

INCORPORAÇÃO DA LAMA ABRASIVA DE GRANITOS EM BENTONITA PARA PELOTIZAÇÃO DE MINÉRIO DE FERRO.

Ana Renata Mendes de Lima ¹
Antônio Augusto Pereira de Souza ²

RESUMO

A recente preocupação ambiental, resultando em leis cada vez mais rígidas, além da necessidade de aproveitar economicamente os resíduos e as partículas finas geradas no beneficiamento de minérios fez com que a briquetagem voltasse a ser uma importante alternativa para aglomerar valor econômico a esses “rejeitos”. Tomando como base o setor de minerais não-metálicos do Estado da Paraíba, com o beneficiamento de rochas ornamentais, em especial o granito, que gera uma série de resíduos que causam impactos ambientais, dentre eles a lama abrasiva, que provoca contaminação dos corpos hídricos, colmatação do solo, poluição visual e estética, dentre outros, devido a sua composição química. A possibilidade de redução dos resíduos gerados nos processos industriais apresenta limitações financeiras, limitações técnicas e de mobilidade de adequação de processos para as empresas, de forma que os resíduos sempre existirão, seja em pequena ou em larga escala. Incorporação é a solução para não descartar o rejeito de rocha mineral direto no meio ambiente, incorporando-o a Bentonita que é uma argila mineral, com papel de grande importância para o processo de pelletização de minério de ferro. A adição de aglomerantes à mistura que se deseja pelletizar é necessária para aumentar a viscosidade da fase líquida dentro dos capilares, manter a coesão das pelotas e aumentar a resistência das pelotas tratadas termicamente.

Palavras-chave: Sustentabilidade, Bentonita, Lama Abrasiva.

INTRODUÇÃO

Sabemos que, a mineração é a maior fornecedora de produtos para uso do homem no seu cotidiano, e esses minerais que são utilizados, passam por etapas de beneficiamento, ou seja, tratamento para poder chegar no nosso uso diário.

Minério é toda rocha constituída de um mineral ou agregado de minerais contendo um ou mais minerais valiosos, que podem ser aproveitados economicamente.

A caracterização de minérios é uma etapa fundamental para o aproveitamento de um recurso mineral de forma otimizada, pois fornece ao engenheiro os subsídios mineralógicos e texturais necessários ao correto dimensionamento da rota de processo, ou permite identificar, com precisão, ineficiências e perdas em processos existentes, possibilitando a otimização do rendimento global de uma planta.

Neste caso, a caracterização mineralógica é melhor conhecida como mineralogia de processos. A caracterização mineralógica de um minério determina e quantifica toda a assembléia mineralógica,

¹ Graduando do Curso de **Química Industrial** da Universidade Estadual da Paraíba - PB, reenaataamendes@gmail.com

define quais são os minerais de interesse e de ganga, bem como quantifica a distribuição dos elementos úteis entre os minerais de minério, se mais de um.

Além disso, estuda as texturas da rocha, definindo o tamanho de partícula necessário para liberação do(s) minera(is) de interesse dos minerais de ganga, e ainda define diversas propriedades físicas e químicas destes minerais, gerando informações potencialmente úteis na definição das rotas de processamento.

A pelletização dos finos de minério de ferro é um processo de aglomeração, que passa por um tratamento térmico, o ligante mais utilizado para a produção das pelotas é a bentonita.

A Bentonita, é classificada como um mineral verde ou mineral ambiental, pois se trata de uma argila coloidal constituída predominantemente por esmectita, montmorillonita sódica, com capacidade de adsorver grande quantidade de água, formando uma massa volumosa, semelhante a uma gelatina, o aspecto gelatinoso diminui a distância entre as partículas minerais, aumentando as forças de Van der Waals e, em consequência confere resistência as pelotas, por outro lado, a utilização de bentonita incorpora alumina e sílica na pelota que são contaminantes.

A adição de aglomerantes à mistura que se deseja pelletizar é necessária para aumentar a viscosidade da fase líquida dentro dos capilares, manter a coesão das pelotas e aumentar a resistência das pelotas tratadas termicamente. A bentonita é um aglomerante clássico, na pelletização de minério de ferro, na dosagem de 0,5% a 0,7% sobre a massa seca de minério.

Conforme Valenzuela-Díaz et al., (1992), bentonita é uma argila constituída principalmente por um ou mais argilominerais do grupo das esmectitas não importando qual seja a origem geológica

No setor de rochas ornamentais existe uma significativa preocupação nos aspectos da poluição e da quantidade de rejeitos que existe ao fim de cada processo. Desses rejeitos, os mais problemáticos, em termos ambientais, são aqueles gerados nas serrarias (rejeitos de serrarias), que são constituídos, basicamente, de finos (pó) das rochas que são serradas e água, podendo ter outros contaminantes como ferro e cal. O efluente gerado em teares convencionais é a chamada lama abrasiva, contendo alto teor de ferro, devido ao uso da granalha de ferro ou aço, usada na serragem dos blocos de granito (CAMPOS et al., 2009).

Os rejeitos na cadeia produtiva de rochas ornamentais são classificados, normalmente, por tamanho, em grossos, finos e ultrafinos. Os rejeitos grossos são encontrados: nas pedreiras, nas serrarias e nas marmorarias. Os rejeitos finos e ultrafinos são formados por ocasião do corte da rocha e nas atividades de acabamento (polimento e outros) (CAMPOS et al., 2009).

O processo de infiltração da água e sua movimentação no perfil do solo ainda é um assunto desconhecido no caso dos efluentes de lama abrasiva, mas dentre as várias possibilidades esses rejeitos podem alterar as condições naturais do subsolo e do lençol de água subterrâneo (BABISK, 2009).

A pelletização é um processo de aglomeração que visa o aproveitamento da fração ultrafina de minério de ferro de concentrados ou de minérios naturais, transformando-a em pelotas, com características de qualidade adequadas à utilização em altos-fornos e reatores de redução direta. A composição química das pelotas busca preencher características específicas da carga metálica dos reatores industriais, ao passo que as propriedades físicas e metalúrgicas são determinadas, baseadas no seu comportamento durante o transporte, manuseio e processamento metalúrgico (COSTA, 2008).

METODOLOGIA

Coleta e preparação da amostra

A argila bentonita de característica sódica (ativada) foi coletada em uma empresa de Bentonorte, Soledade – PB. Antes do início dos testes, houve a pulverização da amostra com almofariz e pistilo e posterior peneiramento em malha 0,075mm por 2 minutos. Preparação realizada de acordo com a norma CEMP (Comissão de Ensaio de Matéria Prima) 109. Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Tecnologia Química (LETEQ), e do Laboratório de Química Aplicada da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Determinação do pH

Para medir o pH da amostra foi necessário a solubilização segundo ABNT NBR 10006/2004. Foi pesado 20 g da amostra seca e em um béquer de 200 mL adicionou-se 100 mL de água destilada, com um agitador mecânico a amostra foi agitada em baixa rotação durante 5 minutos. Devidamente coberta a amostra foi deixada em repouso por sete dias a temperatura ambiente, logo após, filtrou-se com o auxílio de um filtro a vácuo e mediu-se o pH do extrato solubilizado com o auxílio de um pHmetro previamente calibrado.

Teor de umidade (CEMP 105)

A análise do teor de umidade foi realizada em conformidade com os requisitos da norma CEMP 105. Foi pesado 10 g da amostra no vidro relógio em uma balança analítica, em seguida, colocada na estufa a 120 °C durante vinte e sete horas. Logo após colocou-se no dessecador por 30 minutos e assim pesou-se a amostra, a tara foi anotada e os cálculos foram realizados utilizando a equação (1).

$$\%U = \frac{Mu - Ms}{Ms} \times 100$$

(1)

Onde: U (%)= Teor de umidade; Mu (g)= Massa úmida; Ms (g)= Massa seca.

Densidade aparente

Inicialmente tarou-se uma proveta graduada de 50 mL vazia em uma balança de precisão. Foi introduzida cuidadosamente na proveta cerca de 25 mL da amostra do pó, bateu-se 3 vezes a proveta contra uma superfície de dura com cerca de 2,5 cm de altura em intervalos de 2 segundos entre as batidas. Após as “batidas” foi realizada a leitura do volume obtido, assim, pesou-se a proveta cheia e subtraiu-se o valor obtido pela tara da proveta

obtendo o resultado correspondente à massa da amostra. Com a massa da amostra em gramas (g) e o volume aparente em mililitros (mL) realizou-se os cálculos utilizando a equação (2) e a conversão para kg/m³ foi feita multiplicando o valor por 1000.

$$D_{ap} = \frac{m}{V_{ap}} \quad (2)$$

Onde: D_{ap} (g/mL)= Densidade aparente; m (g)= Massa da amostra; V_{ap} (mL)= Volume aparente.

Densidade absoluta

De acordo com a metodologia adaptada de Silva (2007), pesou-se o picnômetro vazio, previamente limpo e seco. Encheu-se o picnômetro com água até transbordar, secou-se a água da superfície externa e em seguida, foi realizada a pesagem, em balança semi analítica, do picnômetro com água. A amostra foi adicionada no picnômetro até o máximo e, em seguida, uma nova pesagem foi realizada. Com os valores das três pesagens, os cálculos foram efetuados com o auxílio da equação:

$$D = \frac{m_2 - m_1}{m_3 - m_1} \quad (3).$$

Onde: m_1 (g)= Massa do picnômetro vazio; m_2 (g)= Massa do picnômetro com a amostra; m_3 (g)= Massa do picnômetro com água.

DESENVOLVIMENTO

Aglomerção é o termo geral empregado para designar operações aplicadas a materiais de granulometria fina para transformá-los em corpos, ou fragmentos coesos, por meio da ligação rígida e consolidação de suas partículas, entre si, por meio de mecanismos físicos e/ou químicos, conferindo-lhes tamanho e forma adequados ao uso.

O conceito de granulometria fina na indústria mineral, depende muito do minério envolvido. Assim, no beneficiamento convencional de carvão, as partículas com tamanho inferior a 0,6 mm são consideradas finas. Entretanto, no beneficiamento de minério de ferro, a fração fina, não aproveitada pelo processo de flotação, pode apresentar partículas menores do que 20 µm. Dessa forma, não é simples generalizar o conceito de fração fina.

A escolha do processo ideal depende de uma análise cuidadosa e exaustiva, considerando parâmetros que definem as características físicas e químicas do material, o volume anual de material a ser processado, o investimento, os custos operacionais, entre outros.

No processo de aglomeração de partículas finas em prensas, as forças de atração molecular de Vander Waals apresentam forte influência na união das partículas. Entretanto, somente tornam-se efetivas quando a distância entre as partículas é reduzida pela ação de uma força externa elevada.

De uma forma geral, a amostra é inicialmente britada e moída a um tamanho de partícula máximo (top size). Este procedimento é necessário para garantir a representatividade da amostra de cabeça e das suas diversas alíquotas, e frequentemente a amostra recebida já foi cominuída o suficiente.

Quando informações e/ou observações preliminares indicam, pela granulação dos minerais, que a liberação só poderia ocorrer em tamanhos de partícula bem inferiores aos da amostra a ser caracterizada, o top size da amostra pode ser reduzido para diminuir o número de peneiras, e consequentemente, de alíquotas a serem analisadas.

Quando se adota uma margem de segurança razoável na definição do top size, de maneira que a liberação ocorra dentro do conjunto das faixas de tamanho de partícula utilizadas, não há perda de informação, a representatividade da amostra é mantida, e a quantidade de trabalho despendida pode ser bem reduzida.

A cominuição da amostra deve evitar, ao máximo, a produção de finos; a maneira de se obter o melhor resultado depende das características do minério, e usualmente uma combinação de britador de mandíbulas, seguido de britador de rolos, com 88 Caracterização Tecnológica de Minérios – Parte II CETEM progressivo fechamento das mandíbulas/rolos e retirada do material passante na peneira selecionada entre as operações unitárias, produz um bom resultado.

Quando a quantidade de material retido não permitir mais o uso dos britadores, pode-se usar um grau, moinho de disco ou outro.

Para a caracterização, normalmente se trabalha em escala microscópica, apesar das observações em escala mesoscópica (amostras de mão) serem muito úteis, permitindo a identificação de boa parte dos minerais mais importantes. Os métodos mais empregados para identificação dos minerais nesta escala são as microscopias ópticas (lupa, microscópio estereoscópico, microscópio petrográfico de luz transmitida e de luz refletida) e eletrônica, e a difração de raios X.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com as especificações da Companhia da Vale do Rio Doce – CVRD para bentonita de alta sílica usada na pelotização de minério de ferro (LUZ; OLIVEIRA, 2008) baseadas em análises físicas e químicas, sendo estas não padronizadas e com vários ensaios utilizados (ELZEA; MURRAY, 1994), avaliou-se as propriedades físico-químicas das amostras.

Determinação do pH

A Tabela 1 apresenta os resultados da determinação de pH para as amostras preparadas, assim como, sua respectiva especificação.

Tabela 2 - Resultados de pH para as amostras de Bentonita

Parâmetro	Amostra B10	Amostra B20	Amostra B30	Média dos Resultados	Especificação (CRVD)
pH	9,32	9,73	9,51	9,52	9,5 mín

Fonte: Própria (2019)

De acordo com a Tabela 1, obteve-se um pH de 9,52, resultado bem satisfatório, visto que foi um experimento realizado mais de uma vez, a fim de se obter o valor ideal.

Teor de Umidade (CEMP 105)

Está expresso na Tabela 2 os valores obtidos na análise do teor de umidade de acordo com a norma CEPM 105 e as especificação correspondente.

Tabela 2 - Resultados do teor de humidade para as amostras de bentonita.

Parâmetro	Amostra B10 (%)	Amostra B20 (%)	Amostra B30 (%)	Média dos Resultados (%)	Especificação (CRVD) (%)
Umidade	9,87	11,31	12,74	11,30	12% máx

Fonte: Própria (2019)

Submetemos as amostras com a portentagem individual, e obtvemos resultados satisfatórios, para chegarmos a conclusões sólidas e compararmos, cada uma delas com o parâmetro proposto.

Densidade Aparente e densidade absoluta

Para os resultados da análise de densidade aparente e densidade absoluta, a Tabela 3 apresenta os valores obtidos e as especificações esperadas para cada uma.

Parâmetro	Amostra B10	Amostra B20	Amostra B30	Média dos Resultados	Especificação (CRVD)
Densidade Aparente (kg/m ³)	808,3	782,4	750,9	780,53	961,20 mín
Densidade Absoluta	2,19	2,37	2,29	2,28	2,4-2,5

Fonte: Própria (2019)

As três amostras obteve comportamento abaixo do esperado, resultado esse que tem influência do meio ambiente no qual as amostras são expostas e fatores externos, como peso das vidrarias utilizadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos com o estudo da amostra de bentonita do estado da Paraíba para viabilidade da utilização no processo de pelletização de minério de ferro, pode-se concluir:

*O pH sendo básico, não atendeu em todas as amostras as especificações da Companhia da Vale do Rio Doce (CVRD), estabelecido de no mínimo 9,5, por utilização de uma metodologia distinta segundo a norma ABNT NBR10006/2004.

* O teor de umidade apresentado pela amostra de bentonita analisada apresentou um ligeira de diferença de 1% quando comparado ao valor da especificação, que estabelece até 12% no máximo de umidade, acredita-se que o armazenamento da matéria prima seja o fator responsável. As análises de densidade aparente e densidade absoluta apresentaram comportamento distintos em relação ao especificado que determina valores de 961,20 kg/m³ no mínimo e 2,4 – 2,5, respectivamente, enquanto a primeira obteve-se um valor inferior ao esperado, a segunda praticamente atendeu a recomendação da CVRD, mas ainda não chegamos ao necessário.

* Ao longo dos estudos, se obteve sucesso nos ensaios realizados ressaltando que necessita-se fazer melhorias quanto aos ensaios e de ambiente mais adequado para a realização dos testes a fim de se obter resultados mais conclusivos.

REFERÊNCIAS

- 1) CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL - CETEM MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA - MCT (RIO DE JANEIRO 2010).
- 2) A. R. V. SILVA E H. C. FERREIRA./ REVISTA ELETRÔNICA DE MATERIAIS E PROCESSOS / ISSN 1809-8797 / V.3.2 (2008).
- 3) AVALIAÇÃO DO USO DE COMBINAÇÃO DE AGLOMERANTES DA PELOTIZAÇÃO DE CONCENTRADO DE MAGNETITA PELA TECNOLOGIA DE AGLOMERAÇÃO EM TAMBOR. (2011).
- 4) PROPRIEDADES TÉRMICAS DE COMPÓSITOS DE PROPILENO E BENTONITA ORGANOLÍFICA. (EPUB. 18 DE OUTUBRO DE 2012).
- 5) CARACTERIZAÇÕES DE ARGILAS BENTONÍFICAS E SÍNTESE DE ARGILAS ORGANOFÍLICAS PARA USO EM NANOCOMPÓSITOS POLIMÉRICOS (2013).

6) ARGILAS BENTONÍICAS: CONCEITOS, ESTRUTURAS, PROPRIEDADES, USOS INDUSTRIAIS, RESERVAS, PRODUÇÃO E PRODUTORES/FORNECEDORES NACIONAIS E INTERNACIONAIS (2008).