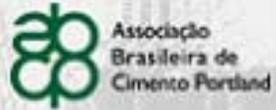


CONTROLE TECNOLÓGICO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO



Comunidade
da Construção

TECNOLOGIA DO CONCRETO



**CR - CONCRETO
ROLADO**



**CS - CONCRETO
SIMPLES**



Comunidade
da Construção

CONCRETO ROLADO

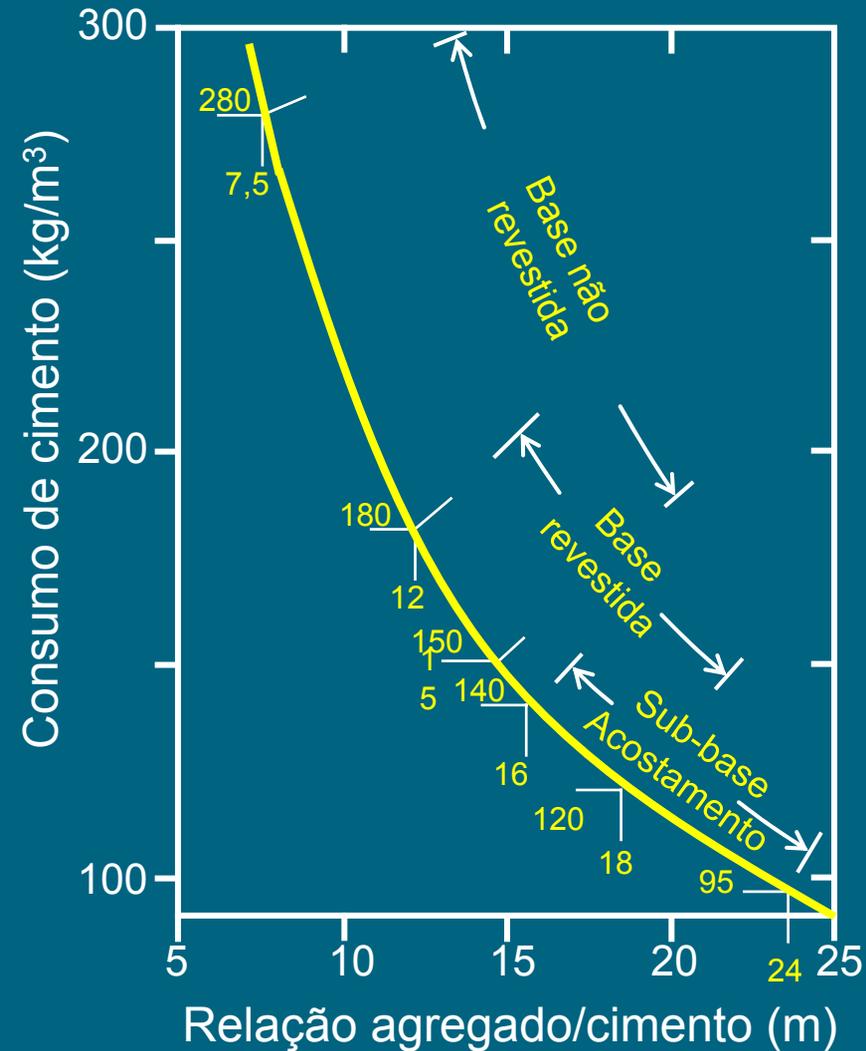
CONCEITUAÇÃO

- Concreto de consistência seca e trabalhabilidade que permita seu espalhamento com vibroacabadora de asfalto, distribuidora de agregados ou motoniveladora e adensamento por rolos compressores.

CONCRETO ROLADO

UTILIZAÇÃO EM PAVIMENTOS

- SUB-BASE
- BASE
 - revestida
 - camada asfáltica
 - peças intertravadas
 - não revestida



CONCRETO SIMPLES

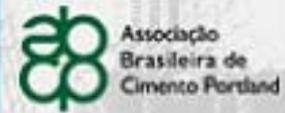
CONCEITUAÇÃO

Concreto de consumo de cimento relativamente alto, baixa relação água/cimento, sem armadura distribuída, seja estrutural ou não, com elevadas resistências à tração na flexão, à compressão e à abrasão.

CONCRETO SIMPLES

UTILIZAÇÃO EM PAVIMENTOS

- Utilizado como base e revestimento do pavimento, sendo ao mesmo tempo camada estrutural e de rolamento.

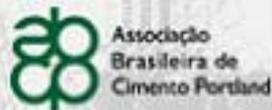


Comunidade
da Construção

“FAST TRACK” (concreto de resistência rápida)

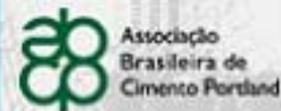
CONCEITUAÇÃO

Concreto simples com rápido desenvolvimento de resistência mecânica que permite liberação antecipada ao tráfego.



Comunidade
da Construção

“FAST TRACK” (concreto de resistência rápida)



UTILIZAÇÃO EM PAVIMENTOS

- Utilizado em reparos e em trechos urbanos que necessitam de liberação rápida ao tráfego, como em corredores de ônibus e alças de acesso.



**Comunidade
da Construção**

CONCRETO PARA PAVIMENTOS

MATERIAIS CONSTITUINTES

- CIMENTO PORTLAND
- AGREGADO GRAÚDO
- AGREGADO MIÚDO
- ÁGUA
- **REDUTOR DE ÁGUA**
- **INCORPORADOR DE AR**
- **ADIÇÕES MINERAIS ATIVAS**
- **FIBRAS**

CR

CS

FT

INFLUÊNCIA DOS MATERIAIS

CIMENTO

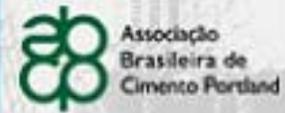
Maior consumo de cimento acarreta:

- MAIOR custo
- MAIOR plasticidade
- MAIOR coesão
- menor segregação
- menor exsudação
- MAIOR calor de hidratação
- MAIOR variação volumétrica

CIMENTO

CARACTERÍSTICAS

- Resistência à compressão
- Tempo de Pega
- Área específica
- Calor de hidratação



AGREGADO MIÚDO

Aumento do teor de agregado miúdo acarreta:

- **MAIOR** consumo de água
- **MAIOR** consumo de cimento
- **MAIOR** plasticidade



CARACTERÍSTICAS

- Curva granulométrica
- Absorção de água
- Formato dos grãos
- Impurezas orgânicas
- Material pulverulento

INFLUÊNCIA DOS MATERIAIS

AGREGADO GRAÚDO

Aumento do teor de agregado graúdo acarreta:

- **MENOR** retração
- **MENOR** consumo de cimento
- **Menor** plasticidade



Comunidade
da Construção

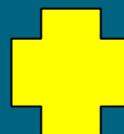
CARACTERÍSTICAS

- Petrografia
- Curva granulométrica
- Absorção de água
- Índice de forma
- Material pulverulento

DOSAGEM



Ingredientes



Execução



DOSAGEM

Não é igual a “receita do bolo”

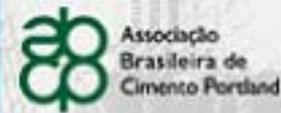


1:2:3:0,5 (c:a:b:a/c)

REQUISITOS PARA A DOSAGEM

- **Trabalhabilidade**
 - **Resistência físico-mecânica**
 - **Permeabilidade/Porosidade**
 - **Custo**

DOSAGEM - CR



Parâmetros do projeto:

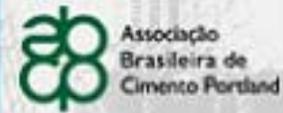
- Resistência à compressão (f_{ck})
- Dimensão máxima do agregado

Especificações DNER 40:

- Composição granulométrica dos agregados
 - utilização de faixas de referência
- Determinação da massa específica aparente seca máxima e da umidade ótima
 - ensaio de compactação
- Determinação do consumo de cimento



DOSAGEM - CR



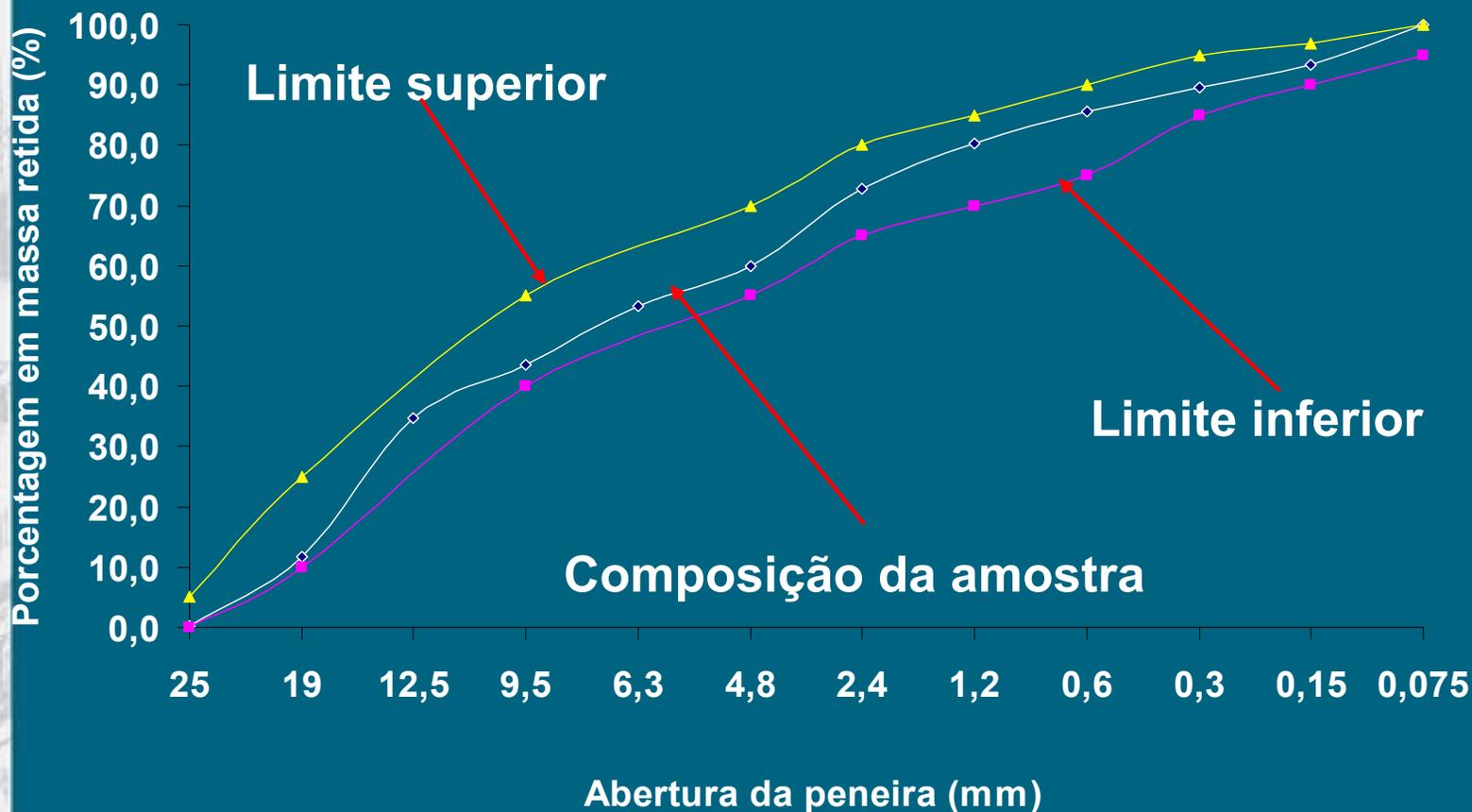
- Proporções em massa (cimento:agregados secos)
 - 1: 24 a 1: 6 (90 a 340 kg/m³)
 - consumo de cimento para sub-base: 85 a 120 kg/m³
- Resistência mecânica (f_{ck} e $f_{ctM,k}$)
- Consistência seca, compactação com rolos compressores.



Comunidade
da Construção

DOSAGEM - CR

CURVA GRANULOMÉTRICA

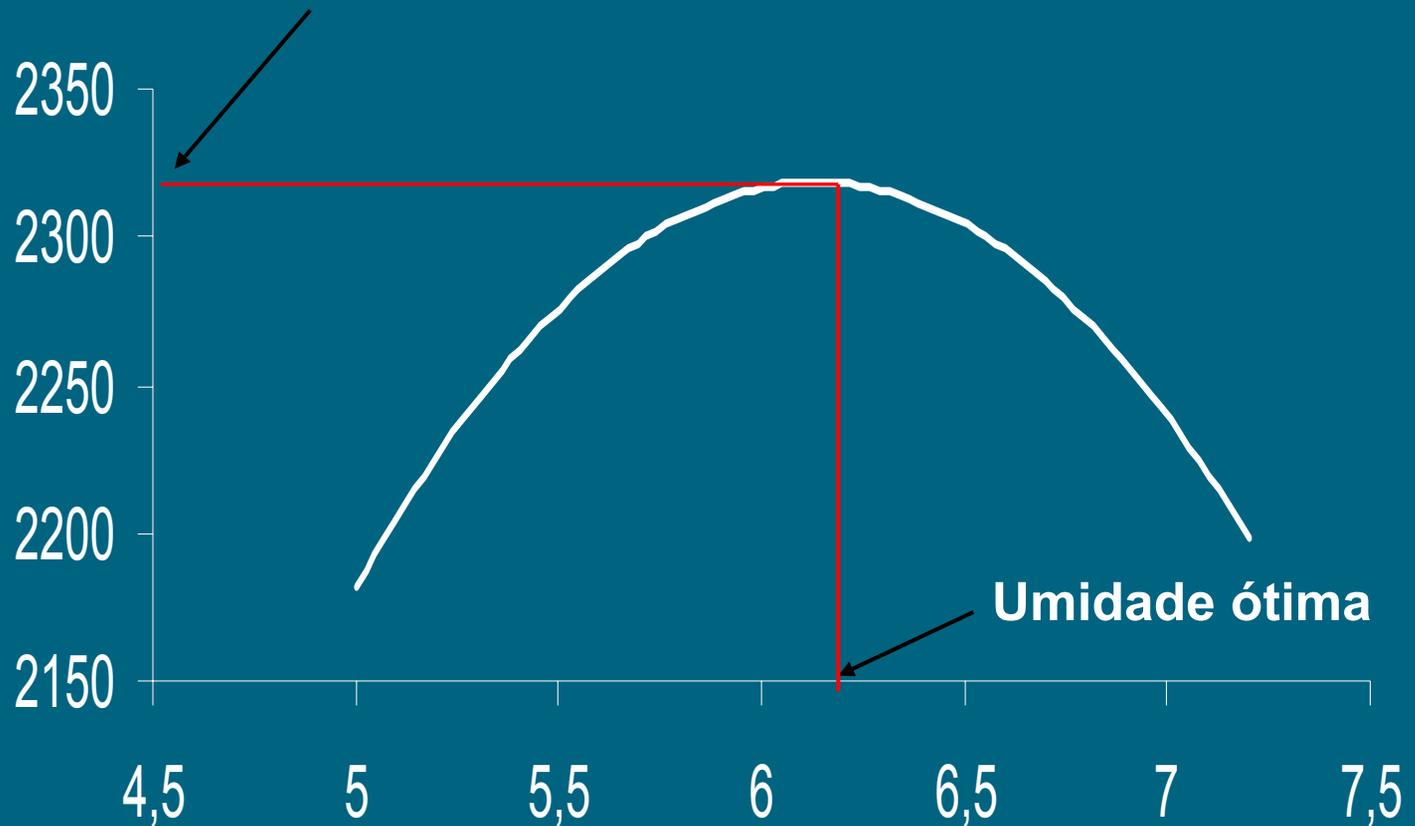


Comunidade
da Construção

DOSAGEM - CR

COMPACTAÇÃO

Massa específica aparente seca máxima



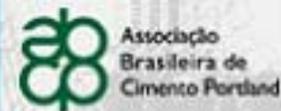
Umidade ótima



Comunidade
da Construção

Associação
Brasileira de
Cimento Portland

DOSAGEM - CS



Parâmetros do projeto:

Resistência à tração na flexão ($f_{ctM,k}$)

- Abatimento
- Dimensão máxima do agregado

Especificações NBR 7583/86:

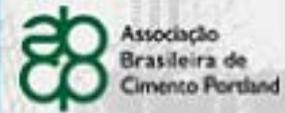
- Consumo mínimo de cimento - 320 kg/m³
- Relação a/c - 0,40 a 0,56
- Agregado miúdo - D.máx. característica 4,8 mm
- Agregado graúdo - D.máx: 1/5 e 1/4 da espessura da placa e nunca superior a 50 mm.



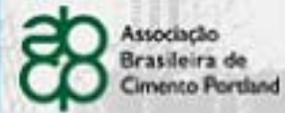
Comunidade
da Construção

MÉTODO ABCP

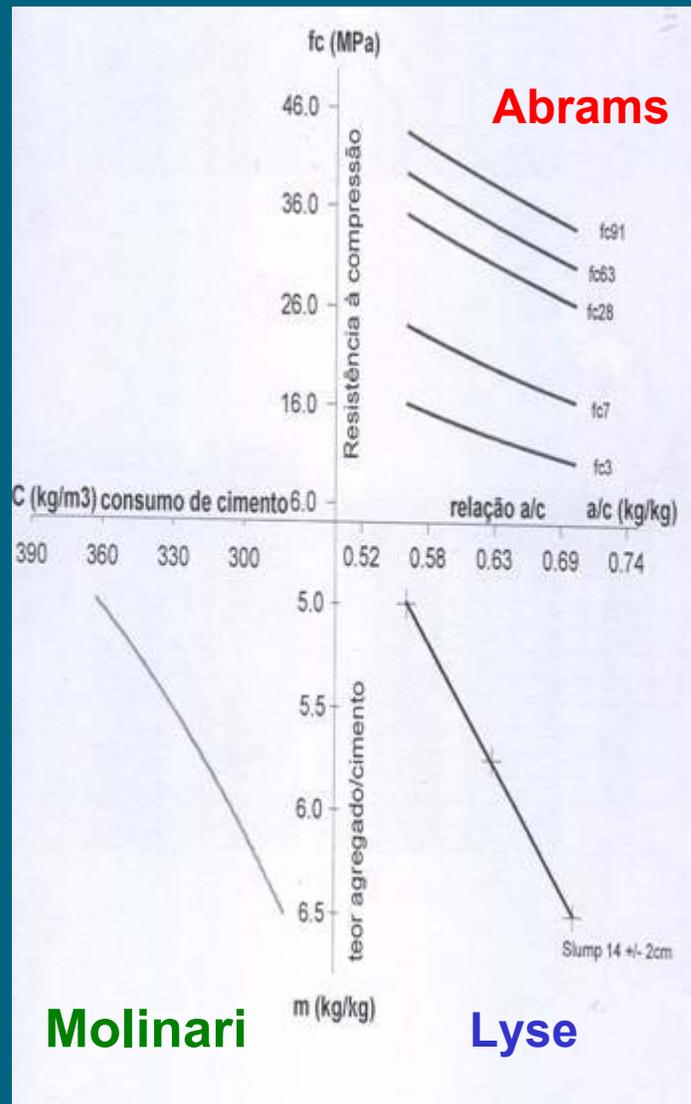
- Adaptado do método da ACI (American Concrete Institute), para agregados brasileiros
- Adequado para concretos de consistência plástica a fluida



DOSAGEM - CS



Comunidade da Construção



CONTROLE TECNOLÓGICO

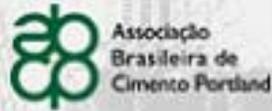
CONTROLE DE MATERIAIS

➤ Controle de recebimento dos materiais:

- Fornecedor
- Origem
- Características

➤ Amostragem dos materiais

- lote de material recebido

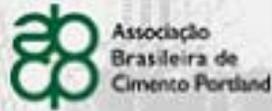


Comunidade
da Construção

CONTROLE TECNOLÓGICO

CONTROLE DE MATERIAIS

- **Identificação das amostras:**
 - Data de coleta
 - Origem
 - Lote de concreto correspondente
- **Descarte das amostras:**
 - Após verificação da resistência mecânica do lote de concreto correspondente.
 - Ausência de patologias em relação ao período amostrado.



Comunidade
da Construção

CONCRETO ROLADO

CONTROLE TECNOLÓGICO



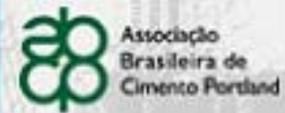
CONCRETO ROLADO

CONTROLE TECNOLÓGICO

- GRANULOMETRIA DOS AGREGADOS
- MASSA ESPECÍFICA APARENTE SECA MÁXIMA E UMIDADE ÓTIMA
- CONSUMO DE CIMENTO
- UMIDADE DO CONCRETO
- RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO
- GRAU DE COMPACTAÇÃO
- CONTROLE DE CURA
- CONTROLE GEOMÉTRICO

CONCRETO ROLADO

AMOSTRAGEM



Comunidade
da Construção

CONCRETO ROLADO

UMIDADE DO CONCRETO

Amostragem:

- a cada caminhão até constância de resultados.
- a cada 4 caminhões - (toda moldagem).



NBR 6467 - Método da frigideira

CONCRETO ROLADO

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO AXIAL

Lotes de 2500 m²

- 6 exemplares por lote
- forma 15 x 30 cm
- Soquete 4,5 kg e altura de queda de 45 cm
- Energia normal
 - 5 camadas com 30 golpes cada.



- DNER 40 (moldagem) e NBR 5739 (ensaio)

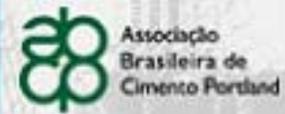
CONCRETO ROLADO

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO AXIAL



CONCRETO ROLADO

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO AXIAL



Comunidade
da Construção

CONCRETO ROLADO

GRAU DE COMPACTAÇÃO

Lotes de 2500 m²

- 6 ensaios por lote
- Ensaiar imediatamente após término da compactação (Borda D, Eixo, Borda E)
- Frasco de areia



Ensaio: NBR 7185



Comunidade
da Construção

CONCRETO ROLADO

GRAU DE COMPACTAÇÃO



CONCRETO ROLADO

GRAU DE COMPACTAÇÃO



CONCRETO ROLADO

GRAU DE COMPACTAÇÃO



CONCRETO ROLADO

GRAU DE COMPACTAÇÃO



CONCRETO ROLADO

CONTROLE GEOMÉTRICO

Lotes de 2500 m²

- 6 medidas (furos de GC)
- Medidas topográficas a cada 20 m.



DNER 40



Comunidade
da Construção

CONCRETO ROLADO

CURA



Comunidade
da Construção

Associação
Brasileira de
Cimento Portland

CONCRETO ROLADO

CURA



CONCRETO SIMPLES

CONTROLE TECNOLÓGICO



CONCRETO SIMPLES

CONTROLE TECNOLÓGICO

- GRANULOMETRIA DOS AGREGADOS
- UMIDADE DOS AGREGADOS
- CONSISTÊNCIA
- TEOR DE AR
- RESISTÊNCIA À TRAÇÃO NA FLEXÃO
- CONTROLE DE CURA
- CONTROLE GEOMÉTRICO

CONCRETO SIMPLES

CONSISTÊNCIA

Amostragem:

- a cada caminhão até constância de resultados.
- a cada 4 ou 5 caminhões.
 - (toda moldagem)
- Inspecionar visualmente todo caminhão.



NBR NM 67/98



Comunidade
da Construção

CONCRETO SIMPLES

CONSISTÊNCIA

- CMI 3004: 30 ± 10 mm
- GP 2600: 40 ± 10 mm
- Comander III: 40 ± 10 mm
- C 450: 70 ± 10 mm
- Régua vibratória: 70 ± 10 mm

CONCRETO SIMPLES

TEOR DE AR

Amostragem:

- a cada caminhão até constância de resultados.
- a cada 4 ou 5 caminhões.
 - (toda moldagem)



NBR NM 47



Comunidade
da Construção

CONCRETO SIMPLES

TEOR DE AR



CONCRETO SIMPLES

RESISTÊNCIA À TRAÇÃO NA FLEXÃO

Lote de 1000 m³

- 32 exemplares por lote
- forma prismática
15 X 15 X 50 cm



NBR 5738 (moldagem) e NBR 12142 (ruptura)

CONCRETO SIMPLES

RESISTÊNCIA À TRAÇÃO NA FLEXÃO



CONCRETO SIMPLES

RESISTÊNCIA À TRAÇÃO NA FLEXÃO



CONCRETO SIMPLES

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO AXIAL

Obter correlação confiável
entre f_{ctm} e f_c

- aprovação da fiscalização



Comunidade
da Construção

Associação
Brasileira de
Cimento Portland

CONCRETO SIMPLES

CONTROLE DE EXECUÇÃO

- BARRAS DE TRANSFERÊNCIA E DE LIGAÇÃO
- APLICAÇÃO E ACABAMENTO DO CONCRETO
- TEXTURIZAÇÃO
- CURA
- JUNTAS DE DILATAÇÃO
- CONFORTO DE ROLAMENTO

CONCRETO SIMPLES

BARRAS DE TRANSFERÊNCIA



CONCRETO SIMPLES

BARRAS DE LIGAÇÃO



CONCRETO SIMPLES

ANTES DA APLICAÇÃO

- **Condições da camada de sub-base**
 - limpeza
 - integridade
 - colocação de filme plástico (se for o caso)
 - saturação com água (taxa de evaporação elevada)

- **Marcação topográfica**
 - verificação das linhas sensoras (espessura da placa)

- **Funcionando dos vibradores da pavimentadora**

CONCRETO SIMPLES

DURANTE A APLICAÇÃO

- A altura do concreto lançado na pavimentadora deve ser menor do que 1 m.
- Formação das bordas
 - vazios na lateral
 - falta de vibração
 - teor de argamassa baixo
 - Desmoronamento
 - excesso de vibração
 - teor de argamassa elevado
- Evitar paradas desnecessárias da pavimentadora.

CONCRETO SIMPLES

LANÇAMENTO/ADENSAMENTO



CONCRETO SIMPLES

ACABAMENTO



CONCRETO SIMPLES

TEXTURIZAÇÃO

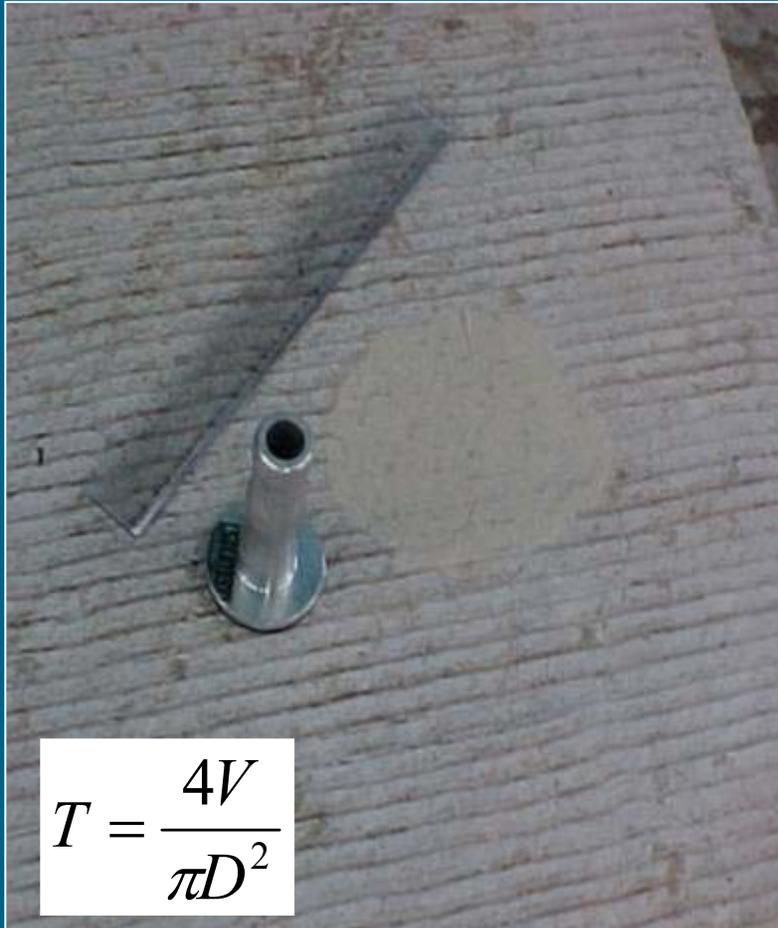


CONCRETO SIMPLES

TEXTURIZAÇÃO

VERIFICAÇÕES:

- Homogeneidade
- Profundidade
0,6 mm a 1,2 mm



$$T = \frac{4V}{\pi D^2}$$

ASTM E 965-96

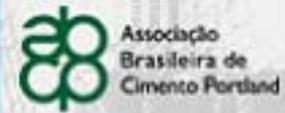
CONCRETO SIMPLES

CURA



CONCRETO SIMPLES

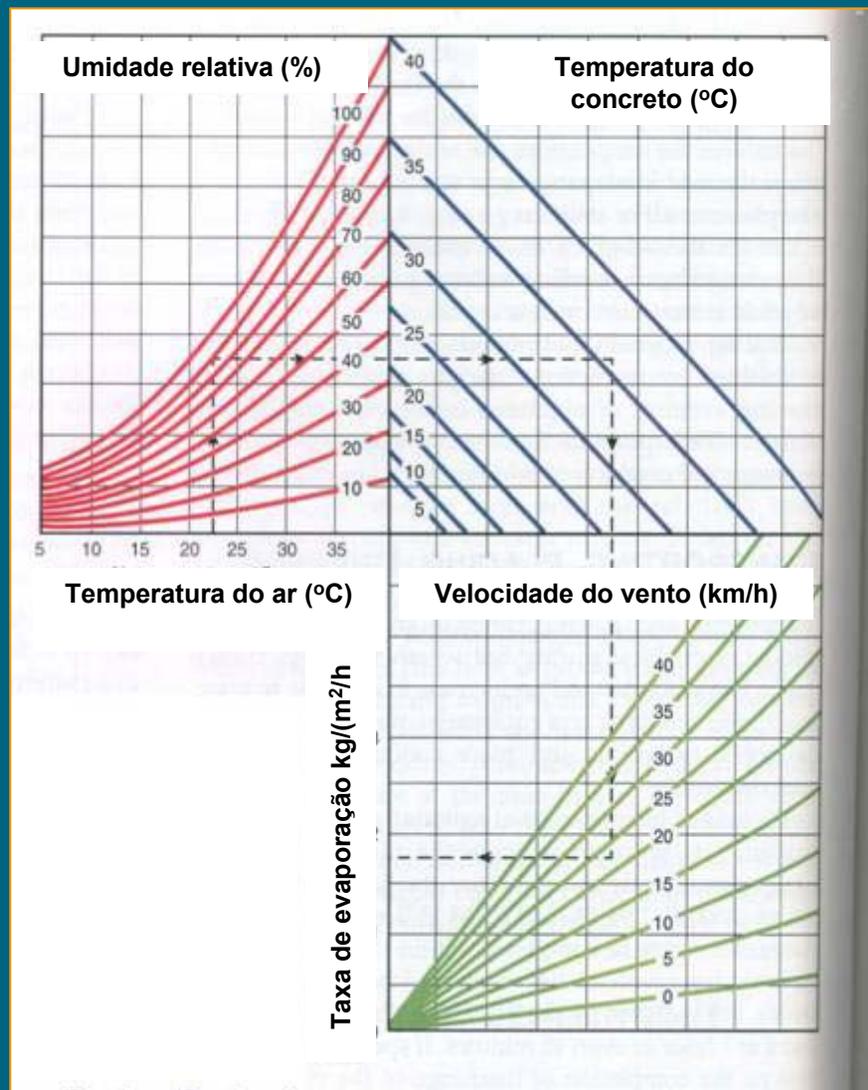
CURA



Comunidade
da Construção

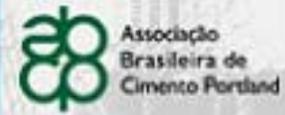
CONCRETO SIMPLES

TAXA DE EVAPORAÇÃO



CONCRETO SIMPLES

TAXA DE EVAPORAÇÃO



Comunidade
da Construção

CONCRETO SIMPLES

AGENTE DE CURA

- Ensaio:
T:
(37,8±1,1)°C
UR:
(32±2)%

- evaporação
máxima:
0,55 kg/m²
em 72 h



ASTM C 156



Comunidade
da Construção

CONCRETO SIMPLES

JUNTA TRANVERSAL DE CONTRAÇÃO



CONCRETO SIMPLES

JUNTA TRANVERSAL DE CONTRAÇÃO



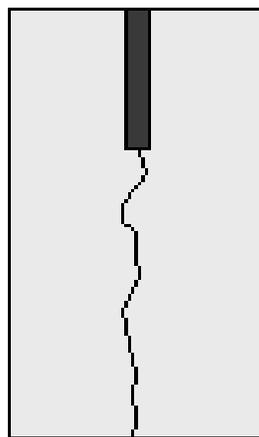
CONCRETO SIMPLES

JUNTA TRANVERSAL DE CONTRAÇÃO

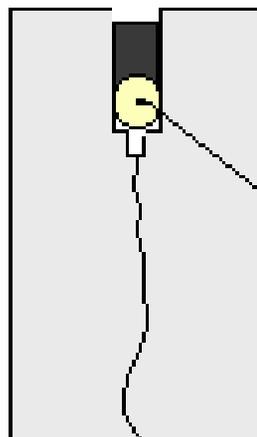
- **Corte inicial**
 - Ponto de enfraquecimento
 - indução da fissura
 - **Largura: 3 mm**
 - **Profundidade: 1/3 a 1/4 da espessura da placa.**
- **Corte secundário**
 - Fator de forma do selante.
 - **Largura: geralmente 6 mm**
 - depende do tipo de selante.
 - **Profundidade: 20 a 30 mm**

CONCRETO SIMPLES

JUNTA TRANVERSAL DE CONTRAÇÃO

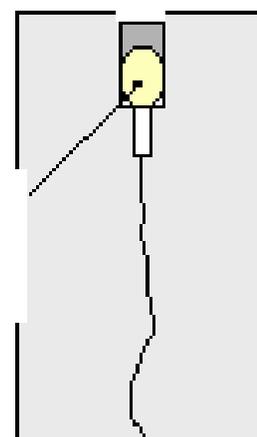


Corte simples

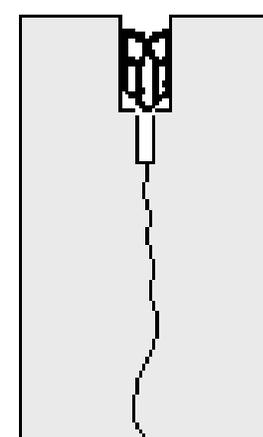


Selante a quente

Corpo
de
apoio



Selante a frio



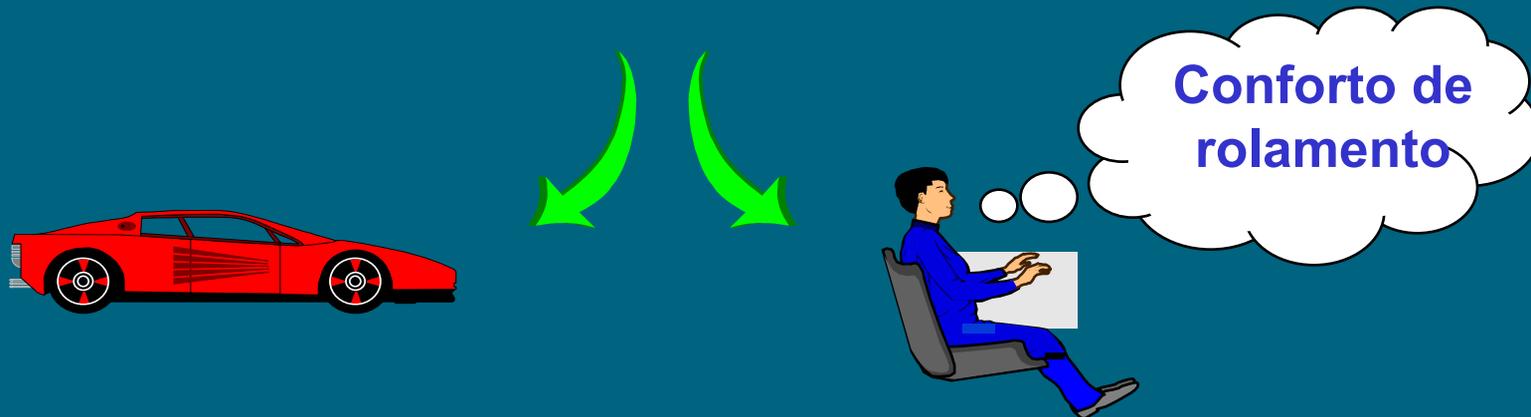
Selante pré-moldado



PAVIMENTO DE CONCRETO

CONFORTO DE ROLAMENTO

- Percepção subjetiva da qualidade de rodagem de um pavimento.



CONFORTO DE ROLAMENTO



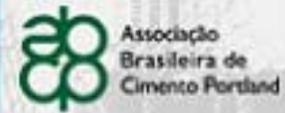
- Guia da AASHTO/1998
- Utilização do perfilógrafo Califórnia
- Lotes de 1000 m, com sub-lotes de 100 m
- Unidade de medida: mm/km



Comunidade
da Construção

CONFORTO DE ROLAMENTO

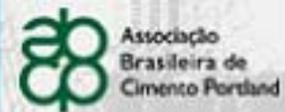
PERFILÓGRAFO CALIFÓRNIA



Comunidade
da Construção

CONFORTO DE ROLAMENTO

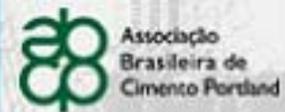
PERFILÓGRAFO CALIFÓRNIA



Comunidade
da Construção

CONFORTO DE ROLAMENTO

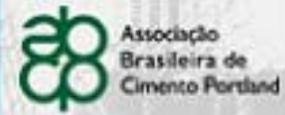
PERFILÓGRAFO CALIFÓRNIA



Comunidade
da Construção

CONFORTO DE ROLAMENTO

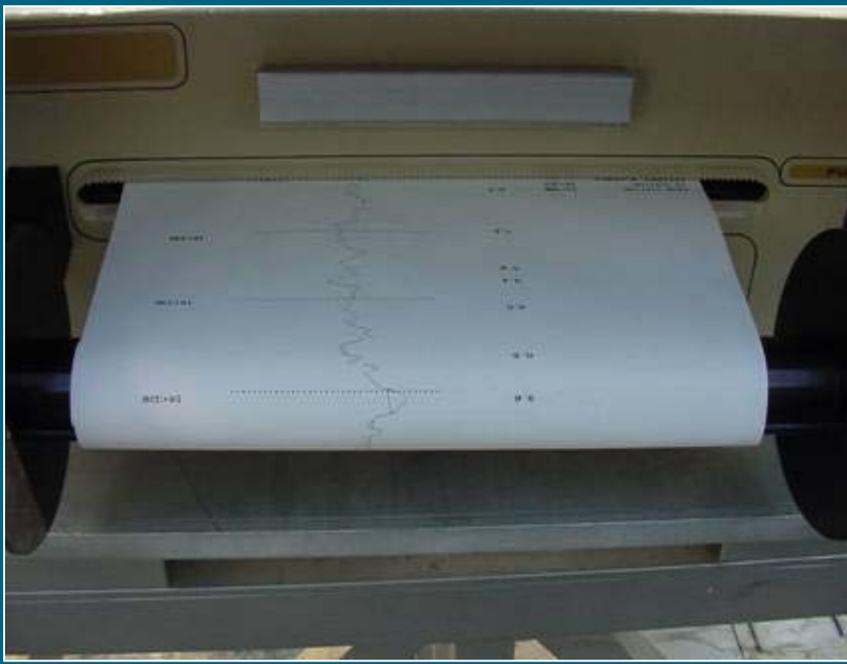
PERFILÓGRAFO CALIFÓRNIA



Comunidade
da Construção

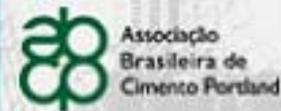
CONFORTO DE ROLAMENTO

PERFILOGRAFO CALIFORNIA



CONFORTO DE ROLAMENTO

ÍNDICE DE PERFIL

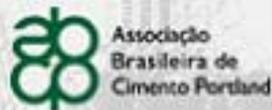


É a soma dos valores absolutos dos desvios (picos e depressões) que excedem os limites de uma faixa neutra.

➤ faixa neutra igual a 5 mm.



Comunidade
da Construção



CONTENTS OF THE DATA FILE 23241DRE FROM MEMORY

BEGINNING STATION NUMBER 1+850
 ENDING STATION NUMBER 0+ 0
 LENGTH, IN KILOMETERS 1.850
 TIME 15:33:14
 DATE 08-23-2001

IDENTIFICATION

Consortio Queiroz Galvao/Odebrecht
 BR-232 PE-45 Pista Externa
 Faixa 1
 Trilha Direita
 Sentido Caruaru/Recife
 Operador Pierre
 Data 23/08/01

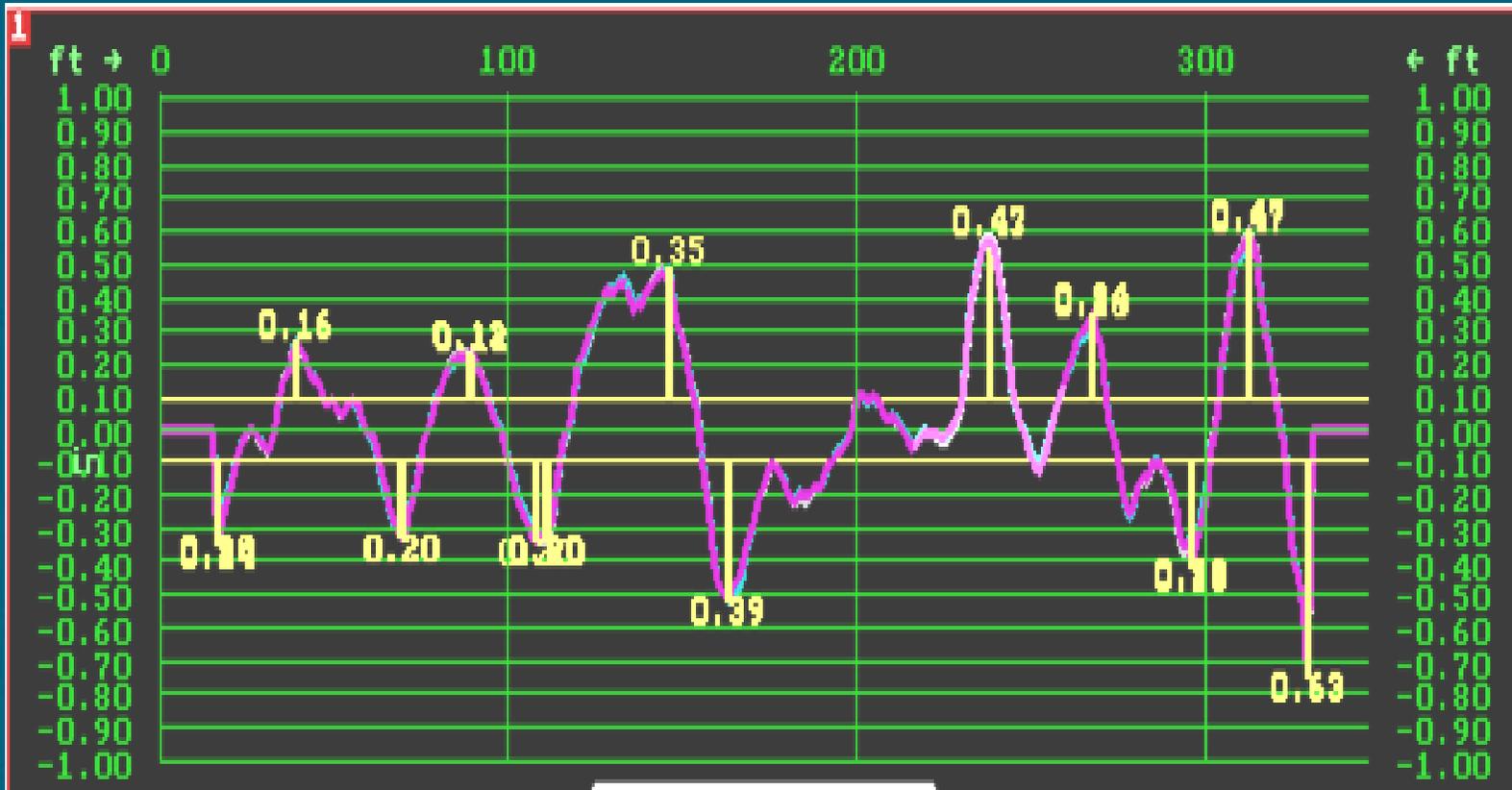
BEGINNING STATION	ENDING STATION	DEVIATION COUNTS (mm)	DISTANCE MEASURED (METERS)	DISTANCE TRAVELED (METERS)	PROFILE INDEX (mm/km)
18+ 50	17+ 50	39.6	100	100	396.0
17+ 50	16+ 50	20.0	100	100	200.0
16+ 50	15+ 50	26.4	100	100	264.0
15+ 50	14+ 50	55.8	100	100	558.0
14+ 50	13+ 50	24.4	100	100	244.0
13+ 50	12+ 50	39.2	100	100	392.0
12+ 50	11+ 50	23.2	100	100	232.0
11+ 50	10+ 50	40.4	100	100	404.0
10+ 50	9+ 50	48.2	100	100	482.0
9+ 50	8+ 50	51.4	100	100	514.0
8+ 50	7+ 50	33.0	100	100	330.0
7+ 50	6+ 50	35.0	100	100	350.0
6+ 50	5+ 50	13.2	100	100	132.0
5+ 50	4+ 50	14.8	100	100	148.0
4+ 50	3+ 50	23.6	100	100	236.0
3+ 50	2+ 50	28.6	100	100	286.0
2+ 50	1+ 50	49.4	100	100	494.0
1+ 50	0+ 50	48.0	100	100	480.0
0+ 50	0+ 0	12.4	50	50	248.0
TOTALS					
18+ 50	0+ 0	626.6	1850	1850	338.7

----- 10.00 mm BUMP LOCATIONS -----

18+ 1	18+ 0	15+25	15+21	15+ 6
14+66	14+63	10+83	10+79	10+78
9+57	9+53	9+49	8+74	8+69
8+64	8+60	8+31	7+32	2+29
2+ 6	2+ 4	0+84	0+52	0+16

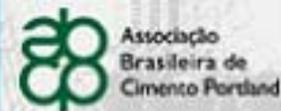
CONFORTO DE ROLAMENTO

ÍNDICE DE PERFIL



CONFORTO DE ROLAMENTO

ÍNDICE DE PERFIL



Critérios para desempenho nível de conforto:

- premiação ou multa com exigência de

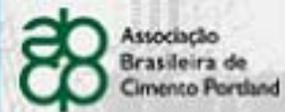


Comunidade
da Construção

CONFORTO DE ROLAMENTO

AJUSTAMENTO DE PREÇOS

Índice de Perfil (IP)			Ajustagem de Preço
mm/km por seção de 0,1 km			% do preço unitário oferecido do pagamento
0	$IP \leq$	50	105
51	$< IP \leq$	65	104
66	$< IP \leq$	80	102
81	$< IP \leq$	110	100
111	$< IP \leq$	125	98
126	$< IP \leq$	140	96
141	$< IP \leq$	160	94
161	$< IP \leq$	175	92
176	$< IP \leq$	190	90
\geq		190	Trabalhos corretivos



MUITO OBRIGADO !!!!



Comunidade
da Construção