
NORMA TÉCNICA

T . 146 / 1

**DETERMINAÇÃO DAS
CARACTERÍSTICAS DO CASCALHO
ROLADO, FAIXA GRANULOMÉTRICA
DE 2,38mm a 6,35mm**





NORMA TÉCNICA

Determinação Das Características Do
Cascalho Rolado, Faixa Granulométrica De:
2,38mm A 6,35mm

Nº: T.146/1
Subst.: T.146
Aprov.: 26/04/18
Pág.: 1/8

1 Objetivo

1.1 Esta norma prescreve os métodos para a determinação das características físico-químicas do cascalho rolado com faixa granulométrica de 2,38mm a 6,35mm respectivamente, utilizados nos filtros das Estações de Tratamento de Água.

1.2 Aplica-se a todas as unidades organizacionais da Empresa cujas atividades se relacionam com a especificação, aquisição, controle de qualidade, armazenamento e aplicação de materiais.

2 Referências

2.1 Na aplicação desta Norma pode ser necessário consultar:

- DA COPASA MG

- T.004/_ - Coleta de Amostra de Cascalho
- T.011/_ - Cascalho Rolado para Filtros

- DA ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

- NBR 5734 - Peneiras para Ensaio

2.2 Cada referência citada neste texto deve ser observada em sua edição em vigor, desde que mantidos os mesmos objetivos da data de aprovação da presente Norma.

3 Procedimento, Equipamentos E Materiais Para Execução Dos Ensaios

3.1 Preparação da amostra para os ensaios

- a) misturar a amostra;
- b) dividir em quatro quartis;
- c) descartar dois quartis opostos e misturar bem os outros dois;
- d) pesar aproximadamente 5 kg e descartar o restante. Esta é a amostra para ensaios que deve ser imediatamente submetida aos ensaios ou então ser preservada em recipiente limpo, seco e bem fechado.
- e) a preparação da amostra pode ser feita tanto manual quanto mecanicamente.

3.2 Ensaios granulométricos

3.2.1 Equipamentos e materiais:

- a) balança eletrônica com precisão de $\pm 0,05$ e capaz de fornecer leitura de 0,1g;



NORMA TÉCNICA

Determinação Das Características Do
Cascalho Rolado, Faixa Granulométrica De:
2,38mm A 6,35mm

Nº: T.146/1
Subst.: T.146
Aprov.: 26/04/18
Pág.: 2/8

- b) peneiras n° 7; 6; 5; 4; 3,5; 1/4" conforme NBR 5734;
- c) aparelho vibrador de peneiras, com suporte marcador de tempo e número de vibrações por minuto;
- d) estufa dotada de termostato capaz de manter a temperatura a $110 \pm 3^{\circ}\text{C}$;
- e) dessecador;
- f) formas retangulares 30cm x 40cm em alumínio.

3.2.2 Execução dos ensaios para determinação granulométrica:

- a) pesar aproximadamente 200 gramas da amostra para ensaios obtida segundo 3.1;
- b) secar esta amostra em estufa, a $110 \pm 3^{\circ}\text{C}$, durante 3 horas;
- c) retirar da estufa e esfriar em dessecador, até atingir a temperatura ambiente;
- d) selecionar e montar as peneiras no aparelho vibrador de peneiras, do maior diâmetro de abertura para o menor diâmetro. A peneira de base será a "panela";
- e) transferir os 200 gramas do cascalho para a peneira de topo e fechar bem a tampa de cobertura das peneiras. Colocar o vibrador em funcionamento durante 15 minutos à velocidade de aproximadamente 500 vibrações por minuto;
- f) determinar as quantidades retidas em cada peneira, calcular as percentagens retidas e as percentagens acumuladas; corrigir estes valores, quando necessário, por arredondamento para números inteiros;

Exemplo: Peso da amostra 200 gramas

Peso da peneira ABNT n° 1/4" = 564,48g (peneira de topo)

Peso da peneira ABNT n° 1/4" com material retido 610,3g

Material retido = $610,3 - 564,48 = 46,00\text{ g}$

$$\text{Percentagem retida: } \frac{200}{46} = \frac{100\%}{x}$$

$$x = 23\%$$

Percentagem acumulada acima = 23%

Percentagem acumulada abaixo = $100 - 23 = 77\%$

3.2.3 Cálculo da granulometria

- a) anotar os valores dos diâmetros máximo e mínimo do material retido no peneirado;
- b) comparar com os valores dos diâmetros que acompanham a amostra.

3.3 Ensaio para cálculo das esfericidade**3.3.1 Equipamentos e materiais:**

- a) lupa;
- b) vidro de relógio, diâmetro externo 150mm;
- c) pinça microbiológica, comprimento 100mm.

3.3.2 Execução do ensaio:

- a) pesar aproximadamente 15 (quinze) gramas da amostra para ensaios obtida segundo 3.1;
- b) colocar os 15 gramas do cascalho em vidro de relógio;
- c) colocar sob uma lupa e comparar o resultado de acordo com a Figura 1 e a Tabela a seguir:

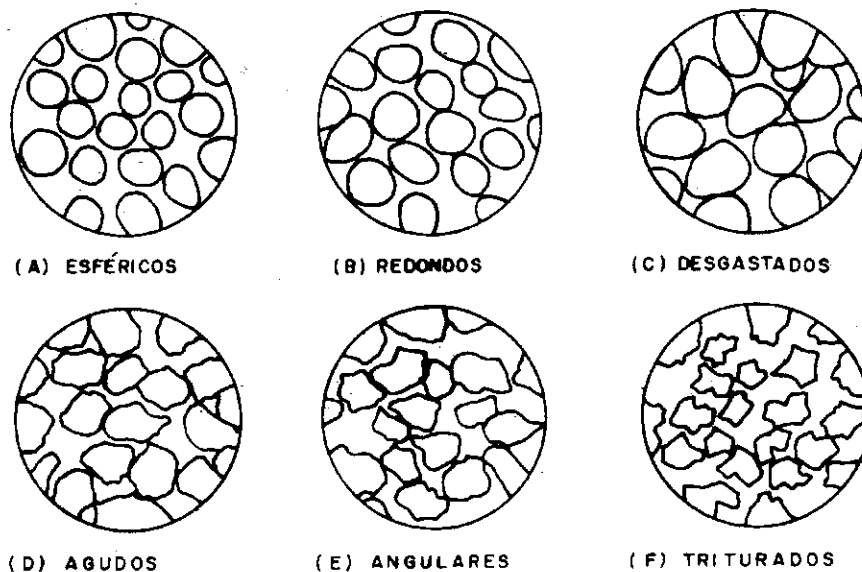


Figura 1 - Forma dos grãos do cascalho





NORMA TÉCNICA

Determinação Das Características Do
Cascalho Rolado, Faixa Granulométrica De:
2,38mm A 6,35mm

Nº: T.146/1
Subst.: T.146
Aprov.: 26/04/18
Pág.: 4/8

Fator de esfericidade: enquadrar o cascalho segundo sua forma de acordo com a Tabela:

Tabela - Esfericidade

FORMA DOS GRÃOS	VALOR
(A) esféricos;	1,00
(B) redondos	0,98
(C) desgastados	0,94
(D) agudos	0,81
(E) angulares	0,78
(F) triturados	0,70

3.4 Ensaio para determinação do peso específico real

3.4.1 Equipamentos e materiais:

- balança eletrônica com precisão de $\pm 0,05$ e capaz de fornecer leitura de 0,1 gr;
- picnômetro com tampa, capacidade de 50ml;
- estufa com termostato, capaz de manter a temperatura a $110 \pm 3^\circ\text{C}$.

3.4.2 Execução do ensaio:

- pesar 50 (cinquenta) gramas do cascalho rolado da amostra para ensaios obtida segundo 3.1;
- secar a amostra em estufa à temperatura de $110 \pm 3^\circ\text{C}$ durante uma hora;
- retirar da estufa e esfriar em dessecador até atingir a temperatura ambiente;
- pesar 40 gramas desta amostra;
- acondicionar o cascalho no picnômetro, de modo a evitar perdas
- adicionar água destilada no picnômetro até cobrir a amostra, eliminar bolhas de ar e completar o volume;
- pesar o picnômetro com água e cascalho e anotar o peso P_1 ;
- fazer um branco com picnômetro mais água destilada e anotar o peso P_2 ;
- cálculo do peso específico real:

$$\text{Peso Específico Real} = \frac{P_{Am}}{P_2 + (P_{Am} - P_1)}$$

Sendo: P_{Am} = Peso da Amostra

3.5 Ensaio para determinação da solubilidade com ácido clorídrico

3.5.1 Equipamentos e materiais:

- a) balança eletrônica com precisão de $\pm 0,05$ e capaz de fornecer leitura de 0,1g;
- b) becker de 2000ml;
- c) ácido clorídrico concentrado (densidade 1,18 g/cm³);
- d) água destilada;
- e) estufa dotada de termostato, capaz de manter a temperatura a $110 \pm 3^\circ\text{C}$;
- f) dessecador.
- g) bagueta de vidro, diâmetro 5mm, comprimento 30 cm.

3.5.2 Execução do ensaio:

- a) pesar aproximadamente 200 gramas do cascalho da amostra para ensaios obtida segundo 3.1;
- b) secar esta amostra em estufa à temperatura de $110 \pm 3^\circ\text{C}$, durante 1 hora;
- c) retirar da estufa, esfriar em dessecador até atingir a temperatura ambiente; pesar e anotar o peso P_1 ;
- d) transferir o cascalho para um becker seco e limpo com capacidade de 2000ml. Adicionar ao material 1000ml de ácido clorídrico diluído a 40% com água destilada;
- e) deixar repousar à temperatura ambiente, com agitações ocasionais (usando bagueta de vidro), até que cesse a efervescência;

Nota: Se houver muita efervescência, descarregar o ácido clorídrico antes que a mesma esteja chegando ao fim e adicionar igual quantidade de ácido clorídrico diluído a 40% com água destilada

- f) deixar o material repousar em contato com o ácido, durante 24 horas, à temperatura ambiente;
- g) descarregar o ácido em local apropriado durante o processo de lavagem;
- h) lavar com água todo o material, por meio de decantação, até atingir o $\text{pH} \pm 7$;
- i) secar o material em estufa, à temperatura de $110 \pm 3^\circ\text{C}$, durante 3 horas;
- j) retirar o material da estufa e deixar esfriar em dessecador até atingir a temperatura ambiente; pesar e anotar o peso P_2 ;



$$\text{Solubilidade (\%)} = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100$$

P_1 = Peso do cascalho seco, antes da lavagem com ácido

P_2 = Peso do cascalho seco, após a lavagem com ácido

3.6 Perda por abrasão

3.6.1 Equipamentos e materiais:

- coluna de lavagem, de vidro ou polietileno transparente ou acrílico conforme o esquema da Figura 2;
- balança analítica com precisão de 0,01mg;
- balança eletrônica com precisão de $\pm 0,05$ e capaz de fornecer leitura de 0,1g;
- estufa dotada de termostato capaz de manter a temperatura a $110 \pm 3^\circ\text{C}$.

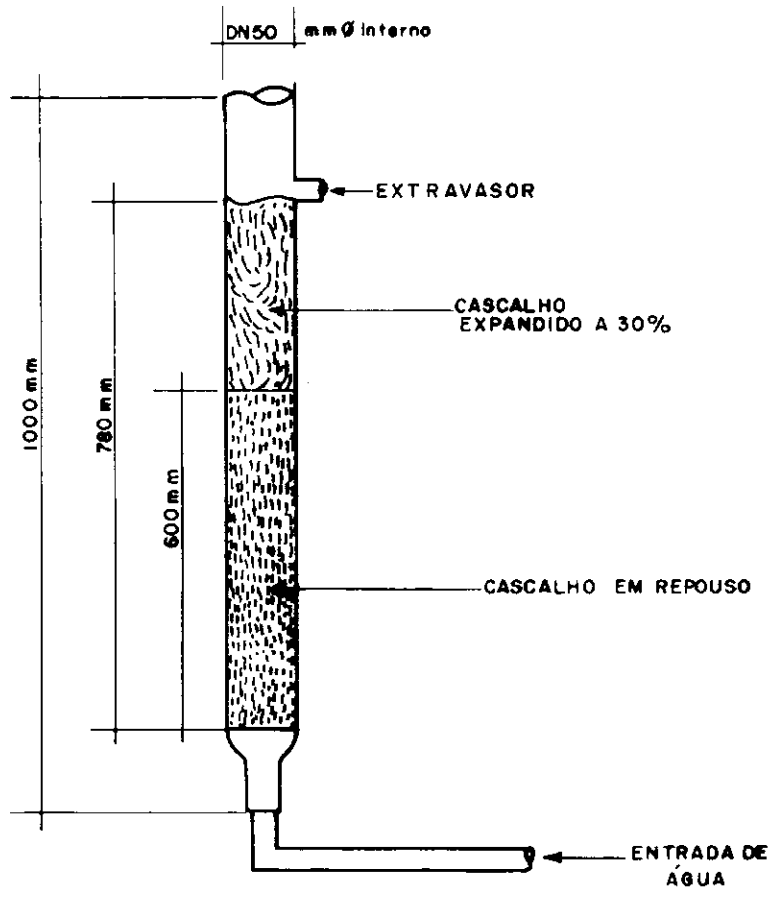


Figura 2 - Esquema de uma coluna de lavagem

3.6.2 Execução do ensaio

- a) pesar aproximadamente 4 kg de areia da amostra para ensaios obtida segundo 3.1;
- b) lavar com água corrente, de modo a retirar a matéria orgânica (conchas, mariscos, etc.) presentes. Tomar cuidado para que não ocorra quebra dos grãos;
- c) secar em estufa a $110 \pm 3^\circ$ durante 3 (três) horas, até atingir peso constante;
- d) pesar uma quantidade (P_1), suficiente para encher uma altura de 60cm da coluna de lavagem e depositá-la na coluna de lavagem;
- e) regular a vazão de entrada de água na coluna de lavagem de modo a se obter uma expansão de 30% do leito. Manter essa condição durante 20 horas e então, interromper o fluxo;
- f) retirar o material e seca-lo em estufa a $110 \pm 3^\circ\text{C}$ durante 3 horas;
- g) esfriar o material em dessecador; pesar e anotar o peso P_2 ;
- h) calcular a perda percentual por abrasão através da fórmula a seguir:

$$\text{P.A. (\%)} = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100$$

onde

P.A. = perda por abrasão

P_1 = peso inicial do cascalho

P_2 = peso final do cascalho

3.7 Laudo dos ensaios

O laboratório deve emitir um laudo para os ensaios contendo os seguintes dados:

- a) identificação da amostra;
- b) denominação completa dos ensaios;
- c) data da execução dos ensaios;
- d) resultados dos ensaios;
- e) nome e assinatura do responsável pelos ensaios;
- f) observações gerais consideradas de interesse.

4 DISPOSIÇÕES FINAIS

4.1 Cabe à área de Normalização Técnica e às demais áreas, afins o acompanhamento da aplicação da presente Norma.





NORMA TÉCNICA

Determinação Das Características Do
Cascalho Rolado, Faixa Granulométrica De:
2,38mm A 6,35mm

Nº: T.146/1
Subst.: T.146
Aprov.: 26/04/18
Pág.: 8/8

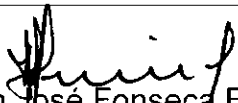

4.2 Esta Norma entra em vigor a partir desta data, revogadas as disposições em contrário.

4.3 Esta Norma, como qualquer outra, é um documento dinâmico, podendo ser alterada ou ampliada sempre que necessário. Sugestões e comentários devem ser enviados à Divisão de Cooperação Técnica e Desenvolvimento Tecnológico - DVDT.

4.4 Coordenador da equipe de revisão desta Norma:

Identificação Organizacional			Nome do Responsável
Diretoria	Superintendência	Divisão/Distrito	
DNT	-	DVOT	Frieda keifer Cardoso

4.5 Responsáveis pela aprovação:

Identificação Organizacional			Nomes dos Responsáveis
Diretoria	Superintendência	Divisão/Distrito	
DTE	SPDT	DVDT	 Wilton José Fonseca Ferreira
DTE	SPDT	-	 Patrícia Rezende de Castro Pirauá

/ANEXO 03

01/01

ANEXO A

LAUDO DE ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE MATERIAL PARA FILTRO		SIGLA DO SOLICITANTE:	
		CÓDIGO CONTÁBIL:	
AMOSTRA Nº	COLETOR	LOCAL DA COLETA	DATA DE COLETA
		DATA DE ENTREGA	DIÁRIO DE DIÁRIO
TIPO DE MATERIAL		LOCAL DE APLICAÇÃO	SISTEMA
		FORNECEDOR	
AREIA		CASCALHO ROLADO	
PERDA POR ABRASÃO (%)		PERDA POR ABRASÃO (%)	
PERDA POR IGNIÇÃO (%)		FORMA ARREDONDADA (%)	
ESFERICIDADE MÍNIMA		ARGILITO <input type="radio"/> SIM <input type="radio"/> NÃO	
MATERIAIS NÃO DESEJÁVEIS	ARGILITO <input type="radio"/> SIM <input type="radio"/> NÃO	SILTE <input type="radio"/> SIM <input type="radio"/> NÃO	
	SILTE <input type="radio"/> SIM <input type="radio"/> NÃO	LAMA <input type="radio"/> SIM <input type="radio"/> NÃO	
	LAMA <input type="radio"/> SIM <input type="radio"/> NÃO	AREIA <input type="radio"/> SIM <input type="radio"/> NÃO	
	CALCÁRIO ARGILOSO (MARGA) <input type="radio"/> SIM <input type="radio"/> NÃO	ARGILA <input type="radio"/> SIM <input type="radio"/> NÃO	
	ARGILA <input type="radio"/> SIM <input type="radio"/> NÃO	MICÁCEOS <input type="radio"/> SIM <input type="radio"/> NÃO	
	MICÁCEOS <input type="radio"/> SIM <input type="radio"/> NÃO	IMPUREZAS ORGÂNICAS <input type="radio"/> SIM <input type="radio"/> NÃO	
	IMPUREZAS ORGÂNICAS <input type="radio"/> SIM <input type="radio"/> NÃO	PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)	SOLUBILIDADE EM HCL A 40% - 24 hs.		
SOLUBILIDADE EM HCL A 40% - 24 hs.	PERCENTAGENS DAS PARTÍCULAS DELGADAS, CHATAS OU ALONGADAS		
SOMA DAS PERCENTAGENS DOS MATERIAIS COM TAMAÑHOS ACIMA E ABAIXO DOS LIMITES DOS TAMAÑHOS ESPECIFICADOS (%)	PERCENTAGENS DAS PARTÍCULAS FRAGMENTADAS OU (QUEBRADAS)		
TAMAÑHO EFETIVO - T.E. (mm)	SOMA DAS PERCENTAGENS DOS MATERIAIS COM TAMAÑHOS ACIMA E ABAIXO DOS LIMITES DOS TAMAÑHOS ESPECIFICADOS (%)		
COEFICIENTE DE UNIFORMIDADE - C.U.	TAMAÑHOS "X"		
TAMAÑHO DO GRÃO MENOR (mm)			
TAMAÑHO DO GRÃO MAIOR (mm)	50,8 A 25,4mm		
ANTRACITO		25,4 A 12,7mm	
PERDA POR ABRASÃO (%)		12,7 A 6,35mm	
PARTÍCULAS PLANAS (%)		6,35 A 3,36mm	
MATERIAIS NÃO DESEJÁVEIS	ARGILA <input type="radio"/> SIM <input type="radio"/> NÃO	3,36 A 1,68mm (FILTRO LENTO E FILTRO RÁPIDO DESCENDENTE)	
	ARGILITO <input type="radio"/> SIM <input type="radio"/> NÃO	3,36 A 2,38mm (FILTRO RÁPIDO ASCENDENTE)	
	ENXOFRE <input type="radio"/> SIM <input type="radio"/> NÃO	OBSERVAÇÕES GERAIS:	
	POEIRAS ESTRANHAS <input type="radio"/> SIM <input type="radio"/> NÃO		
	LAMA <input type="radio"/> SIM <input type="radio"/> NÃO		
PESO ESPECÍFICO (g/cm ³)			
SOLUBILIDADE EM HCL A 40% - 24 hs.			
SOLUBILIDADE EM NaOH A 1% - 24 hs.			
CARVÃO LIVRE (%)			
SOMA DAS PERCENTAGENS DOS MATERIAIS COM TAMAÑHOS ACIMA E ABAIXO DOS LIMITES DOS TAMAÑHOS ESPECIFICADOS (%)			
TAMAÑHO EFETIVO - T.E. (mm)			
COEFICIENTE DE UNIFORMIDADE - C.U.			
TAMAÑHO DO GRÃO MENOR (mm)			
TAMAÑHO DO GRÃO MAIOR (mm)			
ANALISADO POR:	MATRÍCULA:	DATA: / /	
PARECER TÉCNICO			
ENTREGUE POR:	MATRÍCULA:	ÁREA:	DATA: / /

01/01

ANEXO B

PENEIRAS		PESO BRUTO [g]	TARA DA PENEIRA [g]	MATERIAL RETIDO [g]	PERCENTAGENS		
Nº ABNT	mm				RETIDA	ACUMULADA ACIMA	ACUMULADA ABAIXO
2"	50.8						
1 3/4"	44.4						
1 1/2"	38.1						
1 1/4"	31.7						
1"	25.4						
3/4"	19.1						
1/2"	12.7						
3/8"	9.52						
1/4"	6.35						
3.5	5.66						
4.0	4.76						
5.0	4.00						
6.0	3.36						
7.0	2.83						
8.0	2.38						
10	2.00						
12	1.68						
14	1.41						
16	1.19						
18	1.00						
20	0.840						
25	0.710						
30	0.590						
35	0.500						
40	0.420						
50	0.297						
60	0.250						
70	0.210						
80	0.177						
100	0.149						
120	0.125						
140	0.105						
170	0.088						
200	0.074						
230	0.062						
325	0.044						
F U N D O	-						

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA - PENEIRAMENTO -	SIGLA DO SOLICITANTE:
	CÓDIGO CONTÁBIL:

AMOSTRA Nº	COLETOR:	DATA DA COLETA	DATA DA ENTREGA
SISTEMA E FORNECEDOR:	MATERIAL:	PESO DA AMOSTRA	

ANALISADO POR:	VISTO:	AREA:	DATA:
----------------	--------	-------	-------

ANEXO C

