
NORMA TÉCNICA

T . 147 / 1

**DETERMINAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS
DO CASCALHO ROLADO, FAIXA
GRANULOMÉTRICA DE 9,52mm a 50,8mm**





NORMA TÉCNICA

Determinação das Características do Cascalho Rolado, Faixa Granulométrica de 9,52mm A 50,8mm

Nº: T.147/1
Subst.: T.147
Aprov.: 6/04/18
Pág.: 1/7

1 Objetivo

1.1 Esta norma prescreve os métodos para a determinação das características físico-químicas do cascalho rolado com faixa granulométrica de 9,52mm a 50,8mm respectivamente, utilizado 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 Os 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 12 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


Wilton José F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matricula 10.159



NORMA TÉCNICA

Determinação das Características do
Cascalho Rolado, Faixa Granulométrica de
9,52mm A 50,8mm

Nº: T.147/1

Subst.: T.147

Aprov.: 6/04/18

Pág.: 2/7

3.2.1 Equipamentos e materiais:

- balança eletrônica com precisão de $\pm 0,05$ e capaz de fornecer leitura de 0,1g;
- peneiras n° 3/8"; 1/2"; 3/4"; 1"; 1 1/4"; 1 1/2"; 1 3/4" e 2" conforme NBR 5734;
- aparelho vibrador de peneiras, com suporte marcador de tempo e número de vibrações por minuto;
- estufa dotada de termostato capaz de manter a temperatura a $110 \pm 3^{\circ}\text{C}$;
- dessecador;
- formas retangulares 30cm x 40cm em alumínio.

3.2.2 Execução dos ensaios para determinação granulométrica:

- pesar aproximadamente 500 gramas da amostra para ensaios obtida segundo 3.1;
- secar esta amostra em estufa, a $110 \pm 3^{\circ}\text{C}$, durante 3 horas;
- retirar da estufa e esfriar em dessecador, até atingir a temperatura ambiente;
- 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";
- transferir os 500 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;
- 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 500 gramas

Peso da peneira ABNT n° 2" = 564, 48g (peneira de topo)

Peso da peneira ABNT n°2" com material retido 676,4g

Material retido = $676,4 - 564,48 = 112\text{g}$

Percentagem retida = $500 - 100\%$

$$112 - x$$

$$x = 22,2\%$$

Percentagem acumulada acima = 22,2%


Wilton José F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matricula 10.159



NORMA TÉCNICA

Determinação das Características do Cascalho Rolado, Faixa Granulométrica de 9,52mm A 50,8mm

Nº: T.147/1

Subst.: T.147

Aprov.: 6/04/18

Pág.: 3/7

Percentagem acumulada abaixo = $100 - 22,2 = 77,8\%$

3.2.3 Cálculo da granulometria:

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

3.3 Ensaio para cálculo das partículas: delgadas, chatas, angulares ou alongadas

3.3.1 Equipamentos e materiais:

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

3.3.2 Execução do ensaio:

- pesar aproximadamente 5,0 (cinco) quilos da amostra para ensaios obtida segundo 3.1;
- espalhar os 5000 gramas do cascalho, numa superfície limpa e plana;
- separar manualmente as formas delgadas, chatas, angulares ou alongadas, das formas redondas;
- medir e anotar a dimensão maior e a dimensão menor destes grãos;
- separar as partículas cuja dimensão maior exceda 3 (três) vezes a dimensão menor;
- pesar os cascalhos de formas delgadas, chatas, angulares ou alongadas;
- calcular a percentagem das partículas delgadas, chatas, angulares ou alongadas.

Exemplo:

Peso da amostra examinada = 5000 gramas

Peso das partículas delgadas, chatas, angulares ou alongadas = 100 gramas

Percentagem das partículas delgadas, chatas, angulares ou alongadas:

$$5000 - 100\%$$

$$100 - x$$

$$x = 2\%$$

3.4 Ensaio para determinação de partículas fraturadas (quebradas)


Wilton José F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matrícula 10.159



NORMA TÉCNICA

Determinação das Características do Cascalho Rolado, Faixa Granulométrica de 9,52mm A 50,8mm

Nº: T.147/1

Subst.: T.147

Aprov.: 6/04/18

Pág.: 4/7

3.4.1 Equipamentos e materiais:

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

3.4.2 Execução do ensaio:

- a) pesar aproximadamente 5,0 kg da amostra para ensaios obtida segundo 3.1;
- b) espalhar 5000 gramas do cascalho numa superfície limpa e plana;
- c) separar manualmente os cascalhos fraturados (quebrados);
- d) pesar os cascalhos fraturados (quebrados);
- e) calcular a percentagem de cascalhos fraturados (quebrados);

Exemplo:

Peso da amostra = 5000 gramas

Peso do cascalho fraturado (quebrado) = 1000 gramas

Cálculo da percentagem: $5000 - 1000$

$$100 - x$$

$$x = 20\%$$


3.5 Ensaio para determinação do peso específico real

3.5.1 Equipamentos e materiais:

- a) balança eletrônica com precisão de $\pm 0,05$ e capaz de fornecer leitura de 0,1g;
- b) provetas de vidro com capacidade para 1000ml e 2000ml;
- c) estufa dotada de termostato, capaz de manter a temperatura a $110 \pm 3^\circ\text{C}$.

3.5.2 Execução do ensaio:

- a) pesar 500 (quinhentos) gramas do cascalho da amostra para ensaios obtida segundo 3.1;
- b) secar a amostra em estufa a temperatura de $110 \pm 3^\circ\text{C}$ durante uma hora;
- c) retirar da estufa e esfriar em dessecador até atingir a temperatura ambiente;
- d) pesar 400 gramas desta amostra e anotar o peso P_1 ;
- e) acondicionar 500 ml de água na proveta;
- f) adicionar as 400 gramas do cascalho na proveta;
- g) eliminar as bolhas de ar, contida no interior da proveta;
- h) anotar o volume deslocado pelo cascalho na proveta;


Wilton José F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matrícula 10.159



NORMA TÉCNICA

Determinação das Características do
Cascalho Rolado, Faixa Granulométrica de
9,52mm A 50,8mm

Nº: T.147/1

Subst.: T.147

Aprov.: 6/04/18

Pág.: 5/7

- i) calcular o peso específico utilizando a seguinte fórmula;

$$P. E. = \frac{\text{Peso da Amostra (400 gramas)}}{\text{Volume deslocado pela amostra (ml)}}$$

3.6 Ensaio para determinação da solubilidade com ácido clorídrico

3.6.1 Equipamentos e materiais:


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

3.6.2 Execução do ensaio:

- pesar aproximadamente 500 gramas do cascalho da amostra para ensaios obtida segundo 3.1;
- secar esta amostra em estufa à temperatura de $110 \pm 3^\circ\text{C}$, durante 1 hora;
- retirar da estufa, esfriar em dessecador até atingir a temperatura ambiente; pesar e anotar o peso P_1 ;
- 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;
- 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

- deixar o material repousar em contato com o ácido, durante 24 horas, à temperatura ambiente;


Wilton José F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matricula 10.159



NORMA TÉCNICA

Determinação das Características do
Cascalho Rolado, Faixa Granulométrica de
9,52mm A 50,8mm

Nº: T.147/1

Subst.: T.147

Aprov.: 6/04/18

Pág.: 6/7

- 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 pH ± 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 ;
- k) calcular a solubilidade em ácido da amostra e expressá-la em termos de percentagem pela fórmula a seguir:

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

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

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

3.7 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.

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

4.3 Esta norma técnica, 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.

Wilton José F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matrícula 10.159



NORMA TÉCNICA

Determinação das Características do
Cascalho Rolado, Faixa Granulométrica de
9,52mm A 50,8mm

Nº: T.147/1

Subst.: T.147

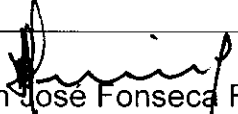

Aprov.: 6/04/18

Pág.: 7/7

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 |

01/01

ANEXO A

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


 Wilton José F. Ferreira
 DTE / SPDT / DVDT
 Matrícula 10.150

01/01

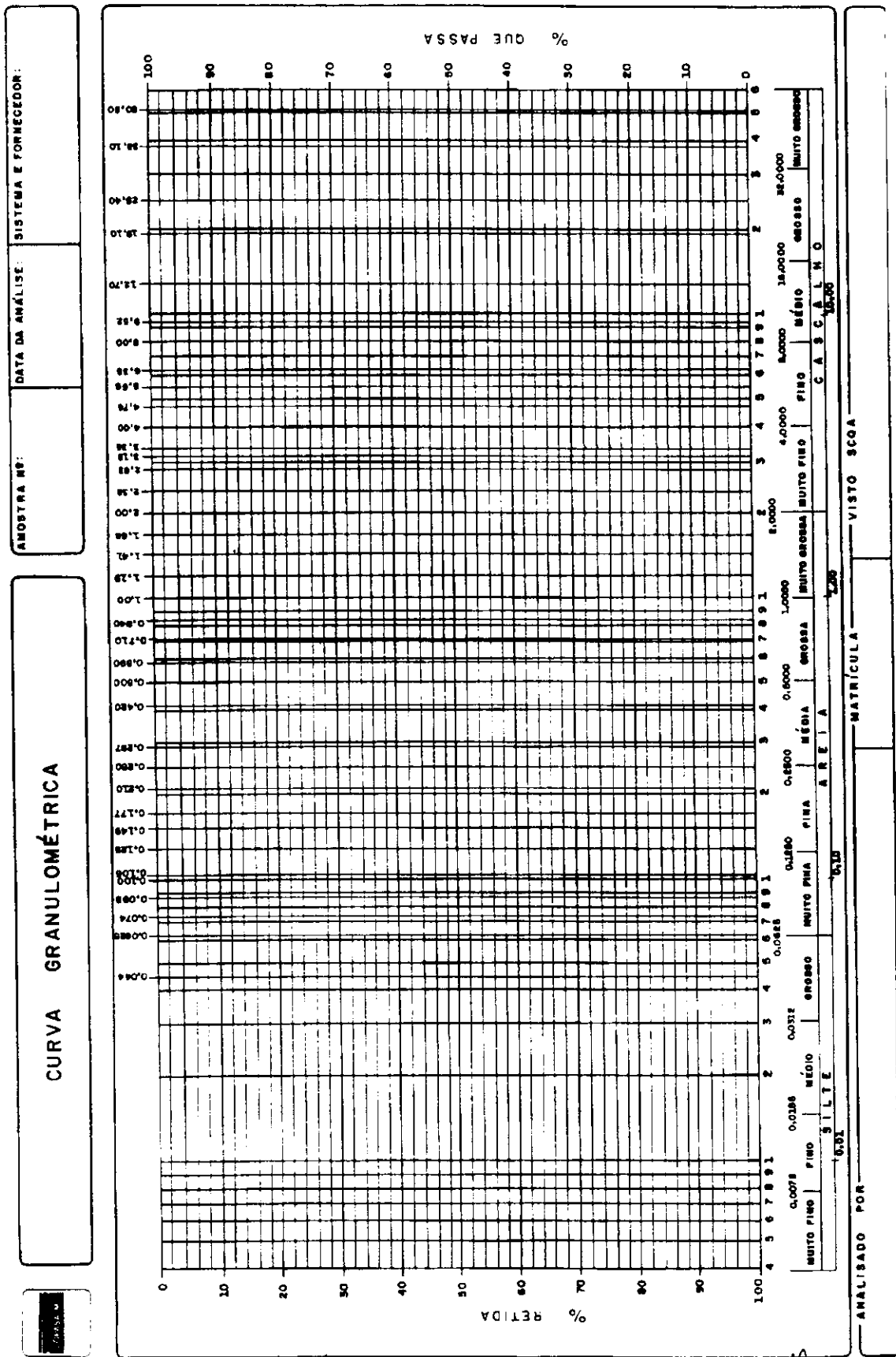
ANEXO B

| COPASA MG | | ANÁLISE GRANULOMÉTRICA - PENEIRAMENTO - | | SIGLA DO SOLICITANTE | | | |
|-----------------------|---------|--|---------------------------|---------------------------|--------------|--------------------|---------------------|
| | | | | CÓDIGO CONTABIL. | | | |
| AMOSTRA Nº: | COLETOR | DATA DA COLETA: | | DATA DA ENTREGA | | | |
| SISTEMA E FORNECEDOR: | | MATERIAL: | | PESO DA AMOSTRA: | | | |
| 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 | - | | | | | | |
| ANALISADO POR: | | VISTO: | | ÁREA: | DATA: | | |

Wilton José F. Ferreira
DTE / SPDT / DVDT
Matrícula 10 158

01/01

ANEXO C



Wilton José F. Ferreira
 DTE / SPDT / DVDT
 Matrícula 10.159