

TÉCNICAS DE MEDIÇÃO ESPECTROFOTOMÉTRICAS PARA MINERAIS INDUSTRIAIS

R. Gliese¹, C.O. Petter², C.A.L. Peixoto³

1 – Laboratório de Processamento Mineral – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. – Av. Bento Gonçalves 9500, C.P. 15021, CEP 91.501-970. Porto Alegre-RS
E-mail: gliese@ct.ufrgs.br

2 – Departamento de Engenharia de Minas – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. – Av. Bento Gonçalves 9500, C.P. 15021, CEP 91.501-970. Porto Alegre-RS
E-mail: cpetter@vortex.ufrgs.br

3 – Núcleo de Tecnologia da Produção – Renner-Herrmann S.A. – RS 118, km 18, CEP 94.130-390. Gravataí-RS
E-mail: c.arthur@renner.com.br

RESUMO

Em muitos minérios, particularmente em se tratando de minerais industriais, o valor econômico do produto está diretamente associado à sua aparência visual ou então a cor do minério está relacionada à sua constituição química ou a outras propriedades. Neste caso, a medição do espectro de reflectância pode ser uma valiosa fonte de informação para o planejamento mineral, operação da mina e processamento do minério.

A dificuldade associada ao uso desta fonte de informação está no fato de que na indústria mineral os materiais a serem medidos podem se encontrar nas mais diferentes condições. Pode ser tanto uma rocha, um granulado ou uma polpa. Para cada situação, uma diferente técnica de medição deve ser empregada. Neste artigo, três técnicas distintas serão apresentadas e comparadas. Essencialmente estas são: radiometria, medição de pastilha prensada e medição em polpa. Serão discutidas as situações em que cada técnica pode ser utilizada, suas vantagens e suas limitações, bem como os tipos de equipamentos disponíveis no mercado para efetuar essas medições. Em geral estes equipamentos foram desenvolvidos para as indústrias de tintas e de plásticos, mas podem perfeitamente ser empregados na indústria mineral.

PALAVRAS-CHAVE: colorimetria, minerais industriais, controle de qualidade.

1. INTRODUÇÃO

Ao contrário dos minérios metálicos, o mercado dos, assim chamados, minerais industriais está em franca expansão no país e no mundo. Entretanto, este mercado se torna cada vez mais seletivo e exigente no que diz respeito à qualidade das matérias-primas e, ao lado das características tradicionalmente controladas, como a distribuição granulométrica e a composição química, existe uma tendência de estabelecerem-se especificações cada vez mais rigorosas das propriedades óticas destes materiais.

Isto se deve ao fato de que a maioria das indústrias consumidoras destes minerais industriais os incorporam em produtos onde a aparência visual é controlada. Para estas indústrias, entre as quais as mais importantes são as que produzem plásticos, borrachas, papel, tintas e cerâmicos, variações na coloração das matérias-primas minerais implicam em dificuldades no acerto da cor do produto final.

Por este motivo, estas indústrias estabelecem especificações rigorosas de parâmetros colorimétricos como índices de alvura e amarelamento, bem como de coordenadas colorimétricas como L^* , a^* e b^* . Para o produtor de minerais industriais, isto se traduz em dificuldades pelo simples fato de que muitos destes parâmetros são normalmente alheios à tradição da indústria mineral (Gliese e Petter, 2001).

Outra fonte de dificuldades, que é enfoque deste trabalho, está associada à própria medição destas propriedades, onde as normas existentes implicam em procedimentos laboratoriais demorados e, portanto, incompatíveis com a necessidade de resposta rápida exigida pelos processos produtivos.

2. FORMAS DE APRESENTAÇÃO DAS AMOSTRAS

No transcorrer de um processo de beneficiamento mineral, o material a ser analisado pode se apresentar sob várias formas, entre as quais, as mais freqüentes são:

- Como pó de perfuratriz, obtido durante a perfuração de um furo para carregamento com explosivos;
- Como uma face exposta *in situ*;
- Como um fragmento de rocha, recolhido na frente de lavra;
- Como um material granulado durante etapas de cominuição/classificação;
- Como uma polpa.

Cada uma destas formas de apresentação mostra suas particularidades e envolve uma seqüência de etapas de preparação até que a amostra possa ser colocada em condições apropriadas para que a medição possa ser realizada. Isto porque toda uma série de parâmetros tem que ser devidamente controlada para que uma medição espectrocolorimétrica possa ser efetuada de forma apropriada. Entre estes parâmetros, os mais relevantes são:

- Distribuição granulométrica da amostra;
- Teor de umidade;
- Iluminação;
- Qualidade da superfície a ser medida.

O controle apropriado destes parâmetros irá determinar a reprodutibilidade da medição. Dependendo da técnica de medição e do tipo de amostra a ser medida, alguns destes parâmetros serão mais relevantes que os outros. Por exemplo, na medição do produto final, o valor medido está diretamente relacionado à distribuição granulométrica, mas como se trata de um produto final, a amostra deve ser medida na condição em que se encontra. Já no caso de uma amostra de pó de perfuratriz, o que se deseja medir é a cor do material propriamente dito e neste caso deve-se buscar uniformizar a granulometria o máximo possível antes da medição.

3. TÉCNICAS DE MEDIÇÃO

Existem essencialmente três técnicas de medição do espectro de reflectância aplicáveis à indústria mineral. São elas:

- Medição de corpo de prova liso ou pastilha prensada usando espectrocolorímetro com esfera de integração;
- Medição à distância usando radiômetro;
- Medição em polpa empregando equipamentos industriais.

Iremos detalhar a seguir cada uma destas técnicas, levantando suas particularidades, aplicações, vantagens e desvantagens.

3.1. Medição em pastilha prensada

Esta é a técnica mais tradicional e mais universalmente utilizada, sendo empregada em virtualmente todas as normas existentes. É caracteristicamente uma técnica laboratorial e que normalmente envolve uma extensa preparação da amostra antes que a medição possa ser efetuada. Estas características tornam esta uma técnica apropriada para controle de qualidade do produto final, mas normalmente inadequada para controle de processo devido ao tempo consumido na etapa de preparação. A medição propriamente dita é virtualmente instantânea.

A aparelhagem normalmente empregada consiste em um espectrocolorímetro com esfera de integração onde a iluminação é difusa e a medição é efetuada próxima à normal (ver Figura 1). Essa geometria de medição é conhecida como difuso/0 ou d/0. Em geral, na indústria mineral, as amostras de material particulado são prensadas em uma pastilha que é submetida à medição.

Os problemas relacionados com esse tipo de medição são principalmente associados à granulometria da amostra, que tem que ser suficientemente fina para formar uma pastilha consistente ao ponto de poder ser manipulada e produzir uma superfície perfeitamente lisa. Outro fator que apresenta um impacto relevante é a umidade. Normalmente a amostra é seca em estufa ou em forno de microondas antes da preparação da pastilha. Cuidados especiais têm que ser tomados com a desagregação de aglomerados, que tem que ser suficientemente vigorosa para destruir todos os grumos, mas sem ocasionar a cominuição do material.

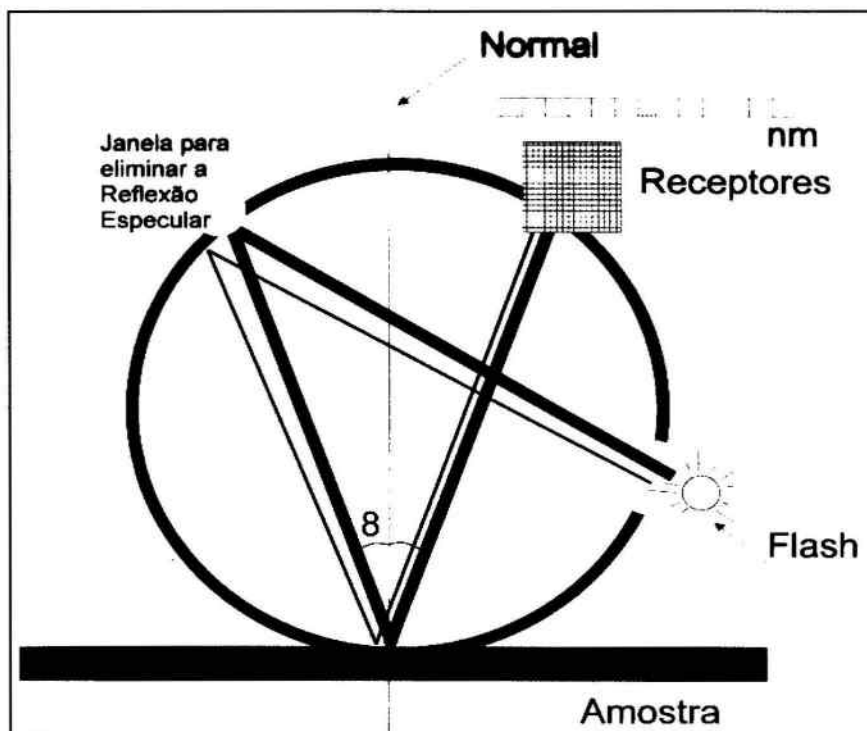


Figura 1: Desenho esquemático da geometria de um espectrocolorímetro com esfera de integração (geometria d/0).

3.2. Radiometria

A radiometria, ou medição à distância, é uma técnica apropriada para a realização de medições in situ. O aparelho empregado é conhecido como radiômetro e é bastante semelhante na aparência a uma câmera filmadora digital, com a particularidade de permitir a substituição da lente. É bastante usual a associação do uso de radiômetro com técnicas de tratamento de imagem.

As principais dificuldades técnicas da radiometria são o controle da iluminação, principalmente quando do uso de iluminação natural, umidade da amostra e irregularidades na superfície a ser medida. Um uso potencialmente interessante desta técnica seria na perfilagem de furos de sondagem, mas infelizmente não se conhecem equipamentos comerciais capazes de realizar este tipo de medição.

A radiometria pode ser empregada também na medição de material mais grosseiro que não possa ser prensado em pastilhas, caso em que a irregularidade relativa da superfície é compensada pela grande superfície medida.

3.3. Medição em polpa

Das técnicas existentes, esta é a que tem o maior potencial de uso industrial, no controle de processo. Os equipamentos disponíveis foram desenvolvidos para medição do espectro de reflectância de tintas para uso em processos contínuos de fabricação de tinta (Auaud e Peixoto, 1998), mas já foram aplicados com sucesso para minerais industriais (Varela, 2002).

O equipamento Colorcell, apresentado na Figura 2, consiste essencialmente em uma célula de medição com um espectrocolorímetro comercial acoplado, bem como um sistema automatizado de calibração, tudo inserido em uma caixa estanque, própria para instalação em ambientes industriais. Este equipamento permite a monitoração contínua do espectro de reflectância de uma polpa. Este sistema minimiza uma das principais fontes de erro na medição, que é o acabamento superficial da amostra que no caso passa a ser a lente. As outras variáveis intervenientes importantes passam a ser o teor de sólidos da polpa, que pode ser medido em paralelo e ter seu efeito compensado matematicamente, e a granulometria do material. Neste contexto, é importante comentar que a granulometria a considerar é o tamanho aparente do material na polpa, ou seja, fenômenos como floculação têm que ser controlados ou evitados no processo.

A grande vantagem desta técnica para processos de beneficiamento a úmido consiste na velocidade de resposta, já que a medição pode ser efetuada em linha em tempo real. Isto permite inclusive o controle automático de processo baseado nas propriedades colorimétricas, otimizando dosagem de reagentes e melhor uniformidade do produto final.

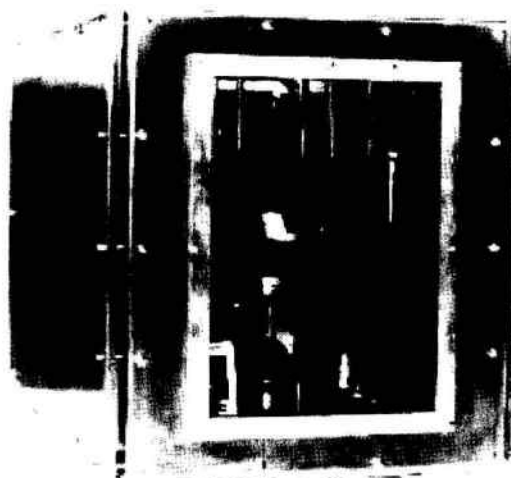


Figura 2: Equipamento Colorcell em sua caixa blindada.

4. CONCLUSÕES

A controle das propriedades colorimétricas dos minerais industriais é essencial para a aceitação dos produtos no mercado, sendo que a tendência é que as especificações neste aspecto se tornem cada vez mais rigorosas. Neste contexto, é importante que os produtores destes bens minerais se atualizem tecnologicamente no sentido de poderem atender às demandas do mercado, sob pena de perderem competitividade.

A técnica mais tradicional de medição do espectro de reflectância, em pastilha prensada, normalmente utilizada para o controle de qualidade do produto final é usualmente inapropriada para o controle de processo, devido ao tempo consumido na preparação de amostras. No entanto, com o surgimento mais recente de técnicas de medição diretamente em polpa, viabiliza-se o controle automático de processo baseado nas propriedades colorimétricas. Já as técnicas de medição à distância apresentam uma série de dificuldades práticas no seu emprego, reduzindo-se a sua aplicação a alguns nichos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Auad, R. e Peixoto, C.A.L., Breakthrough in the paint industry, *European Coatings Journal*, v. 3, p. 738-43, 1998.
- Gliese, R. e Petter, C.O., Parâmetros Colorimétricos Relevantes para a Indústria Mineral, anais do VI SHMMT/XVIII ENTMME, CETEM/MCT, v. 10/98, p. 18-22, Rio de Janeiro, Brasil, 2001.
- Varela, J.J., Caracterização de polpas de minerais industriais através do equipamento Colorcell visando o controle de qualidade do produto, Diss. M., PPGEM/UFRGS, 153 p., Porto Alegre, Brasil, 2002.