00	596,00	532,00	634,00	544,00	675,00	742,00	610,00	537,00	493,00	651,00
% Fe rejeito	19,20	12,71	13,60	12,26	20,65	10,13	14,32	17,61	18,27	5,80	13,27
% Recuperação met. flotação	82,11	95,59	89,16	91,90	81,61	93,65	74,45	91,65	83,52	95,78	89,69
Relação de conc. de P flotação(*)	1,38	1,14	1,31	1,30	1,35	1,27	1,52	1,33	1,44	1,36	1,35
Relação de conc. de P total(**)	1,27	1,00	1,05	1,25	1,28	1,18	1,41	1,11	1,44	1,23	1,20
% Recuperação met. global	73,65	91,71	87,39	88,31	75,49	82,15	68,77	84,24	79,69	86,91	83,36
IP -Índice de Processo(***)	73,65	176,4	104	117,8	66,21	39,31	7,19	61,94	115,5	57,56	124,42
Performance de Processo	PR	PS	PS	PS	PR	PI	PI	PR	PS	PR	PS

Legenda

F = Frente de amostragem

(*) (% P concentrado) / (% P alim. Flotação)

(**) (% P Concentrado) / (% P ROM)

(***) IP = % Rec. Met. Global / % SiO2 Conc.

PI = Performance Inferior (IP < 50)

PR = Performance Regular (50 < IP < 100)

PS = Performance Superior (IP > 100)

Dr=Itabirito Dolomítico rico (% Fe > =

Dm=Itabirito Dolomítico médio (40 < %Fe < 50)

Dp=Itabirito Dolomítico pobre (%Fe < = 40)

Cm=Itabirito Compacto médio (40 < %Fe < 50)

Am=Itabirito Anfibolítico rico (% Fe > = 50)

Am=Itabirito Anfibolítico médio (40 < %Fe < 50)

Ap=Itabirito Anfibolítico pobre (%Fe < = 40)

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 01) BRANDÃO, P. R. G.. Técnicas de Instrumentação e Análise. Belo Horizonte: E. Engenharia da UFMG, 1994. (Notas de aula).
- 02) GOMES, C. B. Técnicas Analíticas Instrumentais Aplicadas à Geologia - Capítulo V - Instituto de Geociências da USP - São Paulo, 1984.
- 03) CASQUET, R. Q. - Difração de Raios-X - Trabalho da Disciplina "Técnicas de Instrumentação e Análise". Belo Horizonte: E. Engenharia da UFMG, 1994.
- 04) JCPDS - Joint Committee on Powder Diffraction Standards Data Book. 1st. ed., Philadelphia, 1974.

"MINERALOGICAL CHARACTERIZATION, METHODOLOGY AND THECHNIQUES UTILIZED TO ITABIRITIC IRON ORE OF SOUTH ALEGRIA MINE, OURO PRETO - MG."

ABSTRACT

In mineral investigations are utilized various techniques as well as instruments to identify mineral species, its physical characteristics, chemical, microstruturals, quantitative evaluation, granulometry, etc. Starting with a specific work of mineralogical characterization of the South Alegria Mine of SAMARCO MINERAÇÃO S.A., intends to show a practical example of the application of the methodology and techeniques aiming to increase the mineralogical knowledge of the itabiritic iron ore, allowing a better utilization of nonrenewable natural resources and guaranting the quality of the final product (Concentrate and Pellets).

Key Words: mineralogical characterization and iron ore.