

# Execução e Manutenção de Pavimento Intertravado

MSc. Eng. Cláudio Oliveira Silva

# Norma de Execução e Manutenção



**NBR 15953 – Pavimento Intertravado com peças de concreto**

Pavimento Intertravado

## Escopo

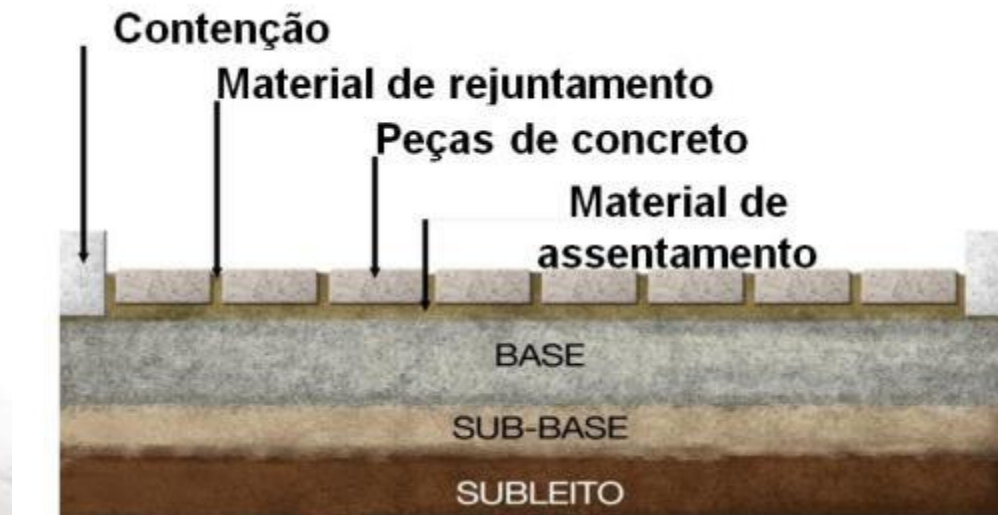
Se aplica à pavimentação intertravada com peças de concreto sujeita ao tráfego de pedestres, de veículos dotados de pneumáticos e áreas de armazenamento de produtos.

Estabelece os requisitos para a execução do pavimento e não trata de requisitos de projeto e construção das camadas de base de pavimentos intertravados.

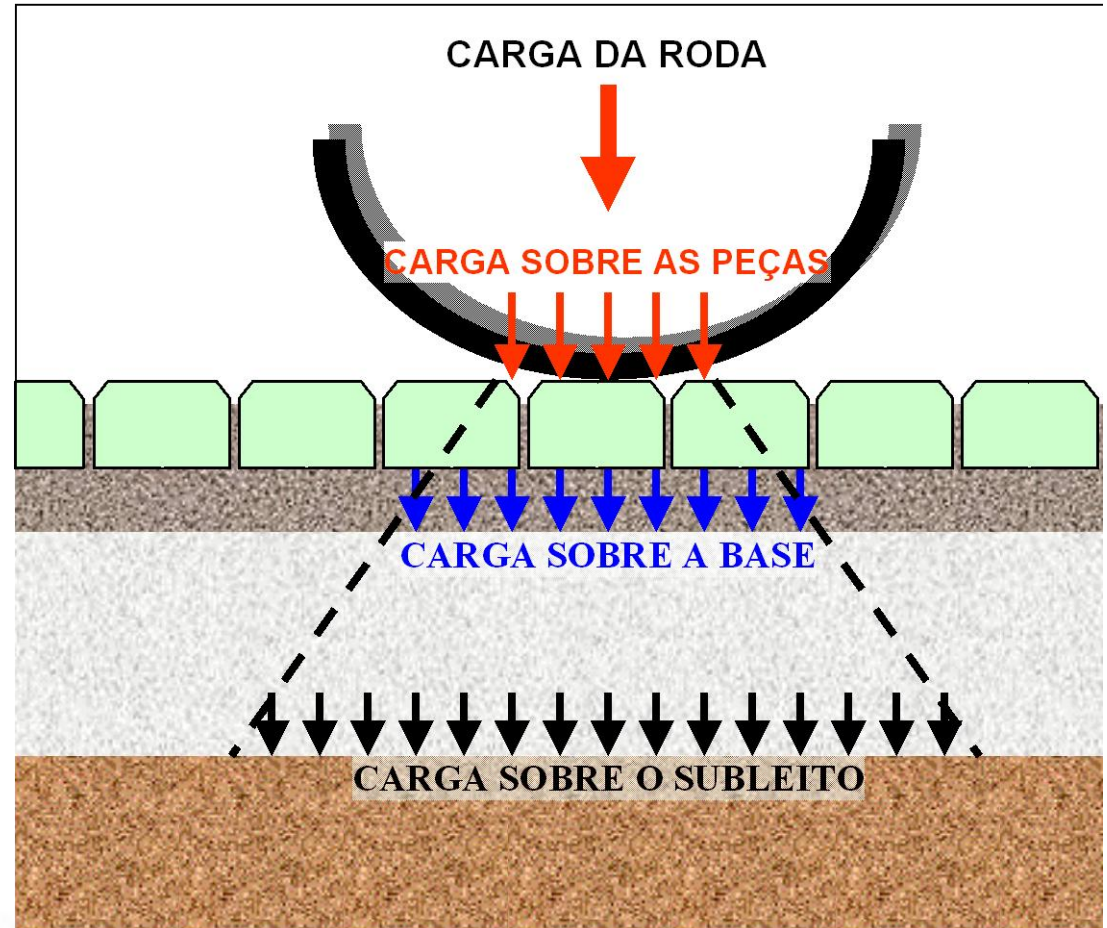
# Termos e Definições

## ✓ Pavimento Intertravado

Pavimento flexível cuja estrutura é composta por uma camada de base (ou base e subbase), seguida por camada de revestimento constituída de peças de concreto sobrepostas em uma camada de assentamento e cujas juntas entre as peças são preenchidas por material de rejuntamento e o intertravamento do sistema é proporcionado pela contenção



# Distribuição de carga



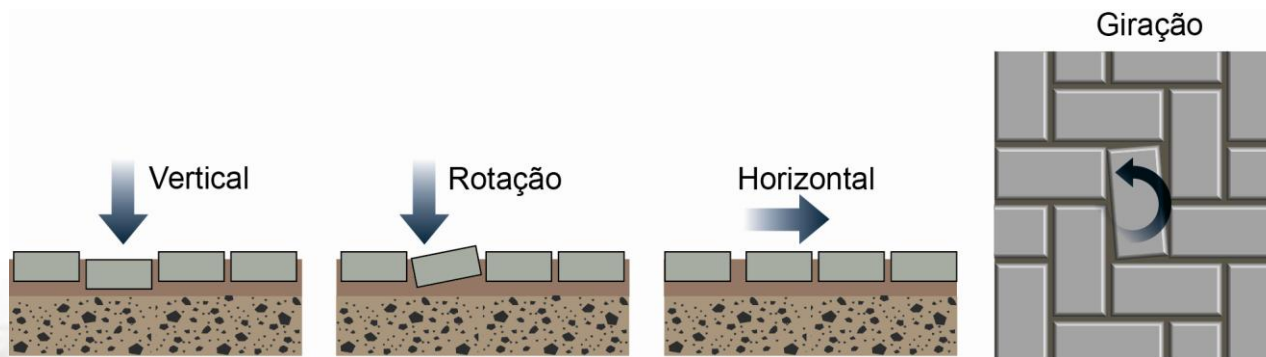
# Termos e definições

## ✓ Peça de concreto

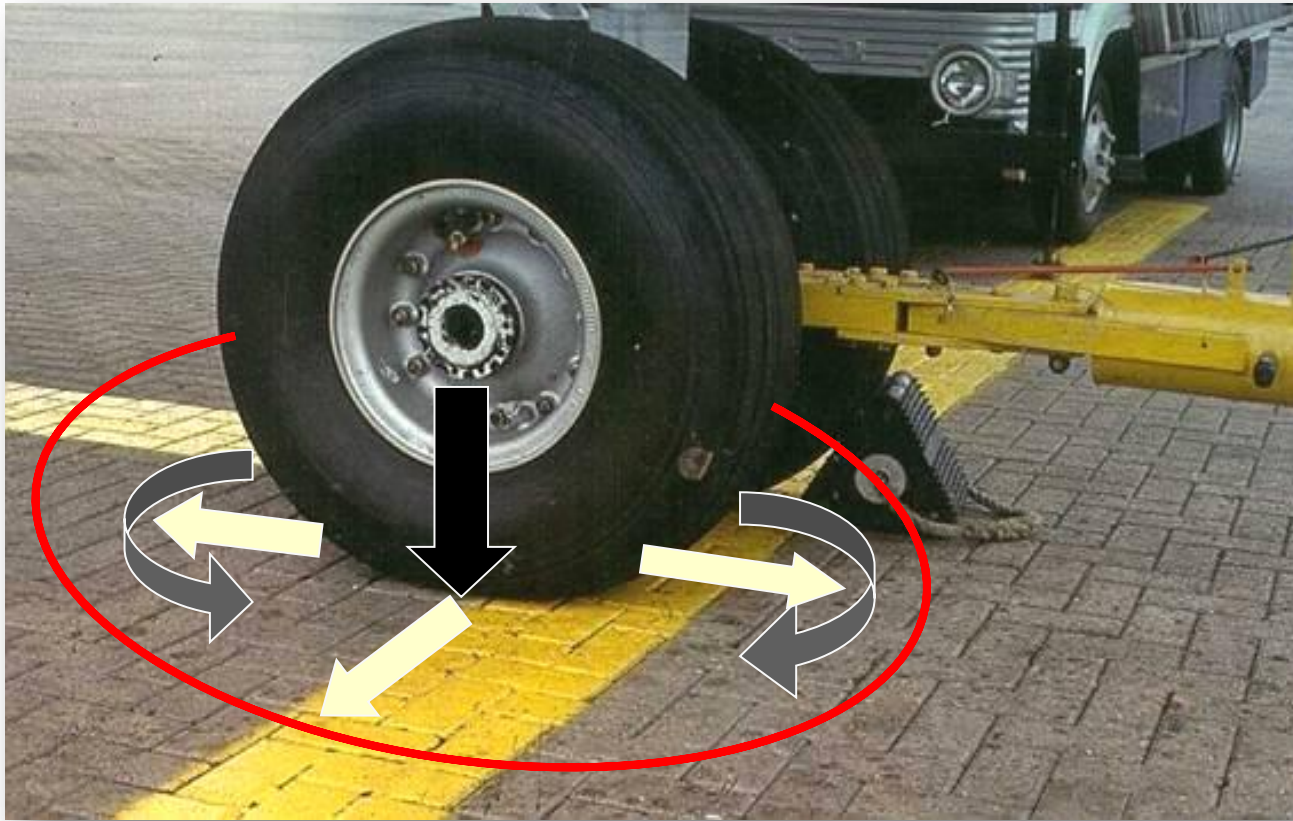
componente pré-moldado de concreto utilizado como material de revestimento em pavimento intertravado

## ✓ Intertravamento:

capacidade das peças resistirem a movimentos de **deslocamento** individual, seja vertical, horizontal, de rotação ou de giração em relação às peças vizinhas.



# Transferência de esforços



Cada peça de concreto transfere os esforços verticais, horizontais e de torção às peças vizinhas, proporcionando uma camada de rolamento homogênea e flexível.

# Atribuições de responsabilidades

## Projeto – requisitos mínimos

### ➤ Dimensionamento (capacidade estrutural)

- ✓ Avaliação e premissas
  - Condições e características do leito
  - Utilização e interferências
- ✓ Carga
  - Tipo (móvel ou estática)
  - Magnitude ou quantidade, frequência e configuração
- ✓ Estrutura de fundação
  - Espessuras, declividade, grau de compactação, material

### ➤ Especificação (desempenho)

- ✓ Especificação dos materiais
- ✓ Padrão de assentamento
- ✓ Contenções
- ✓ Sistema de Drenagem

### ➤ Projeto Arquitetônico (Estética)

- ✓ Padrão de assentamento
- ✓ Detalhamento de paginação
- ✓ Formato e coloração da peça
- ✓ Bordas e acabamentos

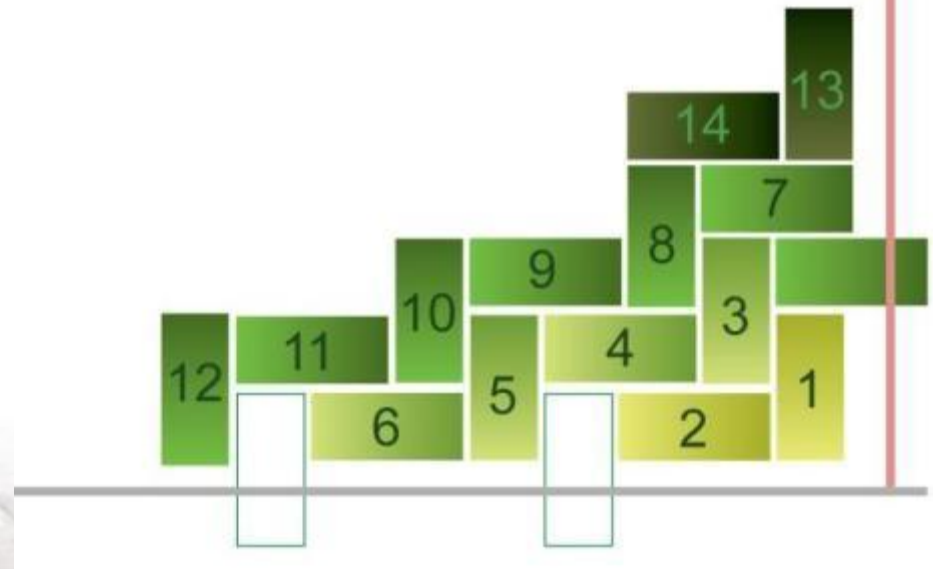
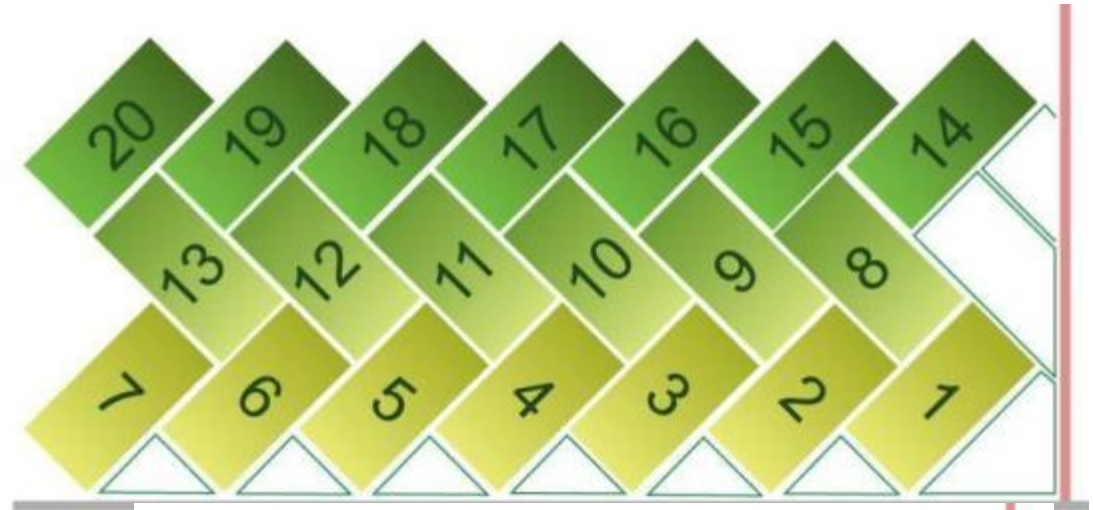
**Pavimento Intertravado**





# Tipos de assentamento

## Espinha-de-peixe



Pavimento Intertravado

# Tipos de assentamento



**Pavimento Intertravado**

# Atribuições de responsabilidades

## Execução

- ✓ Atendimento ao projeto
- ✓ Recebimento e aceitação das peças de concreto
- ✓ Utilização de mão-de-obra capacitada
- ✓ Utilizar equipamentos e ferramentas apropriadas
- ✓ Observar legislação MTE
  - segurança, higiene e medicina do trabalho
- ✓ Verificar aprovação da estrutura e contenções
- ✓ Informar ao projetistas condições não previstas



Pavimento Intertravado

# Atribuições de responsabilidades

## Fiscalização

- ✓ Realizar o acompanhamento da obra com base no projeto e especificações da NBR 15953
- ✓ Interromper a execução da obra quando do não cumprimento das especificações ou outras situações que comprometam a qualidade e segurança da obra.



# Atribuições de responsabilidades

## Fabricação das peças

- ✓ Atender às especificações da NBR 9781
  - Resistência à compressão
  - Dimensional
  - Visual



# Requisitos específicos

## Materiais e especificações

- ✓ subleito
- ✓ sub-base
- ✓ Base
- ✓ contenções
- ✓ ferramentas
- ✓ recebimento e transporte peças
- ✓ assentamento
- ✓ rejuntamento
- ✓ peça de concreto



# Subleito – requisitos mínimos

## - NBR 12307

- ✓ **CBR  $\geq 2\%$**
- ✓ **Expansão volumétrica  $\leq 2\%$**
- ✓ **Livre de plantas e raízes**
- ✓ **Lençol freático abaixo de 1,5m**
- ✓ **Caimento mínimo 2%**
- ✓ **Reforço caso necessário executado conforme NBR 12752**



# Base/sub-base – requisitos mínimos

- **NBR 11803**
  - Brita graduada tratada com cimento
- **NBR 11804**
  - Estabilizado granulometricamente
- **NBR 11806**
  - Brita graduada
- **NBR 11798**
  - Solo-cimento
- **NBR 15115**
  - Agregado reciclado





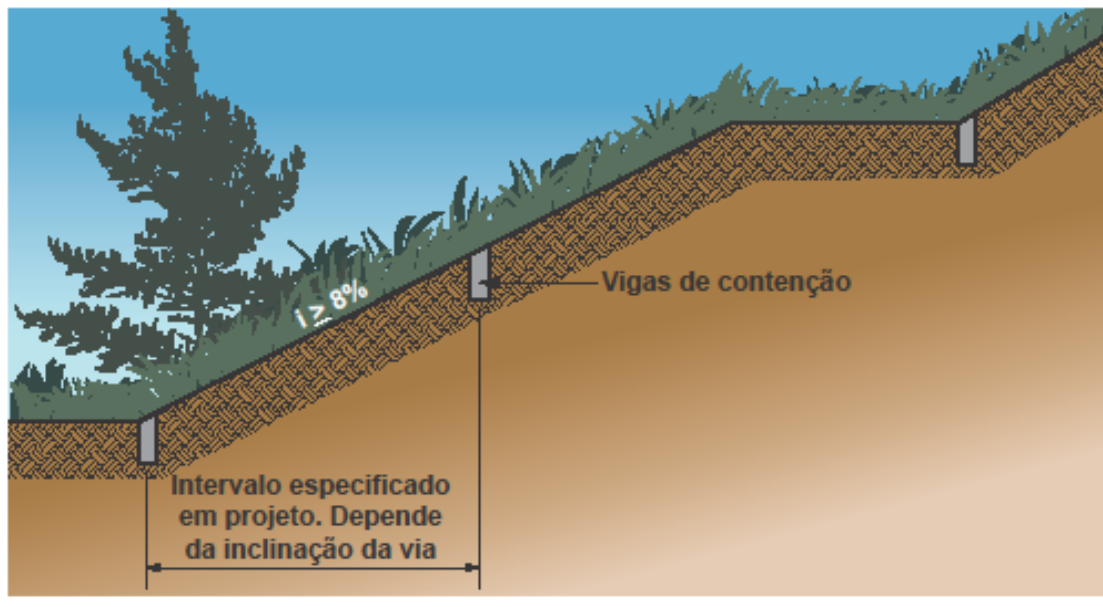
# Contenção

- ✓ Estrutura rígida ou dispositivos fixados na base do pavimento, de modo a impedir seu deslocamento.
- ✓ Obedecer cotas de níveis e alinhamentos conforme projeto
- ✓ Executadas antes da camada de revestimento



# Vigas de Contenção

- ✓ Estrutura rígida (concreto simples, concreto armado, solo reforçado com cimento, BGTC)
- ✓ Executadas em todo encontro do pavimento com outro tipo de pavimentação ou via sem pavimentação.
- ✓ Utilizadas em trechos com inclinação superior a 8%.



# Ferramentas e equipamentos mínimos

- Fios de nylon
- Marretas de borracha
- Vassouras
- Rodos de madeira
- Equipamento para corte dos blocos
- Trenas
- Nível de água (mangueira)
- Colher de pedreiro
- Estacas
- Lápis
- Pás e enxadas
- Placas vibratórias
- Carrinhos para transporte de blocos e areia
- Guias de madeira ou tubos metálicos (gabarito da espessura da camada de areia)
- Réguas metálicas ou de madeira desempenada (para rasar a camada de areia)



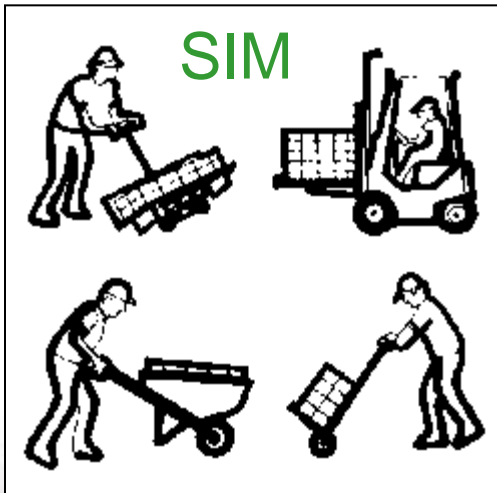
# Recebimento e Estocagem das peças



As peças são entregues em **paletes**. Caso seja necessário empilha-lós, cuidado com o tamanho da pilha!

Pavimento Intertravado

# Transporte das peças



O transporte das peças deve ser feito de maneira ordenada para evitar quebras e facilitar o serviço de assentamento.

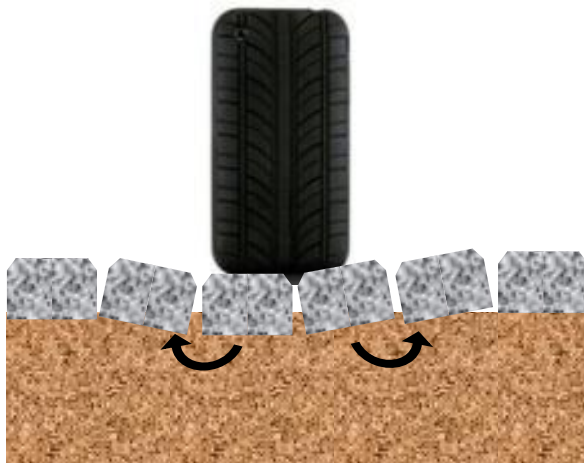
# Transporte e estocagem das peças



Pavimento Intertravado

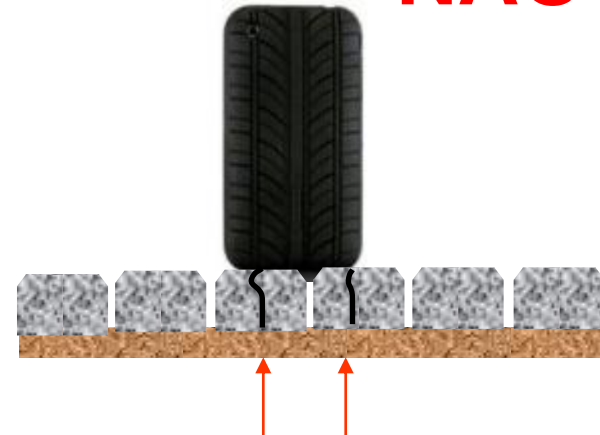
# Camada de assentamento

**NÃO**



Espessura excessiva:  
➤ deformação

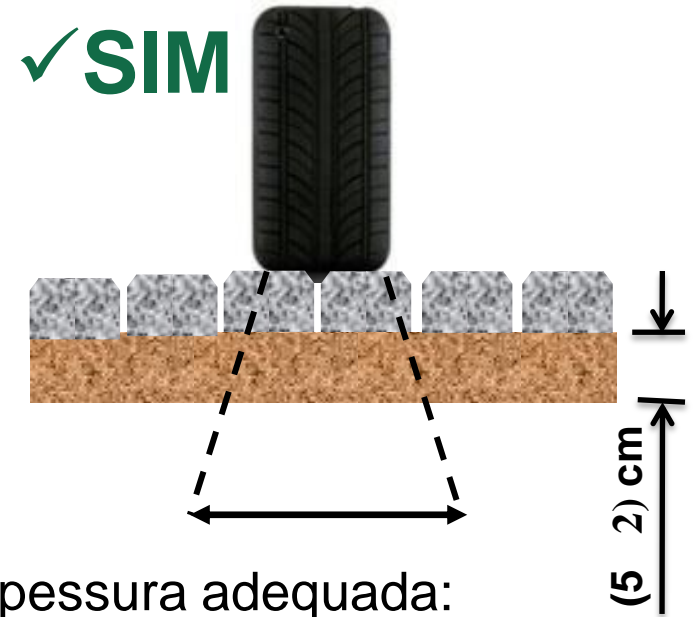
**NÃO**



Espessura insuficiente:  
➤ ruptura

# Camada de assentamento - especificação

- ✓ Umidade entre 3% e 7% no momento da aplicação.
- ✓ Livre de materiais friáveis, torrões de argila e impurezas orgânicas.
- ✓ Espessura uniforme de 5 a 2 cm, na condição não compactada.
- ✓  $D_{máx} < 5$  vezes a espessura da camada de assentamento já compactada



✓ **SIM**

Espessura adequada:  
➤ distribuição de carga eficiente



# Material de assentamento - especificação

Abertura da peneira	Porcentagem retida em massa (%)
6,3 mm	0 a 7
4,75 mm	0 a 10
2,36 mm	0 a 25
1,18 mm	5 a 50
600 $\mu\text{m}$	15 a 70
300 $\mu\text{m}$	50 a 95
150 $\mu\text{m}$	85 a 100
75 $\mu\text{m}$	90 a 100

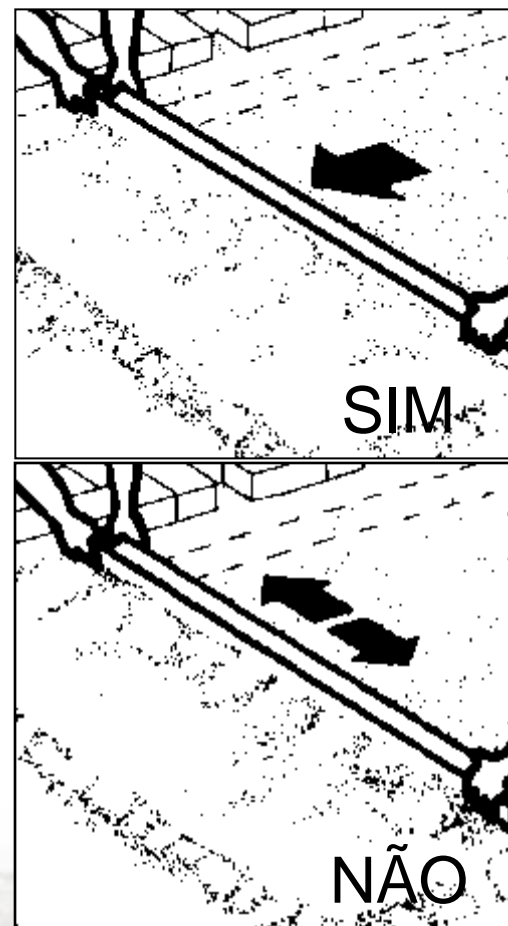
# Camada de assentamento - execução

- ✓ **Espalhar material na quantidade suficiente para cumprir a jornada de trabalho.**



# Camada de assentamento - execução

- ✓ Executar as mestras paralelamente à contenção principal
- ✓ Nivelar a camada obtendo uma superfície plana e regular



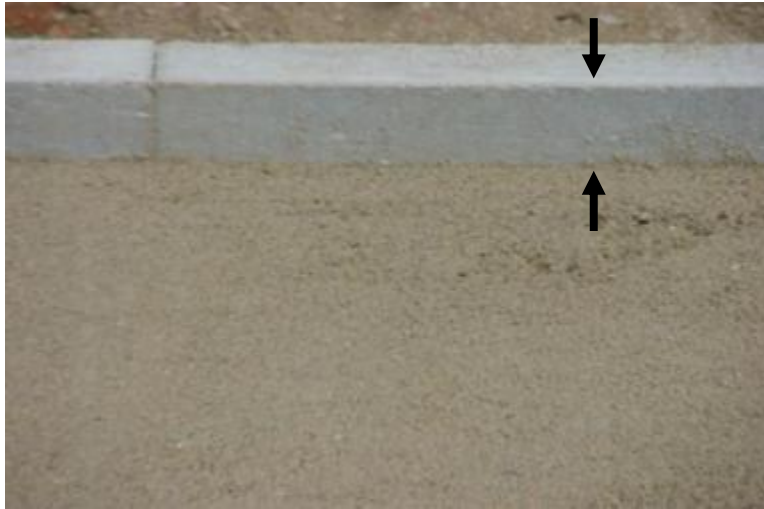
# Camada de assentamento - cuidados



Os **vazios** formados na retirada das mestras devem ser preenchidos com areia solta.

Pavimento Intertravado

# Camada de assentamento - cuidados



**Cuidado** com o controle de cotas e das contenções e interferências

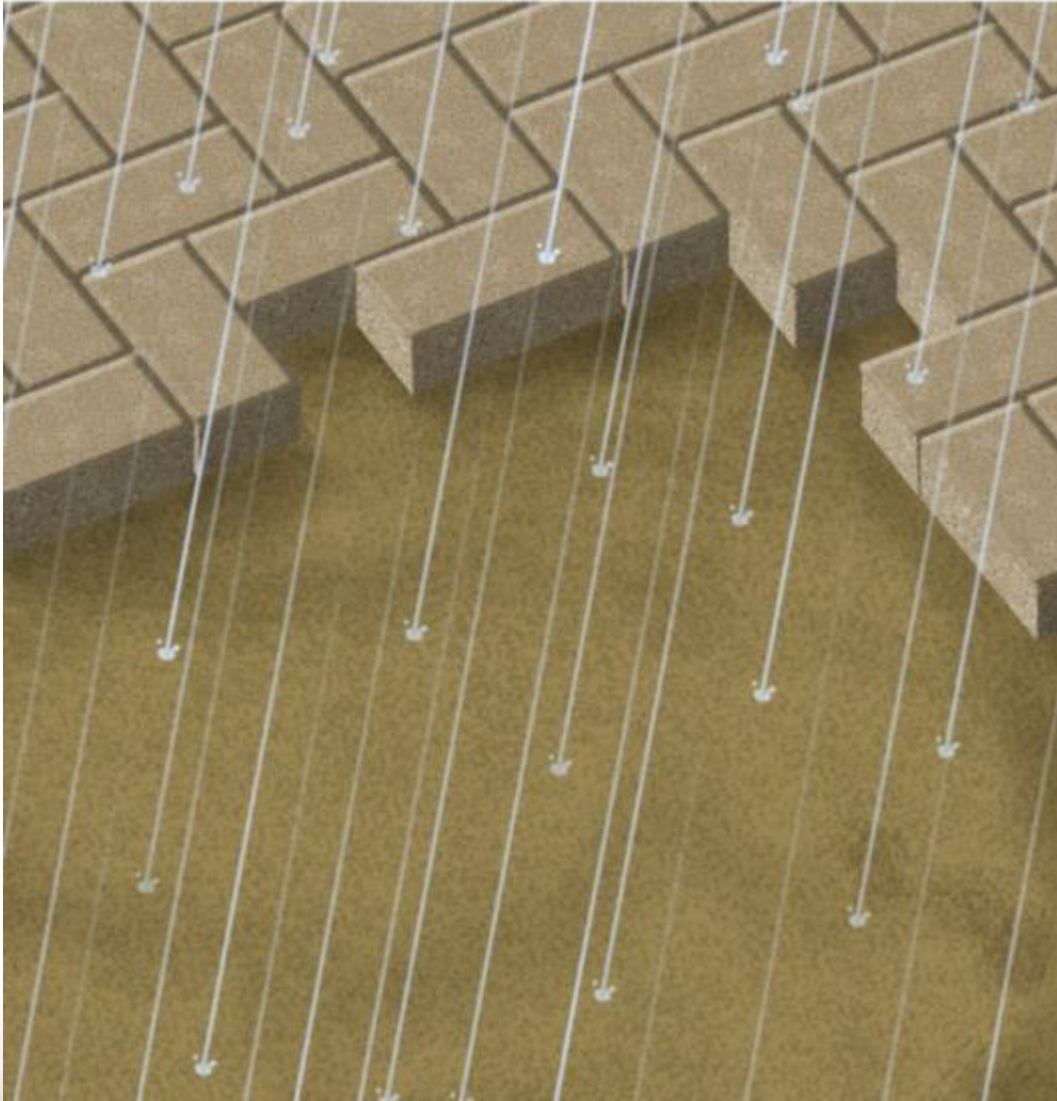
Pavimento Intertravado

# Camada de assentamento - cuidados



**Pavimento Intertravado**

# Camada de assentamento - cuidados



**A camada de assentamento que receber chuva antes da execução do revestimento deve ser retirada e substituída por outro material na umidade adequada.**

**Pavimento Intertravado**

# Marcação para assentamento

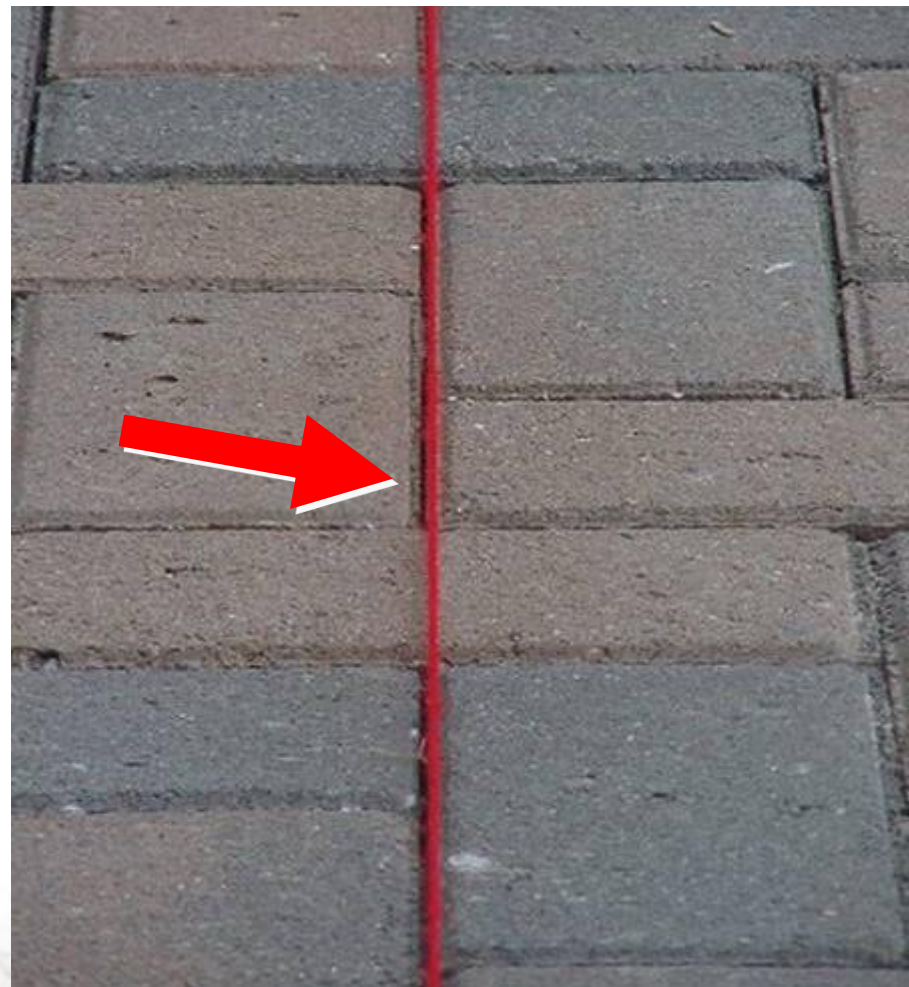
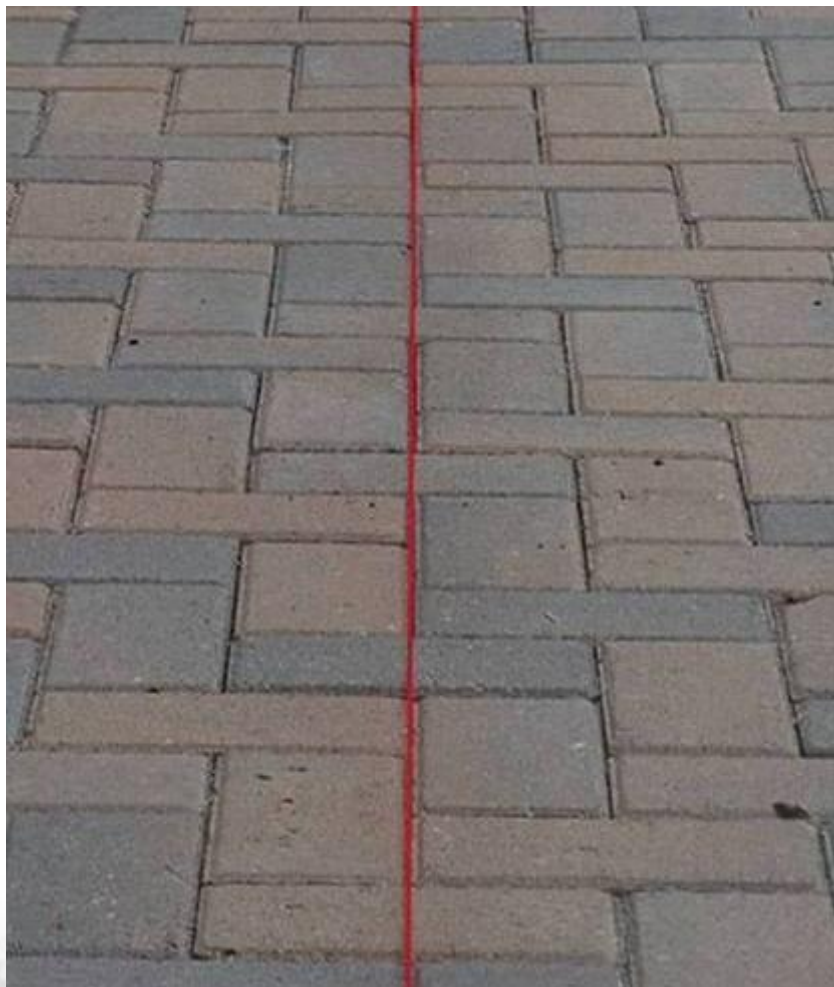
- ✓ Marcar o esquadro da primeira fiada
- ✓ Manter linhas-guia ao longo da frente de serviço, indicando o alinhamento transversal e longitudinal.





# Marcação para assentamento

- ✓ Manter as linhas-guias à frente da área de assentamento



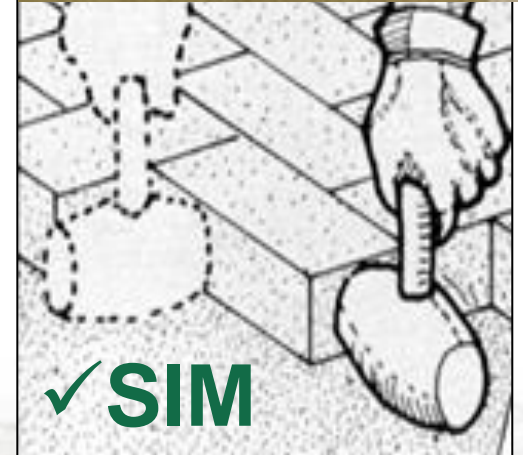
# Marcação para assentamento



**Pavimento Intertravado**

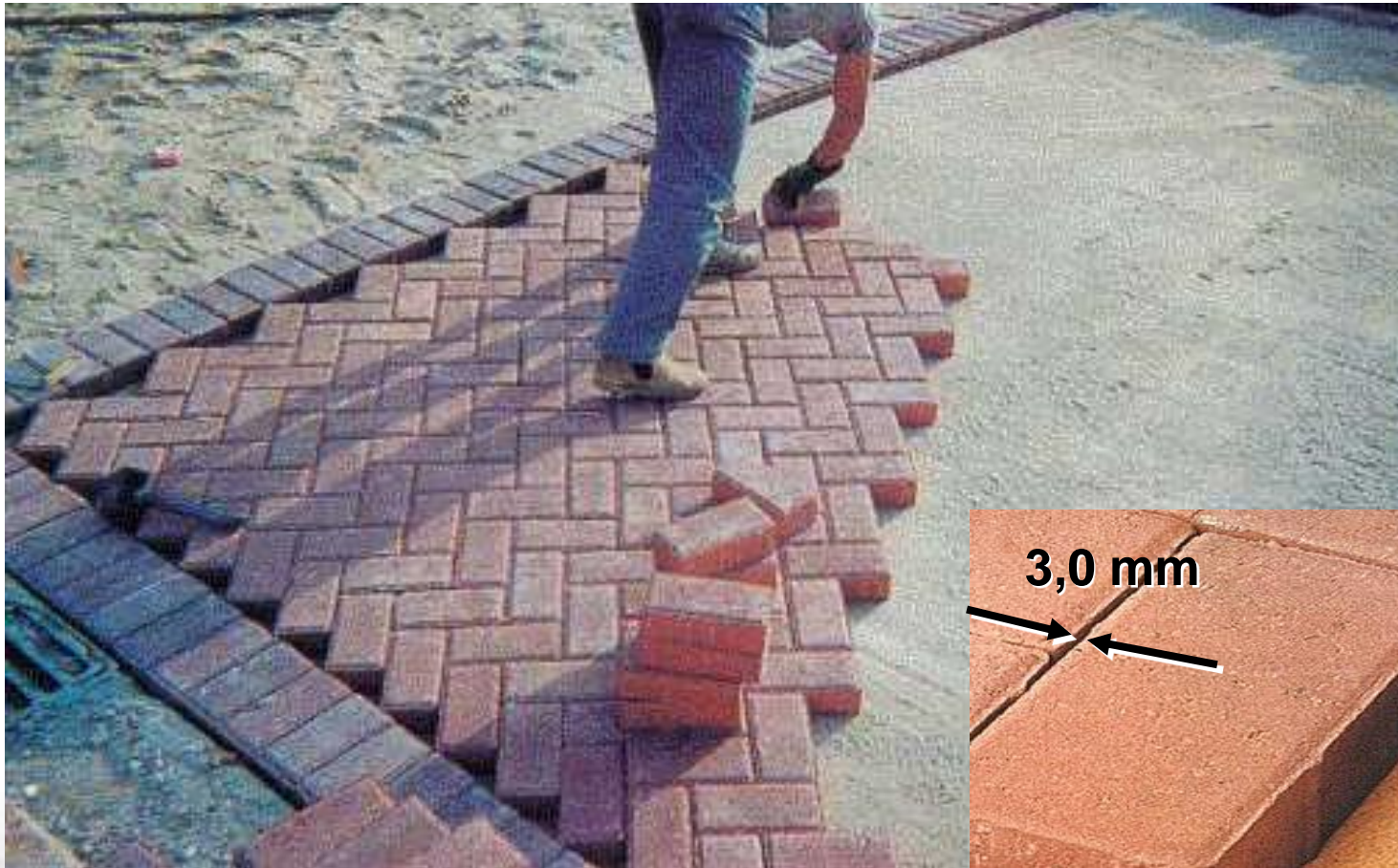
# Assentamento das peças

- ✓ Não arrastar as peças sobre a camada de assentamento.



# Assentamento das peças

- ✓ Manter a espessura das juntas uniformes com espaçamento de 2 mm a 5 mm.



# Assentamento das peças

## ✓ Assentamento mecanizado



Pavimento Intertravado

# Assentamento das peças

## ✓ Assentamento mecanizado



Pavimento Intertravado

# Ajustes e arremates



Pavimento Intertravado

# Ajustes e arremates



**Pavimento Intertravado**



# Ajustes e arremates



**Pavimento Intertravado**

# Arremates e ajustes



**Pavimento Intertravado**

# Arremates e ajustes



**Pavimento Intertravado**

# Ajustes e arremates



**Pavimento Intertravado**

# Rejuntamento - requisitos

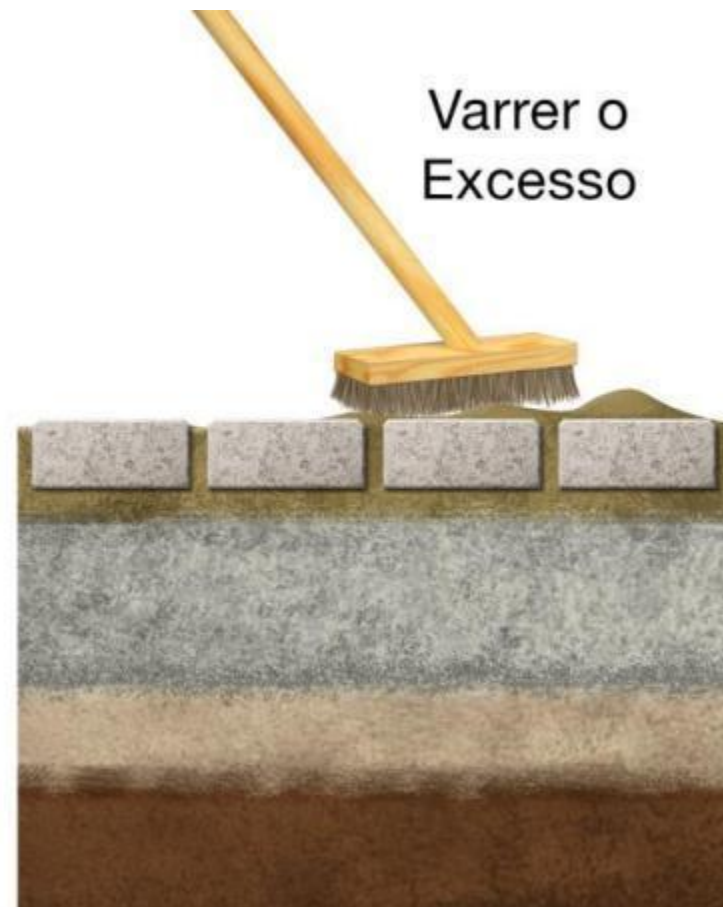
- ✓ **Material seco no momento da aplicação.**
- ✓ **Livre de materiais friáveis, torrões de argila e impurezas orgânicas.**



# Material de Rejuntamento - especificações

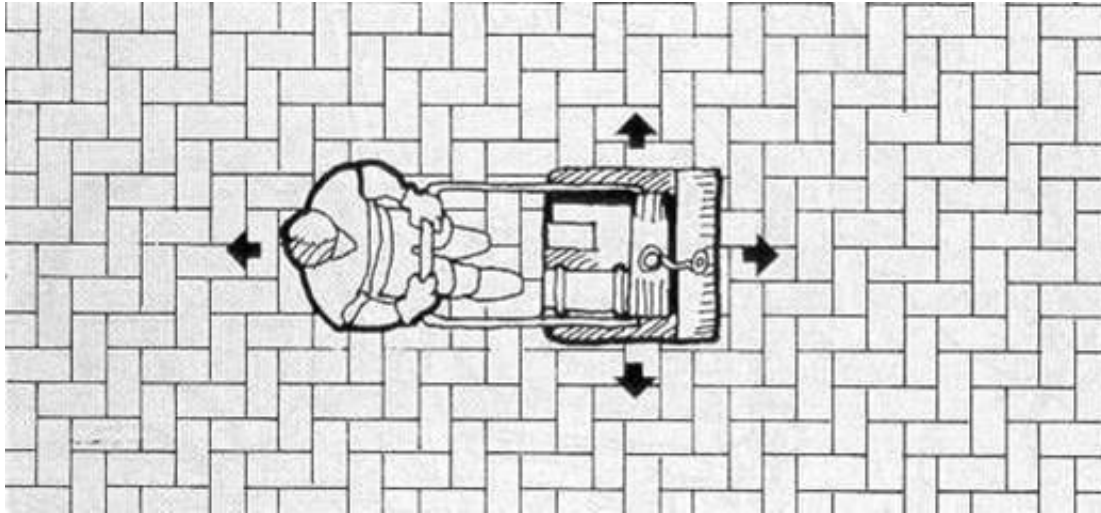
<b>Abertura da peneira</b>	<b>Porcentagem retida em massa (%)</b>
4,75 mm	0
2,36 mm	0 a 25
1,18 mm	5 a 50
600 $\mu\text{m}$	15 a 70
300 $\mu\text{m}$	50 a 95
150 $\mu\text{m}$	85 a 100
75 $\mu\text{m}$	90 a 100

# Rejuntamento - execução



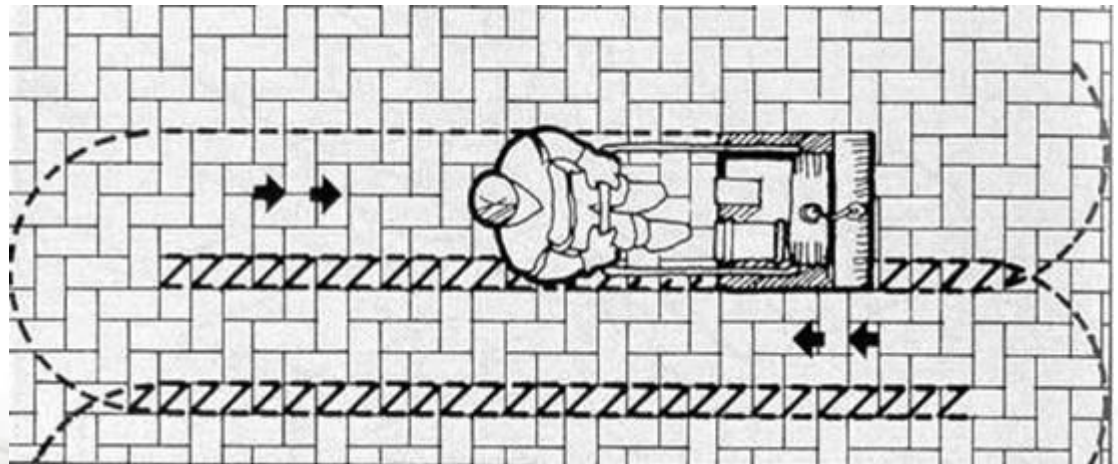
Pavimento Intertravado

# Compactação - execução



**A compactação deve ser realizada com passadas em todas as direções.**

**É necessário sobrepor as passagens para não ocorrer a formação de degraus (15 cm a 20 cm).**





# Compactação

- ✓ Alternar a execução da compactação com o espalhamento do material de rejuntamento.



A compactação deve ser feita com placas vibratórias ou rolos compressores...

... e não deve ir além de um metro da borda livre (sem contenção) do pavimento.



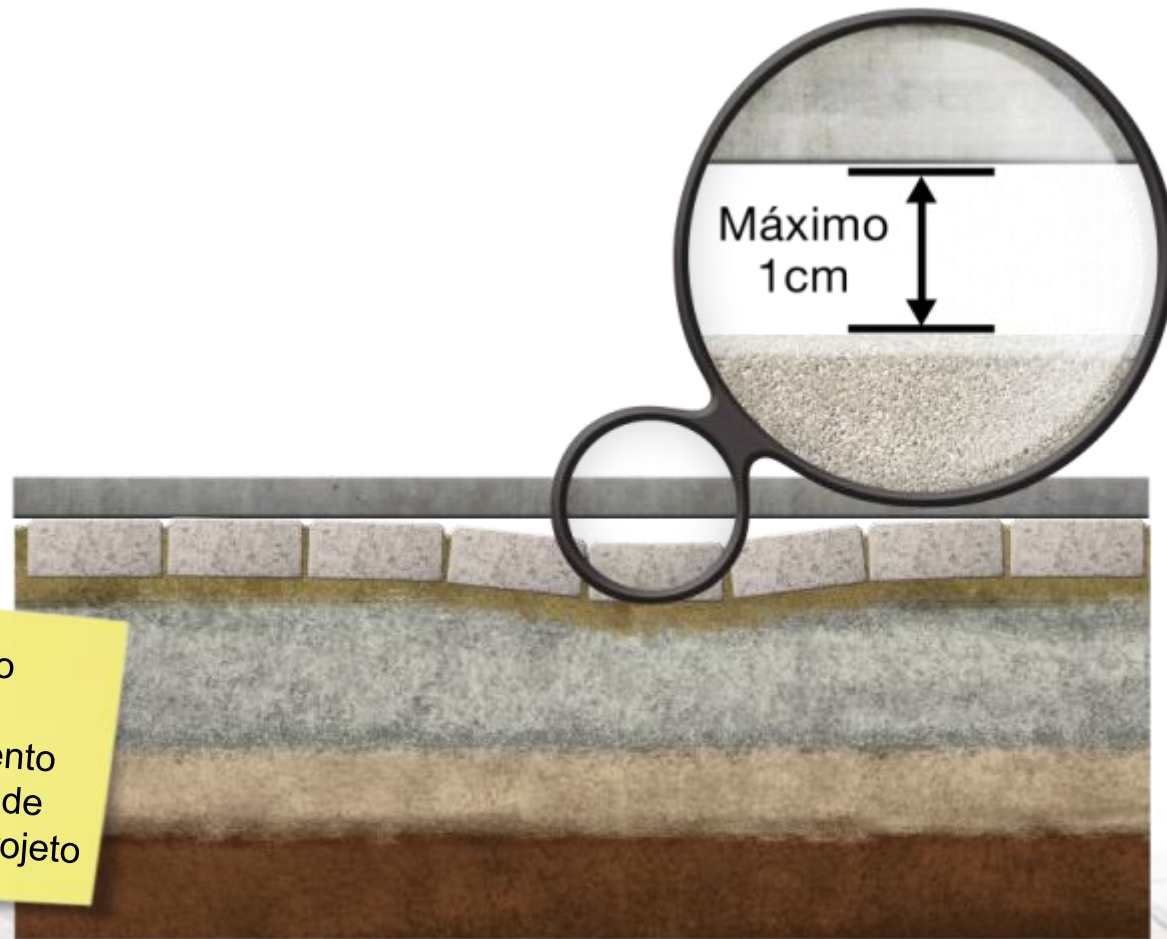
# Inspeção final

- ✓ **Verificar se as juntas estão devidamente preenchidas**
- ✓ **A superfície do revestimento deve estar entre 3 mm a 6 mm acima do nível das caixas de visita e outras interferências.**



# Inspeção final

- ✓ A superfície do pavimento não pode apresentar desníveis maior que 10 mm, medido com régua de 3 m de comprimento.



Antes da abertura ao tráfego verificar se a superfície do pavimento está nivelada e atende aos caimentos de projeto

# Liberação ao tráfego

- ✓ O tráfego pode ser liberado imediatamente após a aprovação da inspeção final.



# Manutenção



- ✓ Necessita apenas de reposição periódica do material de rejuntamento
- ✓ Permitem a reutilização das peças, o que torna o pavimento mais econômico.
- ✓ Permite a reutilização do material de base/subbase e assentamento
- ✓ Reparos sem marcas visíveis.
- ✓ Permitem fácil reparação quando ocorrem afundamentos que comprometam sua capacidade estrutural.

# Manutenção



Substituição de peças quebradas.



Pavimento Intertravado

# Norma de Execução e Manutenção



NBR 9781 – Peças de concreto para pavimentação

Pavimento Intertravado

# Precisão dimensional – NBR 9781



atual

Dimensões (mm)		Tolerância (mm)
Largura	$\geq 100$	$\pm 3$
Comprimento	$\leq 400$	$\pm 3$
Altura	$\geq 60$	$\pm 5$

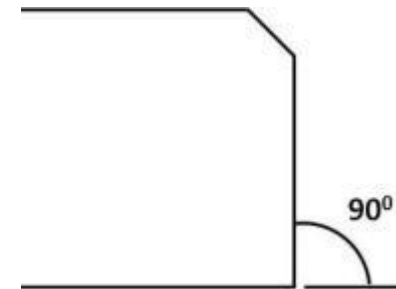
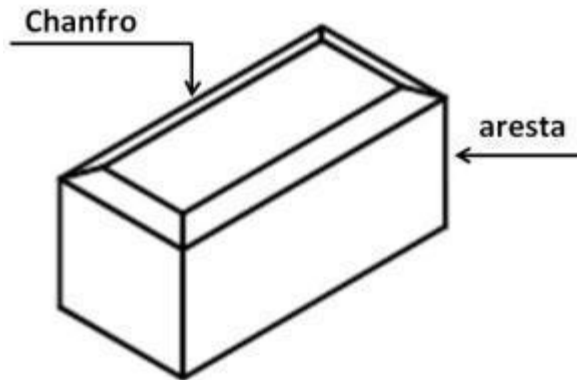
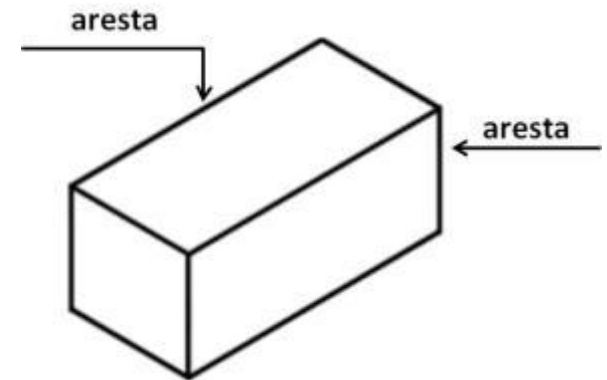
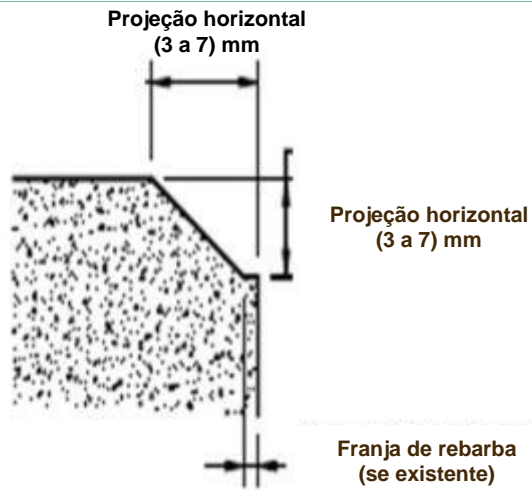
proposta

Dimensões (mm)		Tolerância (mm)
Largura	$\geq 100$	$\pm 2$
Comprimento	$\leq 250$	$\pm 3$
Altura	$\geq 40$	$\pm 4$

Índice de forma  $If \leq 4$



# Arestas e chanfros



# Resistência a compressão – NBR 9780



atual

Resistência à compressão	
<b>Veículos comerciais de linha</b> ➤ veículos leves, caminhões, reboques e outros equipamentos ou empilhadeiras de pequeno porte.	<b>≥ 35 MPa</b>
<b>Veículos especiais</b> ➤ guindastes, empilhadeiras de grande porte, transportadores de contêineres etc.	<b>≥ 50 MPa</b>

$$f_{pk} = f_p - t.s$$

# Resistência à abrasão – EN 1388



Dispositivo para ensaio de abrasão

<b>Resistência à abrasão (MPa)</b>	
<b>Largura de abrasão</b>	<b><math>\leq 23</math> mm</b>

*proposta*

# Abrasão



**Resistência à abrasão**

# Absorção de água – ASTM C 936



Absorção de água (%)	
Individual	7,0
média	5,0

proposta



**Absorção de água**

**Muito obrigado!**



Associação  
Brasileira de  
Cimento Portland