
MANUAL DE CONTROLE TECNOLÓGICO PARA OBRAS EM CONCRETO

MCT . 04 / 1

DOSAGEM DO CONCRETO





**MANUAL DE CONTROLE TECNOLÓGICO
PARA OBRAS EM CONCRETO**

Dosagem do concreto

N.º: MCT.04/1
Aprov.: 23/05/18
Subst.: MCT.04/0
Pág.: 1/15

1 INTRODUÇÃO

O presente manual “Dosagem de Concreto”, define os quantitativos, em peso e volume, dos materiais constituintes do concreto. Os quantitativos são determinados em função de valores especificados em projeto, requisitos de durabilidade exigidos pela COPASA MG, características que levam em conta o tipo de controle adotado na obra, os equipamentos disponíveis, as dimensões das peças, o espaçamento entre ferragens, o tipo de lançamento, descimbramento, etc. O impresso deve ser preenchido pelo Executante ou Laboratório aprovado pela COPASA MG ou, ainda, pela empresa prestadora do serviço de concretagem.

Os campos que compõem o relatório são os seguintes:

- Identificação dos materiais / caracterização;
- Especificação do concreto;
- Consumo de materiais por m³ de concreto: em peso;
em volume;
- Dimensões das padiolas.

Para análise e aprovação do estudo de dosagem a Fiscalização da obra encaminhará ao Setor de Controle da COPASA MG a 1a via do certificado de dosagem,

A análise e aprovação prévia do estudo de dosagem de concreto por parte do Setor de Controle é condição básica para a autorização de concretagem.


O Setor de Controle, a seu critério, levando em consideração o tipo, dimensão e importância da obra a ser executada poderá liberar o Executante da apresentação do relatório de dosagem.

2 PERIODICIDADE

Preencher o certificado “Dosagem de Concreto”, apresentado ao final do caderno, para cada traço especificado em projeto (fck). Sempre que ocorrer mudanças nos materiais constituintes o estudo de dosagem deverá ser refeito.

3 NÚMERO DE VIAS

O certificado “Dosagem de Concreto” será preenchido em 3 vias. A 1a. via será enviada para o Setor de Controle da COPASA MG. A 2a. via ficará com a Fiscalização da obra e a 3a. via com o Executante.


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



**MANUAL DE CONTROLE TECNOLÓGICO
PARA OBRAS EM CONCRETO**

Dosagem do concreto

N.º: MCT.04/1
Aprov.: 23/05/18
Subst.: MCT.04/0
Pág.: 2/15

4 ARQUIVO

O certificado "Dosagem de Concreto" será arquivado no Arquivo Técnico da COPASA MG. Para o preenchimento correto do impresso os procedimentos detalhados a seguir deverão ser obedecidos rigorosamente.

5 PREENCHIMENTO DO RELATÓRIO "DOSAGEM DE CONCRETO" ANEXO

Campo nº 1: Certificado nº

Preencher obedecendo a numeração sequencial dos certificados de dosagem específicos da obra em estudo.

Campo nº 2: Obra

Identificar a obra.

Campo nº 3: Empreiteira

Identificar a empreiteira responsável pela execução do concreto.

Campo nº 4: Localidade

Citar a localidade onde se executa a obra.

Campo nº 5: Nº do contrato


Citar o nº do contrato.

Campo nº 6: Identificação dos materiais/Caracterização

- Cimento
- Areia
- Brita
- Água
- Aditivo
- Outros

O controle de qualidade do concreto tem seu início na escolha adequada dos materiais constituintes e no correto proporcionamento dos mesmos. Essas decisões são de fundamental importância antes, durante e após a execução das estruturas de concreto e respondem pela qualidade e durabilidade das peças concretadas.

A seguir serão descritos os tipos de ensaios, as características e especificações dos materiais, segundo as normas da COPASA e ABNT.


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

O Executante apresentará à Fiscalização, juntamente com o certificado de “Dosagem de Concreto”, com a devida antecedência, o estudo de caracterização de todos os materiais componentes dos concretos a serem utilizados na obra. Somente após análise e verificação do atendimento às especificações técnicas estabelecidas pelas normas brasileiras será autorizado o uso dos materiais em concreto.

– Cimento:

Identificar o tipo de cimento a ser utilizado conforme exigências físicas e químicas relacionadas nas tabelas ao final deste caderno.

Ensaio obrigatório:

- Finura através da peneira nº 200;
- Tempos de pega;
- Expansibilidade pelo método de Le Chatelier
- Resistência à compressão

Ensaio opcional:

- Finura através da superfície específica (Blaine);
- Perda ao fogo
- Resíduo Insolúvel
- Trióxido de enxofre - SO₃
- Óxido de magnésio - MgO
- Anidrido carbônico CO₂

Os resultados dos ensaios serão anotados no impresso “ANÁLISE DE CIMENTO” e deverão atender às especificações físicas e químicas estabelecidas pela ABNT, conforme tabelas, em anexo, definidas em função do tipo e classe do cimento a ser empregado. Ensaio específico para melhor definição das características do cimento, principalmente em obras submetidas a agentes agressivos, poderão ser solicitados pela COPASA MG (item 4.1.2.4 NBR 12654/ABNT). Esses ensaios são relacionados a seguir:

Ensaio específico:

- índice de consistência da argamassa normal;
- enxofre na forma de sulfato para cimento CPIII
- óxido de sódio e de potássio;

- óxido de cálcio livre;
- calor de hidratação a partir do calor de dissolução;
- calor de hidratação utilizando a Garrafa de Langavant;
- C3 A; C4 AF + C2 F para cimento CPV;
- teor de escória para cimentos CPIII e CPII-E;
- atividade pozolânica para cimento CP IV;
- teor de pozolana para cimentos CPIV e CPII-Z.

- Agregados:

Identificar o tipo de miúdo (areia) e graúdo (brita) conforme NBR 7211/83.

- Agregado miúdo: identificar a zona
- Agregado graúdo: identificar a graduação

Ensaios obrigatórios:

- Composição granulométrica.
- Massa unitária em estado solto.
- Inchamento.
- Massa específica.
- Teor de argila em torrões e materiais friáveis.
- Teor de impurezas orgânicas húmicas.

Os resultados dos ensaios serão anotados no impresso "**ANÁLISE DE AGREGADOS**" e deverão atender às especificações da **ABNT**, conforme tabela descrita a seguir. Ensaios específicos para melhor definição das características dos agregados, principalmente em obras submetidas a agentes agressivos, poderão ser solicitados pela **COPASA MG** (item **4.2.2 NBR 12654/ABNT**). Esses ensaios relacionados a seguir:

Ensaios específicos:

- Teor de cloretos e sulfatos.
- Teor de partículas leves.
- Índice de forma.
- Abrasão "Los Angeles".



**MANUAL DE CONTROLE TECNOLÓGICO
PARA OBRAS EM CONCRETO**

Dosagem do concreto

N.º: MCT.04/1

Aprov.: 23/05/18

Subst.: MCT.04/0

Pág.: 5/15

NBR-7211/83 - Agregados para concreto - Especificações

Limites Granulométricos - Agregado Miúdo

PENEIRA ABNT	Porcentagem em peso retida acumulada, na peneira ABNT			
	Zona 1 (muito fina)	Zona 2 (fina)	Zona 3 (média)	Zona 4 (grossa)
9,5mm	0	0	0	0
6,3mm	0 a 3	0 a 7	0 a 7	0 a 7
4,8mm	0 a 5 ^A	0 a 10	0 a 11	0 a 12
2,4mm	0 a 5 ^A	0 a 15 ^A	0 a 25 ^A	5 a 40
1,2mm	0 a 10 ^A	0 a 25 ^A	0 a 45 ^A	3 a 70
0,6mm	0 a 20	21 a 40	41 a 65	6 a 85
0,3mm	50 a 85 ^A	60 a 88 ^A	70 a 92 ^A	8 a 95
0,15mm	85 ^B a 100	90 a 100	90 a 100	9 a 100

^A - Pode haver uma tolerância de até um máximo de 5% em um dos limites marcados com a letra ^A ou distribuídos em vários deles.


^B - Para agregado miúdo artificial este limite poderá ser 80%.

Limites Granulométricos - Agregado Graúdo

Gradação	Porcentagem retida acumulada em peso, nas peneiras de abertura nominal, em mm							
	32	25	19	12,5	9,5	6,3	4,8	2,4
Brita n° 0	-	-	0	0	-	80	95	-
Brita n° 1	-	0	0	-	80	92	95	-
Brita n° 2	0	0	75	90	95	-	-	-

Substâncias Nocivas

Ensaio	Agregado Miúdo	Agregado Graúdo
Torrões de Argila		
. Concreto aparente		< 1,0%
. Concreto de pavimento	< 1,5%	< 2,0%
. Concreto normal		< 3,0%
Material Pulverulento		
. Concreto de pavimento	< 3,0%	< 1,0%
. Concreto normal	< 5,0%	


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



**MANUAL DE CONTROLE TECNOLÓGICO
PARA OBRAS EM CONCRETO**

Dosagem do concreto

N.º: MCT.04/1
Aprov.: 23/05/18
Subst.: MCT.04/0
Pág.: 6/15

Impureza orgânica	< 300 PPM	-
Materiais carbonosos		
. Concreto aparente	< 0,5%	< 0,5%
. Concreto normal	< 1,0%	< 1,0%
Índice de forma	-	< 3
Abrasão Los Angeles	-	< 50%

A critério da Fiscalização o Executante poderá apresentar certificados de caracterização dos materiais emitidos pelo fabricante ou fornecedor do insumo.

Todos os documentos relativos a qualificação dos materiais serão arquivados pela Fiscalização durante todo o transcorrer da obra. Ao seu término serão encaminhados ao Setor de Controle.

– Água:

Anotar se a água é potável pois considera-se que toda água potável serve para execução de concreto.

Águas que não atendam à essa condição poderão ser utilizadas desde que atendam às condições estabelecidas no item 4.2.4.2, pág.15, Norma T-175/_ da COPASA MG. Nesse caso, o Executante deverá apresentar à Fiscalização o laudo técnico constando:


Ensaio obrigatórios:

- pH
- matéria orgânica
- resíduo sólido
- sulfatos
- cloretos
- açúcar

– Aditivos:

Com relação ao aditivo utilizado no concreto, deve o Executante encaminhar, para aprovação da Fiscalização, o laudo técnico do fabricante, constando:

- finalidade do aditivo;
- propriedades do aditivo;


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



**MANUAL DE CONTROLE TECNOLÓGICO
PARA OBRAS EM CONCRETO**

Dosagem do concreto

N.º: MCT.04/1
Aprov.: 23/05/18
Subst.: MCT.04/0
Pág.: 7/15

- características e composição;
- dosagem;
- recomendações (local, prazo de estocagem, etc).

A critério da Fiscalização em obras de pequenos volumes de concreto ou concretos sem função estrutural, desde que se tenha conhecimento prévio das características dos materiais, a apresentação dos certificados poderá ser liberada.

Outros

Campo nº 7: Especificações do concreto

- . fck . consistência (slump)
- . fc28 . tipo de lançamento
- . fator água/cimento . dimensão máxima
- . consumo de cimento

fck

Registrar o valor, em MPa, especificado em projeto, da resistência característica mínima do concreto.

fc28


Registrar o valor, em MPa, da resistência média de dosagem prevista para a idade de 28 dias, conforme item 4.2.7.4 - Dosagem, pag. 23 - letras d, e, f, g da Norma T-175/_ da COPASA MG.

Com relação ao parâmetro de resistência do concreto, o valor de fc28 (resistência média de dosagem aos 28 dias de idade) será definido em função do tipo de controle e equipamentos utilizados para a produção do concreto, atendendo às recomendações da ABNT, a seguir:

$$fc28 = fck + 1,65 \cdot sd$$

O valor de sd (desvio padrão de dosagem) é variável de acordo com o controle adotado:

- . Condição A (controle rigoroso) : sd = 4,0 MPa


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



**MANUAL DE CONTROLE TECNOLÓGICO
PARA OBRAS EM CONCRETO**

Dosagem do concreto

N.º: MCT.04/1
Aprov.: 23/05/18
Subst.: MCT.04/0
Pág.: 8/15

- . Condição B (controle razoável) : $sd = 5,5$ MPa
- . Condição C (controle regular) : $sd = 7,0$ MPa

A seguir apresentaremos a tabela de resistência de dosagem calculada em função dos valores de desvio padrão especificados para cada tipo de controle:

Resistência de dosagem (f_{c28})

fck (MPa)	Tipo de Controle			fck (MPa)	Controle Classe A
	Classe A	Classe B	Classe C		
Grupo I	f_{c28}	f_{c28}	f_{c28}	Grupo II	f_{c28}
10	16,6	19,1	21,6	55	61,6
15	21,6	24,1	26,6	60	66,6
20	26,6	29,1	-	65	71,6
25	31,6	34,1	-	70	76,6
30	36,6	-	-	75	81,6
35	41,6	-	-	80	86,6
40	46,6	-	-	-	-
45	51,6	-	-	-	-
50	56,6	-	-	-	-

O Executante poderá reduzir o valor da resistência de dosagem quando o desvio padrão, evidentemente comprovado, for inferior aos valores estabelecidos pela ABNT.


Fator água/cimento

Registrar o valor do fator água/cimento, em litros/kg, sempre que o mesmo tiver sido exigido em projeto. O fator água/cimento é um dos principais parâmetros para a garantia da durabilidade de estruturas expostas ou não ao ataque de agentes agressivos e deverá ser obedecido rigorosamente.

Se o projeto não fizer referência ao fator água/cimento adotar os valores definidos no campo 16 do impresso - "Serviços Preliminares de Concretagem".

Consumo de cimento

Registrar a quantidade mínima ou máxima de cimento, em kg/m³, sempre que o mesmo tiver sido exigido em projeto.


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



**MANUAL DE CONTROLE TECNOLÓGICO
PARA OBRAS EM CONCRETO**

Dosagem do concreto

N.º: MCT.04/1
Aprov.: 23/05/18
Subst.: MCT.04/0
Pág.: 9/15

Se o projeto não fizer referência ao consumo de cimento adotar os valores definidos no campo 16 do impresso - "Serviços Preliminares de Concretagem".

Consistência (Slump)

Registrar a faixa de consistência ideal para o lançamento do concreto, definida através do ensaio de abatimento (slump), em mm.

Os valores mínimo e máximo, definidos para a faixa de slump, serão adotados considerando-se o tipo de lançamento previsto, as dimensões da forma e o espaçamento entre barras na armadura.

Tipo de lançamento

Registrar o tipo de lançamento do concreto, definido no campo nº 12 do impresso - "Serviços Preliminares de Concretagem".

Dimensão máxima

Registrar a dimensão máxima, em mm, do agregado utilizado na execução do concreto, definida no campo nº 16 do impresso - "Serviços Preliminares de Concretagem".

Campo nº 8: Consumo de materiais por m³ de concreto

Traço em peso . Traço em volume

traço - traço

materiais - materiais


Traço em peso

Registrar o traço, em peso, definido no estudo de dosagem, ou seja, a proporção (em peso) dos materiais constituintes do concreto em relação ao peso do cimento.

Com relação aos materiais registrar o consumo, em kg, de cada um dos constituintes do concreto para 1 (um) m³ de concreto. A água e o aditivo podem ser expressos em L.

. Traço em volume

Registrar o traço, em volume, definido no estudo de dosagem, ou seja, a proporção (em volume) dos materiais constituintes do concreto em relação ao peso do cimento.


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



Com relação aos materiais registrar o consumo, em m³, de cada um dos constituintes do concreto para 1 (um) m³ de concreto. A água e o aditivo podem ser expressos em L.

Campo nº 9: Dimensões das padiolas

Cimento

Registrar o número de sacos de cimento. Em função do número de sacos de cimento será definido o número de padiolas e suas dimensões. Geralmente considera-se apenas 1 (um) saco.

Areia

No sub.item "areia" registrar a % de umidade considerada para a mesma, o número de padiolas, as dimensões da base (largura e comprimento) e altura, em cm.

Brita

No sub.item "brita" registrar o número de padiolas, as dimensões da base (largura e comprimento) e altura, em cm.

Água

No sub.item "água" registrar a quantidade de água, em litros, considerando-se não somente a proporção com relação ao cimento, mas, também a umidade da areia.

Aditivo

No item "aditivo" registrar a quantidade de aditivo, em litros.

Campo nº 10: Observações


Registrar quaisquer observações relativas ao estudo de dosagem

Campo nº 11: Assinaturas/Data

Nos campos respectivos deverão constar a assinatura e a data da liberação/aprovação do responsável pelo estudo de dosagem, fiscalização da obra e setor de controle.

6 DISPOSIÇÕES FINAIS

6.1 Cabe a área de Normatização Técnica e às demais áreas afins o acompanhamento da aplicação deste Manual.


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



**MANUAL DE CONTROLE TECNOLÓGICO
PARA OBRAS EM CONCRETO**

Dosagem do concreto

N.º: MCT.04/1
Aprov.: 23/05/18
Subst.: MCT.04/0
Pág.: 11/15



6.2 Este Manual entra em vigor a partir desta data, revogadas as disposições em contrário.

6.3 Este Manual, como qualquer outro, é um documento dinâmico, podendo ser alterado ou ampliado sempre que necessário. Sugestões e comentários devem ser enviados à Divisão de Cooperação Técnica e Desenvolvimento Tecnológico - DVDT.

6.4 Coordenador da equipe de revisão deste Manual:

Identificação Organizacional			Nomes dos Responsáveis
Diretoria	Superintendência	Divisão/Distrito	
DMT	-	DVEX	Cléber Torres

6.5 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

/ANEXOS



DOSAGEM DE CONCRETO

CERTIFICADO N°

(1)

(2) OBRA:
(3) EMPREITEIRA:
(4) LOCALIDADE:

CONTRATO N°

(5)

(6) IDENTIFICAÇÃO DOS MATERIAIS/CARACTERIZAÇÃO	
CIMENTO =	
AREIA =	
BRITA n° =	
BRITA n° =	
ÁGUA =	
ADITIVO =	
OUTROS =	

(7) ESPECIFICAÇÃO DO CONCRETO	
fck =	
fC ₂₈ =	
FATOR ÁGUA/CIMENTO =	
CONSUMO DE CIMENTO =	
CONSISTÊNCIA (SLUMP) =	
TIPO LANÇAMENTO =	
DIMENSÃO MÁXIMA =	

(8) CONSUMO DE MATERIAIS POR M³ DE CONCRETO			
EM PESO		EM VOLUME	
TRAÇO =		TRAÇO =	
CIMENTO =	(kg)	CIMENTO =	(kg)
AREIA =	(kg)	AREIA =	(kg)
AREIA =	(kg)	AREIA =	(kg)
BRITA n° =	(kg)	BRITA n° =	(kg)
BRITA n° =	(kg)	BRITA n° =	(kg)
BRITA n° =	(kg)	BRITA n° =	(kg)
ÁGUA =	(l)	ÁGUA =	(l)
ADITIVO =	(l)	ADITIVO =	(l)

(9) DIMENSÕES DAS PADIOLAS				
CIMENTO (sacos)				
AREIA (Umidade h (%) =	...	PADIOLAS	BASE = x cm	ALTURA = cm
AREIA (Umidade h (%) =		PADIOLAS	BASE = x cm	ALTURA = cm
BRITA n°		PADIOLAS	BASE = x cm	ALTURA = cm
BRITA n°		PADIOLAS	BASE = x cm	ALTURA = cm
BRITA n°		PADIOLAS	BASE = x cm	ALTURA = cm
ÁGUA		ADITIVO		

(10) OBSERVAÇÕES:

(11) SOLICITADO POR: ____/____/____	APROVADO POR: ____/____/____	SETOR DE CONTROLE: ____/____/____
--	-------------------------------------	--

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



ANÁLISE DE CIMENTO

CERTIFICADO N°

OBRA:
EMPREITEIRA:
LOCALIDADE:

CONTRATO N°

CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA

MARCA	TIPO	CATEGORIA	DIA DA COLETA

ENSAIOS FÍSICOS	RESULTADOS	
FINURA # 200	(%)	
SUPERFÍCIE ESPECÍFICA	(m ² . kg ⁻¹)	
MASSA ESPECÍFICA	(kg/dm ³)	
EXPANSABILIDADE	A QUENTE	(mm)
	A FRIO	(mm)
PEGA	INÍCIO	(min.)
	FIM	(min.)

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO (MPa)				
CP N°	1 DIA	3 DIAS	7 DIAS	28 DIAS
1				
2				
3				
4				
MÉDIA				
DESVIO				

ENSAIOS QUÍMICOS

SiO ₂	(%)	Na ₂	(%)
Al ₂ O ₃	(%)	K ₂ O	(%)
Fe ₂ O ₃	(%)	CO ₂	(%)
CaO	(%)	PERDA AO FOGO	(%)
MgO	(%)	RESÍDUO INSOLÚVEL	(%)
SO ₃	(%)	CaO Livre	(%)

COMPOSIÇÃO POTENCIAL

SILICATO TRICÁLCICO	(%)
SILICATO DICÁLCICO	(%)
ALUMINATO TRICÁLCICO	(%)
FERRO-ALUMINATO TETRACÁLCICO	(%)

LABORATÓRIO:

RESPONSÁVEL:

OBSERVAÇÕES:

FISCALIZAÇÃO:

APROVADO POR:

SETOR DE CONTROLE:

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



ANÁLISE DE AGREGADOS

CERTIFICADO N°

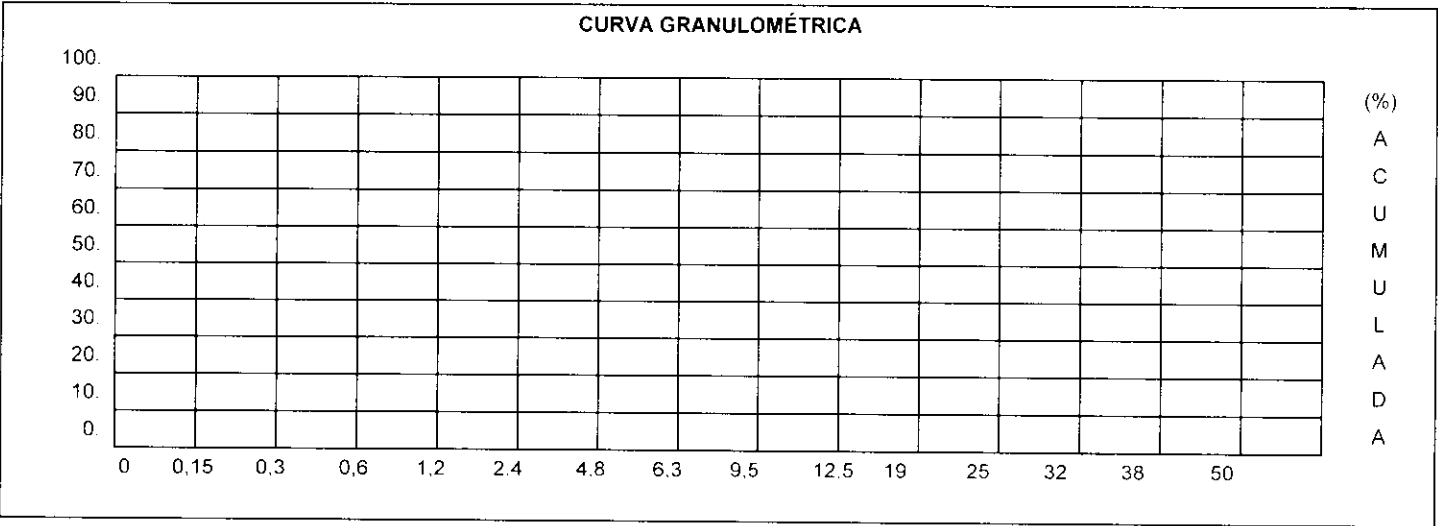
OBRA:
CONSULTORA:
LOCALIDADE:

CONTRATO N°

CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA			
MATERIAL	GRADUAÇÃO	PROCEDÊNCIA	DIA DA COLETA

GRANULOMETRIA						
PENEIRAS (mm)	MATERIAL RETIDO (g)		PORCENTAGEM RETIDA (%)			PORCENTAGEM ACUMULADA (%)
	M1	M2	M1	M2	M3	
50						
38						
32						
25						
19						
12.5						
9.6						
6.3						
4.8						
2.4						
1.2						
0.6						
0.3						
0.15						
Fundo						
Módulo de finura:			Dimensão máxima:			

ENSAIOS FÍSICOS	
MASSA ESECÍFICA	(kg/dm) ³
MASSA UNITÁRIA	(kg/dm) ³
MATERIAL PULVERULENTO	(%)
ARGILA EM TORRÕES	(%)
IMPUREZA ORGÂNICA	PPM
INCHAMENTO h =	(%)
ABRASÃO LOS ANGELES	(%)
ABSORÇÃO	(%)




FISCALIZAÇÃO: ____/____/____	APROVADO POR: ____/____/____	SETOR DE CONTROLE: ____/____/____
---------------------------------	---------------------------------	--------------------------------------

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

EXIGÊNCIAS FÍSICAS	CPI / CPI-S (EB-1)			CPII / E / Z / F (EB-2138)			AF / CP III (EB-208 / 91)			POZ / CP IV (EB-758)		ARI/CPV (EB-2)
	CLASSE			CLASSE			CLASSE			CLASSE		ARI
	25	32	40	25	32	40	25	32	40	25	32	
Finura (NBR-7215) - Resíduo na peneira nº 200 (%)	≤ 12	≤ 12	≤ 10	≤ 12	≤ 12	< 10	≤ 8	< 8	< 8	≤ 8	≤ 8	≤ 8
Superfície específica Blaine (NBR-7224) - (m²/kg)	≤ 240	≤ 260	≤ 280	≤ 240	≤ 260	≤ 280	-	-	-	-	-	< 300
Tempo de pega (NBR-7215)												
Início de Pega (h)	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	< 1	≤ 1	≤ 1
Fim de Pega (h)	≤ 10 f	≤ 10 f	≤ 10 f	≤ 10 f	≤ 10 f	< 10 f	≤ 12 f	< 12 f	< 12 f	< 12 f	≤ 12 f	≤ 10 f
Estabilidade de volume												
Expansibilidade (NBR-7215)												
Expansão a frio (mm)	≤ 5 f	≤ 5 f	≤ 5 f	< 5 f	≤ 5 f	< 5 f	< 5 f	< 5 f	< 5 f	< 5 f	≤ 5 f	≤ 5 f
Expansão a quente (mm)	≤ 5	≤ 5	≤ 5	< 5	< 5	< 5	< 5	≤ 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Resistência à compressão												
01 dias (MPa)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	≤ 14
03 dias (MPa)	< 8	≤ 10	≤ 15	< 8	≤ 10	< 15	< 8	< 10	≤ 12	≤ 8	≤ 10	≤ 24
07 dias (MPa)	< 15	≤ 20	≤ 25	< 15	< 20	< 25	< 15	≤ 20	≤ 23	< 15	< 20	< 34
28 dias (MPa)	≤ 25	≤ 32	< 40	< 25	≤ 32	≤ 40	< 25	< 32	≤ 40	< 25	< 32	-
91 dias (MPa)	-	-	-	-	-	-	< 32 f	≤ 40 f	≤ 48 f	< 32 f	< 40 f	-
Teor de escória (%)	0 (CP I)			6 a 34 (CPII-E)			35 a 70	35 a 70	35 a 70	-	-	-
Teor de pozona (%)	1 A 5 (CP I - S)			6 a 34 (CPII-Z)			-	-	-	15 a 50	15 a 50	-
Material carbonático (%)				0 a 10 (E-Z) 6 A 10 (F)			0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5	0 a 5

EXIGÊNCIAS QUÍMICAS (%)	COMUM (EB-1)		COMPOSTO (EB-2138)			AF (EB-208)	POZ (EB-758)	ATI (EB-2)	
	25 / 32 / 40		25 / 32 / 40			25/32 / 40	25 / 32	CP V	
	CPI	CPI-S	CP IIE	CP IIZ	CP IIF	CP III	CP IV		
ÓXIDO DE MAGNÉSIO (MgO)	< 6,5	≤ 6,5	≤ 6,5	< 6,5	≤ 6,5	-	≤ 6,5	< 6,5W	
TRÍOXIDO DE ENXOFRE (SO ₂)	≤ 4	≤ 4	< 4	≤ 4	< 4	≤ 4	< 4	≤ 8%	≤ 3,5
								≤ 8	< 4,5
RESÍDUO INSOLÚVEL	< 1,0	≤ 5,0	≤ 2,5	≤ 16,0	< 2,5	≤ 1,5	-	< 1,0	
PERDA A FOGO	< 2,0	≤ 4,5	< 6,5	≤ 6,5	< 6,5	< 4,5	< 4,5	< 4,5	
ANIDRIDO CARBÔNICO (CO ₂)	≤ 1,0	< 3,0	< 5,0	≤ 5,0	≤ 5,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	


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