

## CARACTERIZAÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE MINERAIS NÃO METÁLICOS

Maria Barbosa da Silva Cordeiro<sup>1</sup>  
Prof. Dr. Antônio Augusto Pereira de Sousa<sup>2</sup>

### RESUMO

Este trabalho tem como objetivo mostra um pouco sobre como ocorre à caracterização de alguns minerais não metálicos e como é feito o controle de qualidade do produto final, depois de caracterizado. Destacando suas propriedades estruturais, físicas e possíveis utilização. Sendo possível realizar coletas direto das jazidas e a partir daí realizar essa caracterização e classificação por análises físicas simples, com teor de umidade, granulometria, gelatinização, capacidade de inchamento, absorção, resistência e formação de aglomerados, teste de queima, teste de cobertura. Sendo possível observar que todos os minerais não metálicos em estudo abrangem diversas áreas de utilização, podendo ser aplicados de acordo com suas propriedades físicas, as áreas de sondagem de poços, indústrias cerâmicas, indústrias de papel, indústrias de tintas e revestimentos, pet litter, indústrias de cimento, indústrias metalúrgicas, alimentação animal, agricultura, cosméticos, entre outras diversas.

**Palavras-chave:** Minerais não metálicos, caracterização, Controle de qualidade, análise físicas, ampla utilização.

### INTRODUÇÃO

Os minerais são classificados e denominados de acordo com a sua composição química e sua estrutura cristalina. Com essa distinção, os materiais que possuem a mesma composição química podem compor minerais totalmente diferentes em resultado de pequenas diferenças estruturais na forma como os seus átomos ou moléculas se arranjam espacialmente. Os minerais variam quanto a sua composição desde os elementos químicos aos silicatos complexos com milhares de formas conhecidas. Deste modo podemos classificar os materiais em dois grupos: os minerais metálicos e os minerais não metálicos, há ainda os recursos energéticos fósseis que não se encaixam nessas duas classificações anteriores.

Minerais metálicos: são aqueles que contêm em sua composição elementos físicos e químicos de metal, eles possibilitam uma leve condução de calor e eletricidade. Exemplos: ferro, alumínio e cobre.

<sup>1</sup> Graduando do Curso de Química Industrial da Universidade Estadual da Paraíba- UEPB, [lyly.barbosa@hotmail.com](mailto:lyly.barbosa@hotmail.com);

<sup>2</sup> Prof. Dr. do Departamento de Química do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, [aauepb@gmail.com](mailto:aauepb@gmail.com).

Minerais não metálicos: são aqueles que não contêm em sua composição as propriedades de metal. Normalmente os minerais não metálicos podem ser utilizados em processos industriais diretamente após sua extração ou após algum tratamento. Entre os minerais não metálicos estão argilas, pedras como, por exemplo, o diamante, calcário e areia, diversos sais, substâncias de grande utilidade industrial.

Em nosso país, o processo de mineração teve início no final do século XVII, durante esse período os bandeirantes de São Paulo descobriram que essas riquezas minerais estavam presentes em nosso solo. A indústria extrativa mineral brasileira é bastante diversificada. Há pelo menos 55 minerais sendo explorados atualmente no Brasil, cada qual com uma dinâmica de mercado singular. O Estado da Paraíba apresenta uma gama de riquezas minerais, as quais possuem uma grande importância para os diversos segmentos industriais, na fabricação de variados bens utilizados cotidianamente, graças a sua geologia bastante diversificada.

A mineração é a maior fornecedora de produtos para uso do homem no seu Cotidiano. Na Paraíba, as principais ocorrências de argilas bentoníticas, representativas de cerca de 55% das reservas brasileiras (configurando o estado como a principal reserva do país), situam-se nos municípios de Boa Vista e Cubati, preenchendo páleo-depressões do embasamento pré-cambriano. Geologicamente, estão associadas à cobertura vulcano-sedimentar de Boa vista de idade terciária, composta de derrames basálticos e um pacote sedimentar, com espessura máxima de 30 metros (SANTOS, FERREIRA e SILVA JR, 2002).

As principais ocorrências e explorações referentes a feldspatos e quartzo na Paraíba correspondem aos municípios de Nova Palmeira, Frei Martinho e Pedra Lavrada. Já no município de Junco do Seridó se sobressai com relação ao caulim beneficiado. Outros municípios da região como Juazeirinho e Pedra Lavrada, também contam com ocorrências de caulim, mas com menor destaque em comparação com o Junco do Seridó (BEZERRA,2009; SANTOS, FERREIRA e JR,2002). As reservas de mica se concentram, principalmente, nos municípios de Nova Palmeira, Pedra Lavrada e Picuí (SUMÁRIO MINERAL, 2014).

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo mostra um pouco sobre como ocorre a caracterização de alguns minerais não metálicos e como é feito o controle de qualidade do produto final, após caracterizado. Destacando suas propriedades estruturais, químicas e possíveis utilização.

## **METODOLOGIA**

Foi realizado um estudo bibliográfico sobre alguns minerais não metálicos, analisados durante estágio supervisionado em uma empresa de mineração na cidade de Soledade-PB. Assim como também, foi realizada coletas nas jazidas, classificação e análises físicas de controle de qualidade tais como teor de umidade, granulometria, entre outros, com o intuito de direcionar pra qual fins o mineral poderá ser utilizado.

## **DESENVOLVIMENTO**

### **ARGILA BENTONITICA**

A bentonita é uma rocha composta essencialmente de uma argila cristalina, tendo as características de um mineral formado pela desvitrificação de um material ígneo e vítreo, normalmente um tufo ou cinza vulcânica.

A bentonita pode ser cálcica ou sódica, e apresenta uma característica física muito particular: expande várias vezes o seu volume, quando em contato com a água, formando géis tixotrópicos. Alguns cátions provocam uma expansão tão intensa que as camadas dos cristais podem se separar até a sua célula unitária. O sódio provoca a expansão mais notável (LUZ, OLIVEIRA, 2008).

As principais jazidas de bentonita da Paraíba estão localizadas no município de Boa Vista e Cubatí, com possibilidade de aproveitamento econômico. Todas as bentonitas encontradas e extraídas no Brasil são de natureza cálcica e para serem utilizadas, industrialmente, precisam ser ativadas com carbonato de sódio (barrilha), para serem transformadas em sódicas. Uma das formas de caracterizar a bentonita sódica é baseada na sua capacidade de inchamento, quando se adiciona água.

O processamento da bentonita, consiste basicamente na ativação com carbonato de sódio, secagem, moagem e ensacamento. Todo processamento, tratamento e beneficiamento necessário para uso em várias finalidades (lama de perfuração, areia de fundição, pelotização de minérios de ferro, tintas, pet litter, etc.). Normalmente, os produtos obtidos no processamento da bentonita são submetidos a ensaios de controle de qualidade, em laboratório na própria unidade fabril. Os principais ensaios são: teor de umidade, granulometria, capacidade de inchamento, viscosidade, absorção, resistência, e formação de aglomerados (Areia Higiênica).

## FELDSPATO

O grupo dos feldspatos é constituído de aluminossilicatos de potássio, sódio e cálcio, e raramente bário. Os feldspatos têm propriedades físicas muito similares entre si, no entanto, devido à sua composição química, se agrupam em: feldspato de potássico (ortoclásio, microclínio, sanidina, adularia), feldspato de bário (celsiana), e feldspato calco-sódico (SEGEMAR, 2000).

O beneficiamento do feldspato é constituído basicamente da britagem e peneiramento, sendo que algumas unidades industriais optam pela implantação de equipamentos industriais usando flotação e separação magnética, visando a produção de feldspato de melhor qualidade, destinado à fabricação de porcelanato.

As indústrias de vidro e de cerâmica são as principais consumidoras de feldspato. Usa-se também o feldspato, como carga funcional e extensor, nas indústrias de tinta, plástico e borracha. Na indústria cerâmica o feldspato é utilizado como revestimento de piso e parede, louça sanitária, porcelana elétrica, fritas, vidro, e esmalte, como fluxante, tem a função de formar uma fase vítrea no corpo, promovendo uma vitrificação e transluzimento.

## CAULIM

O caulim é constituído principalmente de caulinita, um silicato de alumínio hidratado, cuja célula unitária é expressa por  $Al_4(Si_4O_{10})(OH)_8$ . A caulinita é um filossilicato (argilomineral) com composição química teórica de 39,50% de  $Al_2O_3$ , 46,54% de  $SiO_2$  e 13,96% de  $H_2O$ ; no entanto, podem ser observadas pequenas variações em sua composição.

Murray (1986) considera que o vasto campo de aplicação industrial do caulim deve-se às suas características tecnológicas, quais sejam:

- ✓ Único mineral industrial quimicamente inerte em um intervalo grande de pH;
- ✓ Branco ou quase branco;
- ✓ Capacidade de cobertura quando usado como pigmento e como reforçador para aplicações como carga;
- ✓ Dispersão fácil;
- ✓ Compatibilidade com, praticamente, todos os adesivos (proteína, caseína), devido à sua insolubilidade e inércia química;
- ✓ Baixa condutividade térmica e elétrica;
- ✓ Maciez e pouca abrasividade e

Em decorrência dessas características, o caulim é uma importante matéria prima para as seguintes indústrias: papel, cerâmica branca, fibra de vidro, plástico; tintas, borracha, catalisadores para craqueamento de petróleo, concreto de alto desempenho e refratários. Outras aplicações podem ainda ser citadas: cimento branco, pesticidas, vidros, adesivos, cosméticos etc.

### **CÁLCARIO: CALCITA E DOLOMITA**

As rochas carbonatadas mais comercializadas, em todo mundo, são calcário e dolomita. Os calcários são rochas sedimentares compostas, basicamente, por calcita ( $\text{CaCO}_3$ ), enquanto os dolomitas são também rochas sedimentares compostas, basicamente, pelo mineral dolomita ( $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ). De longe, a calcita apresenta maior valor econômico, comparada às demais, dolomita, mármore e greda ou giz (SAMPAIO e ALMEIDA, 2008).

O calcário é uma rocha sedimentar originada de material precipitado por agentes químicos e orgânicos. O cálcio é um dos elementos mais comuns, estimado em 3-4% da crosta terrestre, todavia, quando constituinte dos calcários, tem origem nas rochas ígneas. Os calcários magnesianos ou dolomíticos foram formados pela substituição, no próprio calcário calcítico, do cálcio pelo magnésio oriundo de águas com elevado teor de sais de magnésio.

O processamento é basicamente britagem, moagem e peneiramento, os demais procedimentos dependem em que se deseja utilizar. As rochas carbonatadas e seus produtos são também usados como: fluxantes; fundentes, matéria-prima para as indústrias de vidro; refratários; carga; agentes para remover enxofre, fósforo e outros, na indústria siderúrgica; abrasivos; corretivos de solos; ingredientes em processos químicos, dentre outros.

O calcário ou dolomita são importantes matérias primas para o seguinte uso:

- ✓ Indústria de cimento;
- ✓ Cal virgem;
- ✓ Indústria de papel;
- ✓ Produção de resinas e PVC;
- ✓ Indústria de tintas;
- ✓ Indústrias cerâmicas;
- ✓ Fabricação de vidros;
- ✓ Agricultura para correção da acidez do solo e Tratamento de água;
- ✓ Alimentação animal;
- ✓ Rochas ornamentais;

- ✓ Indústria metalúrgica;

## **MICA**

As micas são aluminossilicatos pertencentes à subclasse dos filossilicatos, que se caracterizam por uma estrutura lamelar. As diversas espécies de mica, no entanto, possuem propriedades físicas e composições químicas diferentes entre si. A moscovita é um dos tipos de mica mais comuns, podendo ocorrer em uma grande variedade de ambientes geológicos, em rochas ígneas, metamórficas e sedimentares.

Dentre as muitas aplicações das micas podemos citar as seguintes:

- ✓ Janelas de micro-ondas;
- ✓ Condensador;
- ✓ Transistores;
- ✓ Resistências;
- ✓ Tubo de vácuo;
- ✓ Mísseis teleguiados;
- ✓ Pigmento perolizado;
- ✓ Pintura externa;
- ✓ Tintas aluminadas;
- ✓ Plásticos;
- ✓ Aplicação em cosméticos (esmaltes, batons, sombras, etc.);

## **FILITO**

O filito é uma rocha metamórfica de granulação fina constituída de caulinita, serita e quartzo são um bem mineral com várias aplicações indústrias. têm atuação importante como fundentes. Entre outras características do filito estão à boa homogeneidade, baixa higroscópia e sinterização a baixa temperatura. O filito é oferecido ao mercado na forma bruta “in natura”, e beneficiado com britador de mandíbulas ou em moinho de martelos. Também é muito utilizado para alimentação animal, remineralização de solos, pigmentos, dentre outras aplicações.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **COLETAS DE MATERIAS PRIMAS NAS JAZIDAS E CARACTERIZAÇÃO**

(83) 3322.3222

contato@congresso-conimas.com.br

www.congresso-conimas.com.br



As coletas de bentonitas foram realizadas em vários pontos distribuídos em zig-zag em cada lavra localizada em Sossego-PB, para garantir que ela seja representativa deste todo, no que diz respeito às características de interesse. Após foi feito a homogeneização da amostra.

No laboratório foram realizados os testes de teor de umidade, para realizá-lo foi pesado 100g de cada bentonita e levada para estufa, por 2h a 105°C, após esse tempo, retirou-se da estufa e deixou no dessecador por 2 horas. Pesou-se e anotou o valor obtido. Os cálculos de determinação do teor de umidade são realizados da seguinte forma: massa da bentonita inicial – massa da bentonita, pois estufa.

Com o teor de umidade em mãos é realizado outro cálculo para podemos realizar a ativação da bentonita com carbonato de sódio (barrilha). O ideal para a ativação é que a bentonita esteja com 32% de umidade para que haja condições propícias para a barrilha ser incorporada. Após a ativação deixa-se em processo de cura ou de tempo de reação por 5 dias corridos. Em seguida leva-se a bentonita ativada para o pátio de secagem, sendo revirada em curtos intervalos de tempo por um trator com arraste próprio para revirar e garantir que a bentonita seque de forma uniforme, até a mesma atingir cerca de 15% de umidade. Quando atingido, o material é levado para a linha de moagem, misturador e saindo na ensacadeira com uma granulometria desejada.

Com a bentonita em pó na granulometria definida, realiza-se o teste de inchamento (para avaliar a capacidade de expansão da bentonita, utiliza-se 2g do pó para 100 ml de água) e teste de gelatinização (para avaliar a formação da lama ou gel, teste bastante importante, quando se quer direcionar uma bentonita para perfuração ou tintas). Esses são os testes rápidos e básicos realizados em para primeira caracterização de bentonitas.

## **CONTROLES DE QUALIDADE**

Todos os materiais passam pelo controle de qualidade que avalia se está com conformidade com as especificações. As análises de determinação do teor de umidade, granulometria em peneiras, são analise feitas mais de uma vez por dia em todos os materiais. Além dessas outras análises como gelatinização, cor, teste de inchamento, são feitos com as bentonitas cada uma com suas especificações, os testes de determinação de alvura, são realizadas nos caulins e nas argilas cerâmicas o teste de queima ou síntese.

### **Determinação do teor de umidade**

Para determinar o teor de umidade, pesa-se 10g da amostra (bentonita, caulim, filito, material que se deseja analisar) em um vidro relógio previamente tarado, em seguida, espalha com a espátula de forma a ficar uma camada fina. Leva a estufa de secagem, a uma temperatura de 105 a 130 °C por um período de tempo em que a massa fique com peso constante (cerca de 2 h). Retira a amostra da estufa, coloca no dessecador até a mesma atinja a temperatura ambiente (cerca de 20 a 30 min.), após esse tempo, leva a amostra para a balança para pesar e determinar o teor de umidade.

O resultado é obtido a partir do seguinte cálculo:

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

Onde: U% = teor de umidade; Ma = massa da amostra úmida, em g; Ms = massa da amostra seca, em g.

### **Granulometria em peneiras**

Essa análise tem por finalidade a porcentagem de partículas grossas da amostra que ficam retidas nas peneiras. Essa análise pode ser realizada tanto via seca, como também por via úmida. Normalmente as bentonitas utilizadas para perfuração, fundição, entre outras finalidades, são passadas por granulometria na malha #200, via seca, assim como também as argilas cerâmicas, feldspatos, entre outras. Já as bentonitas para tintas e caulins são passadas por granulometria na malha #325, via úmida. O filito é analisado passando na peneira de malha #20 ou #25.

Pesa-se 10g da amostra seca, coloca-se na peneira de malha desejada e efetua o peneiramento até que se passe o máximo possível. Em seguida pesa-se a massa que ficou retida na peneira. A análise granulométrica tanto via seca quanto via úmida é dada fazendo o seguinte cálculo:

$$R\% = 10 \times Ar$$

Onde, R% = teor de partículas grossas retidas na peneira, em %; Ar = material retido na peneira, em g.

### **Determinação do inchamento**

A determinação do inchamento é uma análise realizada em bentonita, com a finalidade de determinar o poder de expansão da bentonita, haja vista que tem bentonita capazes de aumentar seu volume quando em meio aquoso até 40 vezes do seu volume inicial. Para



determinação do linchamento, pesa-se 2g da bentonita e vai adicionando aos poucos na proveta contém 100 ml de água. Após ter adicionando toda bentonita, deixa -se descansar um pouco, cerca de 1h. Faz a leitura do volume ocupado na proveta pela bentonita, este volume é representa o poder de expansão da bentonita.

### **Determinação de gelatinização**

A determinação da gelatinização é uma análise com finalidade de avaliar o fluido, ou lama formado pela bentonita quando em contato com água. A partir da gelatinização pode se medir a viscosidade da bentonita. Para determinação da gelatinização de um fluido tens que defini para qual fins ele será utilizado. Uma vez que a quantidade de bentonita utilizada para a determinação de gelatinização para perfuração de poços é diferente da quantidade utilizada para uso em tintas.

### **Determinação da formação e resistência do aglomerado da areia higiênica (pet litter)**

A areia higiênica traz muitos benefícios tanto para o pet como para seu dono, pois é seguro para os animais, não tem perigo de irritação, neutraliza imediatamente os odores, tem efeito prolongado, promove a saúde colaborando com a limpeza do ambiente, além de ser prático e econômico. A finalidade deste teste como o próprio nome já sugere é avaliar a formação e testar a resistência do torrão da areia higiênica.

Coloca-se a areia no recipiente, com o auxílio da seringa de 20 mL, solta a solução em queda livre no mesmo ponto, a uma distância de cerca 5 cm. Esperar 2 minutos cronometrados, com a pá pegar com cuidado o torrão e sacudir na vertical, repetindo 3 vezes. Se o torrão não quebrar, a areia está aprovada, caso contrário estará reprovado. Indica-se fazer 2 ou mais torrão por recipiente para comprovar uniformidade da areia.

A areia higiênica possui granulados de tamanhos diferentes, o que é importante na formação do torrão, é importante que haja o equilíbrio na quantidade de grãos maiores, médios e finos, porque quando em contato com o liquido, os grãos se une e os grãos menores ocupam os espaços vazios entre os grandes, fazendo com que o liquido não desça pra o fundo do recipiente e forme o torrão bem resistente.

### **Teste de queima**

O teste de queima ou de binil como também é denominado tem como finalidade verificar a cor de argilas para esmalte cerâmico e se a amostra se adéqua as características de

argila cerâmica, comparando com padrões existentes na unidade fabril. Também se avaliar possíveis contaminantes, como ferro nas amostras analisadas.

Para realizar o teste de queima, segue-se o seguinte procedimento: pesa-se a amostra (material que se deseja analisar), o fluxo e hexametáfosfato. Mede-se a água em uma proveta. Adicionam-se todos os compostos na jarra do micro moinho de bolas e deixa-se moer durante cerca de 10 min. O mesmo procedimento faz-se com o padrão (material referencia) com as mesmas medidas.

Em uma base identifica-se na extremidade superior o padrão na inferior a amostra, deposita-se o esmalte padrão e o da amostra simultaneamente em seus lugares com o auxílio do binil. Deixa-se em repouso por 5 minutos para a base absorver a umidade do esmalte e fixa-se. Após esse tempo leva-se a base para a mufla a fim de sintetizar sob temperatura se 1100°C. A temperatura é elevada de forma gradual. Coloca-se a amostra a 100°C, após 5 minutos, eleva a temperatura para 550°C, quando atingido essa marca deixa-se tornar constante essa temperatura por 5 minutos, em seguida aumenta-se para 1100°C, quando atingido deixa-se constante por 30 minutos e desliga, deixando-se esfriar naturalmente. Para cada material segue-se um procedimento similar ao citado a cima, variando só a quantidade adicionada de cada composto, variando de acordo com as características da amostra. O tempo de queima é o mesmo.

### **Teste de cobertura do caulim**

O teste de cobertura do caulim lavado tem por finalidade avaliar sua fixação no papel e sua cor. O cartão utilizado neste teste tem uma parte branca e outra preta para avaliar a sobreposição do caulim sobre os dois tons. Para executar este teste segue-se o procedimento: coloca-se o copo na balança e tara, adicionam-se cola branca, água, e a amostra do caulim, com o bastão de vidro mexe-se até homogeneizar totalmente.

Do mesmo modo faz-se para o padrão. Preenche-se o cartão de cobertura, identificando o padrão e a amostra. Coloca-se o extensor e adiciona uma pequena quantidade da amostra e do padrão nos seus respectivos lugares. Leva para a estufa por 2 minutos para secar mais rápido, em seguida faz a constatação se a cor e cobertura estão compatíveis com o desejado ou não.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O seguimento de mineração é fascinante e abre um leque de possibilidades e de aquisição de conhecimento, devido trabalhar com diversos materiais e diversas finalidades de uso, poder vivenciar desde a extração até o produto final. A área de mineração na Paraíba ainda tem muito que desenvolver e aperfeiçoar, sendo um setor muito promissor e abrangente de acordo com a grande variedade de aplicação de para seus produtos para o futuro.

Sendo possível observar que com técnicas simples pode-se realizar uma previa caracterização e classificação de acordo com suas propriedades física para diversos fins. Quando se realiza uma caracterização mais aprofundada esse leque de possibilidades amplia ainda mais. Assim como, a sua utilização em áreas mais nobres como saúde e cosmetica, entre outras.

## REFERÊNCIAS

SANTOS, E. J.; FERREIRA, C. A.; SILVA JR., J. M. Geologia e recursos minerais do estado da Paraíba. Brasília: CPRM, 2002.

BEZERRA, M. S. Coord. Plano de Desenvolvimento Preliminar -PDP: Arranjo Produtivo Local de minerais de pegmatito do Rio Grande do Norte e Paraíba. CCT, 2009.

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. Sumário Mineral 2014. Brasília, DNPM/MME, 2014.

LUZ, A. B; OLIVEIRA, C. H., Cap-11- Rochas e minerais industriais – CETEM/2008, 2ª Ed, 239-253 p.

MURRAY, H, H, (1986). Clays. In: Ulmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. 5a ed. Weinheim: VHC, Verlagsgesellschaft, vol. A7, p. 109-136

SAMPAIO, J. A; ALMEIDA, S. L. M., Cap- 16, 363-386 p - Rochas & Minerais Industriais/Ed. Adão Benvindo da Luz e Fernando Antonio Freitas Lins. 2.Ed. - Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008.

SEGEMAR Feldspato y Mica, SEGEMAR-Serviço Geológico Minero Argentino, INTEMIN-Instituto de Tecnologia Minera, IGRM- Instituto de Geologia y Recursos Minerales, Publicación Técnica SEGEMAR – UNSAM, no 5, 2000, marzo, 91p.

Manual de procedimentos experimentais para análises de minerais não metálicos – Bentonorth minerais LTDA, 2019