



# NORMA TÉCNICA

L6.160

Nov/1995  
15 PÁGINAS

Sedimentos: determinação da distribuição granulométrica -  
método de ensaio

**Companhia Ambiental do Estado de São Paulo**  
Avenida Professor Frederico Hermann Jr., 345  
Alto de Pinheiros CEP 05459-900 São Paulo SP  
Tel.: (11) 3133 3000 Fax.: (11) 3133 3402

[http: // www . cetesb . sp . gov . br](http://www.cetesb.sp.gov.br)

|        |  |   |
|--------|--|---|
| CETESB | <p style="text-align: center;"><b>SEDIMENTOS - DETERMINAÇÃO DA<br/>DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA</b></p> <p style="text-align: center;">Método de ensaio</p> | <p style="text-align: center;">L6.160</p> <p style="text-align: center;">NOV/95</p> |
|--------|--|---|

## SUMÁRIO

- 1 Objetivo
  - 2 Documentos complementares
  - 3 Definições
  - 4 Aparelhagem e reagentes
  - 5 Dados da amostra
  - 6 Execução do ensaio
  - 7 Resultados
  - 8 Aceitação e rejeição
- ANEXO A - Tabela de tempos de pipetagem  
ANEXO B - Escala de Wentworth  
ANEXO C - Bibliografia

## 1 OBJETIVO

Esta Norma prescreve o método para determinação da distribuição granulométrica de sedimentos com mineralogia predominantemente quartzo-feldspato, ricos em matéria orgânica ou cimentados por carbonato de cálcio ou ambos.

## 2 DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Na aplicação desta Norma é necessário consultar:

- Tabela Munsell de cores de solo;
- NBR 5734 - Peneiras para ensaio;

## 3 DEFINIÇÕES

Para efeito desta Norma são adotadas as definições 3.1 e 3.2.

### 3.1 Sedimento

Depósito de materiais provenientes de processo de erosão de rochas e minerais, provocado pela ação do intemperismo.

### 3.2 Escala Granulométrica de Wentworth

Escala logarítmica de base 2, para classificação granulométrica de material.

$$\phi = -\log_2 (d/d_0)$$

onde:

- d = diâmetro do grão, em mm
- d<sub>0</sub> = diâmetro de uma partícula de 1 mm
- φ = classe de material

#### 4 APARELHAGEM E REAGENTES

4.1 Balança semi analítica com resolução de 0.01g e capacidade máxima de 1500g.

4.2 Balança analítica com resolução de 0.0001g e capacidade máxima de 150g.

4.3 Estufa cuja faixa de trabalho inclua a temperatura de 60°C, capaz de manter a temperatura constante dentro da faixa de  $\pm 1^\circ\text{C}$  em relação a temperatura pré-fixada.

4.4 Dessecador.

4.5 Vidraria: pipeta volumétrica de 20 mL com pera de três vias; proveta graduada de 1 L; béqueres de 50 mL, 200mL, 1 L e 2L; vidros de relógio e placa de Petri.

4.6 Agitador provido de variador de velocidade, com velocidade máxima de 3500 rpm e cujo rotor (no caso de agitador mecânico) seja um disco liso de PVC conforme Figura 1.

4.7 Capela com lavador de gases.

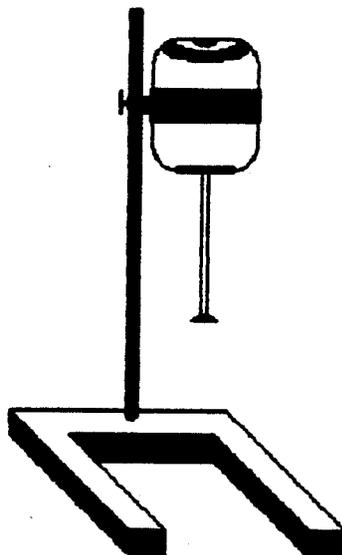


FIGURA 1 - Agitador mecânico com disco de PVC

4.8 Placa aquecedora elétrica com regulagem de temperatura e termostato de segurança ou bico de Bunsen.

4.9 Conjunto de peneiras que satisfaçam a NBR 5734, formado pelas peneiras 10, 18, 35, 60, 120 e 230 e ainda fundo e tampa.

4.10 Dispositivo vibratório para peneiras.

4.11 Bomba de vácuo cuja faixa de trabalho inclua o vácuo de 646,8 Pa (5mm de Hg).

4.12 Agitador manual com disco de PVC (vide Figura 2).

4.13 Pinça, espátula e escova com cerdas macias.

4.14 Água oxigenada a 50 volumes e/ou HCl a 10% em volume e água destilada.

4.15 Solução de hexametáfosfato de sódio na concentração de 2,5% (g/L).



FIGURA 2 - Agitador manual com disco de PVC

## 5 DADOS DA AMOSTRA

A amostra recebida do interessado deve conter as seguintes informações:

- data da coleta;
- natureza da amostra - cor (escala de Munsell), odor (se for característico), indicação de perigo;
- descrição sucinta do local: vale de rio, praia, cortes de estrada, etc.;
- localização; e
- volume da amostra - 1,5 L. no mínimo.

## 6 EXECUÇÃO DO ENSAIO

### 6.1 Preparação da amostra recebida

Antes de qualquer manipulação da amostra, esta deve ser homogeneizada, anotando-se:

- massa, medida em g;
- cor, conforme escala Munsell de cores;
- presença de objetos estranhos;
- outras informações consideradas relevantes.

### 6.2 Separação da amostra

Deve-se separar duas porções suficientes do material recebido, sendo uma porção para determinação do teor de umidade e outra para o ensaio

de determinação granulométrica; a porção restante deve ser rotulada e guardada em local conveniente por um período de 12 meses a partir da emissão do relatório.

### 6.3 Determinação do teor de água

Duas alíquotas de 20 g devem ser tomadas para determinação do teor de água, como descrito a seguir:

- a) Anotar a massa do material úmido  $\mu$ , em g.
- b) Secar este material à temperatura de 60°C, até que se observe a constância da massa (diferença não maior que 0,01 g entre duas pesadas consecutivas);
- c) Anotar a massa do material seco  $m_s$ ;
- d) Calcular o teor de água segundo a fórmula:

$$t = \frac{\mu - m_s}{m_s}$$

onde:

t : teor de água.  
 $\mu$ : massa úmida, em g.  
 $m_s$ : massa seca, em g.

- e) As etapas de a) a d) devem ser repetidas com as duas alíquotas.
- f) Calcular a média aritmética do teor de água  $t_m$  das duas alíquotas.  
 Esta média será considerada como teor de água médio da amostra:  $t_m$ .

### 6.4 Determinação da distribuição granulométrica

#### 6.4.1 Preparação preliminar

6.4.1.1 A porção destinada a determinação granulométrica, deve ser isenta de objetos estranhos com dimensões desproporcionais e que visivelmente não pertencam a amostra, tais como caco de tijolo, plástico, raízes, etc.

6.4.1.2 O valor da massa de material úmido  $\mu$  recomendado para ser submetida a desagregação deve ser obtido a partir da massa de material seco  $m_s$  conforme Tabela 1 e do teor de água  $t_m$ .

TABELA 1 - Massa de material seco desejada

| sedimento      | máximo $m_s$<br>desejado (g) |
|----------------|------------------------------|
| areia          | 100                          |
| silte          | 50                           |
| argila siltica | 30                           |

6.4.1.3 Usar a fórmula abaixo para determinar qual a massa de material úmido que deve ser usada.

$$\mu = m_s (1 + t_m)$$

onde:

$t_m$  = teor de água médio (média das duas amostras)

6.4.1.4 Determinar a massa  $\mu$ , em g.

#### 6.4.2 Preparação de amostras de sedimentos ricos em matéria orgânica carbonosa

Sedimentos ricos em matéria orgânica carbonosa floculam em água. É necessária sua eliminação através do ataque de  $H_2O_2$  a 50 volumes e cujo processo pode ser acelerado por meio de aquecimento em placa aquecedora. O sobrenadante deve ser eliminado por catação e o restante lavado com água destilada para que o pH seja corrigido, evitando-se a floculação durante o ensaio.

##### 6.4.2.1 Tratamento de amostra por $H_2O_2$

No tratamento das amostras deve ser evitada a perda de material por borbulhamento e respingamento. No caso de haver perda significativa de material da amostra, esta deve ser descartada, usando nova amostra para o tratamento. O tratamento deve seguir os seguintes passos:

a) a amostra deve estar em um béquer de 200 mL e homogeneizada;

Nota: Não se deve retirar os corpos estranhos de menor dimensão que estejam contidos na amostra a ser tratada a fim de evitar que partes significantes do sedimento sejam retiradas com estes corpos, o que pode acarretar desvios nos resultados finais.

b) colocar aproximadamente 100 mL de  $H_2O_2$  em um béquer de 2000 mL;

c) adicionar ao béquer uma porção mínima de amostra observando-se a reação com  $H_2O_2$  por aproximadamente cinco minutos, após o que deve-se aquecer o conteúdo do béquer, até a temperatura de fervura;

d) observar a reação até que esta cesse;

e) homogeneizar a mistura por meio de uma bagueta;

f) adicionar aos poucos aproximadamente 50 mL de  $H_2O_2$ , observando-se a ocorrência ou não de reação. Caso a mesma não ocorra, adiciona-se mais uma pequena porção da amostra, evitando-se o transbordamento e o respingamento;

g) caso a reação seja intensa, formando-se grandes bolhas que explodem, diminui-se sua intensidade adicionando água destilada ou álcool etílico comercial, em quantidade suficiente para acalmar a reação ou diminuindo a temperatura da solução por meio externo (por exemplo, água corrente externamente ao béquer);

h) repetem-se as operações c), d), e) f) e g) até que toda a porção da amostra mu seja tratada;

**Nota:** Caso ocorra acúmulo excessivo de água no béquer, o que prejudica a reação da matéria orgânica com  $H_2O_2$ , deve-se retirar o excesso de água por evaporação ou sifonagem (após decantação), evitando-se a perda de material.

i) após a retirada parcial da água, deve-se adicionar  $H_2O_2$  e observar se ocorre reação. Em caso positivo, processa-se novo ataque com  $H_2O_2$  até que não ocorra reação;

j) adicionar, então, aproximadamente 200 mL de água destilada e proceder a fervura por aproximadamente 10 minutos, a fim de eliminar o oxigênio dissolvido, e deixa-se esfriar até a temperatura ambiente;

**Nota 1)** Durante o tratamento, deve-se proceder a retirada dos corpos estranhos (gravetos, folhas, matéria orgânica, etc) por meio de uma pinça, tomando-se o cuidado de lavar os mesmos, devolvendo para o béquer os resíduos de sedimento neles contidos.

**Nota 2)** A mistura deve permanecer sempre saturada de água, durante o tratamento.

k) adicionar ao bequer aproximadamente 1 L de água destilada, homogeneizar a mistura por meio de uma agitação manual com bagueta;

l) após decantação, pode-se diminuir o volume de água por sifonamento;

m) utilizando papel de filtro, filtrar a mistura como indica a Figura 3, observando-se que as paredes do béquer devem ficar isentas de resíduos;

**Nota:** A filtragem pode ser feita sob um vácuo não superior a 666.6 Pa (5 mm de Hg).

n) após a filtragem, proceder a lavagem do sedimento até que a água efluente esteja com pH de no mínimo 6;

**Nota 1)** Deve-se observar que a água efluente seja isenta de sedimento. No caso da presença de sedimento, a água deve ser recuperada e novamente filtrada no mesmo filtro.

**Nota 2)** Durante a lavagem, caso observe-se a presença de material estranho, (folhas, gravetos, material orgânico ou rochas, minerais com granulometria superior a 2 mm), os mesmos devem ser retirados com pinça, lavados e esta água de lavagem filtrada no mesmo filtro.

o) a amostra filtrada e lavada deve ser seca em estufa a uma temperatura não superior a 60°C no próprio papel de filtro sobre vidro de relógio, procurando-se evitar a perda de material.

### 6.4.3 Preparação de amostras de sedimentos cimentados por carbonato de cálcio

Sedimentos cimentados por carbonato de cálcio devem ser tratados por HCl (ácido clorídrico a 10%).

#### 6.4.3.1 Tratamento das amostras por HCl

Devem ser seguidos os passos seguintes:

- a) adicionar em um béquer de 2000 mL, aproximadamente 500 mL ou mais de solução aquosa de HCl a 10% em volume;
- b) adicionar uma pequena porção da amostra, observando-se a reação. Adiciona-se, então, gradualmente, o restante da amostra e solução de HCl a 10%, até que não se observe mais reação visível. Terminada esta última fase, procede-se de modo semelhante como indicado em 6.4.2.1, k), l), m), n) e o).

**Nota:** No caso de sedimentos cimentados por carbonato de cálcio conter matéria orgânica, o tratamento inicial deve ser também com  $H_2O_2$ , seguindo-se o item 6.4.2.1 de a) até j), inclusive.

- c) secar a  $60^\circ C$  a porção de sedimento preparado e anotar o valor da massa para ensaio de granulometria ms.

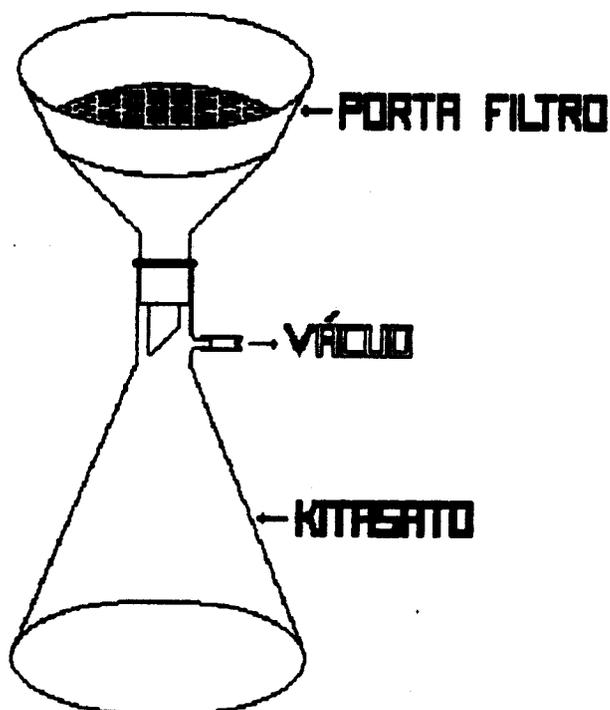


FIGURA 3 - Equipamentos de filtração

## 6.5 Passos para execução do ensaio

6.5.1 A amostra deve ser destorroada, usando-se um amassador de borracha e um recipiente de porcelana.

6.5.2 Caso a quantidade da amostra seja superior a aquela indicada na Tabela 1, quarteá-la até obter a massa desejada, que será denominada  $m_i$  (massa inicial para ensaio).

6.5.3 Imergir a massa de ensaio  $m_i$  em aproximadamente 400 mL de água destilada em béquer de 1000 mL e agitar com agitador mecânico dotado de um disco de PVC até que se observe a total desagregação das partículas.

6.5.4 Adicionar 40 mL de solução aquosa de hexametáfosfato de sódio em concentração de 2.5% e agitar durante 10 minutos.

6.5.5 Transferir para proveta graduada de 1000 mL e aguardar cerca de 10 a 15 minutos de forma a poder observar a total ausência de fase floculada no fundo da proveta.

6.5.6 Observando-se fase floculada deve-se retornar ao béquer de 1000 mL e agitar mais tempo.

6.5.7 Não se observando fase floculada, passa-se finalmente ao procedimento da pipetagem, obedecendo-se aos valores de temperatura, tempo e profundidade apresentados na Tabela 2 do Anexo A.

Nota 1) A Tabela 2 foi calculada para uma massa específica de  $2.6 \text{ g/cm}^3$ ; para outra massa específica, deve ser usada a fórmula:

$$T = \frac{9/2 n}{g (d' - d'') (D/2)^2}$$

onde:

- T = tempo em s
- H = altura de referência para pipetagem, em cm
- n = viscosidade da água em  $\text{g/cm s}$
- g = aceleração de gravidade no local do ensaio,  $\text{cm/s}^2$
- $d'$  = massa específica do sedimento, em  $\text{g/cm}^3$
- $d''$  = massa específica da água, em  $\text{g/cm}^3$
- D = diâmetro equivalente considerado, em cm.

Nota 2) Os valores dos diâmetros equivalentes aos das partículas foram arbitrados levando em conta a escala de Wentworth (vide Anexo B, Tabela 3).

6.5.8 A proveta de ensaio deve ser preenchida até o nível correspondente a 1000 mL e assentada em superfície plana, rígida e livre de qualquer vibração durante o período de ensaio (cerca de 2h15min).

### 6.5.9 Pipetagem

6.5.9.1 Agitar a coluna com o uso de agitador manual (ver Figura 2) de modo a homogeneizar a distribuição do sedimento por toda a altura; e ao cessar a agitação, iniciar a contagem do tempo para a primeira

tomada da pipeta. Em seguida, agitar novamente a coluna de sedimentação e ao fim desta, iniciar nova contagem de tempo para todas as demais tomadas.

Nota: Faltando 10s para o momento de cada tomada de material pela pipeta, iniciar lentamente sua descida pelo centro da superfície da proveta, mantendo-se a verticalização daquela até a profundidade indicada na Tabela 2 do Anexo A, evitando-se qualquer perturbação à sedimentação.

6.5.9.2 Cada volume de 20 mL extraído deve ser colocado em um béquer de 50 mL (previamente pesado em balança analítica) e posteriormente levado para secar em estufa a temperatura máxima de 60°C, determinando-se então a sua massa seca.

Nota: Durante os trabalhos de secagem dos sedimentos, estes não estarão secos se dentro da estufa houver um único béquer contendo água.

6.5.9.3 Passa-se, então, a fase de cálculo:

- a) A quantidade de partículas em massa que tem diâmetros equivalentes inferiores a 0,063, 0,031, 0,016, 0,008 e 0,004 mm são determinados respectivamente pela diferença entre a massa do béquer com sedimento e a massa do bequer vazio, multiplicando-se o resultado por 50;
- b) Subtrair o valor da massa das partículas com diâmetro equivalente a 0,031 mm da massa das partículas de 0,063 mm. A diferença é a massa de material com diâmetro equivalente menor que 0,063 mm e maior que 0,031 mm;
- c) Subtrair o valor da massa das partículas com diâmetro equivalente a 0,016 mm da massa das partículas de 0,031 mm. A diferença é a massa de material com diâmetro equivalente menor que 0,031 mm e maior que 0,016 mm;
- d) Subtrair o valor da massa das partículas com diâmetro equivalente a 0,008 mm da massa das partículas de 0,016 mm. A diferença é a massa de material com diâmetro equivalente menor que 0,016 mm e maior que 0,008 mm;
- e) Subtrair o valor da massa das partículas com diâmetro equivalente a 0,004 mm da massa das partículas de 0,008 mm. A diferença é a massa de material com diâmetro equivalente menor que 0,008 mm e maior que 0,004 mm;
- f) A massa de material menor que 0,004 mm é obtida subtraindo-se desta e apenas desta o valor de 1 g, que corresponde ao defloculante adicionado no início da sedimentação:

6.5.9.4 Terminada a sedimentação os 900 mL restantes de água e sedimento são passados por uma peneira ABNT número 230, de modo a serem eliminados todos os finos através de lavagem em água corrente; auxiliando-se a operação passando a mão na parte inferior da peneira tendo o cuidado de não deformar sua malha.

6.5.9.5 A areia retida é transportada para um béquer de aproximadamente 100 mL e sua massa determinada em balança semi-analítica.

#### 6.5.10 Peneiramento

6.5.10.1 Montar o conjunto de peneiras indicado em 4.9. no dispositivo vibratório ( ver Figura 4).

6.5.10.2 Colocar o material descrito em 6.5.9.5. na peneira superior nº 10 (abertura de 2 mm). colocar a tampa e deixar funcionar por 15 minutos.

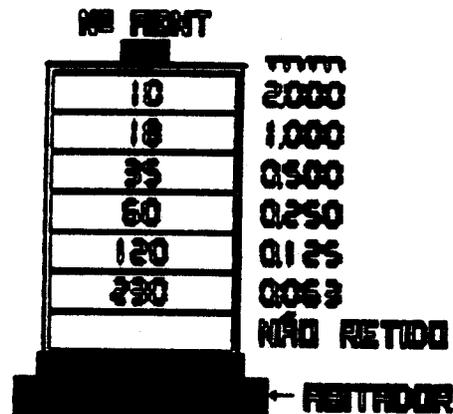


FIGURA 4 - Conjunto de peneiras e dispositivo vibratório

6.5.10.3 Passa-se, então, a fase de cálculo:

- Transferir individualmente o conteúdo de cada peneira e do fundo para placas de petri com massa conhecida e determinando-se sua massa em uma balança semi-analítica; pelas diferenças obtém-se as massas de areia retida em cada peneira;
- A massa do material que passa pela peneira de abertura 0,063 mm deve ser subtraída da massa total peneirada e corrigida pois é material que não deveria estar presente (indica deficiência na lavagem); as massas retidas em cada peneira devem ser obtidas pelas fórmulas:

$$\text{massa corrigida} = \text{massa retida} \times F_c$$

$$F_c = \frac{\text{massa inicial do ensaio}}{\sum \text{massas retidas em cada peneira}}$$

onde:

$F_c$  = fator de correção

## 7 RESULTADOS

Lançar os resultados de peneiramento e sedimentação (em tabelas) respectivamente Tabela 4 e Tabela 5; baseadas na distribuição granulométrica de Wentworth (vide anexo B)

Nota: A distribuição percentual é feita a partir da soma das massas de todos os intervalos entre 2,0 e 0,004 mm, inclusive.

Elaborar representação gráfica conforme Figura 5.

**Tabela 4 - Resultados do peneiramento: Distribuição granulométrica em massa segundo intervalos definidos na escala de Wentworth**

| Granulometria<br>mm | massa<br>g | massa corrigida<br>g | porcentagem<br>% |
|---------------------|------------|----------------------|------------------|
| massa inicial       |            | ---                  | ---              |
| maior que 2,0       |            |                      |                  |
| 2,0 a 1,0           |            |                      |                  |
| 1,0 a 0,5           |            |                      |                  |
| 0,5 a 0,25          |            |                      |                  |
| 0,25 a 0,125        |            |                      |                  |
| 0,125 a 0,063       |            |                      |                  |
| menor que 0,063     |            | ---                  | ---              |
| Totais              |            |                      |                  |

**Tabela 5 - Resultados da sedimentação: Distribuição granulométrica em massa segundo intervalos definidos na escala de Wentworth**

| Granulometria<br>mm | massa de sedimento<br>de pipetagem<br>g | massa de sedimento<br>no intervalo<br>g | porcentagem<br>% |
|---------------------|---|---|------------------|
| 0,063 a 0,031       |   |   |                  |
| 0,031 a 0,016       |   |   |                  |
| 0,016 a 0,008       |   |   |                  |
| 0,008 a 0,004       |   |   |                  |
| menor que 0,004     |   |   |                  |

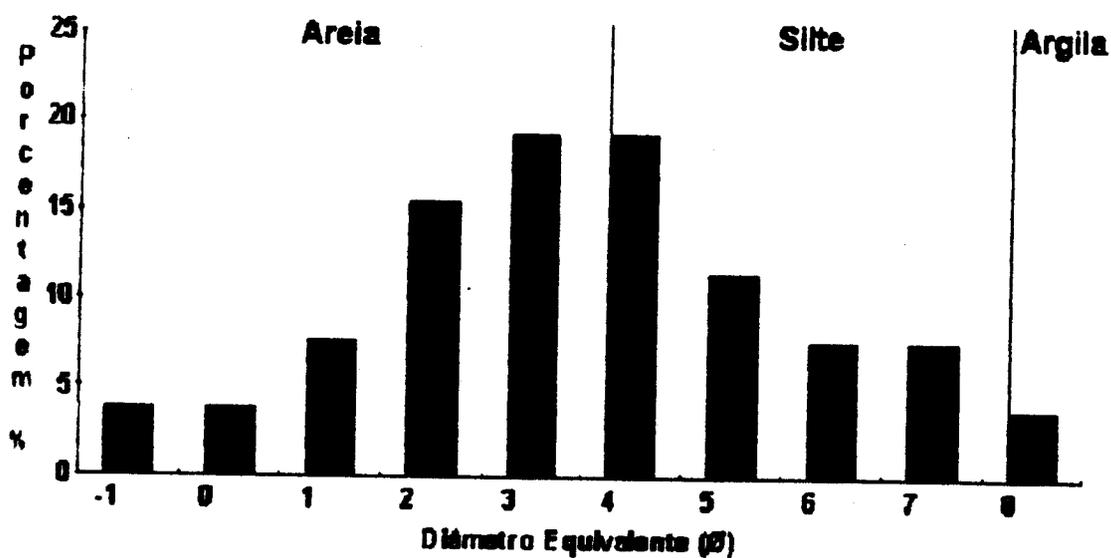


Figura 5 - Histograma de distribuição granulométrica segundo a escala de Wentworth

#### 8. ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

A soma das massas de todos os intervalos entre 2,0 e 0,004 mm inclusive e menores que 0,004 mm deve apresentar diferença de, no máximo, 5% em relação a massa inicial  $m_i$ . Caso isso não ocorra o ensaio deve ser refeito.

## ANEXO A

TABELA 2 - Tabela de tempos de pipetagem em função da temperatura e da profundidade de referência no ensaio de sedimentação

| Temperatura | 1° Pipetagem<br>D=0,063mm<br>Profundidade (H)<br>20,0cm |          | 2° Pipetagem<br>D=0,031mm<br>Profundidade (H)<br>20,0cm |          | 3° Pipetagem<br>D=0,016mm<br>Profundidade (H)<br>10,0cm |          | 4° Pipetagem<br>D=0,08mm<br>Profundidade (H)<br>10,0cm |          | 5° Pipetagem<br>D=0,04mm<br>Profundidade (H)<br>10,0cm |         |          |
|-------------|---|----------|---|----------|---|----------|--|----------|--|---------|----------|
|             | Tempo   |          |   |          |   |          |  |          |  |         |          |
| °C          | minutos   | segundos | minutos   | segundos | minutos   | segundos | minutos  | segundos | horas  | minutos | segundos |
| 5,0         | 01  | 28       | 06  | 03       | 11  | 22       | 45   | 29       | 3  | 01      | 16       |
| 6,0         | 01  | 25       | 05  | 52       | 11  | 01       | 44   | 04       | 2  | 56      | 31       |
| 7,0         | 01  | 22       | 05  | 41       | 10  | 41       | 42   | 45       | 2  | 51      | 08       |
| 8,0         | 01  | 20       | 05  | 31       | 10  | 22       | 41   | 30       | 2  | 46      | 28       |
| 9,0         | 01  | 17       | 05  | 22       | 10  | 04       | 40   | 18       | 2  | 41      | 09       |
| 10,0        | 01  | 15       | 05  | 12       | 09  | 47       | 39   | 08       | 2  | 36      | 07       |
| 11,0        | 01  | 13       | 05  | 04       | 09  | 30       | 38   | 03       | 2  | 32      | 58       |
| 12,0        | 01  | 11       | 04  | 55       | 09  | 14       | 36   | 58       | 2  | 27      | 25       |
| 13,0        | 01  | 09       | 04  | 47       | 08  | 59       | 35   | 58       | 2  | 23      | 16       |
| 14,0        | 01  | 07       | 04  | 39       | 08  | 44       | 34   | 59       | 2  | 19      | 30       |
| 15,0        | 01  | 05       | 04  | 32       | 08  | 31       | 34   | 05       | 2  | 16      | 56       |
| 16,0        | 01  | 04       | 04  | 25       | 08  | 17       | 33   | 11       | 2  | 12      | 33       |
| 17,0        | 01  | 02       | 04  | 18       | 08  | 05       | 32   | 20       | 2  | 09      | 13       |
| 18,0        | 01  | 00       | 04  | 11       | 07  | 52       | 31   | 30       | 2  | 06      | 28       |
| 19,0        | 00  | 59       | 04  | 05       | 07  | 40       | 30   | 43       | 2  | 02      | 46       |
| 20,0        | 00  | 57       | 03  | 59       | 07  | 29       | 29   | 58       | 1  | 59      | 38       |
| 21,0        | 00  | 56       | 03  | 53       | 07  | 18       | 29   | 14       | 1  | 56      | 18       |
| 22,0        | 00  | 55       | 03  | 48       | 07  | 08       | 28   | 33       | 1  | 54      | 22       |
| 23,0        | 00  | 53       | 03  | 42       | 06  | 58       | 27   | 52       | 1  | 51      | 28       |
| 24,0        | 00  | 52       | 03  | 37       | 06  | 48       | 27   | 14       | 1  | 48      | 52       |
| 25,0        | 00  | 51       | 03  | 32       | 06  | 39       | 26   | 36       | 1  | 46      | 30       |
| 26,0        | 00  | 50       | 03  | 27       | 06  | 30       | 26   | 00       | 1  | 44      | 28       |
| 27,0        | 00  | 49       | 03  | 23       | 06  | 21       | 25   | 26       | 1  | 41      | 39       |
| 28,0        | 00  | 48       | 03  | 18       | 06  | 13       | 24   | 52       | 1  | 39      | 38       |
| 29,0        | 00  | 47       | 03  | 14       | 06  | 05       | 24   | 20       | 1  | 37      | 07       |
| 30,0        | 00  | 46       | 03  | 10       | 05  | 57       | 23   | 49       | 1  | 35      | 41       |
| 31,0        | 00  | 45       | 03  | 06       | 05  | 49       | 23   | 18       | 1  | 33      | 50       |
| 32,0        | 00  | 44       | 03  | 02       | 05  | 42       | 22   | 49       | 1  | 31      | 03       |
| 33,0        | 00  | 43       | 02  | 58       | 05  | 35       | 22   | 21       | 1  | 29      | 37       |
| 34,0        | 00  | 42       | 02  | 55       | 05  | 28       | 21   | 54       | 1  | 27      | 15       |
| 35,0        | 00  | 41       | 02  | 51       | 05  | 21       | 21   | 27       | 1  | 25      | 13       |
| 36,0        | 00  | 40       | 02  | 48       | 05  | 15       | 21   | 02       | 1  | 24      | 24       |
| 37,0        | 00  | 39       | 02  | 44       | 05  | 09       | 20   | 37       | 1  | 22      | 56       |
| 38,0        | 00  | 39       | 02  | 41       | 05  | 03       | 20   | 13       | 1  | 20      | 05       |
| 39,0        | 00  | 38       | 02  | 38       | 04  | 57       | 19   | 50       | 1  | 19      | 51       |
| 40,0        | 00  | 37       | 02  | 35       | 04  | 51       | 19   | 27       | 1  | 17      | 16       |

## ANEXO B

TABELA 3 - ESCALA DE WENTWORTH

| TAMANHO DO GRÃO<br>d (mm) | Ø         | NOME DO MATERIAL   |
|---------------------------|-----------|--------------------|
| 64 a 4                    | -6 a -2   | seixos             |
| 4 a 2                     | -2 a -1   | grânulos           |
| 2 a 1                     | -1 a 0    | areia muito grossa |
| 1 a 0,5                   | 0 a 1     | areia grossa       |
| 0,5 a 0,25                | 1 a 2     | areia média        |
| 0,25 a 0,125              | 2 a 3     | areia fina         |
| 0,125 a 0,063             | 3 a 4     | areia muito fina   |
| 0,063 a 0,032             | 4 a 5     | silte grosso       |
| 0,032 a 0,016             | 5 a 6     | silte médio        |
| 0,016 a 0,008             | 6 a 7     | silte fino         |
| 0,008 a 0,004             | 7 a 8     | silte muito fino   |
| 0,004 e menor             | 8 e menor | argilas            |

/ANEXO C

---

**ANEXO C - Bibliografia**

- C-1 COIMBRA, Armando Marcio, GOÉS, Ana Maria, YAMAMOTO, Jorge Kazuo. **Análise granulométrica de sedimentos**. São Paulo: Instituto de Geociências da USP, 1991. não paginado. Apontamentos de sedimentologia.
- C-2 DEPETRIS, Pedro José. Los sedimentos fluviales y lacustres: granulometria y contenido de materia organica. In: LOPREHO, Estela C., TELL, Guilherme (Dir.). **Ecossistemas de águas continentales: mitologias para su estudio**. Argentina : SUR, 1995. 3 tomos. tomo 1. p. 67-78.
- C-3 GRANULOMETRIA. S.L.: s.n., s.d. 14 p. Notas de aula do Professor Moisés Tessler do IO-USP, 1993.
- C-4 SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1973. 317 p.
-