





Execução de Pavimento de Concreto

Obras de pavimentação de concreto



**Planejamento detalhado antes
do início das obras (PROJETO)**



- ✓ Projeto - detalhar
- ✓ Volumes a executar
 - BGS
 - Concreto
- ✓ Equipamentos
 - Central de Concreto
 - Equipamentos Espalhamento
 - Caminhões
 - Equipamentos de Apoio
- ✓ Definição dos materiais
- ✓ Treinamento da equipe
- ✓ Traços de concreto
- ✓ Contratação de laboratório

- ✓ Meta diária de produção
- ✓ Organização das frentes de serviço (recuperação de subleito, topografia, regularização de sub-base, “trem” de concretagem, ...)
- ✓ Concreto (dosagem, corpos de prova, ...)
- ✓ Logística (caminhões basculantes, tempo de deslocamento, etc)
- ✓ Controle Tecnológico
- ✓ Equipamentos auxiliares (Régua vibratória, floats, vassouras, equipe de corte, rodo de corte, réguas de alumínio, fôrmas, etc)



Pequeno Porte

Réguas /Treliças vibratórias

Produção média: 100 a 200 m/dia



Formas-Trilho

Pavimentadoras de rolos vibratórios

Produção média: 250 a 350 m/dia



Formas Deslizantes

Pavimentadoras com formas deslizantes

Produção média: 300m - 1200 m/dia

Requerem usinas dosadoras/misturadoras





Treliças e régulas vibratórias



Pavimentadoras de Rolos Simples



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-
ESTRUTURA DE TRANSPORTES

DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E
PESQUISA

INSTITUTO DE PESQUISAS
RODOVIÁRIAS

Rodovia Presidente Dutra, km 163
Centro Rodoviário – Vigário Geral
Rio de Janeiro – RJ – CEP 21240-330
Tel/fax: (0xx21) 3371-5888

NORMA DNIT 047/2004 - ES

Pavimento rígido – Execução de pavimento rígido com equipamento de pequeno porte - Especificação de serviço

Autor: Diretoria de Planejamento e Pesquisa / IPR

Processo: 50.600.004.558/2003-24

Origem: Revisão da norma DNER-ES 325/97

Aprovação pela Diretoria Executiva do DNIT na reunião de 25 / 11 / 2004

Direitos autorais exclusivos do DNIT, sendo permitida reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte (DNIT), mantido o texto original e não acrescentado nenhum tipo de propaganda comercial.

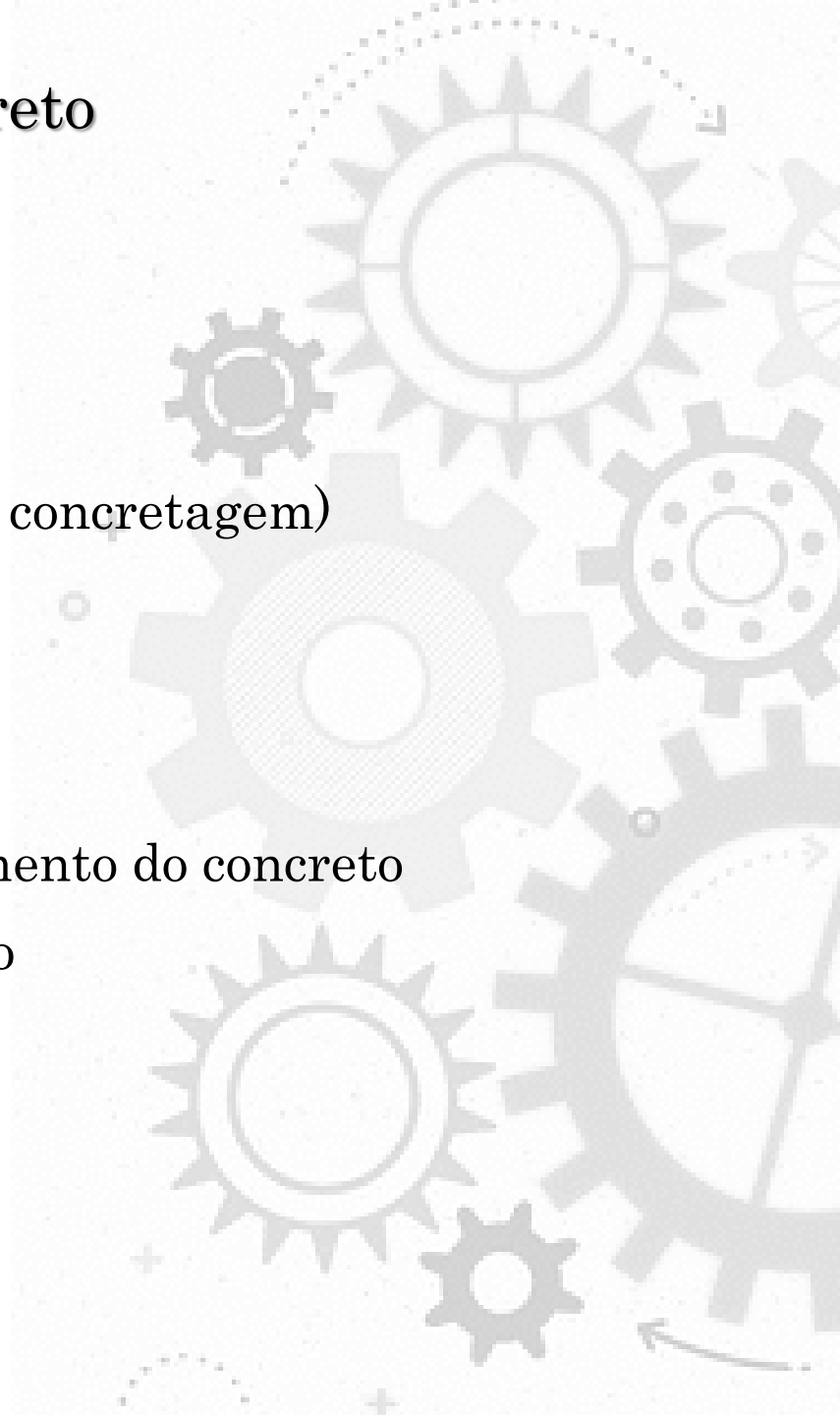
Palavras-chave:

Pavimento rígido, concreto, cimento, equipamento, especificação

Nº total de
páginas
14

Execução de Pavimentos de Concreto

- **Preparo do subleito**
- Execução da sub-base
- Preparo da Pista (fôrmas e preparo da concretagem)
- Produção e transporte do concreto
- Juntas de Construção
- Armadura e Telas
- Lançamento, espalhamento e adensamento do concreto
- Nivelamento e acabamento do concreto
- Texturização
- Cura
- Proteção da pista com concreto fresco
- Corte das juntas



Subleito

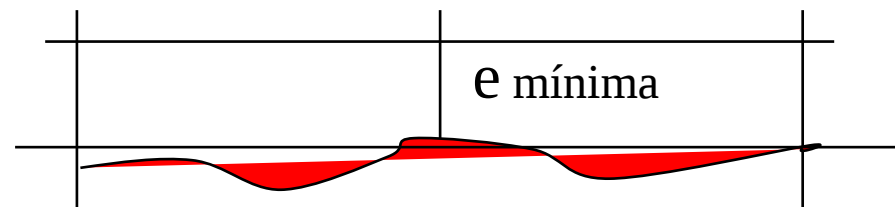
DNER ES-299

Se necessário for, reforçar
conforme DNER ES-300



Cuidados: O pavimento de concreto necessita de subleito estável, isto é, não sujeito a recalque diferencial.

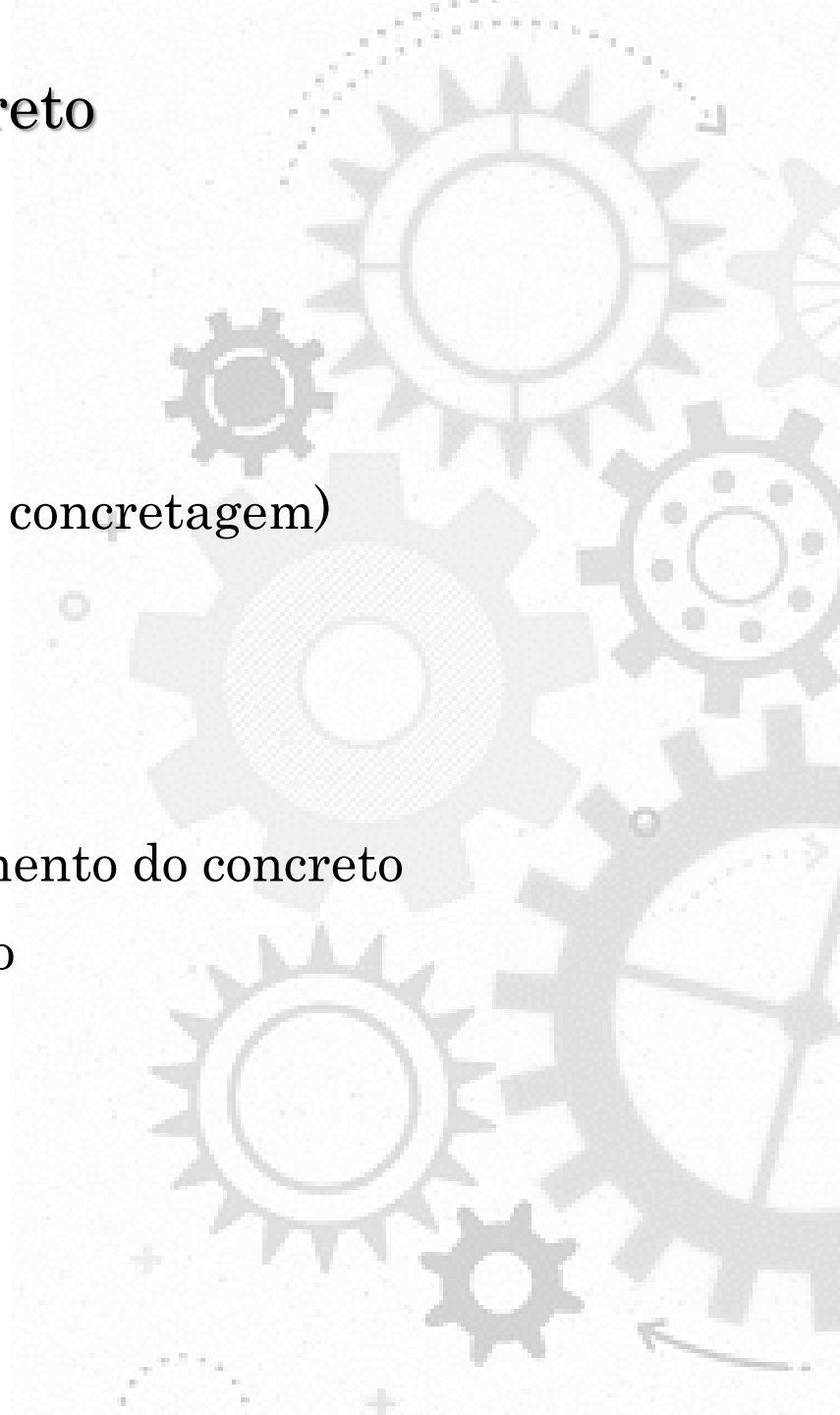
Plano Cotado



Espessura Placa (m)			Espessura Alterada Placa (m)			
3,600	Eixo	4,600	Acréscimo	3,600	Eixo	4,600
0,242	0,224	0,226		0,242	0,224	0,226
0,239	0,220	0,232		0,239	0,220	0,232
0,241	0,226	0,225		0,241	0,226	0,225
0,235	0,232	0,233		0,235	0,232	0,233
0,227	0,225	0,247		0,227	0,225	0,247
0,229	0,221	0,239		0,229	0,221	0,239
0,231	0,221	0,239		0,231	0,221	0,239
0,240	0,229	0,256		0,240	0,229	0,256
0,241	0,235	0,258		0,241	0,235	0,258
0,234	0,234	0,262		0,234	0,234	0,262
0,236	0,230	0,257		0,236	0,230	0,257
0,239	0,219	0,227	0,005	0,244	0,224	0,232
0,240	0,219	0,220	0,005	0,245	0,224	0,225
0,232	0,208	0,220		0,232	0,208	0,220
0,229	0,211	0,230		0,229	0,211	0,230
0,217	0,208	0,229		0,217	0,208	0,229
0,218	0,214	0,235		0,218	0,214	0,235
0,216	0,208	0,233		0,216	0,208	0,233
0,218	0,207	0,229		0,218	0,207	0,229
0,215	0,205	0,225		0,215	0,205	0,225
0,217	0,212	0,225		0,217	0,212	0,225
0,218	0,213	0,224		0,218	0,213	0,224
0,229	0,206	0,207		0,229	0,206	0,207

Execução de Pavimentos de Concreto

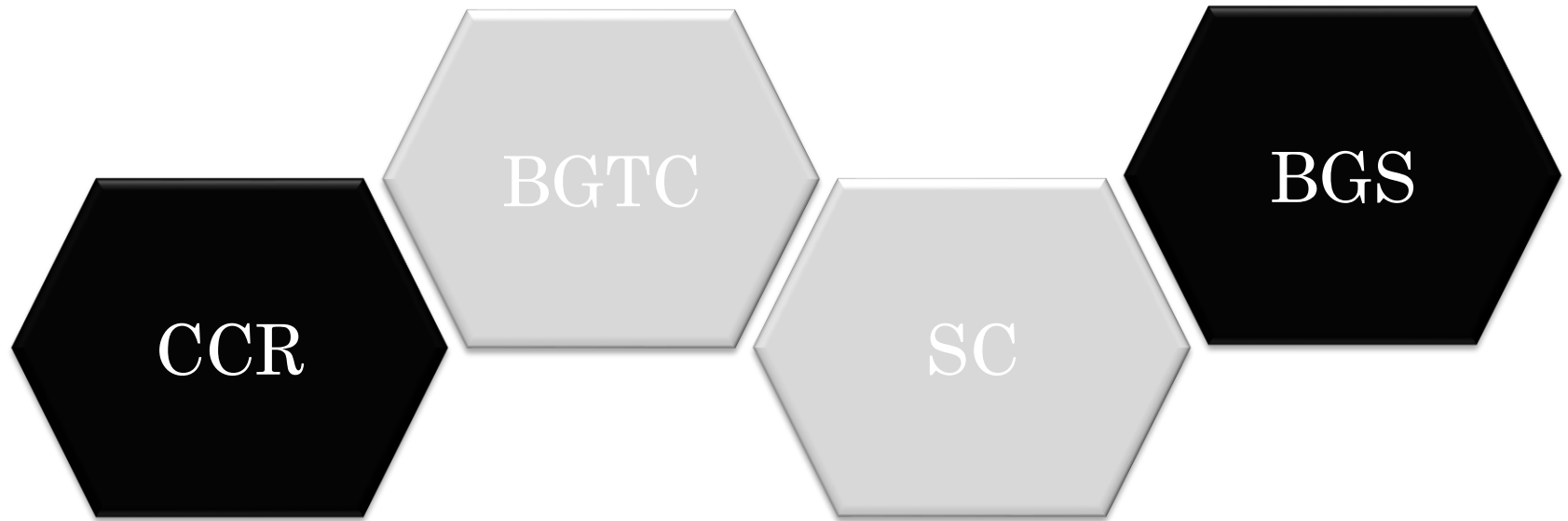
- Preparo do subleito
- **Execução da sub-base**
- Preparo da Pista (fôrmas e preparo da concretagem)
- Produção e transporte do concreto
- Juntas de Construção
- Armadura e Telas
- Lançamento, espalhamento e adensamento do concreto
- Nivelamento e acabamento do concreto
- Texturização
- Cura
- Proteção da pista com concreto fresco
- Corte das juntas





- Uniformizar o suporte da fundação;
- Evitar o efeito danoso do bombeamento de finos plásticos;
- Absorver tensões devidas à expansão do subleito;
- Aumentar consideravelmente o valor de suporte disponível.

Sub-base



Sub-base

	DER/PR ES-P 05/05	
	PAVIMENTAÇÃO: BRITA GRADUADA	
	Especificações de Serviços Rodoviários Aprovada pelo Conselho Diretor em 14/12/2005 Deliberação n.º 281/2005 Esta especificação substitui a DER/PR ES-P 05/91 Autor: DER/PR (DG/AP)	
Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Paraná - DER/PR Avenida Iguaçu 420 CEP 80230 902 Curitiba Paraná Fone (41) 3304 8000 Fax (41) 3304 8130 www.pr.gov.br/transportes	Palavras-chave: base, sub-base, brita graduada	
	13 páginas	

Sub-base

DNIT

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-
ESTRUTURA DE TRANSPORTES

DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E
PESQUISA

INSTITUTO DE PESQUISAS
RODOVIÁRIAS

Rodovia Presidente Dutra, km 163
Centro Rodoviário – Vigário Geral
Rio de Janeiro – RJ – CEP 21240-330
Tel/fax: (0xx21) 3371-5888

NORMA DNIT 056/2004 - ES

Pavimento rígido – Sub-base de concreto de cimento Portland compactado com rolo - Especificação de serviço

Autor: Diretoria de Planejamento e Pesquisa / IPR

Processo: 50.600.004.558/2003-24

Origem: Revisão da norma DNER-ES 322/97

Aprovação pela Diretoria Executiva do DNIT na reunião de: 25 / 11 / 2004

Direitos autorais exclusivos do DNIT, sendo permitida reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte (DNIT), mantido o texto original e não acrescentado nenhum tipo de propaganda comercial.

Palavras-chave:

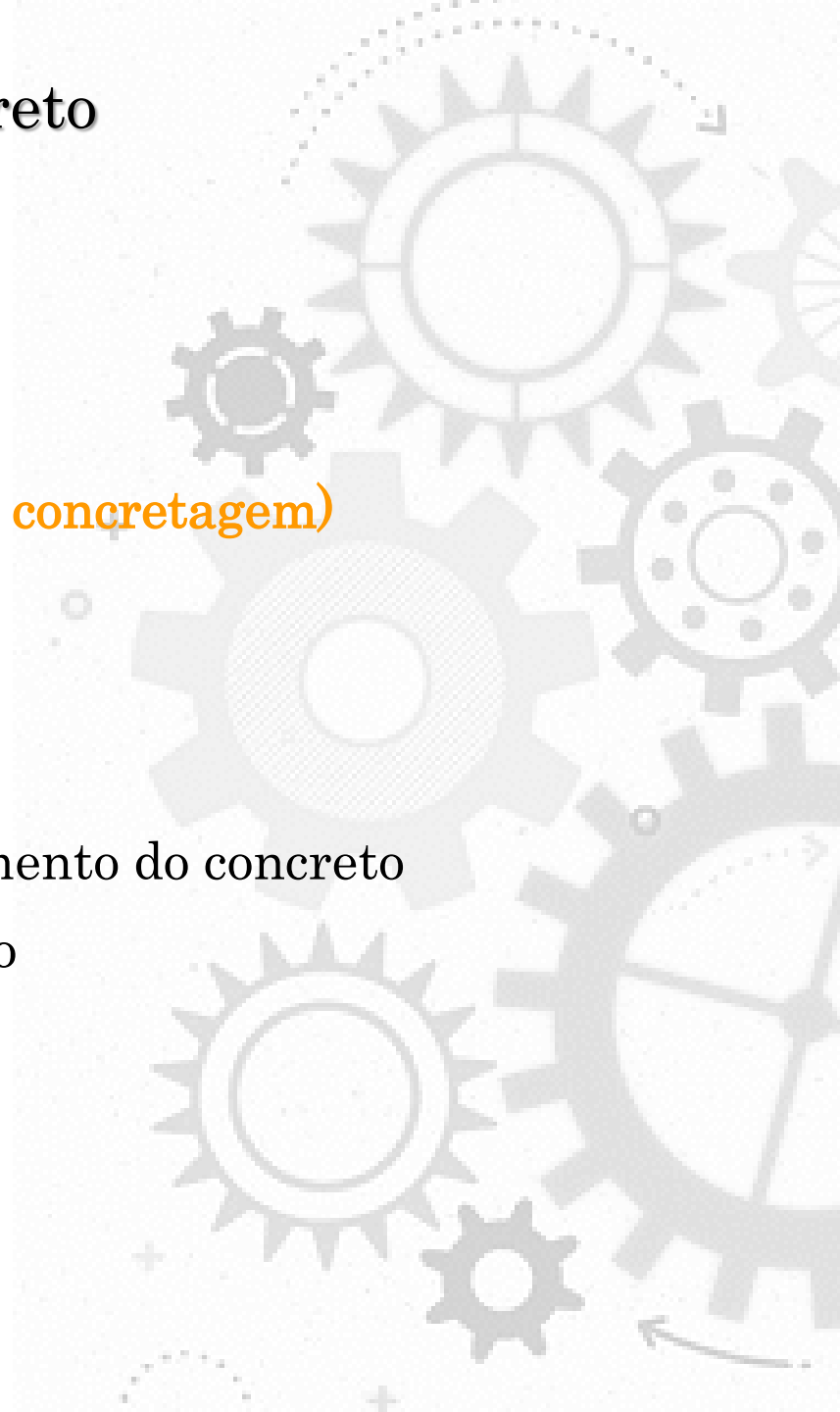
Sub-base, concreto de cimento, concreto rolado, especificação

**Nº total de
páginas**

08

Execução de Pavimentos de Concreto

- Preparo do subleito
- Execução da sub-base
- **Preparo da Pista (fôrmas e preparo da concretagem)**
- Produção e transporte do concreto
- Juntas de Construção
- Armadura e Telas
- Lançamento, espalhamento e adensamento do concreto
- Nivelamento e acabamento do concreto
- Texturização
- Cura
- Proteção da pista com concreto fresco
- Corte das juntas





- ✓ Verificar limpeza da pista
- ✓ Eventuais correções de superfície
- ✓ Sinalização da área de operação
- ✓ Teste dos equipamentos
- ✓ **Molhar a sub-base** sobre a qual será executado o CS, principalmente em dias de calor muito intenso

Cuidados antes da concretagem

- Certificar-se que o número de caminhões basculantes (betoneiras, no caso da execução com equipamento de pequeno porte) está compatível com o volume a ser transportado e com a distância de transporte. A alimentação da pavimentadora deve ser mantida constante.
- Verificar se todos os equipamentos e ferramentas estão a disposição na frente de serviço;
- Verificar a quantidade de água disponível na frente de serviço.



Assentamento das FÔRMAS metálicas

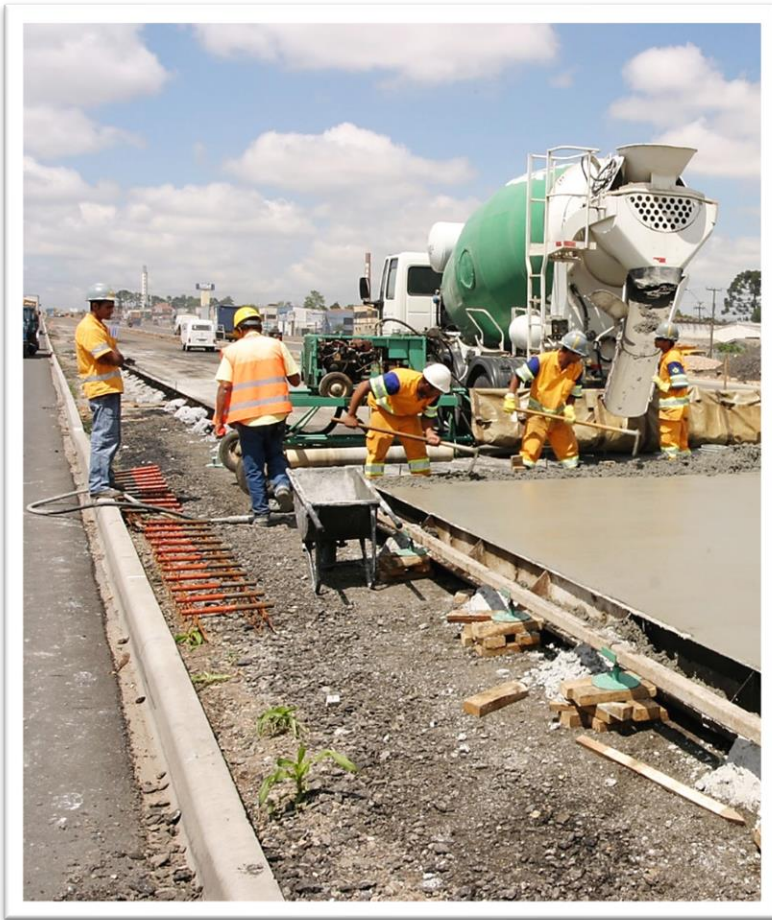
- Para conter e dar forma ao concreto fresco;
- Servem como guias para a movimentação das unidades de distribuição e adensamento do concreto;
- Devem ser alocadas anteriormente a execução do pavimento, de acordo com a topografia;



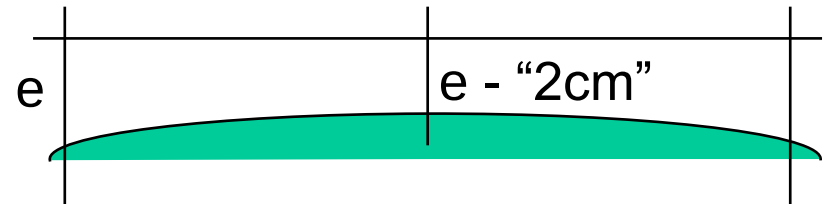
Assentamento das FÔRMAS metálicas

- ✓ Assentadas na camada subjacente, com base no alinhamento do eixo da pista;
- ✓ Deverão ser fixadas com ponteiros de aço, no máximo a cada metro, de modo a suportar sem deslocamentos os esforços inerentes ao trabalho;
- ✓ Devem ser calçadas em toda sua extensão, não sendo permitidos apoios isolados;
- ✓ O topo das fôrmas coincidirá com a superfície de rolamento prevista, fazendo-se necessária a verificação do alinhamento e nivelamento;

Assentamento das FÔRMAS metálicas

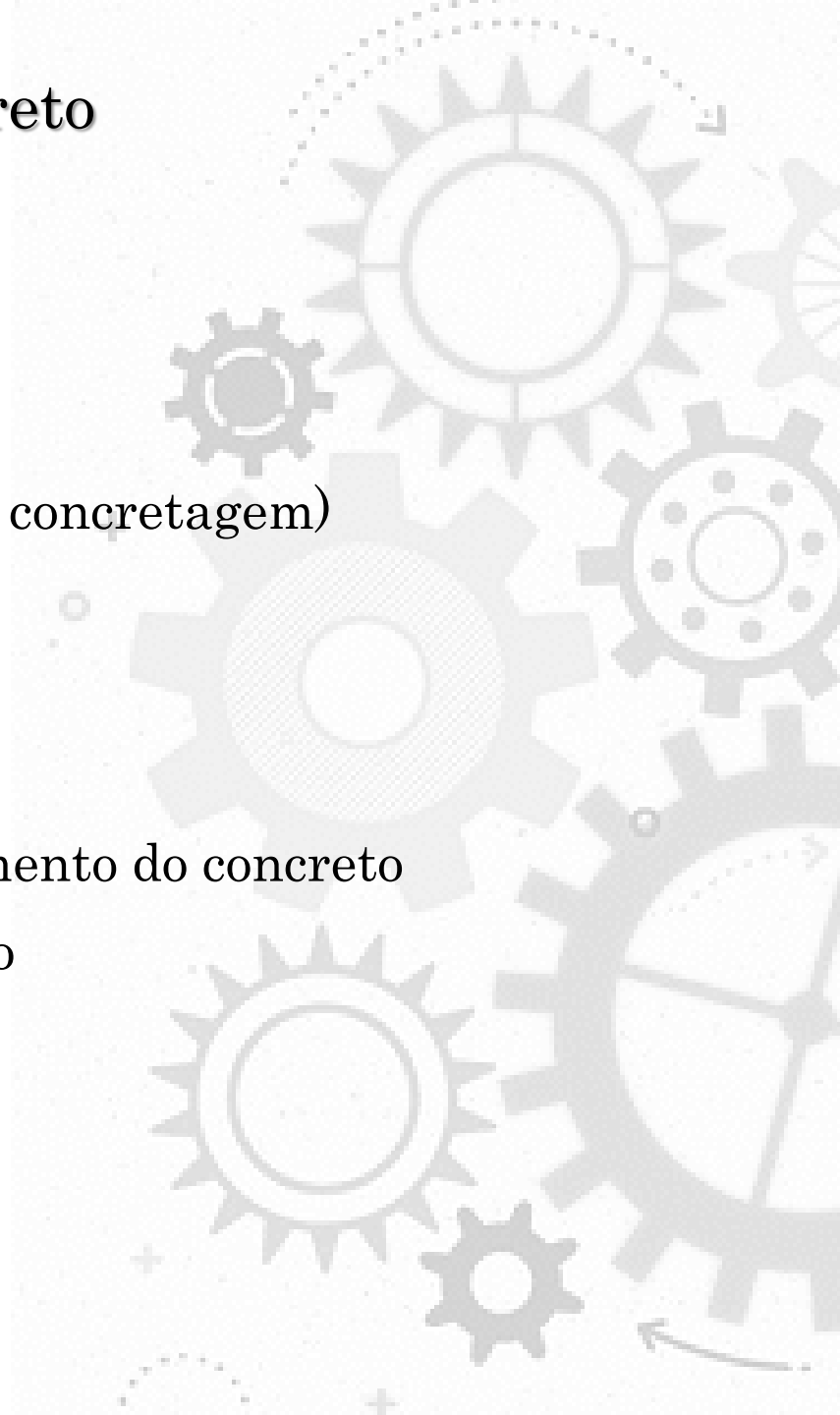


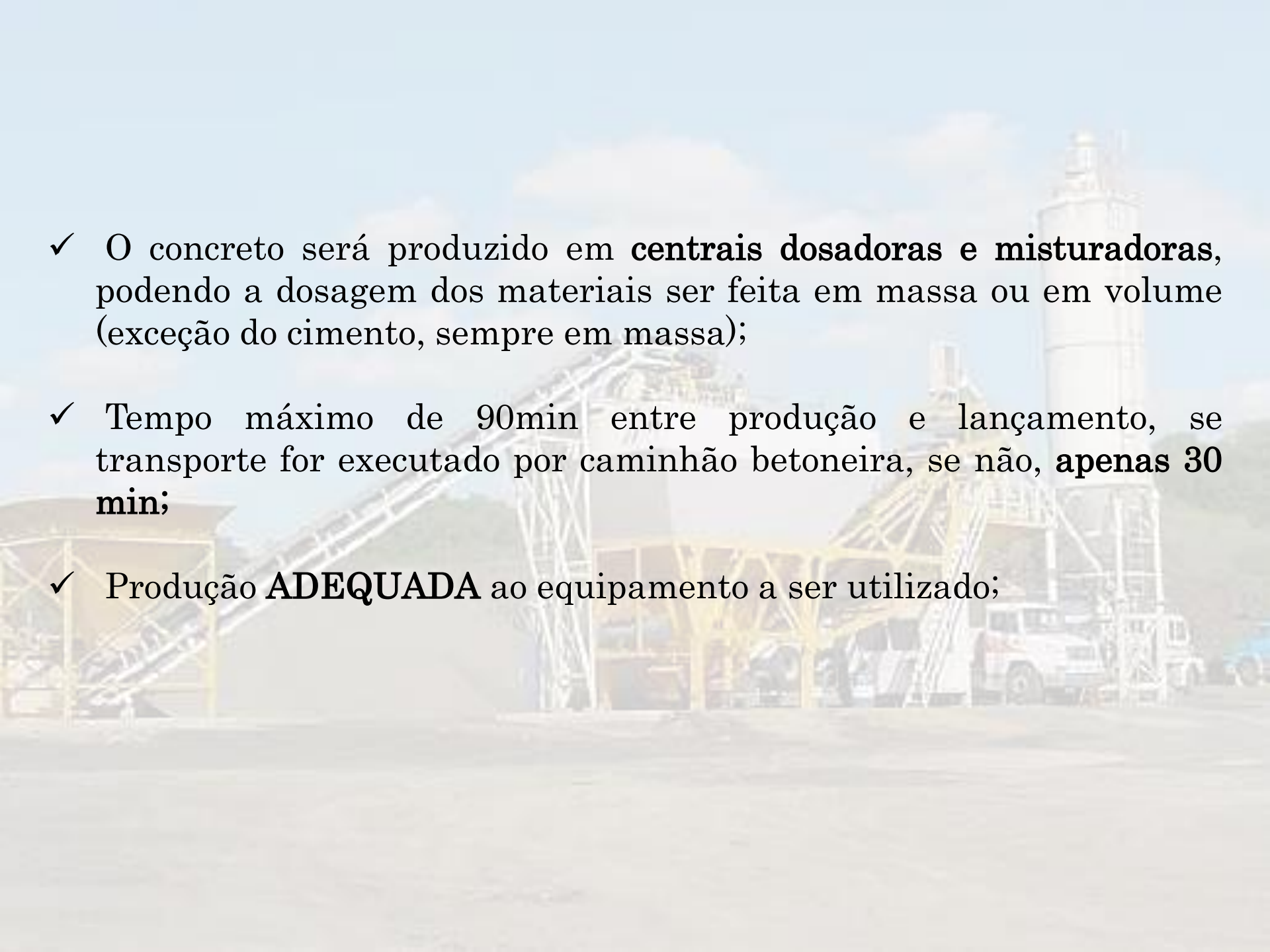
Deverá ser feita a verificação de fundo de caixa, não se admitindo ao longo de toda a seção transversal espessura inferior a especificada no projeto.



Execução de Pavimentos de Concreto

- Preparo do subleito
- Execução da sub-base
- Preparo da Pista (fôrmas e preparo da concretagem)
- **Produção e transporte do concreto**
- Juntas de Construção
- Armadura e Telas
- Lançamento, espalhamento e adensamento do concreto
- Nivelamento e acabamento do concreto
- Texturização
- Cura
- Proteção da pista com concreto fresco
- Corte das juntas



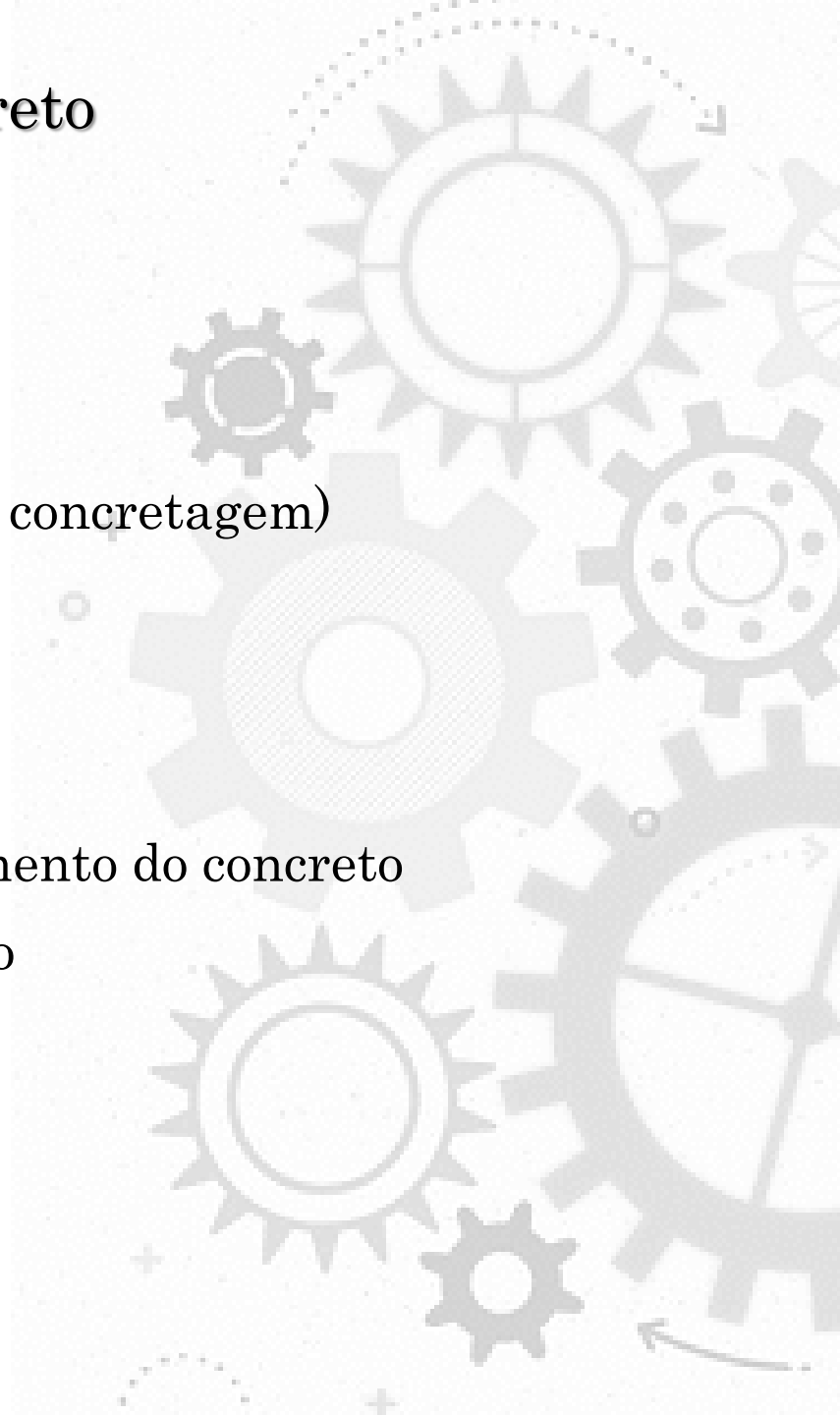
- 
- ✓ O concreto será produzido em **centrais dosadoras e misturadoras**, podendo a dosagem dos materiais ser feita em massa ou em volume (exceção do cimento, sempre em massa);
 - ✓ Tempo máximo de 90min entre produção e lançamento, se transporte for executado por caminhão betoneira, se não, **apenas 30 min**;
 - ✓ Produção **ADEQUADA** ao equipamento a ser utilizado;

Dimensionar de maneira adequada a quantidade de caminhões a serem utilizados, pois o abastecimento na frente de serviço deve ser constante;



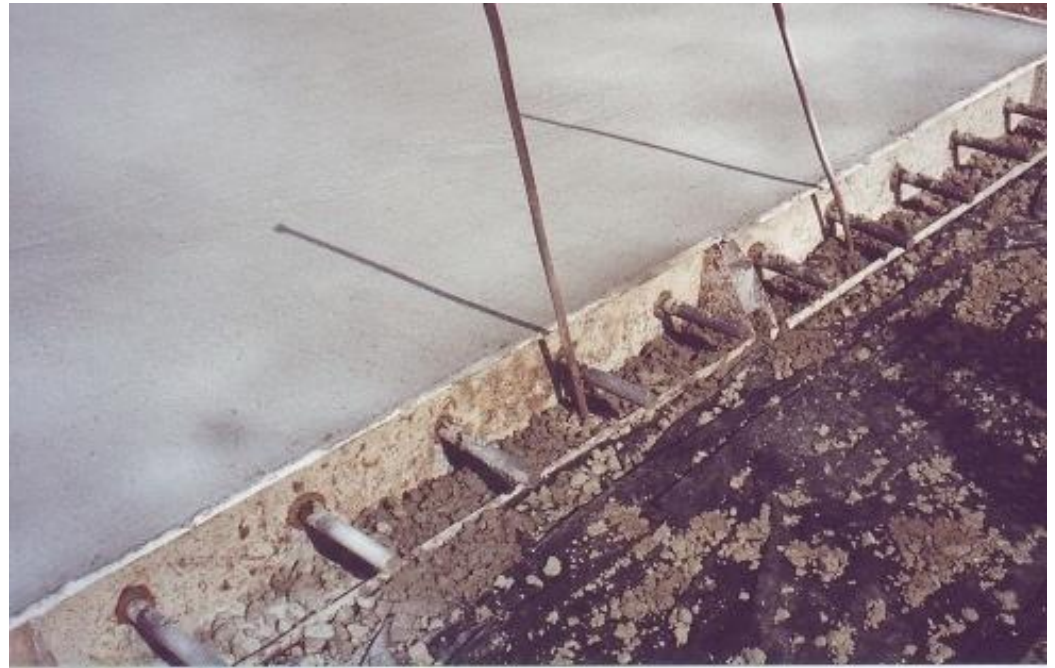
Execução de Pavimentos de Concreto

- Preparo do subleito
- Execução da sub-base
- Preparo da Pista (fôrmas e preparo da concretagem)
- Produção e transporte do concreto
- **Juntas de Construção**
- Armadura e Telas
- Lançamento, espalhamento e adensamento do concreto
- Nivelamento e acabamento do concreto
- Texturização
- Cura
- Proteção da pista com concreto fresco
- Corte das juntas





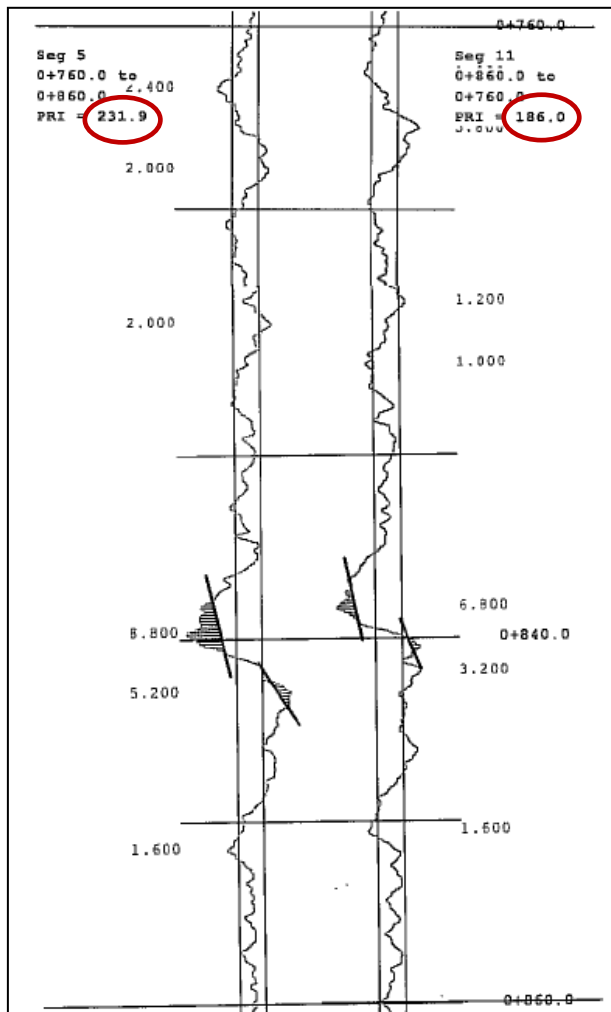
No início e término da jornada, colocam-se formas metálicas no sentido transversal ao tráfego.



Cuidados:

Alinhamento das formas;
Fixação das formas;





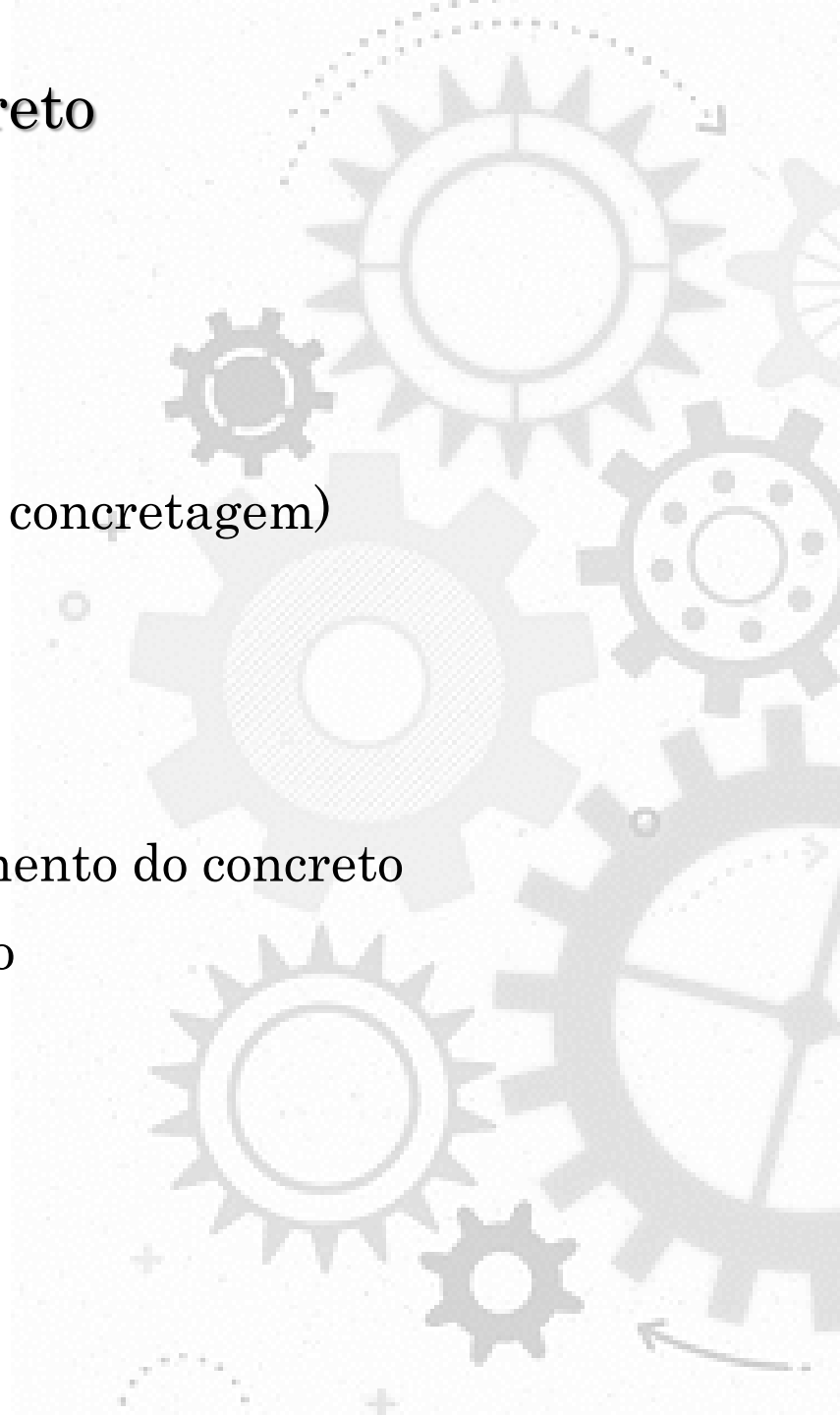


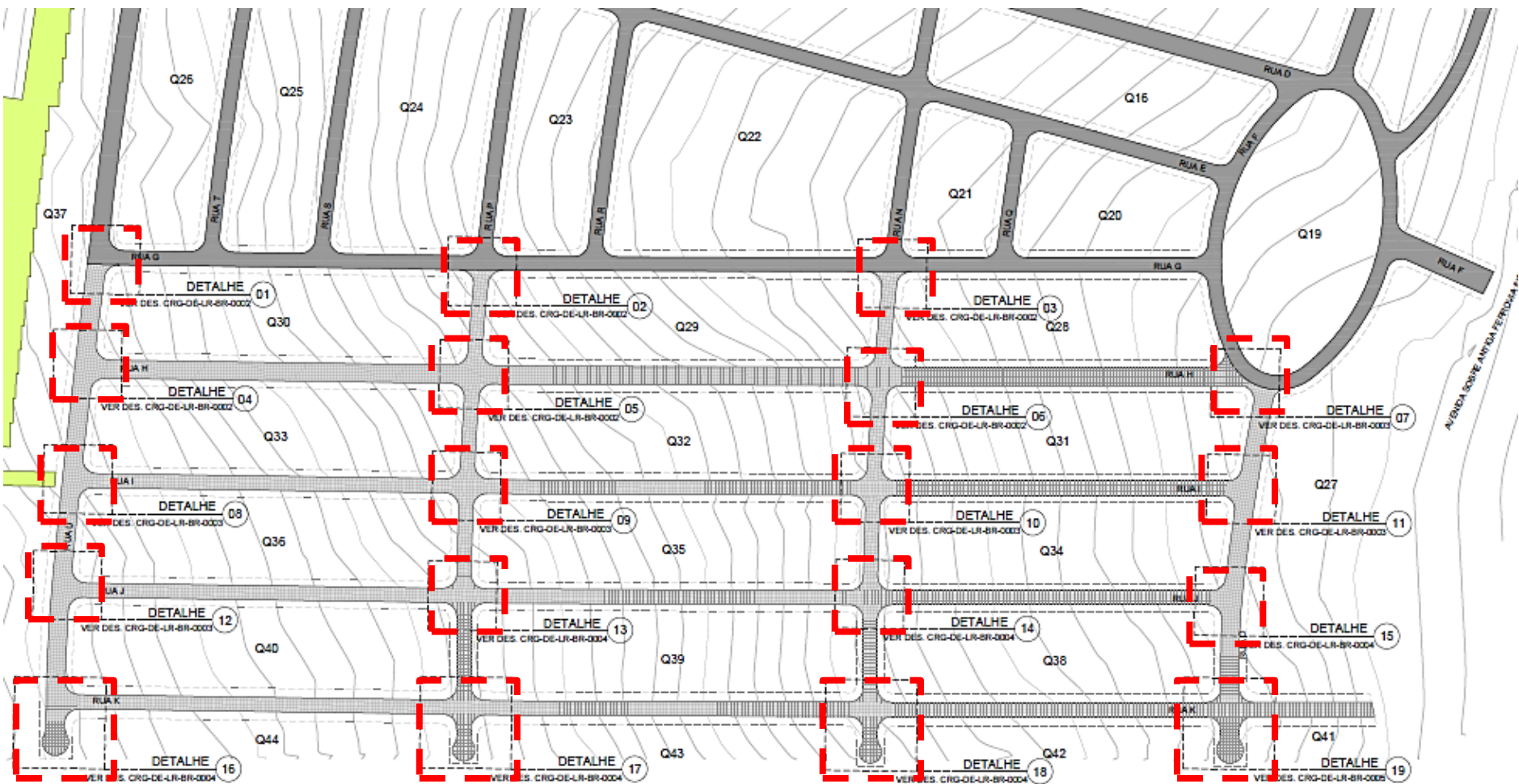
Atentar para o nivelamento adequado, evitando-se os “bumps”

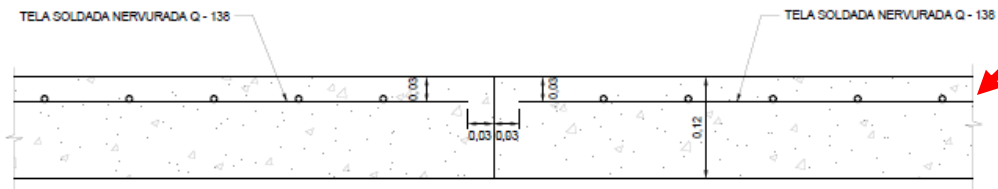
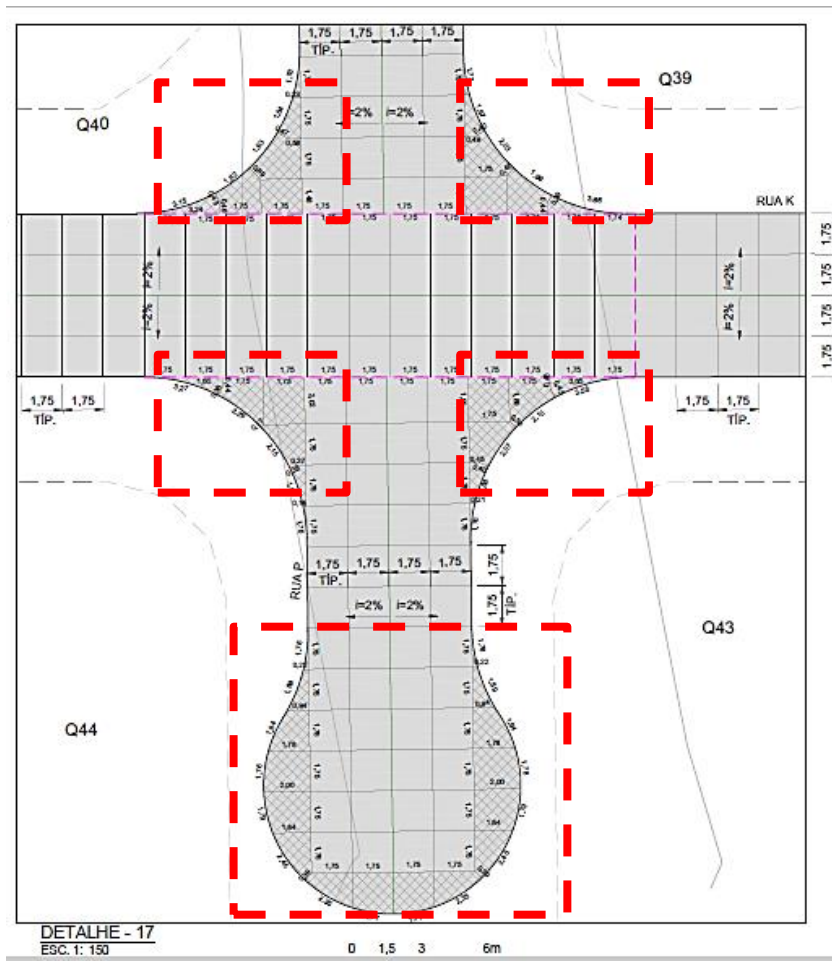


Execução de Pavimentos de Concreto

- Preparo do subleito
- Execução da sub-base
- Preparo da Pista (fôrmas e preparo da concretagem)
- Produção e transporte do concreto
- Juntas de Construção
- **Armadura e Telas**
- Lançamento, espalhamento e adensamento do concreto
- Nivelamento e acabamento do concreto
- Texturização
- Cura
- Proteção da pista com concreto fresco
- Corte das juntas







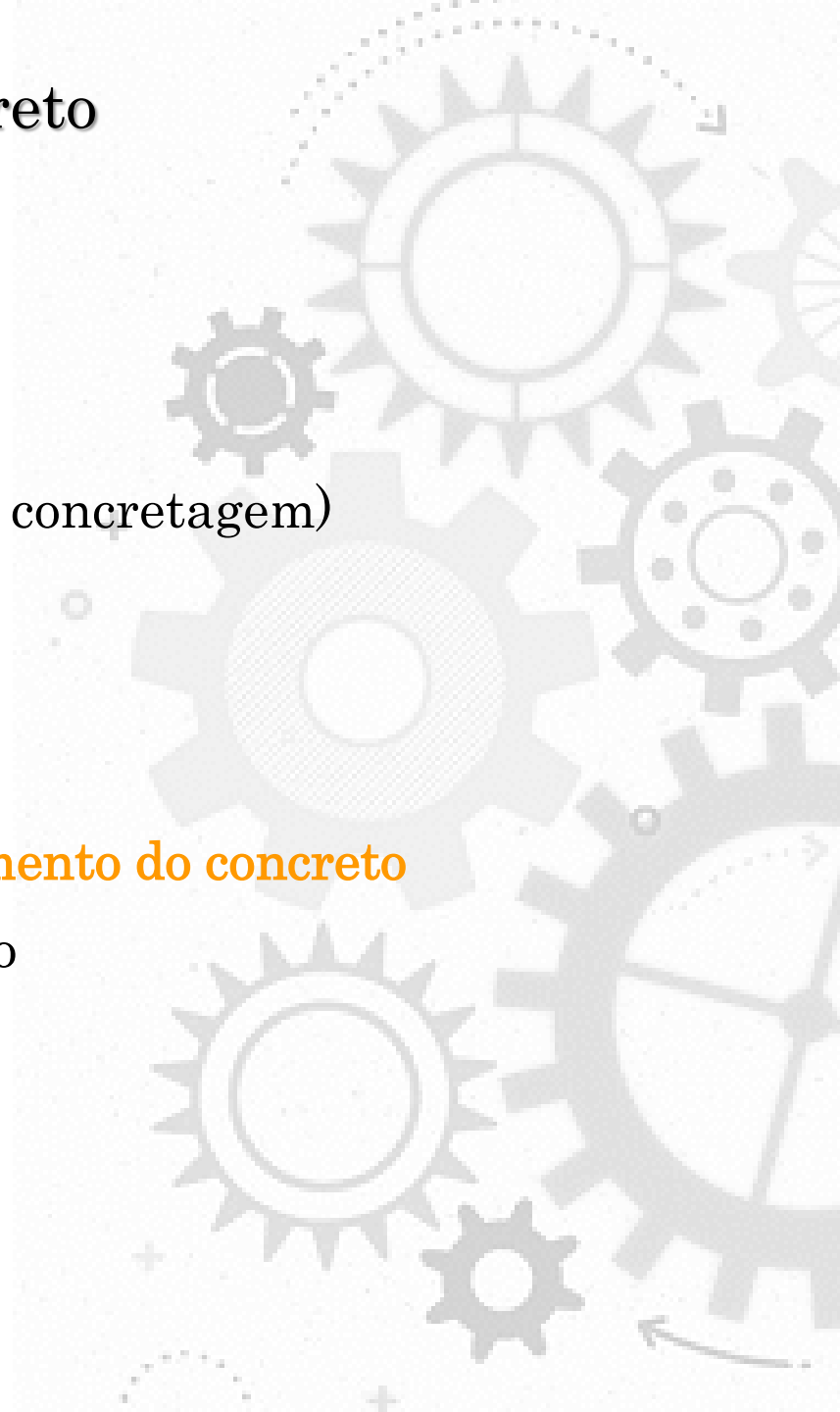
PLACA COM ARMADURA SUPERIOR - TELA Q-138
ESC. 1: 4

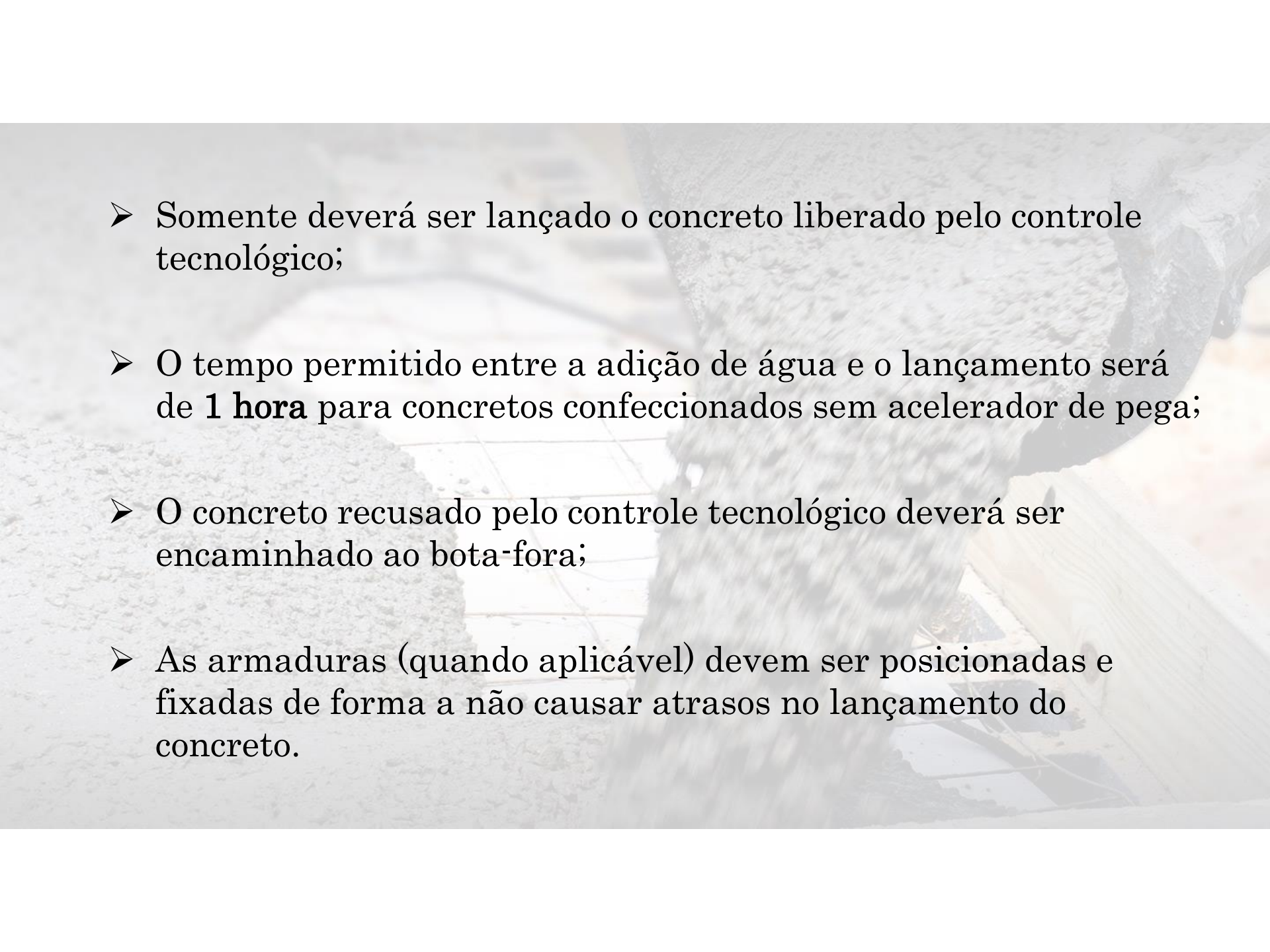
Est. 220+15,67-225+10,00
Est. 229+0,00-232+0,00



Execução de Pavimentos de Concreto

- Preparo do subleito
- Execução da sub-base
- Preparo da Pista (fôrmas e preparo da concretagem)
- Produção e transporte do concreto
- Juntas de Construção
- Armadura e Telas
- **Lançamento, espalhamento e adensamento do concreto**
- Nivelamento e acabamento do concreto
- Texturização
- Cura
- Proteção da pista com concreto fresco
- Corte das juntas



- 
- Somente deverá ser lançado o concreto liberado pelo controle tecnológico;
 - O tempo permitido entre a adição de água e o lançamento será de **1 hora** para concretos confeccionados sem acelerador de pega;
 - O concreto recusado pelo controle tecnológico deverá ser encaminhado ao bota-fora;
 - As armaduras (quando aplicável) devem ser posicionadas e fixadas de forma a não causar atrasos no lançamento do concreto.

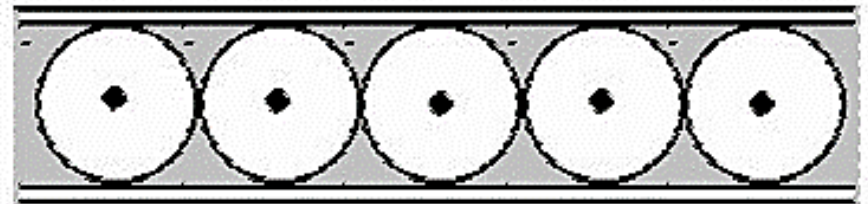


- O espalhamento do concreto pode ser feito com o auxílio de equipamentos manuais ou executado à máquina. O primordial é garantir uma distribuição homogênea, de modo a regularizar a camada na espessura a ser adensada.

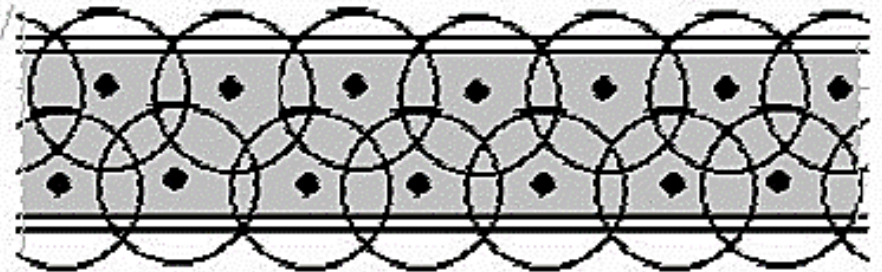


O adensamento do concreto deverá ser feito pelos vibradores de imersão e pela própria régua vibratória (superficial).

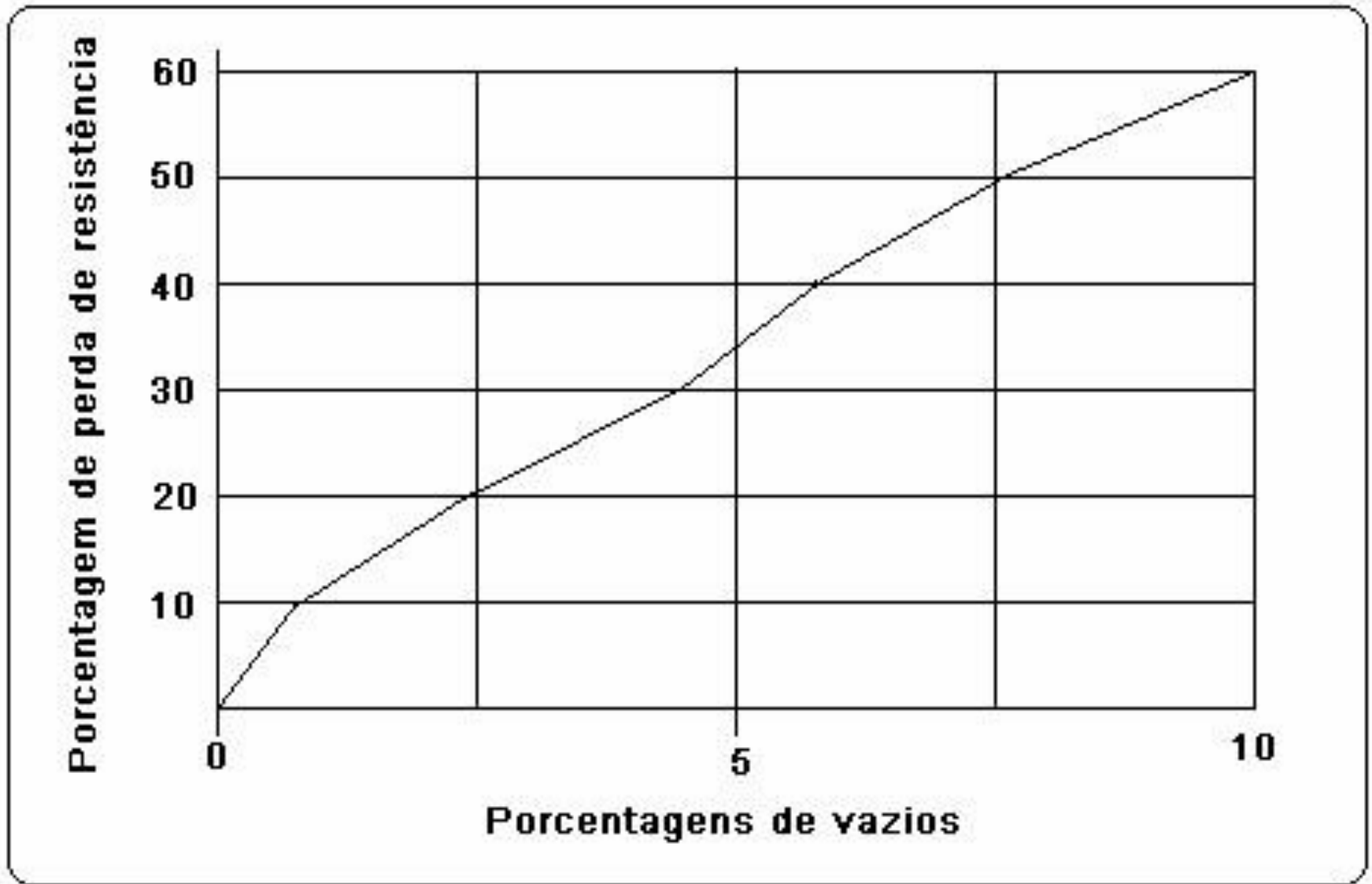
INCORRETO Raio de ação insuficiente



CORRETO Raio de ação abrangente



Redução de resistência em função da % de vazios

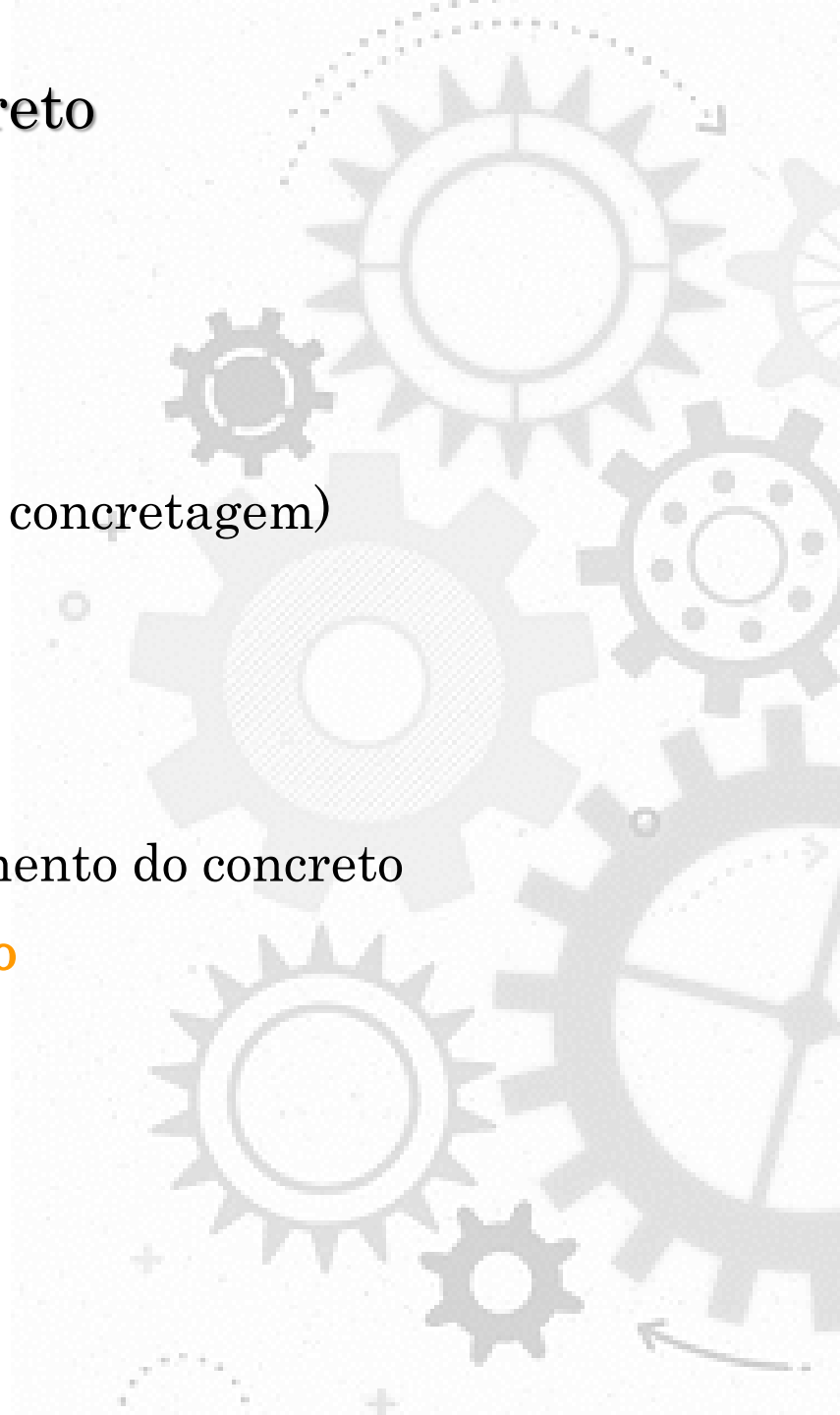


Para cada 1% de ar aprisionado reduz a resistência entre 4 e 6%.



Execução de Pavimentos de Concreto

- Preparo do subleito
- Execução da sub-base
- Preparo da Pista (fôrmas e preparo da concretagem)
- Produção e transporte do concreto
- Juntas de Construção
- Armadura e Telas
- Lançamento, espalhamento e adensamento do concreto
- **Nivelamento e acabamento do concreto**
- Texturização
- Cura
- Proteção da pista com concreto fresco
- Corte das juntas

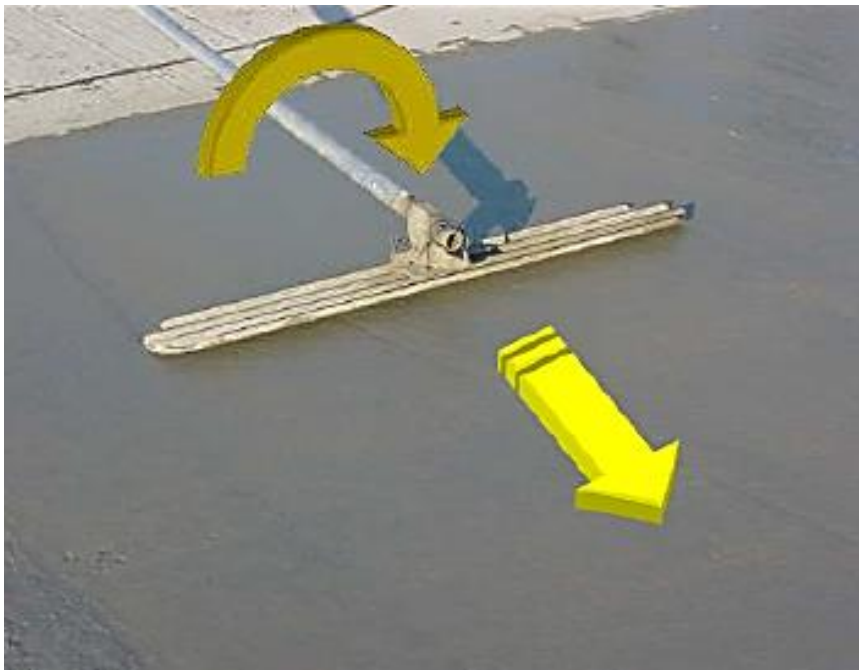


A aplicação do **rodo de corte** regulariza a superfície final do pavimento, retirando os *“bumps”*.



A regularização com o rodo de corte (**quando necessária**) deve ser realizada imediatamente após a passagem do equipamento.





Movimentos transversais
com rotação do float





A aplicação da desempenadeira metálica de cabo longo (*float*) na direção transversal à pista, corrige a porosidade superficial.



É imprescindível para o desempenho final do pavimento.

Desempenadeiras metálicas de borda e as de cabo curto para acabamentos localizados.





Depressões no concreto fresco deverão ser verificadas com régua de alumínio com mais de 3m de comprimento, colocada transversalmente ao eixo longitudinal da pista e ao longo do pavimento recém concretado.



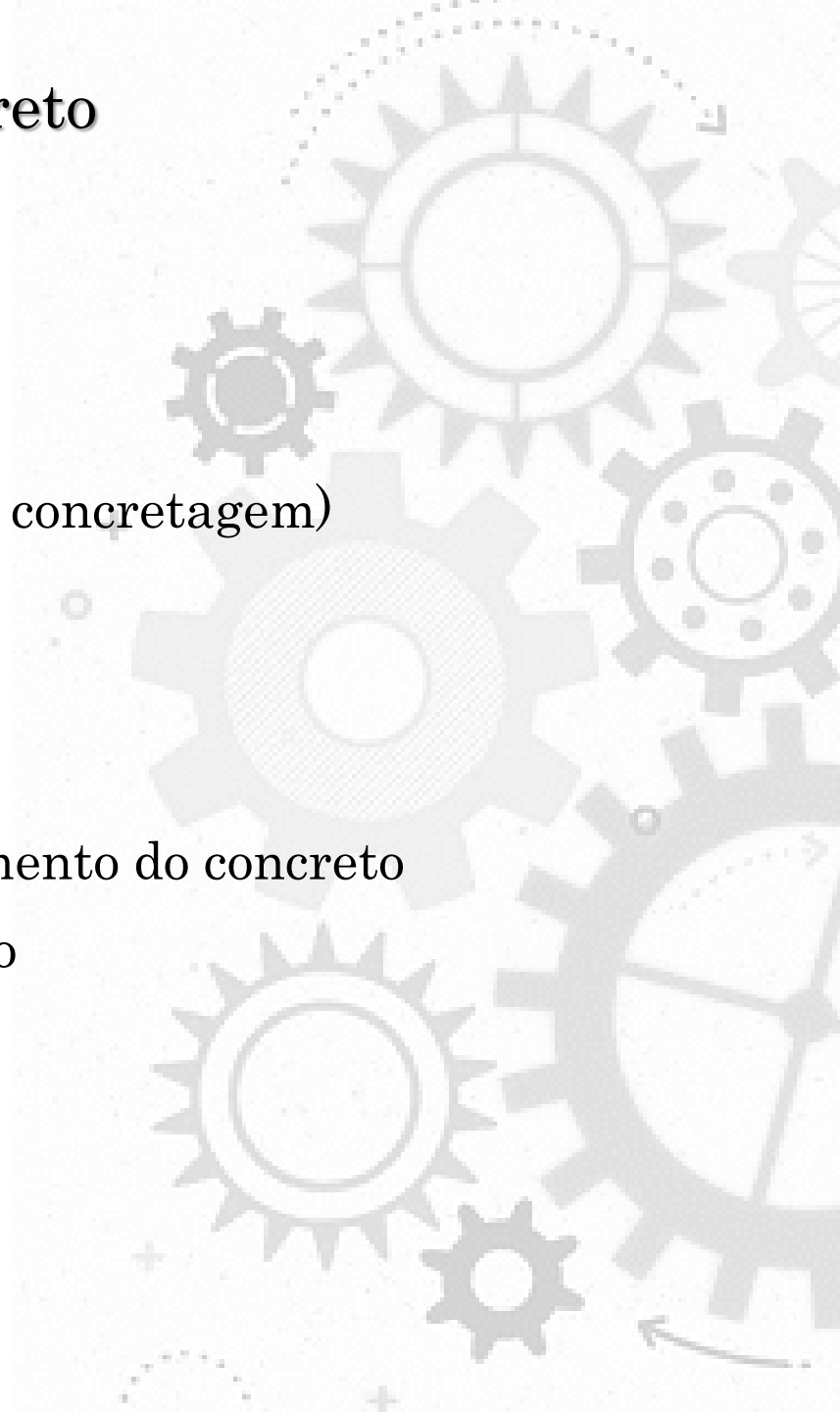
As depressões encontradas serão imediatamente preenchidas com concreto fresco, **jamais com argamassa ou pasta de cimento**, sendo na sequência o pavimento novamente acabado com as desempenadeiras metálicas.



“Batismo”

Execução de Pavimentos de Concreto

- Preparo do subleito
- Execução da sub-base
- Preparo da Pista (fôrmas e preparo da concretagem)
- Produção e transporte do concreto
- Juntas de Construção
- Armadura e Telas
- Lançamento, espalhamento e adensamento do concreto
- Nivelamento e acabamento do concreto
- **Texturização**
- Cura
- Proteção da pista com concreto fresco
- Corte das juntas





- Consiste em promover ranhuras na superfície do pavimento, aumentando o atrito entre eles e os pneumáticos;
- Serve também como uma espécie de microdrenagem, pois evita a formação de lâminas d'água capazes de produzir hidroplanagem;
- A texturização deve ser **executada imediatamente** após a fase de acabamento do concreto.



- Tecido grosso
- Grama artificial
- Vassoura de nylon
- Pente metálico
- Lavagem (agregado exposto)



Cuidados para manter uma textura uniforme:

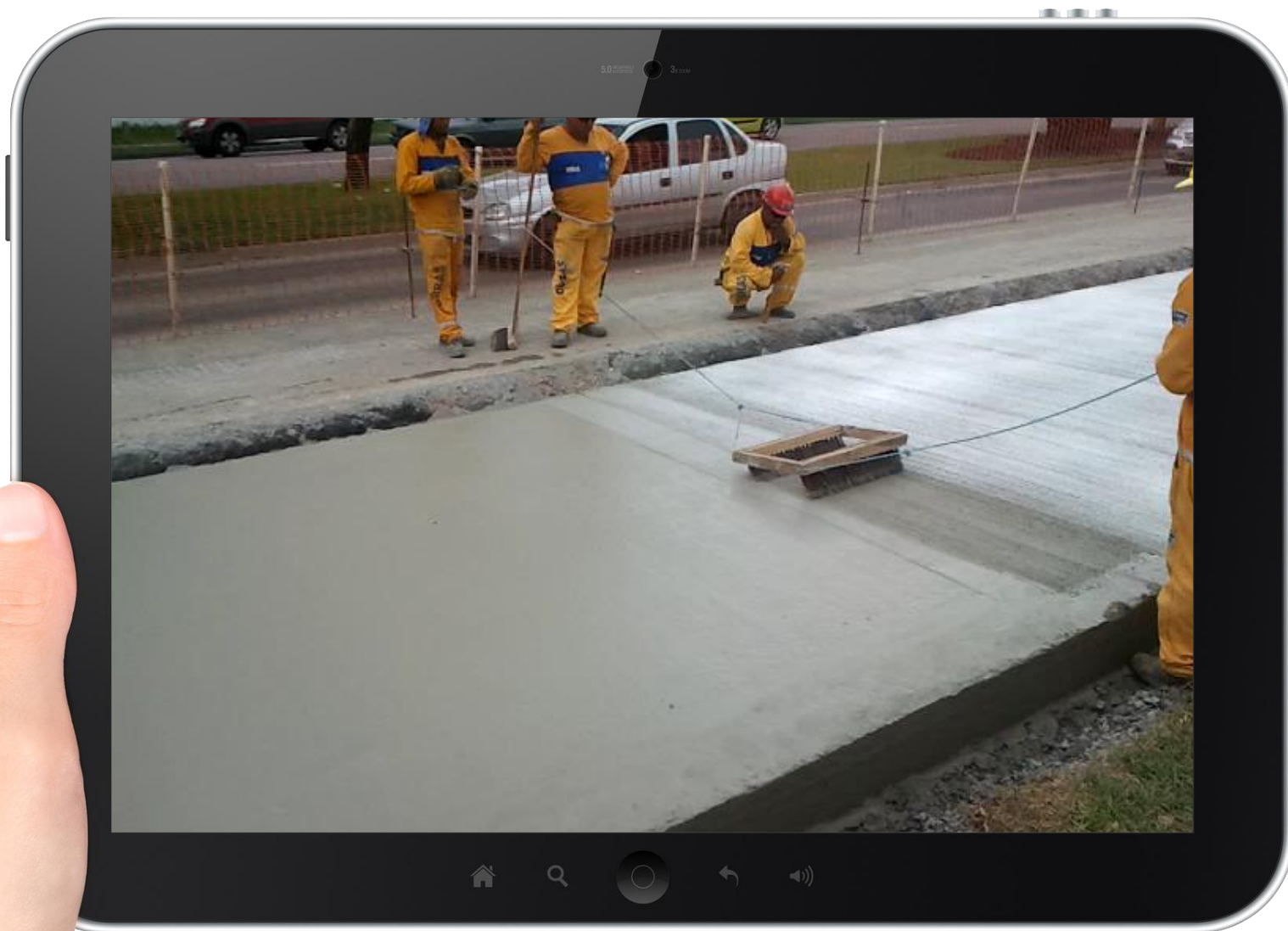
- Mão de obra (evitar alternância)
- Limpeza constante das cerdas





Acabado, rayado transversal y curado del concreto

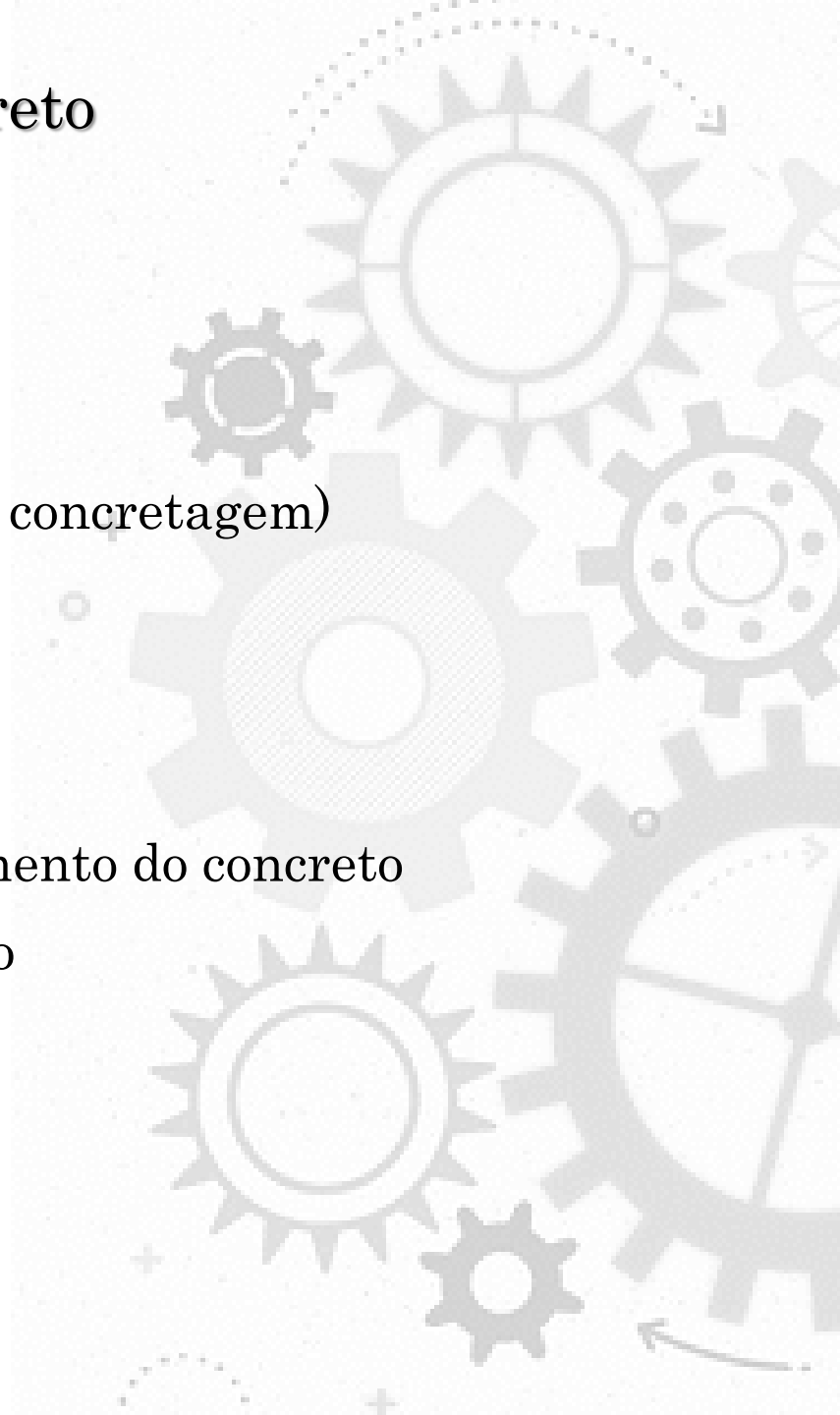
- ✓ Se recomienda utilizar peine metálico para el rayado (macrotexturizado), una vez realizado el acabado con llana lisa. El ancho de los dientes deberá ser de 3.0 mm +/- 0.5 mm y su profundidad de penetración entre 3.0 mm (mínimo) y 6.0 mm (máxima), su separación deberá ser variable (tipo logarítmica), para considerar una reducción de ruido, utilizando el siguiente patrón de separación:
25/22/16/32/19/25/25/25/25/19/22/25/22/10/25/25/25/32/38/22/25/22/25/32/19/22/25/35/22/22/22/22/25/35/13/38 mm





Execução de Pavimentos de Concreto

- Preparo do subleito
- Execução da sub-base
- Preparo da Pista (fôrmas e preparo da concretagem)
- Produção e transporte do concreto
- Juntas de Construção
- Armadura e Telas
- Lançamento, espalhamento e adensamento do concreto
- Nivelamento e acabamento do concreto
- Texturização
- **Cura**
- Proteção da pista com concreto fresco
- Corte das juntas





- Impedir a evaporação de água de amassamento;
- Manter a temperatura do concreto próxima à ambiente;
- Permitir que as reações químicas do cimento ocorram normalmente.

Cura úmida

- ✓ Imersão ou piscina
- ✓ Névoa ou aspersão
- ✓ Mantas que retêm água



Cura com materiais selantes

- ✓ Filme plástico
- ✓ Papel reforçado
- ✓ Cura química

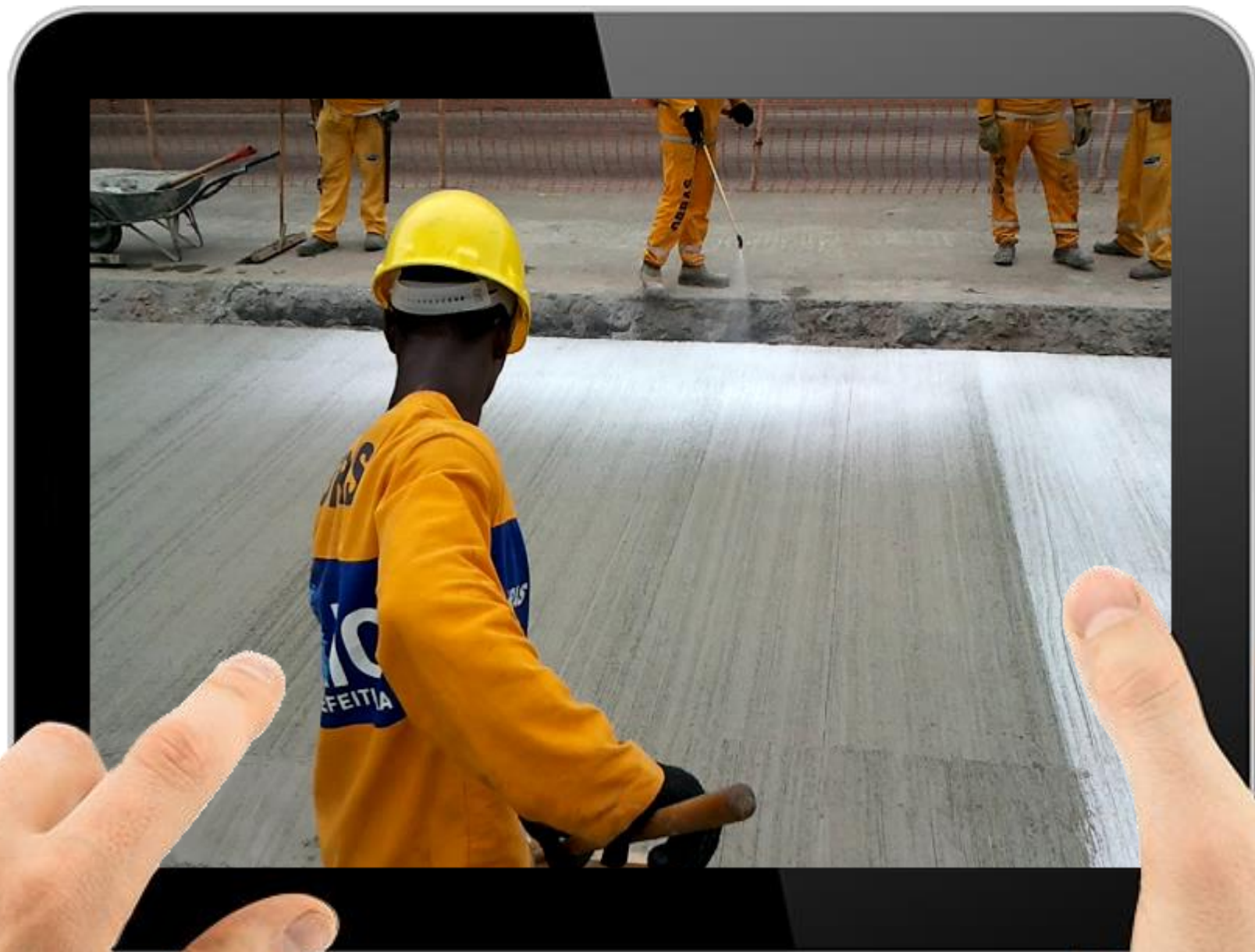




Deve ser aplicada
imediatamente após a
texturização



0,35 a 0,50 l/m²
Conforme recomendação
do fabricante do agente de
cura.





Detalhe do produto **BEM APLICADO** após 2min.



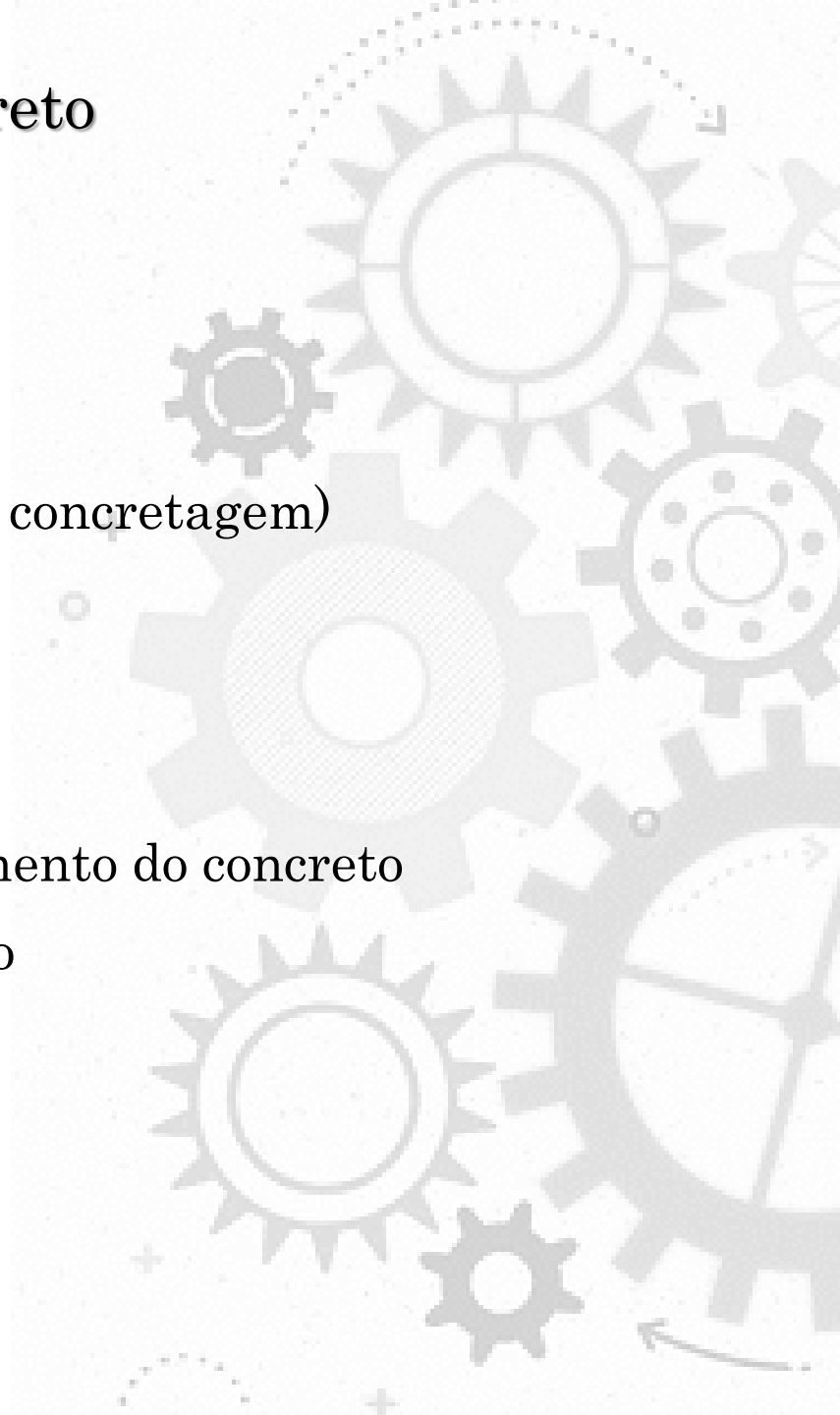
No caso de utilização da cura úmida
recomenda-se manter a umidade por 7 dias



Linha de **Produção** - “Trem” de Concretagem

Execução de Pavimentos de Concreto

- Preparo do subleito
- Execução da sub-base
- Preparo da Pista (fôrmas e preparo da concretagem)
- Produção e transporte do concreto
- Juntas de Construção
- Armadura e Telas
- Lançamento, espalhamento e adensamento do concreto
- Nivelamento e acabamento do concreto
- Texturização
- Cura
- **Proteção da pista com concreto fresco**
- Corte das juntas





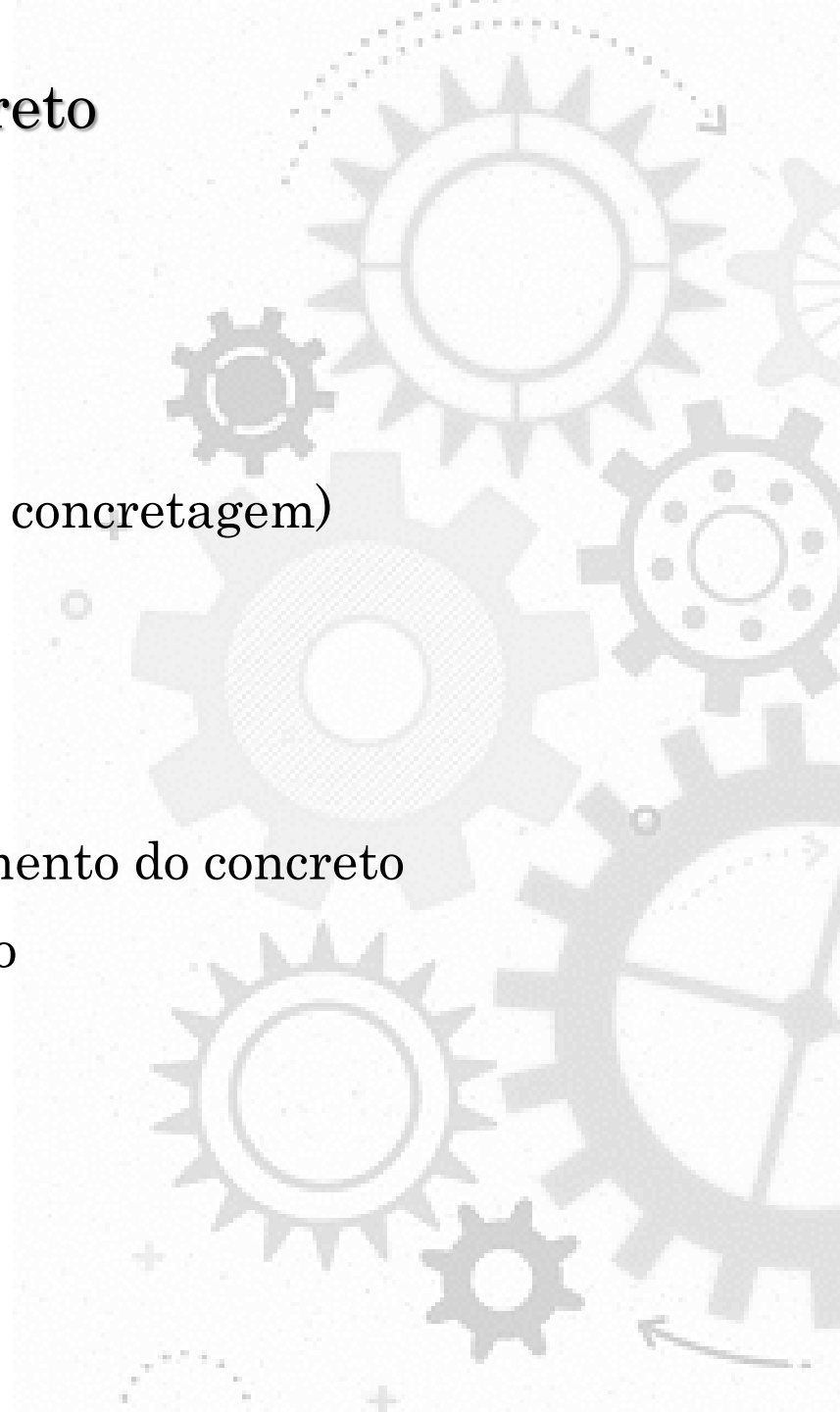
A área concretada deverá ser sinalizada de modo a proteger o pavimento recém executado da passagem de veículos, pessoas e animais.



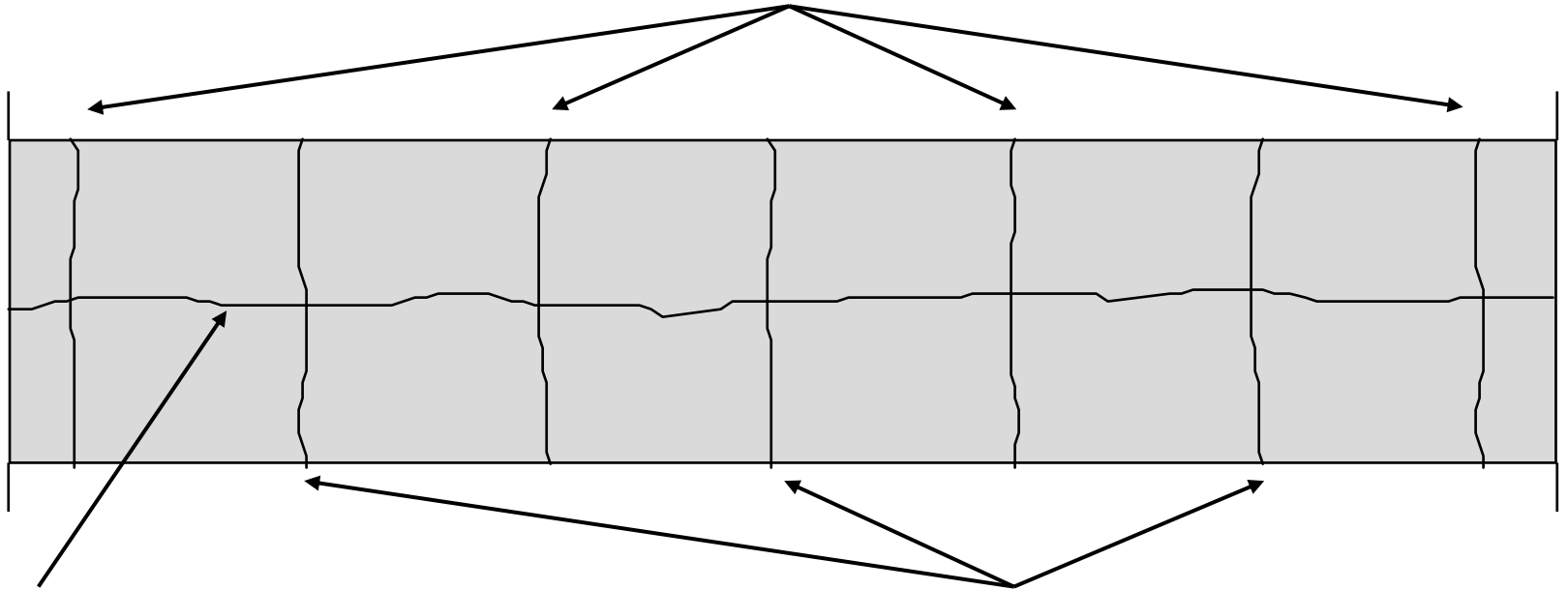


Execução de Pavimentos de Concreto

- Preparo do subleito
- Execução da sub-base
- Preparo da Pista (fôrmas e preparo da concretagem)
- Produção e transporte do concreto
- Juntas de Construção
- Armadura e Telas
- Lançamento, espalhamento e adensamento do concreto
- Nivelamento e acabamento do concreto
- Texturização
- Cura
- Proteção da pista com concreto fresco
- **Corte das juntas**

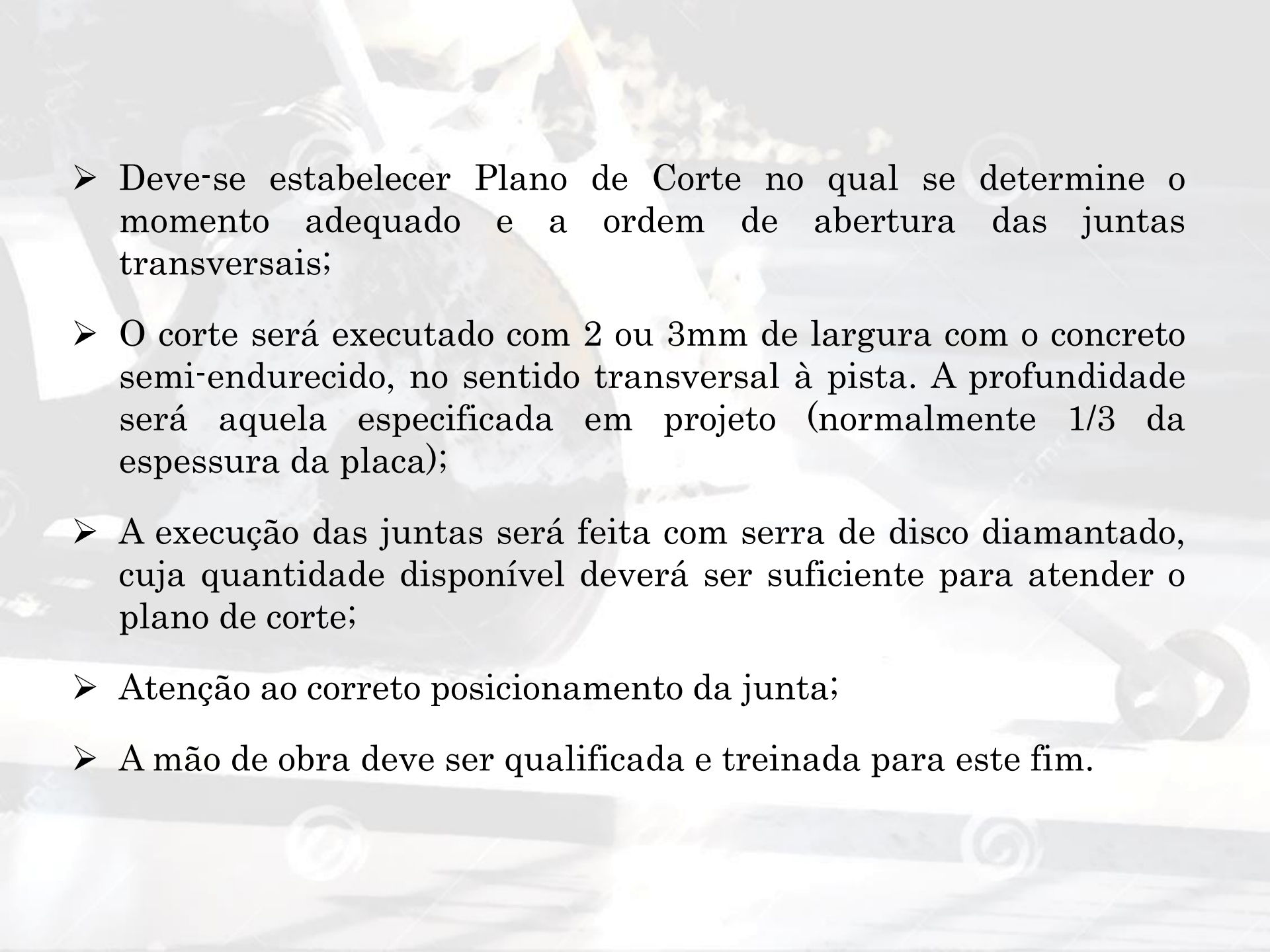


Fissuras **transversais** de contração (concreto fresco)

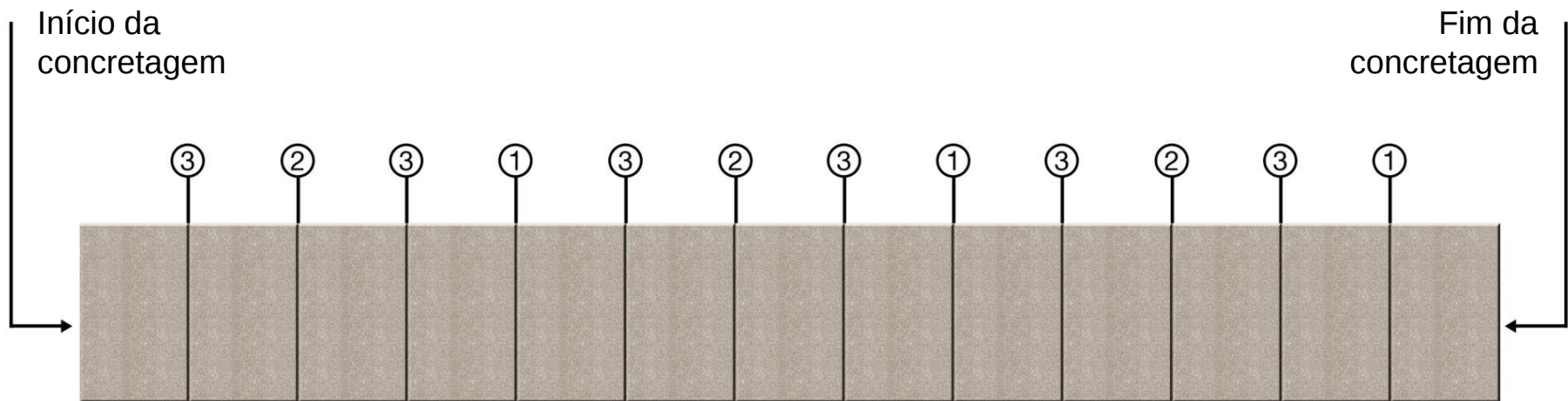


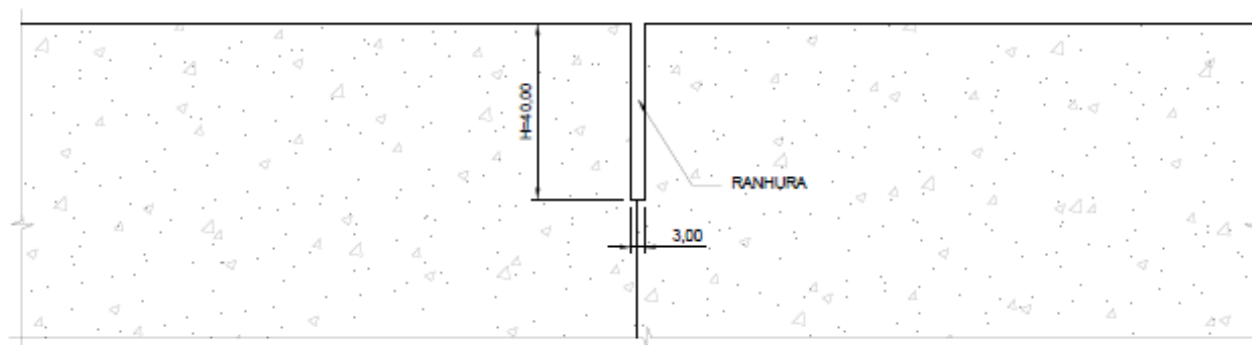
Fissura **longitudinal** devida
ao empenamento restringido

Fissuras **transversais** adicionais
devidas ao empenamento restringido
(concreto endurecido)

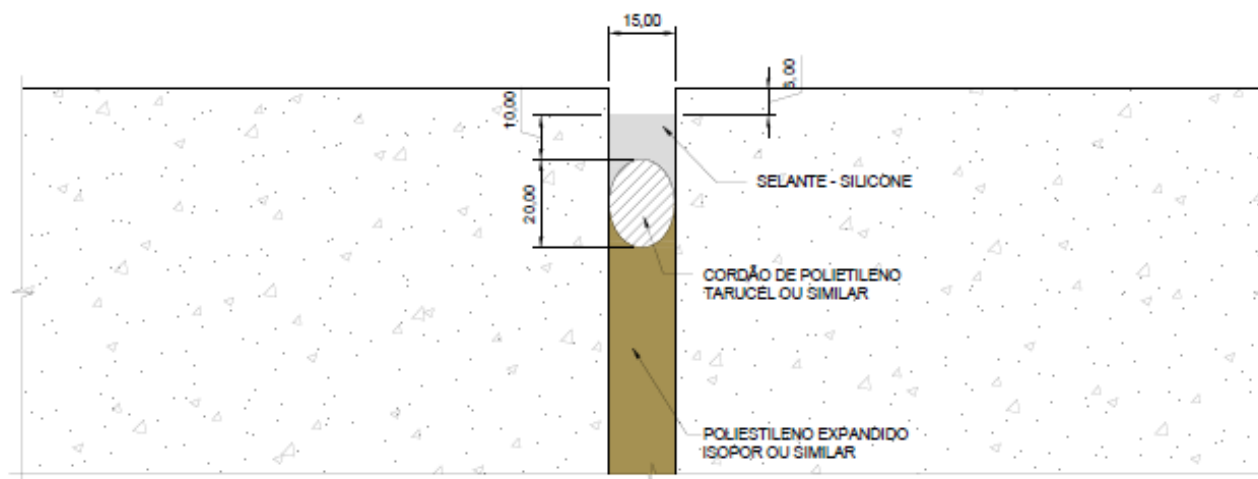
- 
- Deve-se estabelecer Plano de Corte no qual se determine o momento adequado e a ordem de abertura das juntas transversais;
 - O corte será executado com 2 ou 3mm de largura com o concreto semi-endurecido, no sentido transversal à pista. A profundidade será aquela especificada em projeto (normalmente $1/3$ da espessura da placa);
 - A execução das juntas será feita com serra de disco diamantado, cuja quantidade disponível deverá ser suficiente para atender o plano de corte;
 - Atenção ao correto posicionamento da junta;
 - A mão de obra deve ser qualificada e treinada para este fim.

Os cortes transversais deverão ser executados numa sequência tal que diminua progressivamente o comprimento concretado





DETALHE 1 - CORTE DE JUNTA
 ESC. 1: 1 DIMENSÕES EM mm



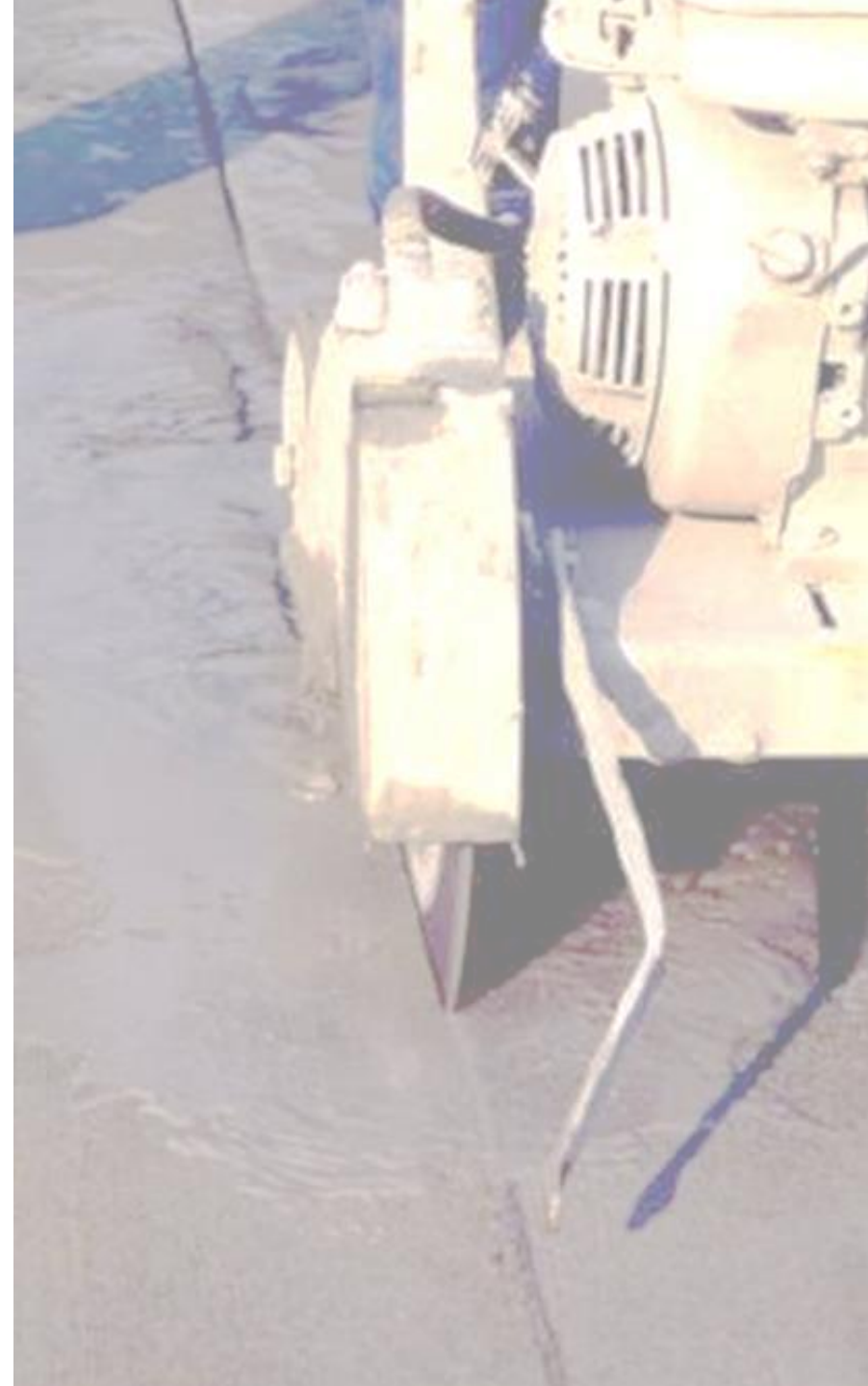
DETALHE 2 - JUNTA DE DILATAÇÃO
 ESC. 1: 1 DIMENSÕES EM mm

O momento correto para o primeiro corte (nas juntas transversais) é função da resistência do concreto nas primeiras idades e das condições climáticas no dia.

Que horas iniciar o corte então?

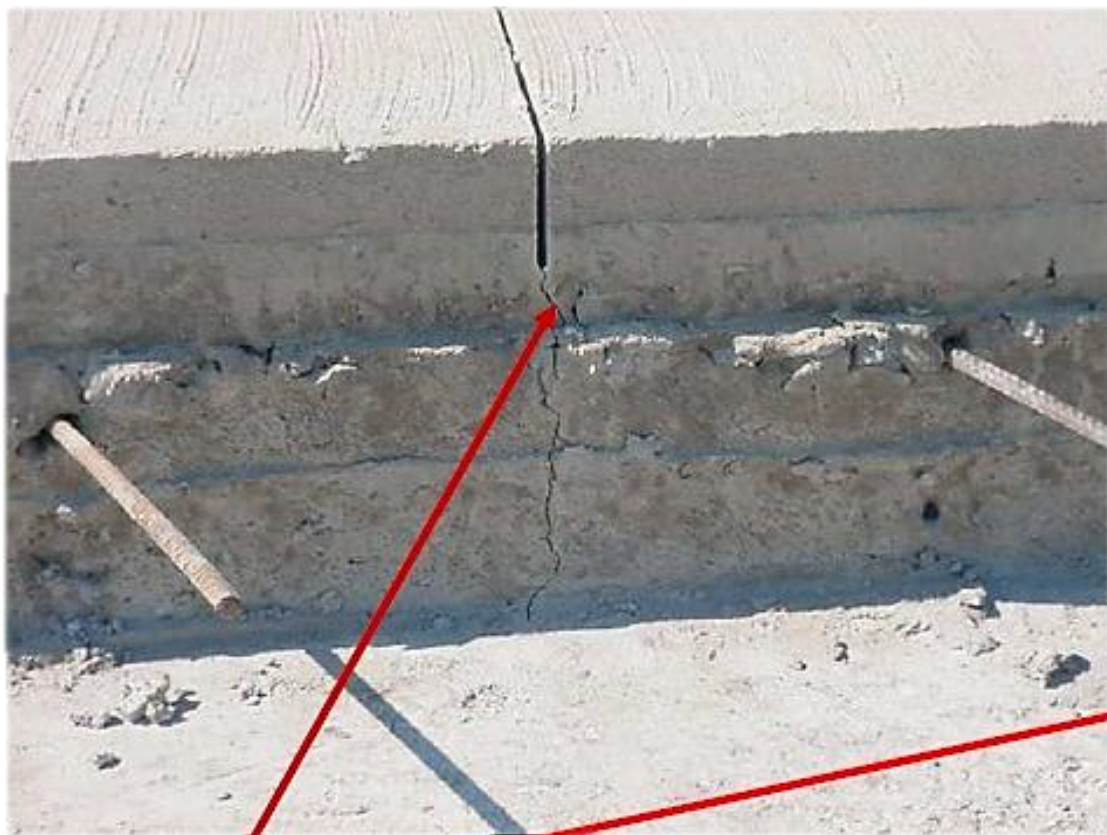
- Quando o concreto suportar o peso do equipamento e do operador;
- Quando a resistência permita que o corte fique justo, sem rebarbas ou quebras.

**Normalmente entre 8h e 12h
após a concretagem.**





Com a possibilidade de corte das juntas no período noturno, é importante ter à disposição equipamento de apoio para iluminação.



Junta induzida







LABORATÓRIO

Controle Tecnológico



Determinação da consistência pelo abatimento
do tronco de cone **NBR NM 67**

Moldagem e cura dos CP's de concreto, cilíndricos ou prismáticos, conforme **NBR 5738**.



Cuidados:

- ✓ Preferencialmente usar fôrmas metálicas;
- ✓ Seguir as normas de moldagem;
- ✓ Após moldados, aplicar película de cura;
- ✓ Evitar movimentação no período de pega;
- ✓ Cuidado com o transporte p/ laboratório.

7.2.2.2 Moldagem dos corpos-de-prova

A cada trecho de no máximo 2.500m^2 de pavimento, definido para inspeção, deverão ser moldados aleatoriamente e de amassadas diferentes, no mínimo, 6 exemplares de corpos de prova, sendo cada exemplar constituído por, no mínimo, 2 corpos de prova prismáticos ou cilíndricos de uma mesma amassada, cujas dimensões, preparo e cura deverão estar de acordo com a norma NBR 5738.

Na identificação dos corpos de prova deverá constar a data da moldagem, a classe do concreto, a identificação da placa onde foi lançado o concreto (ver 5.3.7 desta Norma) e outras informações julgadas necessárias.



➤ Dimensionar o tanque/câmara em função da quantidade de corpos de prova;

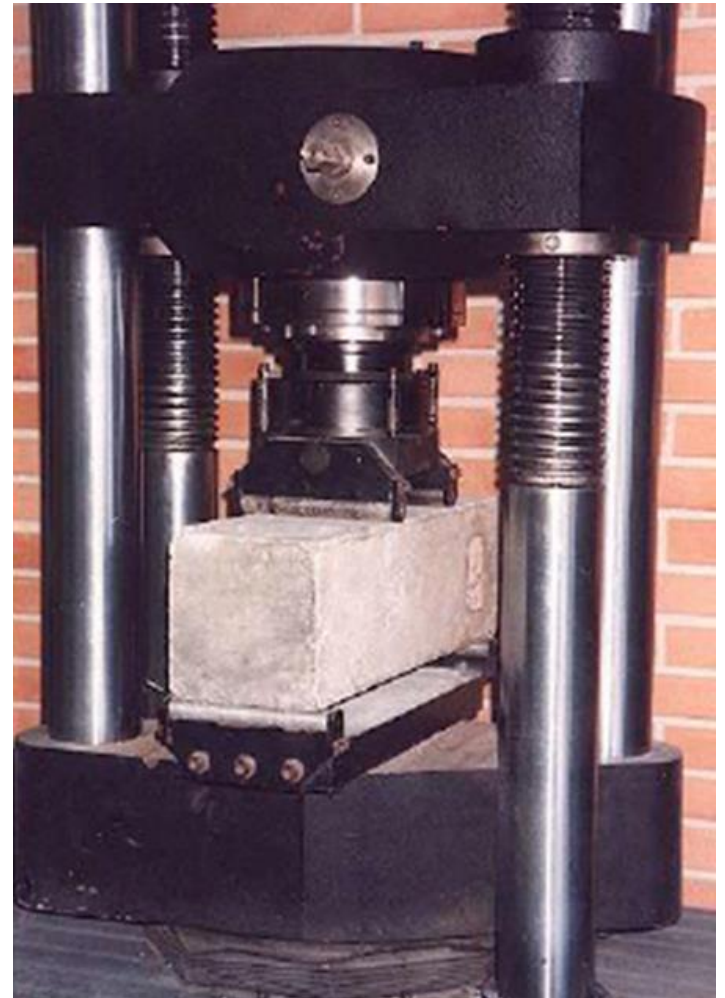


➤ Pode ser utilizada câmara úmida ou tanque com cal.

Resistência à Tração na Flexão NBR 12142



Resistência à Compressão Axial NBR 5739

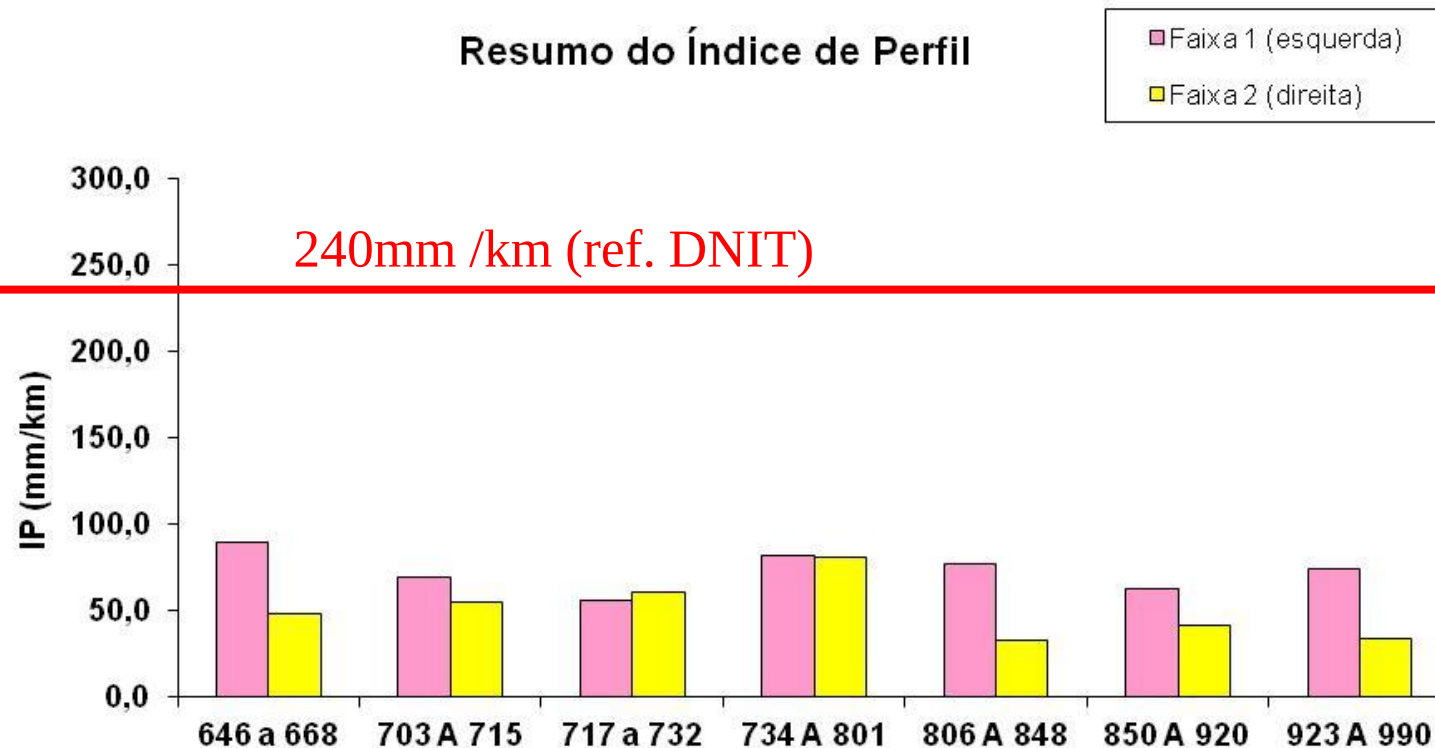




Perfilógrafo Califórnia: Equipamento que mede a irregularidade longitudinal de pavimentos em fase de construção. Empregado pela maioria dos departamentos estaduais de transporte americanos (DOT).

BR 101 NE (AL, SE e BA)

Resumo do Índice de Perfil



Barbosa Mello

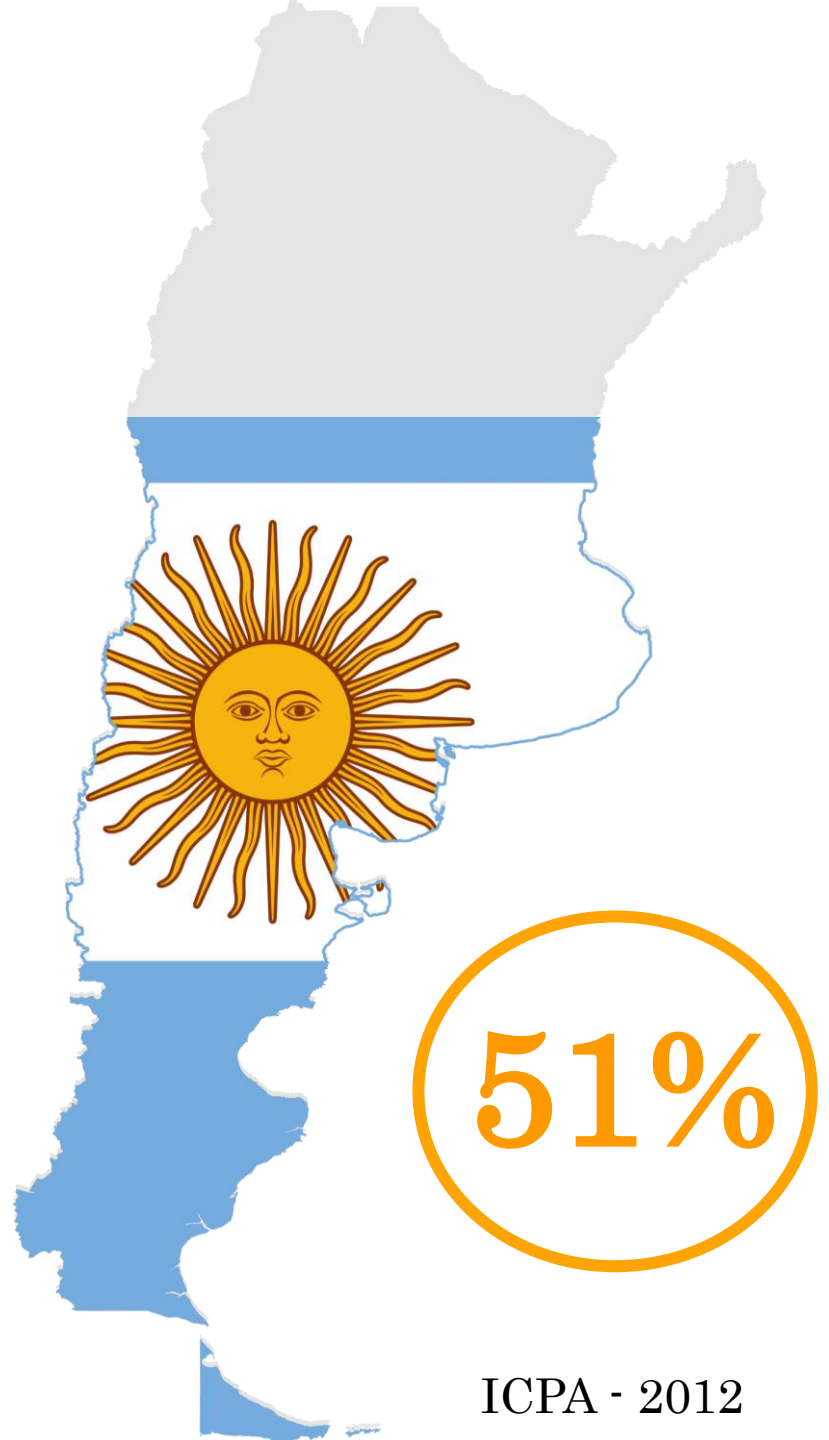
SONHO ?!?





Pavimentos com até 80 anos

ARGENTINA



ICPA - 2012



MÉXICO



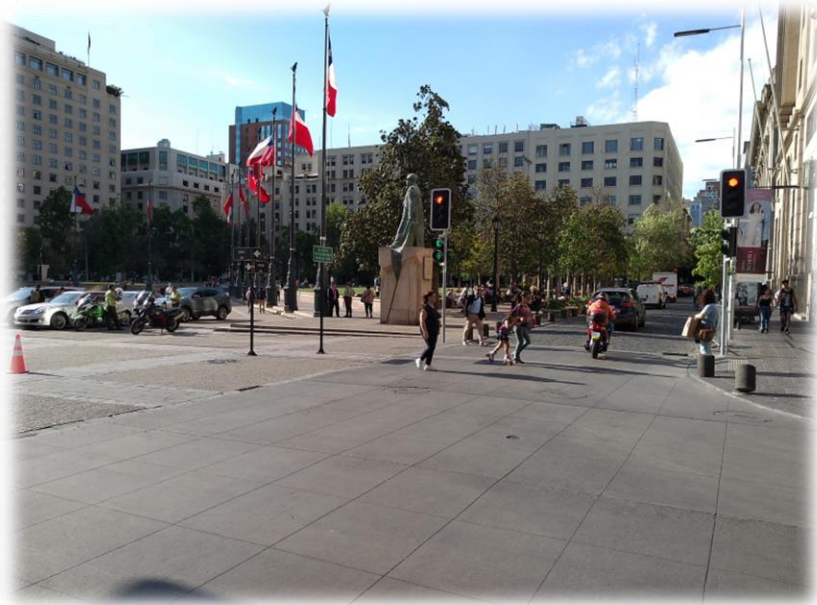






CHILE







**Mas e no
BRASIL?**



Vias Urbanas - Pelotas / RS



Av. Boa Viagem



Av. Agamenon Magalhães

Recife / PE



Av. Brasiliano Índio de Moraes

Porto Alegre / RS



Av. Teresópolis



Av. Iguaçu
Curitiba/PR

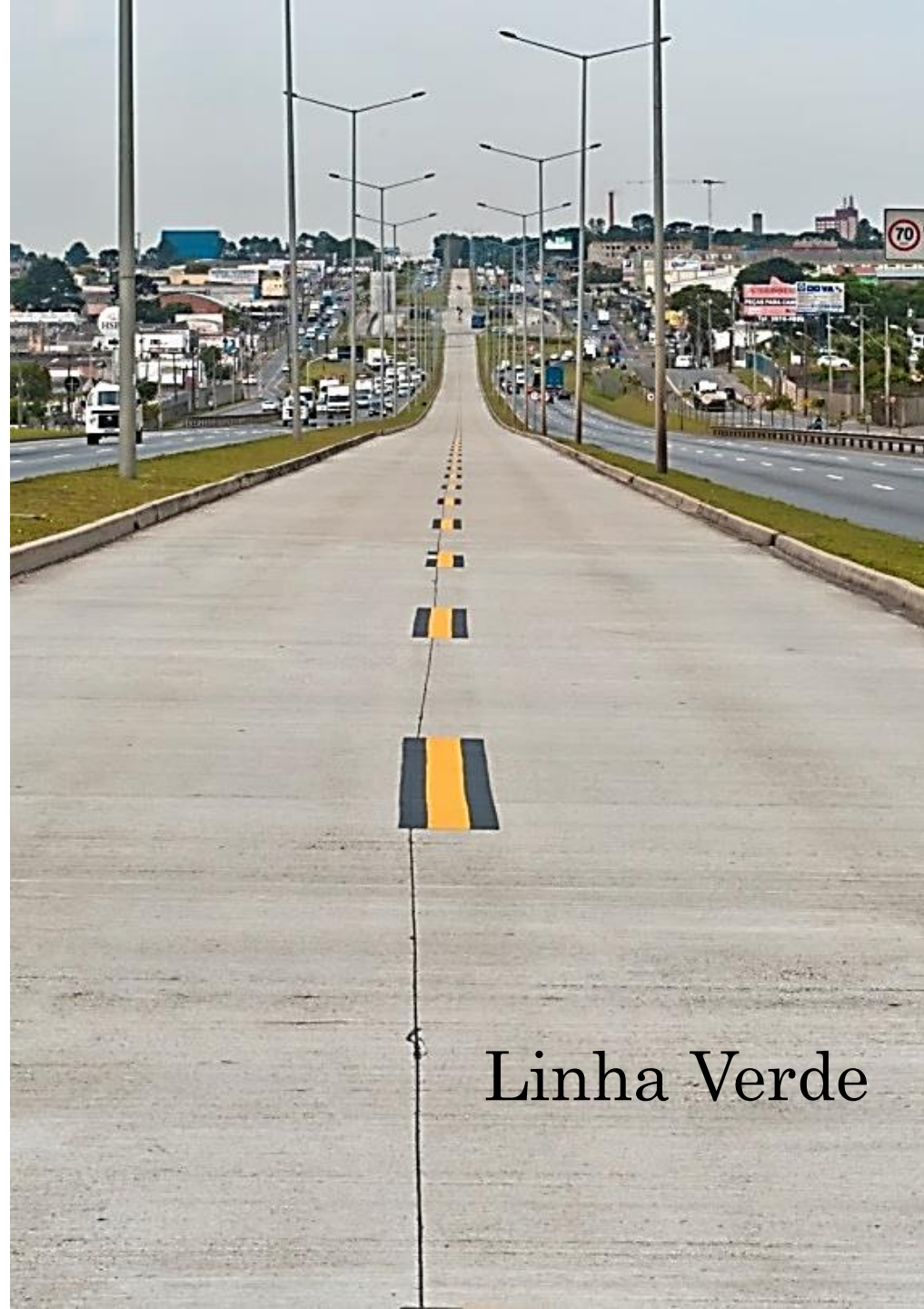
Av. Santa
Bernadethe



Av. Mal.
Mascarenhas
de Moraes



Mais de 200 km em concreto
na cidade de Curitiba/PR.



Linha Verde



Rua Presidente Faria



Rua Luis Gáspari

Curitiba / PR



Av. das Indústrias



Rua São José dos Pinhais

Curitiba / PR



Rua Antônio Andriguetto



Rua Ten. Antônio Miranda Marques

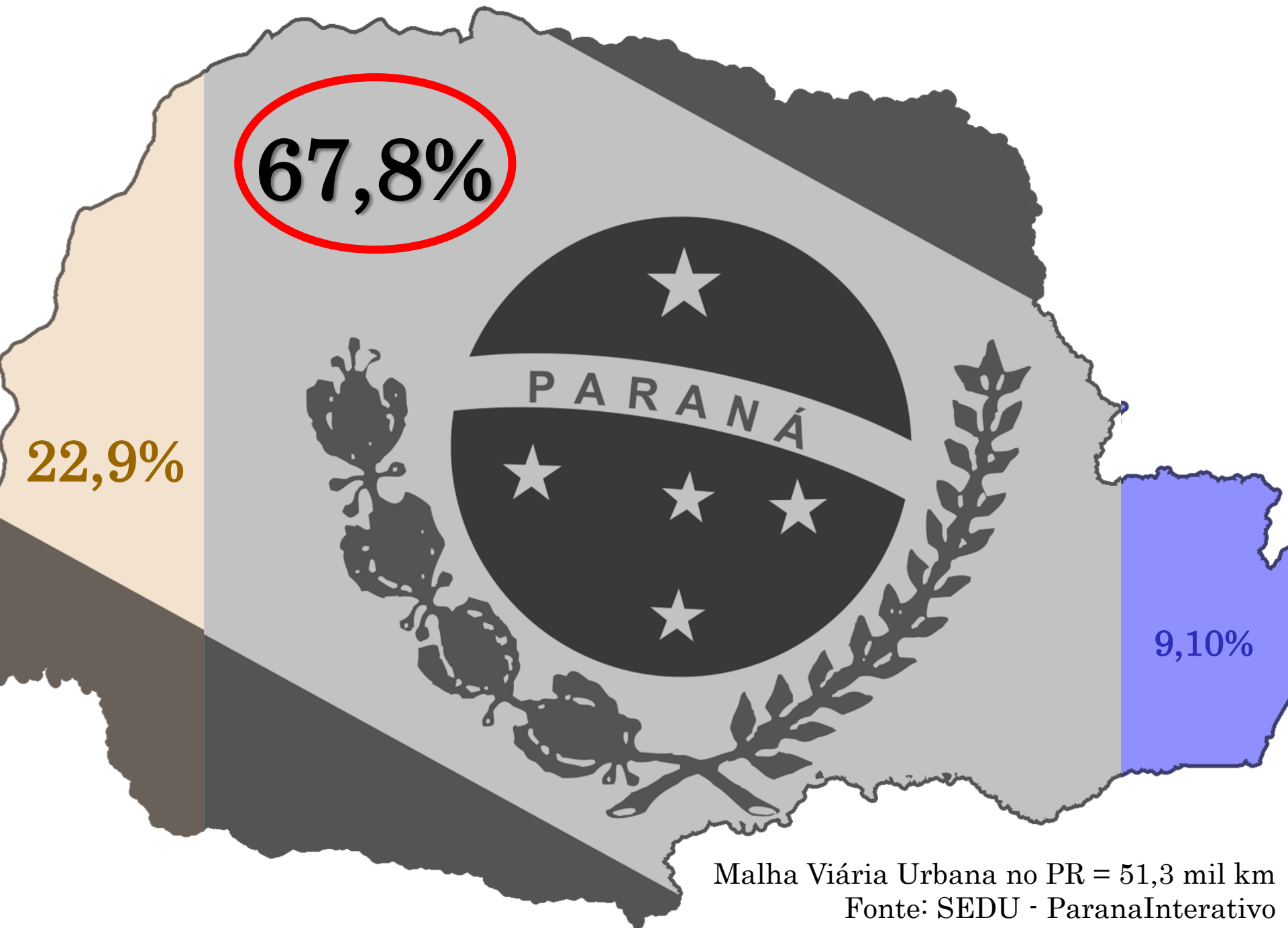
Curitiba / PR



Rua Francisco Zuneda Ferreira da Costa - Curitiba / PR



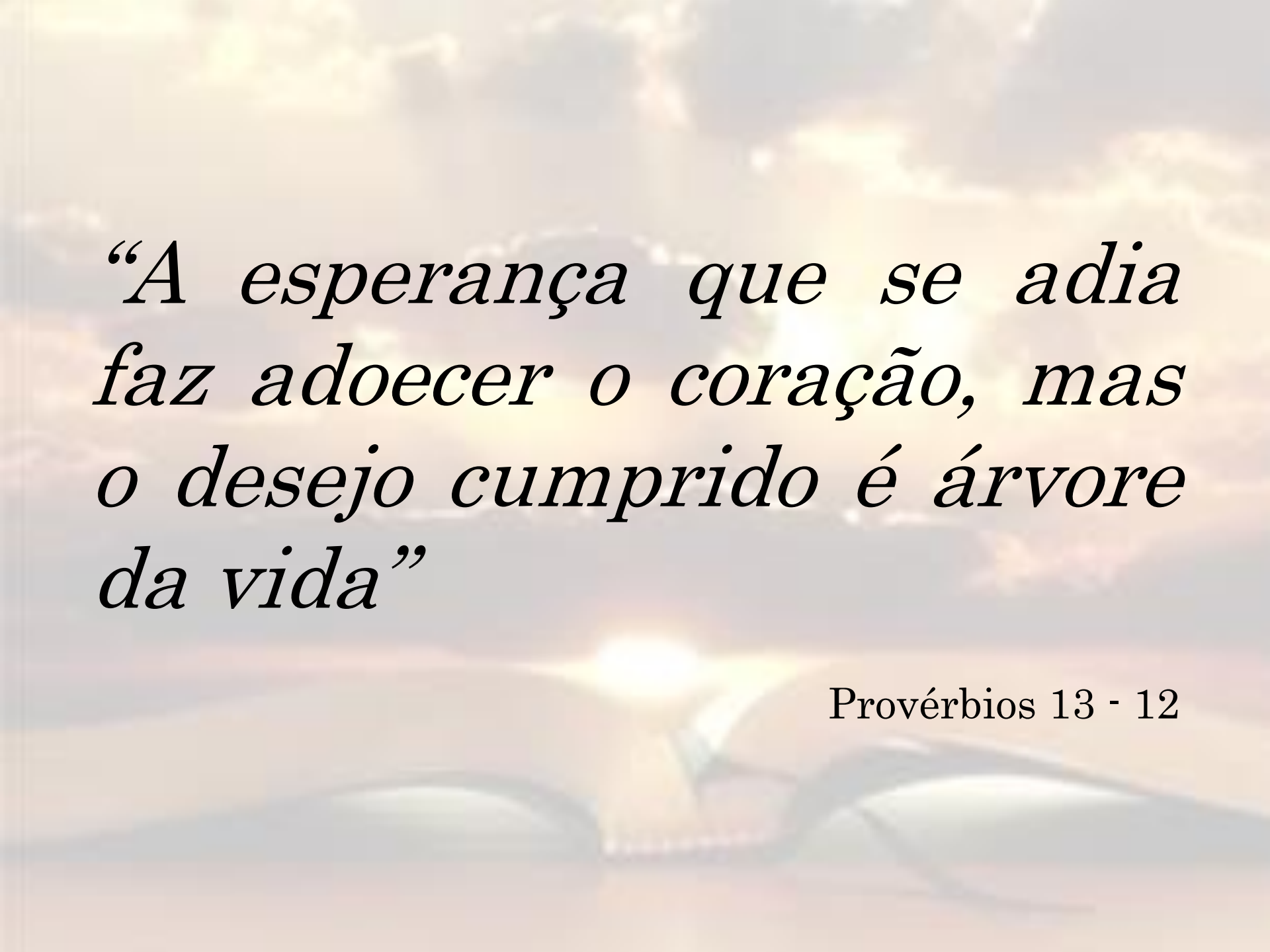
**Av. Getúlio Vargas
Curitiba / PR**



Malha Viária Urbana no PR = 51,3 mil km
Fonte: SEDU - ParanaInterativo



0,20%



*“A esperança que se adia
faz adoecer o coração, mas
o desejo cumprido é árvore
da vida”*

Provérbios 13 - 12

ABCP_{on} LINE

www.solucoesparacidades.org.br

www.viasconcretas.org.br

www.abcp.org.br

OBRIGADO!



Associação
Brasileira de
Cimento Portland



Alex Maschio

alexander.maschio@abcp.org.br



alexandermaschio