

# **ESTUDO DA DISPERSÃO, DESLAMAGEM E FLOTAÇÃO DE MINÉRIO DE FERRO**

P. G. F. Machado<sup>1</sup>, A. R. Totou<sup>2</sup>, C.A. Pereira<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Engenharia de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto  
Campos Morro Cruzeiro, Ouro Preto, MG, 35400-000. e-mail : pgfmachado@yahoo.com.br

## **RESUMO**

O presente trabalho teve como objetivo estudar o estado de agregação das partículas na polpa do minério itabirítico e a sua influência nos produtos de deslamagem e flotação do mesmo. Foram realizados ensaios de dispersão utilizando cinco reagentes dispersantes, sendo quatro deles dosados em função da massa (g/t), e um, NaOH, em função do pH. Determinado os graus de dispersão para cada reagente, foram realizadas deslamagens de amostras desse minério na presença dos dispersantes nas condições que proporcionaram um maior nível de estabilidade da polpa. A lama gerada nesse processo foi recolhida e enviada para análise granulo química e o afundado foi preparado e submetido a testes de flotação em bancada. Foi constatada a influência em questão e o hexametáfosfato de sódio e o hidróxido de sódio mostraram-se mais eficientes durante os ensaios de dispersão, deslamagem e flotação desse minério, proporcionando concentrados de melhor qualidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** dispersão; deslamagem; flotação; seletividade.

## 1. INTRODUÇÃO

Apesar das controvérsias encontradas na literatura, alguns autores classificam as lamas como partículas de diâmetro inferior a 10  $\mu\text{m}$ .

Materiais nessa faixa granulométrica acarretam vários efeitos nocivos no que tange aos processos de beneficiamento mineral. Aumentam o consumo de reagentes, devido à grande área superficial, e alteram as características superficiais das outras partículas devido ao recobrimento das mesmas pela lama, fenômeno conhecido como “slime coating”. Isso tem como consequência a perda de seletividade no processo e uma variação indesejável na qualidade dos produtos.

Uma prática industrial bastante utilizada com o intuito de minimizar esse problema é a realização de deslamagem, que pode ser definida como a remoção de lamas (Chaves, 2002), indesejáveis aos processos subsequentes do tratamento (por exemplo, flotação). Outra importância dessa operação no que tange o minério de ferro é a remoção de minerais de alumínio e fósforo que são altamente prejudiciais no processamento metalúrgico desse metal.

A prática mostra que um fator essencial para se conseguir uma deslamagem eficiente é a obtenção de um nível de dispersão satisfatório na polpa. Para isso são utilizados agentes modificadores, denominados dispersantes, que tem a finalidade de modificar a carga superficial das partículas de modo a promover uma maior repulsão entre elas (Silva 94), aumentando assim, o grau de estabilidade termodinâmica do sistema. Uma maneira simples e onerosa de se obter isso, que é aplicada em várias usinas de beneficiamento do Brasil, é elevar o pH da polpa mediante a adição de soluções de hidróxido de sódio.

Este trabalho foi desenvolvido com a finalidade de estudar o estado de agregação das partículas na polpa de minério de ferro itabirítico, na presença de alguns reagentes, e a sua influência nos produtos de deslamagem e flotação do mesmo.

## 2 – METODOLOGIA

### 2.1- Amostra

As amostras de minério itabirítico utilizadas nesse trabalho foram obtidas através da classificação mecânica, fluxo overflow do classificador em espiral onde 90 % das partículas estão abaixo do diâmetro de corte em 0,15 mm. O material, recebido sob a forma de polpa, foi transferido para tabuleiros de metal e seco em estufa a 104°C. Depois de seco, foi homogeneizado e quartado, gerando amostras de 3 kg, segundo o fluxograma representado na Figura 1.

Foram realizadas análises granulo química. O teste granulométrico foi realizado utilizando o seguinte conjunto de peneiras: 2,4; 1,0; 0,50; 0,25; 0,15; 0,106; 0,075 e 0,045 mm. O procedimento foi realizado a úmido com o auxílio de um peneirador vibratório suspenso de laboratório do tipo “Ro-Tap”. O resultado da distribuição granulométrica é apresentado na Figura 2.

A caracterização química foi realizada através do método de fluorescência de raios-X e os resultados são apresentados na Tabela I.

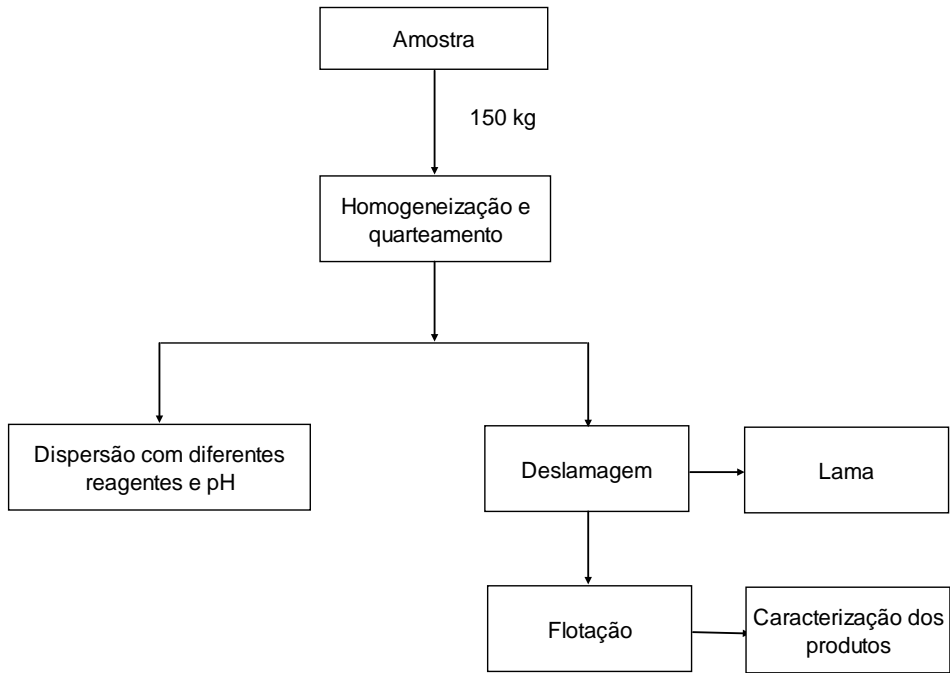


Figura 1 – Fluxograma de preparação das amostras

Tabela I. Análise química global

Análise Química Global (%)								
Fe	SiO <sub>2</sub>	P	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Mn	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	PPC
58,69	11,53	0,073	1,63	0,081	0,139	0,009	0,062	2,00

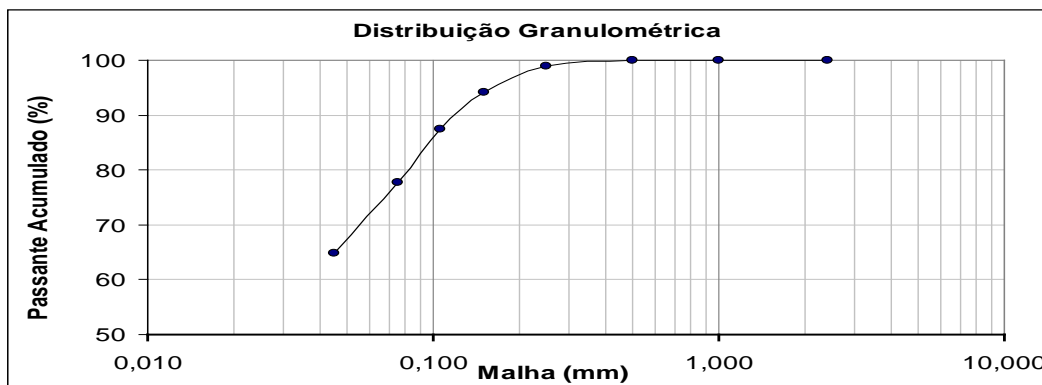


Figura 2 - Distribuição granulométrica da amostra de minério estudada.

## 2.2-Testes de dispersão

Inicialmente, foram realizados experimentos com a finalidade de determinar o grau de dispersão das partículas diante da presença de alguns reagentes. Os agentes dispersantes estudados foram hexametáfosfato de sódio, silicato de sódio, poliácrlato, metassilicato de sódio, em concentrações variando de 300g/t à 1100g/t, e o hidróxido de sódio, que foi dosado em função do pH, variando do pH natural da polpa até pH 11.

Para isso, foi tomada uma amostra de 3kg, realizou-se homogeneização e quarteamento da mesma de modo que se obteve novas amostras com 5g cada, as quais foram direcionadas para os testes de dispersão.

Em cada teste, adicionou-se 200 ml de polpa contendo 5g de minério em um tubo de sedimentação de vidro, cujas dimensões são 4,5 cm de diâmetro e 18,5 cm de altura, com uma saída de 0,5 cm de diâmetro para o sobrenadante a 1,5 cm do fundo do tubo.

Após a adição da polpa no tubo e a dosagem do reagente na concentração pré-determinada, o sistema foi agitado com o auxílio de um agitador magnético por 5 minutos. Passado esse tempo, o agitador foi desligado para que a polpa entrasse em regime de sedimentação por 1 minuto. Depois desse intervalo, o sobrenadante era esgotado através do orifício situado próximo da base do tubo. O afundado e o sobrenadante foram coletados em recipientes diferentes, filtrados em filtros de papel, secos em estufa e pesados.

O índice de dispersão nos sistemas foi calculado conforme a equação (1).

$$GD = \frac{MS}{MS+MA} * 100$$

Equação (1)

Onde: MA= massa do afundado em gramas

MS= massa do sobrenadante em gramas

### 2.3- Deslamagem

Os testes de deslamagem em bancada foram realizados em dois estágios, utilizando os reagentes dispersantes propostos. Os testes de dispersão apontaram as concentrações ótimas, que proporcionaram maior estabilidade.

Nesses ensaios, trabalhou-se com 43L de polpa a 21% de sólidos em balde plástico de 53L. O reagente utilizado em cada teste foi adicionado na concentração pré-estabelecida e o sistema foi agitado com auxílio de uma furadeira adaptada durante 5 minutos. Transcorrido esse tempo, permitiu-se que o sistema ficasse em regime de sedimentação por 2 minutos. Passado esse intervalo, o sobrenadante foi sifonado através de uma mangueira e coletado em um recipiente separado. Então, o nível da água era completado até o volume inicial e executava-se o segundo estágio de deslamagem.

O afundado da deslamagem foi destinado aos ensaios de flotação e a lama foi submetida a testes granulo químicos.

### 2.4 - Flotação

Os testes de flotação foram realizados em uma cuba de 2,5 L, a 40% de sólidos. Foram utilizados amido de mandioca (800g/t) e amina (25g/t), como depressores e coletores, respectivamente, em todos os testes. O tempo de condicionamento para o amido e para a amina foi de 1 e 3 minutos, nessa ordem, e o tempo de coleta foi de 5 minutos. Os materiais oriundos desses ensaios, afundados e flotados, foram secos em estufa a 104 °C e enviados para análise química dos mesmos.

### 3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os primeiros testes realizados apontaram uma maior estabilidade das partículas quando se usou o hexametáfosfato de sódio, na concentração de 900g/t, e o hidróxido de sódio (pH 9.8). Já o poliacrilato, o silicato e o metassilicato de sódio, apesar de não terem apresentado bons resultados, mostraram-se mais eficientes nas concentrações 700g/t, 900g/t e 1100g/t, respectivamente.

Os resultados dos ensaios de dispersão estão apresentados nas Figuras 3 e 4 a seguir.

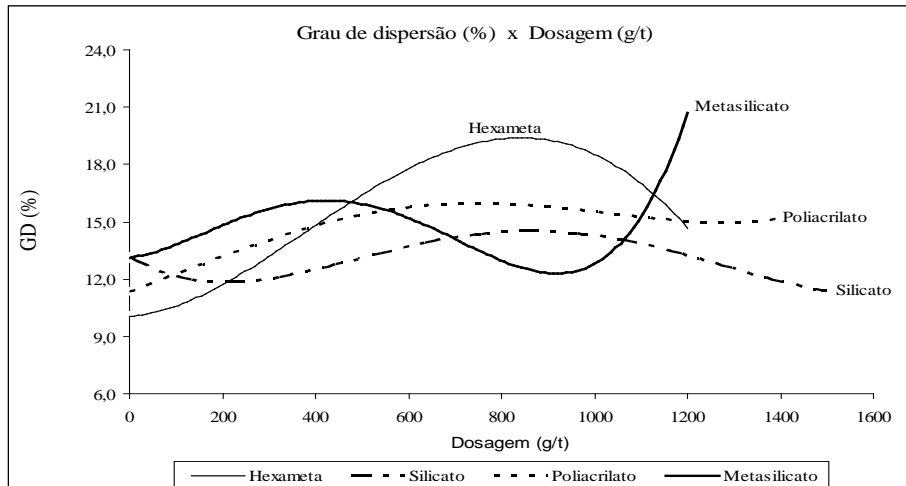


Figura 3- Grau de dispersão em função da dosagem específica de reagentes.

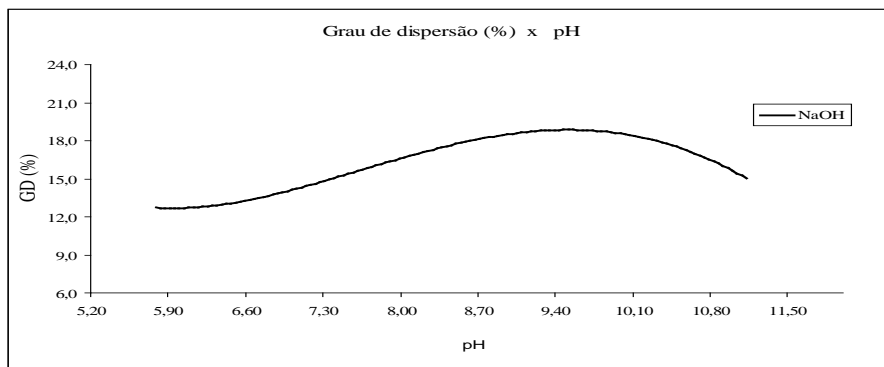


Figura 4- grau de dispersão em função do pH.

As lamas geradas nas etapas de deslamagem foram analisadas através de granulômetro a laser e os resultados estão expostos na Figura 5. Pode-se observar que o hidróxido de sódio e o poliacrilato foram aqueles que propiciaram a remoção de partículas de menor granulometria.

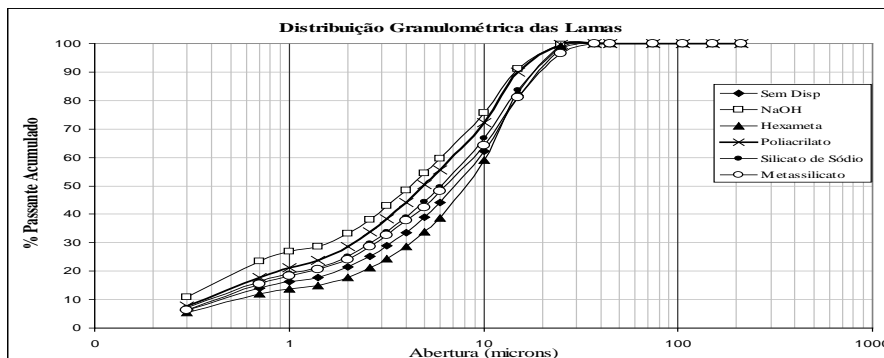


Figura 5- Distribuição granulométrica das lamas

De acordo com os resultados da caracterização química das lamas, Tabela II, observa-se que o silicato de sódio proporcionou a remoção de uma quantidade relevante de material fino, com teor de ferro menor que os demais reagentes. Note-se também que o hidróxido de sódio e o hexametáfosfato de sódio, apesar de propiciarem a remoção de uma quantidade de lama menor que o silicato, mostraram-se mais eficientes no que se diz respeito à eliminação de fósforo e alumina. Vale a pena ressaltar que a deslamagem na ausência de agentes dispersantes gerou uma quantidade de lama relativamente pequena, com alto teor de Fe e baixos teores de P e Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, caracterizando uma deslamagem pouco eficiente.

Tabela II – Quantidade de lama removida e análise química das mesmas

Reagente Dispersante	% Lama	Análise Química (%)					
		Fe	SiO <sub>2</sub>	P	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Mn	PPC
Sem Dispersante	5,29	56,22	6,37	0,182	5,37	0,210	6,67
Soda Cáustica	7,94	54,08	6,61	0,235	6,50	0,266	7,96
Hexametáfosfato	9,03	55,18	6,42	0,217	6,41	0,233	6,78
Silicato de Sódio	14,77	53,62	6,35	0,204	5,59	0,233	9,95
Poliacrilato de Sódio	15,15	55,92	6,47	0,195	5,44	0,223	7,00
Metasilicato de Sódio	14,60	55,81	6,32	0,201	5,35	0,232	7,36

A análise da Tabela III permite-nos inferir que a deslamagem na ausência de reagentes não apresentou bons resultados, pois as recuperações metálicas e em massa foram baixas, e apesar de se observar uma quantidade satisfatória de Fe no concentrado, a seletividade no processo foi ruim. Dentre os dispersantes estudados, o hexametáfosfato e o hidróxido de sódio destacaram-se por proporcionar processos mais seletivos e concentrados com teores de alumina relativamente menores. Já o silicato e o metassilicato propiciaram altas recuperações metálicas e em massa, mas apresentaram menor seletividade, devido aos teores significativos de SiO<sub>2</sub> no concentrado. O poliacrilato não apresentou resultados interessantes como dispersante para o minério estudado.

Tabela III – Recuperações dos processos e química dos concentrados

Reagente Dispersante	Amina (g/t)	Amido (g/t)	Recuperação Flotação(%)		Recuperação Global(%)		Química do Concentrado (%)				IS Gaudin
			Massa	Met.	Massa	Met.	Fe	SiO <sub>2</sub>	P	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
Sem Disp	25	800	54,89	67,92	52,17	64,82	67,21	0,88	0,062	0,686	7
NaOH	25	800	63,18	62,02	57,57	61,57	67,55	0,48	0,057	0,630	9
HEXA	25	800	58,01	69,87	54,71	59,32	67,43	0,51	0,061	0,600	10
Poliacrilato	25	800	57,49	59,30	44,47	62,05	66,68	1,72	0,057	0,685	5
Silicato	25	800	70,16	78,54	56,55	76,74	66,91	1,16	0,055	0,680	8
Metasilicato	25	800	67,79	77,32	62,79	75,76	67,09	1,13	0,059	0,656	7

#### 4 - CONCLUSÃO

Os resultados obtidos nesse trabalho evidenciaram a influência do grau de dispersão das partículas diante dos processos de deslamagem e flotação do minério em análise. Isso é comprovado quando se observa que o hexametáfosfato de sódio e o hidróxido de sódio, que proporcionaram maior estabilidade termodinâmica ao sistema, foram os que se mostraram mais eficientes na remoção de contaminantes (P e Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) durante os processos de deslamagem, e propiciaram, também, uma maior seletividade nos ensaios de flotação, o que acarretou na produção de concentrados de qualidade superior aos demais.

## **5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Chaves, A. P., Leal Filho, L. S. *Tratamento de minérios*. 3.ed. Rio de Janeiro: Luz, A. B. , CETEM/MCT, 2002, p.411-455.

Silva, G. M. A. Estudo sobre o estado de agregação de suspensões de um minério de ferro. Dissertação de mestrado. Curso de Pós-graduação em engenharia metalúrgica e de minas, Universidade Federal de Minas Gerais, 145 p.