



PARTE II CLASSIFICAÇÃO



CAPÍTULO 3 – ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR PENEIRAMENTO

João Alves Sampaio

Engenheiro de Minas/UFPE, Mestre e Doutor em
Engenharia Metalúrgica e de Materiais/COPPE-UFRJ
Tecnologista Sênior do CETEM/MCT

Fernanda Arruda Nogueira Gomes da Silva

Licenciada em Química - Instituto de Química/UFRJ, Mestre em
Engenharia Metalúrgica e de Materiais/COPPE-UFRJ
Doutoranda em Química Inorgânica - Instituto de Química-UFRJ

1. INTRODUÇÃO

O peneiramento é um dos métodos mais antigos na área de processamento mineral e, até hoje, é usado com aplicação comprovada numa variedade de indústrias e nas mais diferentes áreas. Na área mineral, o peneiramento pode ser utilizado na separação por tamanho, no desaguamento, na deslamagem, na concentração e em muitas outras combinações dessas aplicações.

Em tratamento de minérios, a separação por tamanho ou o peneiramento foi concebida pelo homem no seu esforço para extrair da terra os metais de que precisava. As referências mais antigas sobre peneiramento são encontradas nas descrições dos métodos de mineração por volta de 150 a.C. Naquela época, os gregos e romanos reportavam-se à peneira como prancha ou pele perfurada, isto é, cheia de buracos, ou usavam tecidos de cabelo humano e até de cavalo.

No século XV, os alemães introduziram as primeiras telas de arame, mostrando os sinais do primeiro avanço tecnológico no peneiramento de minérios e, assim, foram iniciadas operações mecanizadas com o uso de telas de arame. Isso resultou num acréscimo significativo na produção das etapas de britagem e peneiramento, com maior exatidão nas medidas de tamanho dos produtos. Desse modo, iniciava-se o processo de qualificação dos produtos minerais a serem comercializados.

Ao mesmo tempo, a indústria estabeleceu especificações de tamanho com base em ensaios de peneiramento, entretanto, não havia nenhuma relação entre as aberturas das telas das peneiras. Com o avanço no processo de qualidade dos produtos, surgiu a necessidade de um padrão de referência para o peneiramento de minérios. Desse modo, apareceram os padrões de comparação, isto é, as chamadas séries de peneiras, como a Tyler. Isso facilitou não só o controle das operações de fragmentação como também os produtos finais advindos das mesmas.

Em termos técnicos, o peneiramento é compreendido como um processo de classificação de partículas por tamanho. Embora fatores como forma e densidade das partículas sejam significativos nesse processo, o tamanho da

partícula ainda é o fator predominante na classificação por tamanho. Em geral, o peneiramento, nas operações de laboratório, de material fino, compreende a faixa granulométrica desde 37 até 10 μm (Valire e Wennens, 1980).

O processo de peneiramento fino pode ser usado tanto a seco quanto a úmido, todavia o peneiramento de material fino, em laboratório, é feito a úmido e a alimentação do minério é feita, segundo uma polpa, minério e água. As partículas menores transportadas pelo fluido passam pelas aberturas da tela. No caso das operações contínuas, tanto piloto como industrial, a separação se completa em um comprimento, relativamente curto, da tela da peneira. As operações contínuas só são possíveis com a fração grossa. Quando o líquido não mais existe na tela, esta atua como um transportador vibratório no percurso, até que nova adição de água seja efetuada para facilitar a remoção de partículas finas, ainda remanescentes (Carriso, 2004).

No peneiramento a seco, as partículas rolam sobre a superfície da tela e são expostas às aberturas das mesmas por várias vezes, numa verdadeira disputa probabilística na tentativa de encontrar a abertura da tela. Para assegurar a eficiência do peneiramento, o processo a seco utiliza peneiras, cujas telas são mais longas que aquelas usadas no processo a úmido. Por essa e outras razões, as peneiras usadas no peneiramento fino a seco são dimensionadas com base em unidade de alimentação por área unitária (t/h/m^2), enquanto no processo a úmido considera-se t/h/m .

O peneiramento de minérios finamente moídos é de extraordinária importância para o tratamento de minérios, pois, além de incluir uma das características essenciais ao produto final, facilita o processo de separação e/ou concentração. Na prática, ocorre a classificação do minério, usualmente, em hidrociclones para os minérios finamente moídos.

Neste capítulo são abordados os procedimentos práticos de peneiramento em escala de laboratório, acompanhados de uma descrição sucinta dos tamanhos das amostras utilizadas.

2. PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS

Nos ensaios de peneiramento, é essencial o conhecimento dos tamanhos das amostras global e final a serem obtidas com a devida representatividade. É conclusivo que os procedimentos de amostragem devem prover amostras capazes de gerar resultados consistentes em todos os ensaios e/ou análises subseqüentes. A utilização de métodos de amostragem inadequados compromete a representatividade da amostra final e, em conseqüência, os resultados. Desse modo, não se deve coletar amostras de forma aleatória sem o devido cuidado com a utilização correta das técnicas de amostragem. Como lembrete deve-se mencionar que, nos vértices dos cones de amostragens, concentra-se a maior parte das partículas finas, enquanto, na base dos mesmos, as grossas.

Ao se realizar uma operação de amostragem, torna-se necessário o uso de equipamentos apropriados para se obter amostras representativas e não comprometer os resultados da pesquisa. Como exemplo, a amostragem de fluxos contínuos requer equipamentos que permitam a tomada de amostra na seção reta do fluxo, em breves intervalos de tempo, os quais foram pré-estabelecidos pelo engenheiro responsável pela pesquisa. Neste capítulo não há detalhes sobre os procedimentos de amostragem, entretanto, o leitor poderá encontrá-los no Capítulo 1, bem como em Góes *et al.*, 2004.

Cone e Pilha de Amostragem

Em laboratório e unidade piloto, é muito comum a homogeneização e o quarteamento das amostras para peneiramento, segundo cones e pilhas. Essas técnicas permitem a obtenção de pequenas amostras (alíquotas) representativas da amostra global. Inicialmente, a amostra deve ser misturada para garantir sua homogeneidade e, em seguida, constrói-se o cone. Na etapa seguinte, o cone é dividido em quatro partes iguais, e aquelas diametralmente opostas são tomadas como amostra final ou como amostra para construção de um novo cone. A operação se repete até se obter uma amostra final com a quantidade ajustada ao ensaio de peneiramento devidamente planejado. A seqüência dessas operações está ilustrada na Figura 1.

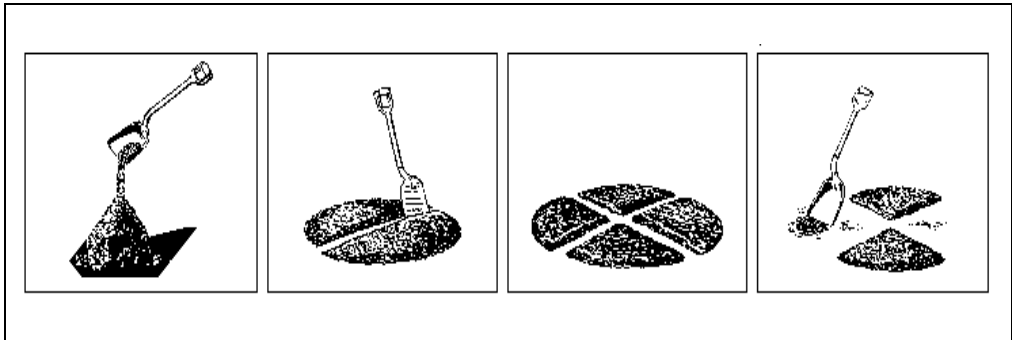


Figura 1 – Ilustração da coleta de amostra, segundo o cone de amostragem.

Uma alternativa para redução do volume de amostra, necessária aos ensaios de peneiramento, consiste no uso de quarteadores Jones, conforme ilustrado na Figura 2. Neste caso, a amostra é quarteada em duas partes ou, no caso dos quarteadores múltiplos, em um quarto ou menos. Quando se usa o quarteador simples, retorna-se uma das partes para um novo quarteamento e, assim, sucessivamente até se obter a alíquota na quantidade desejada.

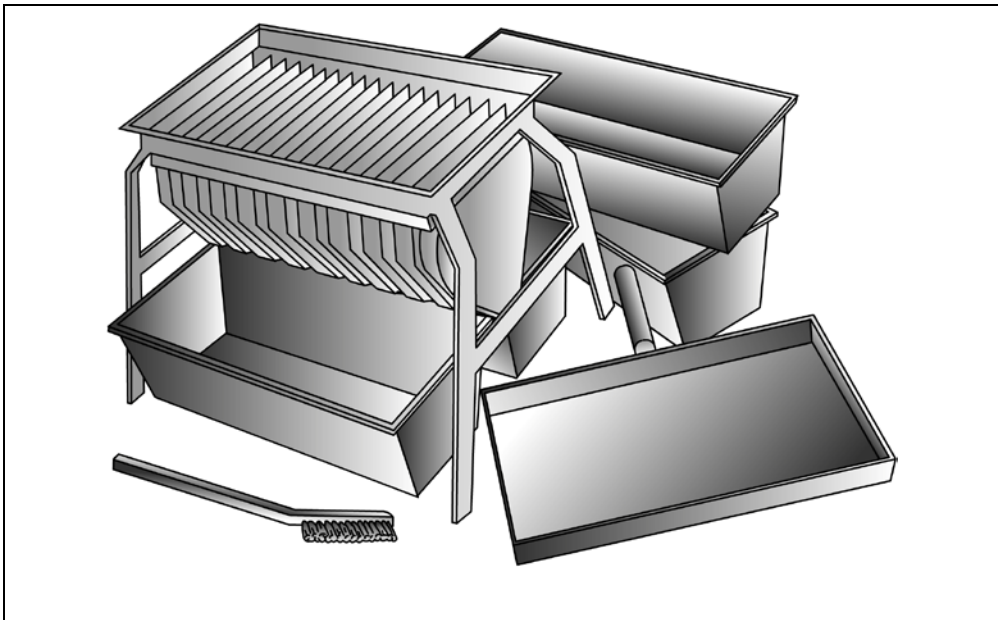


Figura 2 – Representação esquemática de um quarteador Jones usado em laboratório.

A pilha de homogeneização é também muito utilizada na preparação e obtenção de amostras para ensaios de peneiramento. A pilha com seção reta na forma prismática consiste no método mais simples e prático de homogeneização e quarteamento de amostras em laboratório, em unidade piloto e até industriais. Entre as principais vantagens desse método destacam-se:

- (i) obtenção de alíquotas com quantidades previamente determinadas;
- (ii) simplicidade da operação, com ausência de equipamentos especiais, o que favorece a execução da amostragem em qualquer lugar.

Assim, em laboratório, são obtidas amostras ideais para análises granulométricas e outras análises, quando necessárias. Observa-se, na Figura 3(a), uma pilha de homogeneização e, em (b), tomadas das alíquotas representativas da amostra global.



Figura 3 – Pilha de homogeneização. Em (a), vista geral do material na pilha e, em (b), tomadas de alíquotas para ensaios em laboratório.

Séries de Peneiras e Padronização

A padronização das peneiras foi um dos avanços qualitativos dado ao processo de peneiramento de minérios. Neste caminho foram concebidas várias séries de peneiras, segundo critérios semelhantes. Uma sugestão, aceita pelos fabricantes de peneiras, foi dada pelo professor alemão R. von Rittinger, na qual ficou estabelecida que a razão entre as aberturas de duas peneiras sucessivas é constante e igual a $\sqrt{2}$, enquanto a razão entre as áreas é igual a 2.

Assim, foi criada uma série de peneiras (Tabela 1) conhecida também como série Tyler $\sqrt{2}$, além de outra complementar chamada série Tyler $\sqrt{2}$ (Kelly e Spottiswood, 1982). Para se construir a série Tyler $\sqrt{2}$, basta tomar como referência a peneira (peneira referência) com abertura de 0,074 mm (200 malhas) e multiplicar esse valor por $\sqrt{2}$. O produto obtido corresponde à abertura da peneira imediatamente superior àquela da peneira referência, isto é, 0,104 mm (150 malhas). A operação se repete sucessivamente até completar a série.

De modo análogo, para determinar o valor da abertura da peneira imediatamente inferior àquela da peneira referência, divide-se o valor 0,074 mm (abertura da peneira referência) por $\sqrt{2}$ e, assim, sucessivamente. Os resultados estão listados na Tabela 1, cujos valores, em negrito, correspondem à série Tyler $\sqrt{2}$. Na série Tyler há uma preferência pelo uso da abertura da peneira em malhas. Assim, quando se fala em uma peneira de 200 malhas, significa que em uma polegada linear da tela há 200 aberturas, e cada abertura corresponde a 74 μm .

Tabela 1 – Série Tyler de peneiras com aberturas em malhas com valores correspondentes em mm, μm e polegada.

Abertura (Malha)		Aberturas	
Série Tyler	(mm)	μm	Polegada
2 ½	8,000	8000	5/16
3	6,730	6730	0,265
3 ½	5,613	5613	0,221
4	4,800	4800	0,185
5	4,000	4000	0,157
6	3,400	3400	0,131
7	2,840	2840	0,110
8	2,400	2400	0,093
9	2,000	2000	0,079
10	1,700	1700	0,065
12	1,420	1420	0,055
14	1,200	1200	0,046
16	1,000	1000	0,039
20	0,850	850	0,0331
24	0,710	710	0,0278
28	0,600	600	0,0234
32	0,500	500	0,0197
35	0,425	425	0,0165
42	0,355	355	0,0139
48	0,300	300	0,0117
60	0,250	250	0,0098
65	0,212	212	0,0083
80	0,180	180	0,0069
100	0,150	150	0,0058
115	0,125	125	0,0049
150	0,104	104	0,0041
170	0,090	90	0,0035
200	0,074	74	0,0029
250	0,063	63	0,0025
270	0,053	53	0,0021
325	0,045	45	0,0017
400	0,037	37	0,0014
635	0,020	20	0,00079

Fonte: Tabela Krebs Engineers

3. PROCEDIMENTO PARA ENSAIOS DE ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Nos ensaios de análise granulométrica, devem ser considerados o peso da amostra utilizada, o tempo e a precisão do ensaio, além da forma como será conduzido o ensaio: a seco, a úmido ou a forma combinada úmido/seco.

Na determinação do peso da amostra, deve ser considerado o tipo de amostra, o teor do mineral minério, a granulometria do material, entre outros. Com relação aos minérios com granulometria grossa, isto é, abaixo de 50 mm, em muitos casos, são tomadas amostras de 10,0 kg ou mais. Nos casos dos minérios finamente moídos, a quantidade de amostra varia no intervalo de 200 a 600 g. Em todas as situações, o tamanho das amostras depende da finalidade da análise granulométrica, isto é, das análises subseqüentes com as frações resultantes do ensaio granulométrico, entre outros. Não se deve utilizar quantidade excessiva da amostra sobre a peneira. Neste caso, muitas partículas finas ficarão inclusas nas grossas, sem a chance de se exporem à abertura da peneira. Entende-se que a amostra deve ser bastante para que cada fração retida seja representativa e sua quantidade seja suficiente para as análises subseqüentes. O uso da metodologia adequada e boa experiência laboratorial tornam-se instrumentos indispensáveis a uma análise granulométrica confiável, ou seja, com resultados consistentes.

O tempo do ensaio está ligado, entre outros, aos seguintes fatores: natureza e granulometria do minério, precisão e finalidade do ensaio. Minérios com granulometria grossa requerem tempo menor de peneiramento. Ao contrário, para aqueles com granulometrias finas, torna-se essencial a operação com tempos mais longos, para que todas as partículas tenham a chance de se exporem às aberturas de cada peneira. Além disso, para melhorar a eficiência do peneiramento, recomenda-se a realização do ensaio a úmido.

Antes de iniciar qualquer ensaio de peneiramento, o bom operador confere o estado de conservação das peneiras, bem como os demais equipamentos a serem usados. Esses devem estar em ótimas condições operacionais para não comprometerem os resultados dos ensaios. Logo, ao final de cada ensaio, é obrigação do mesmo operador deixar todos os equipamentos em perfeitas condições de uso. É preciso lembrar que imputa-se boa parte da qualidade dos resultados obtidos nos ensaios às condições

operacionais dos equipamentos e ao seu estado de conservação, responsabilidade básica dos seus usuários.

Ensaio a Seco

Os ensaios a seco são indicados para minérios com granulometria grossa e quantidades mínimas da fração fina. O método para realização dos ensaios fundamenta-se também na seleção das peneiras a serem usadas. As amostras devem ser secas em estufas para evitar o efeito da umidade no peneiramento. Amostras úmidas podem se aglomerar e mascarar os resultados dos ensaios.

A amostra deve ser adicionada na peneira superior (Figura 4a) e então se liga o peneirador. Após a operação remove-se toda a coluna de peneira do peneirador e coloca-se sobre uma bancada. A duração do ensaio é função da natureza do minério e da habilidade do operador.

Remove-se a peneira superior da coluna, isto é, a de malha mais grossa e encaixa-se na mesma um fundo cego. Em seguida realiza-se um peneiramento manual para remoção da fração fina ainda retida na malha.

Na etapa seguinte, verte-se a fração passante, retida no fundo cego, na peneira de abertura imediatamente inferior.

Repete-se a operação, sucessivamente, até a última peneira do teste, isto é, aquela de menor abertura. Para finalizar o ensaio, as frações retidas são pesadas de forma precisa e servem de base para o cálculo da distribuição granulométrica. Após o ensaio, conduz-se a limpeza das peneiras, removendo-se as sujeiras residuais com um pincel especial e, em seguida, são acondicionadas e guardadas para os próximos ensaios. Assim, parcialmente, fica assegurada a reprodutibilidade dos futuros ensaios.

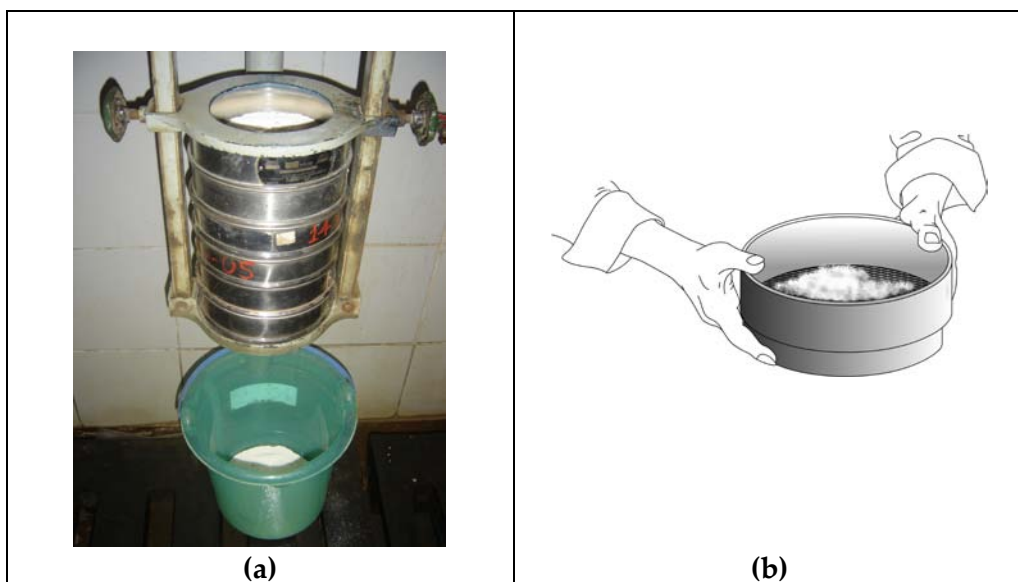


Figura 4 – Em (a), série de peneira Tyler no peneirador vibratório, em (b), peneira encaixada no fundo cego para peneiramento manual da fração final, ainda residual.

Ensaio a Úmido

Em princípio, a amostra é empalpada, seguida da sua dispersão feita com uma percentagem de sólidos na faixa de 40 a 50%. A etapa de dispersão consiste em realizar a atrição da polpa em um condicionador de polpa, operando com rotação da ordem de 1.200 rpm, com tempo de atrição da ordem de 10 min, dependendo do caso. Na maioria dos casos, emprega-se um dispersante com o objetivo de assegurar a dispersão das partículas e facilitar o seu peneiramento, principalmente, quando o minério contém elevada quantidade de argila, por exemplo caulim. O dispersante mais utilizado é o silicato de sódio Na_2SiO_3 ou hexametasilicato de sódio $\text{Na}_2(\text{Na}_2\text{SiO}_3)_6$. Por essa e outras razões, esse método é indicado para os minérios com fração fina, em especial os argilosos.

Após a dispersão transfere-se a polpa para uma coluna de peneiras previamente selecionada. Procede-se o ensaio, cuja duração está ligada à natureza do minério, à quantidade da fração fina, entre outros aspectos. A boa

prática recomenda evitar o uso excessivo de água. O encerramento do ensaio deve acontecer quando o operador observar que ocorreram simultaneamente as duas condições seguintes:

- (i) a água coletada na saída está tão limpa quanto a água nova adicionada na entrada;
- (ii) não há mais partícula de minério, na fração passante na peneira de menor abertura.

Na etapa seguinte, removem-se todas as frações retidas nas peneiras e, em recipientes apropriados, estas são secas em estufa com temperatura não superior a 150°C. Finalmente, é realizada pesagem de cada fração, para o cálculo da distribuição granulométrica.

Ensaio Úmido/Seco

Em muitos casos, o minério contém uma fração fina, cujas partículas estão aglomeradas em decorrência da tensão superficial resultante da umidade ou da atração eletrostática. Em outras situações, as partículas finas estão aderidas às grossas. Como consequência, num peneiramento a seco, essas partículas são retidas nas peneiras de aberturas maiores ou obstruem as peneiras com aberturas menores, ou seja, peneiras de malhas finas. Portanto, há necessidade da remoção dessa fração fina para não mascarar os resultados do ensaio. Nesse caso, o peneiramento a seco impede a reprodutibilidade dos resultados e compromete, sobretudo, a consistência dos mesmos. A alternativa consiste em combinar os peneiramentos a úmido e a seco, utilizando a peneira com abertura de 37 μm . Esse procedimento, com a vantagem de ser mais rápido que o úmido, resume-se em cinco etapas: dispersão, lavagem, secagem, peneiramento a seco e pesagem das frações.

A dispersão da polpa (primeira etapa) é feita conforme procedimento previamente descrito neste trabalho.

Na segunda etapa procede-se à lavagem da amostra. Para tal, utiliza-se a peneira com abertura de 37 μm , para remover a fração fina. Por ser a tela dessa peneira delicada, empregam-se as chamadas peneiras de alívio, quais sejam, aquelas cuja função é aliviar o excesso de carga sobre a peneira de 37 μm . O número das peneiras de alívio e as aberturas das suas telas dependem

do tipo de minério, da quantidade da fração grossa contida no mesmo e da habilidade do operador.

Na etapa seguinte conduz-se o peneiramento com auxílio de um peneirador vibratório (Figura 5), com adição de água. A operação prossegue até que não haja partículas de minério no fluxo de água de descarga.

Nesse momento, suspende-se a operação de lavagem e retira-se a fração grossa (areia), que será secada em estufa. A fração fina, chamada de lama, é filtrada, secada e pesada. Recomenda-se cuidado especial com a adição da água de lavagem na entrada, já que, sua adição em excesso, prejudica a operacionalidade do ensaio. Para facilitar a operação de filtragem da fração fina, aconselha-se o uso de floculante, desde que não haja necessidade do uso posterior dessa fração em ensaios que utilizem reagentes tensioativos, por exemplo, flotação.

A secagem das frações granulométricas é feita em estufa, cuja temperatura não pode exceder 150°C, evitando-se, de igual maneira, a perda de massa dos materiais voláteis porventura existentes. As peneiras não devem ser usadas como recipientes de secagem das amostras. Assim, o operador não as danifica, assegura a vida útil das mesmas, além de contribuir para a reprodutibilidade dos futuros ensaios, imprimindo qualidade e respeito técnico ao seu trabalho.

Na última etapa procede-se à análise granulométrica a seco da fração grossa, acima de 37 μm , com a composição completa da série de peneiras selecionadas para o ensaio, conforme previamente descrito nesta metodologia.



Figura 5 – Peneiramento a úmido, em escala de laboratório.

Distribuição Granulométrica

Após a secagem e pesagem de cada fração granulométrica, realiza-se o cálculo da distribuição granulométrica. Inicialmente, prepara-se uma tabela para apresentação dos dados obtidos, conforme o modelo da Tabela 2. O método de preenchimento encontra-se seguir.

A coluna **Abertura (μm)** corresponde às aberturas das peneiras utilizadas no ensaio.

A coluna **Peso (g)** refere-se às massas (g) da fração retida na peneira correspondente. Em seguida, somam-se esses valores, registrando o total na linha 17 e na coluna **Peso (g)**, no valor de 976,02.

A coluna **Porcentagem Retida** é obtida pela divisão do valor da massa retida em cada peneira pelo total da soma das massas, multiplicando-se o quociente por 100. O registro é feito na mesma linha, porém na coluna **Porcentagem Retida**. No caso, $83,44 \div 976,02 = 8,55$, que corresponde ao primeiro valor da linha 1 e da coluna porcentagem retida.

Na coluna **Percentagem Acumulada**, inicialmente, registra-se o valor da primeira linha correspondente à coluna **Percentagem Retida**, na mesma linha da coluna **Percentagem Acumulada**, isto é, $8,55 + 5,19 = 13,74$. Em seguida, soma-se esse valor àquele da linha seguinte e coluna anterior. Repete-se a operação com esse novo valor até o último valor da coluna **Percentagem Retida**.

Obtém-se a coluna **Percentagem Passante** subtraindo do valor 100 aquele registrado na coluna **Percentagem Acumulada**, isto é, $100 - 8,55 = 91,45$. Registra-se a diferença na linha correspondente da coluna **Percentagem Passante**. Repete-se a operação até o último valor na coluna **Percentagem Acumulada**.

Todo esse procedimento pode ser feito de forma mais prática, com o uso de planilhas eletrônicas de cálculo, ou com o uso de calculadoras programáveis. Mesmo assim, é indispensável o conhecimento do cálculo de cada coluna dessa tabela e não simplesmente proceder às operações mecanizadas por meio de calculadoras e/ou aplicativos existentes nos variados tipos de computadores pessoais.

Para utilização desses resultados em relatórios, registram-se apenas os valores correspondentes às colunas: abertura, percentagens retidas e passantes. Também é comum expressar esses valores na forma de gráfico, ilustrado na Figura 6, ou, ainda, a forma combinada, tabela e gráfico. Neste caso, há também a disponibilidade de programas específicos em computadores pessoais.

A consistência dos resultados deve ser avaliada para verificar, em especial, a reprodutibilidade dos ensaios, ainda que realizados em duplicata. Uma avaliação preliminar do ensaio pode ser feita mediante a diferença entre o peso inicial da amostra e o peso final, ou seja, a soma de todas as massas retidas nas peneiras. Para ensaios realizados com procedimentos corretos, essa diferença não pode ser superior a dois pontos percentuais. Valores superiores indicam perdas significativas da amostra durante a realização do ensaio. Neste caso, aconselha-se a repetição do ensaio. Finalmente, deve-se utilizar balança de precisão.

Tabela 2 – Distribuição granulométrica típica de uma amostra de caulim, onde se utilizou a série de peneiras Tyler $\sqrt{2}$, ensaio realizado no CETEM.

Linha	Abertura (μm)	Peso (g)	Percentagens		
			Retida	Acumulada	Passante
1	3350	83,44	8,55	8,55	91,45
2	2623	50,61	5,19	13,74	86,27
3	1700	50,74	5,20	18,93	81,07
4	1170	44,07	4,52	23,45	76,55
5	830	51,26	5,25	28,70	71,30
6	589	54,95	5,63	34,33	65,67
7	420	38,27	3,92	38,25	61,75
8	290	36,51	3,74	41,99	58,01
9	210	24,78	2,54	44,53	55,47
10	150	20,00	2,05	46,58	53,42
11	100	14,50	1,49	48,07	51,93
12	74	12,16	1,25	49,31	50,69
13	53	19,38	1,99	51,30	48,70
14	45	2,71	0,28	51,58	48,43
15	37	10,54	1,08	52,66	47,35
16	-37	462,1	47,35	100,00	0,00
17	Total	976,02	100,00	-	-

- 37: material passante na peneira de 37 μm .

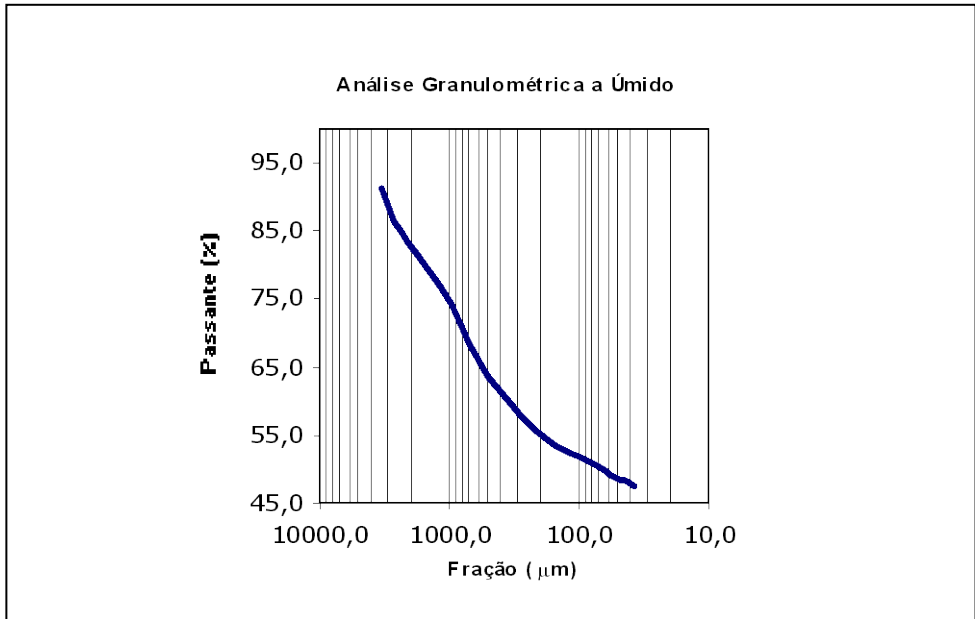


Figura 6 – Representação gráfica referente à distribuição granulométrica de uma amostra de caulim.

Eficiência do Peneiramento

A eficiência do peneiramento é fundamental ao processo de classificação por tamanho e, na prática, é análoga à recuperação, enquanto a análise por tamanho de uma determinada peneira é semelhante ao grau de liberação (Bothwell e Mular, 2002). A eficiência de peneiramento é expressa como a razão entre a quantidade real de minério que passa na abertura da tela da peneira e a quantidade na alimentação que deveria passar, ambas obtidas por meio de ensaio em laboratório. No peneiramento industrial, considera-se a eficiência máxima igual a 95%, cujo fator de eficiência corresponde a 1,0. Assim, compreende-se que não há, na prática, peneira com 100% de eficiência. Em termos percentuais, a eficiência (E) do peneiramento é expressa pela relação abaixo.

$$E = 100 \left(\frac{QE}{QA} \right) \quad [1]$$

onde:

- QE quantidade (%) efetiva de material que realmente passa na abertura da peneira;
- QA quantidade (%) de material contida na alimentação que deveria passar na abertura da peneira.

Fatores que Afetam a Eficiência do Peneiramento

Taxa de Alimentação – A capacidade do peneiramento é definida como a razão ótima de alimentação para encontrar as especificações requeridas dos produtos. Essa taxa, usualmente expressa como fluxo de massa seca (t/h), é um dos fatores mais críticos que afetam o peneiramento. A capacidade da peneira determinará o número de peneiras requeridas. No caso do peneiramento industrial, o excesso na alimentação (kg/h) da peneira resultará na direção errada das partículas e fluído para o fluxo retido, além da redução da vida útil da tela (Colman, 1980). Dependendo de outros fatores, a taxa ótima de alimentação pode ser feita até certo ponto sem uma diminuição significativa da eficiência. A capacidade de uma tela é determinada por meio de ensaios completos para otimizar todos os fatores que afetam a performance do peneiramento.

Percentagem de Sólidos – Em analogia ao item anterior, partículas da fração passante são transportadas pelo fluído (água) através das aberturas da tela. Neste caso, o volume de água necessário ao peneiramento afetará sua eficiência, que aumenta quando a percentagem de sólidos na polpa de alimentação diminui (Colman, 1980). Na prática, utiliza-se um valor da ordem de 20% de sólidos, independente da densidade dos sólidos. Por exemplo, eficiência elevada poderia ser obtida nos casos em que a percentagem de sólidos está situada em torno de 45% de sólidos na alimentação. Este é um caso típico de polpa de areia com densidade 2,6, ou seja, material com baixa quantidade de finos.

Para maximizar a eficiência do peneiramento, é comum a prática de classificação por tamanho com 10 a 15% de sólidos na polpa. A prática tem mostrado que esse procedimento proporciona melhores resultados, além de ser mais indicado que a adição de água diretamente sobre a tela da peneira. Todavia, cada caso possui suas peculiaridades que devem ser consideradas. Além disso, há que se considerar a viabilidade econômica do processo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bothwell, M. A., Mular, A. L. Coarse Screening In: Mular, L. A., Halbe, D. N., Barratt, D. J. (Ed.). *Mineral Processing Plant Design, Practice and Control Proceedings*. Littleton, Colorado, USA: SME, 2002, p.894-915.
- Carriso, R.C.C. e Correia, J.C.G. Classificação e peneiramento. In: Luz, A. B., Sampaio, J. A. e Almeida, S. L. M. (Ed.). *Tratamento de minérios*. 4ª ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2004., p.197-240.
- Colman G. K. Selection Guidelines for size and type of Vibrating Screens in ore Crushing Plants. In: Mular, A. L., BHAPPU, R. B. *Mineral Processing Plant Design, 2nd Edition*. Littleton, USA: SME, 1980, p.341-361.
- Goes, M. A. C.; Luz, A. B. e Possa, M. V. Amostragem. (Ed.). Luz, A. B., Sampaio, J. A. e Almeida, S. L. M. (Ed.). *Tratamento de minérios*. 4ª ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2004., p.19-54.
- Kelly, E. G. e Sopottiswwod, D. J. *Introduction to Mineral Processing*. Nova York: John Wiley Sons, 1982, p.169-197.
- Valire, S. B. e Wennen, J. E. Screening in Mineral Processing Operations. In: Mular, A.L., Bhappu, R.B. *Mineral Processing Plant Design, 2nd Edition*. Littleton, USA: SME, 1980, p.917-928.