



Esta cartilha tem o objetivo de alertar técnicos, engenheiros, arquitetos e compradores de peças de pavimento intertravado a optarem pela melhor alternativa, de acordo com o modo de fabricação, levando em consideração a resistência à compressão, absorção de água, resistência à abrasão e dimensões da peça. Todos esses requisitos precisam estar de acordo com a NBR 9781/2013 para garantir a durabilidade do pavimento.



O que é o Pavimento Intertravado?

O pavimento intertravado é composto por peças de concreto assentadas sobre camada de areia e travadas entre si por contenção lateral conforme ilustrado na **Figura 1**.

O intertravamento é a capacidade que as peças adquirem de resistir a movimentos de deslocamento individual, sejam eles verticais, horizontais ou de rotação em relação às peças adjacentes. Ele é fundamental para o desempenho e a durabilidade do pavimento.

Para que se consiga o intertravamento três condições são necessárias e indispensáveis: contenção lateral, faces das peças paralelas e junta preenchida com areia.

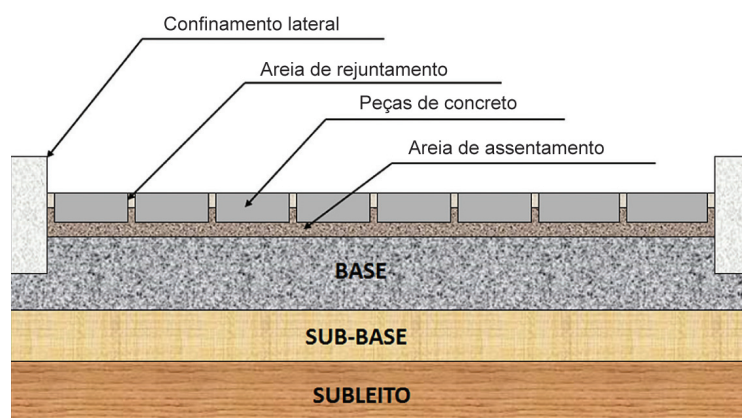


Figura 1 - Seção Típica de Pavimento Intertravado (ABCP, 2010)



Aspectos gerais

As peças de concreto devem atender às tolerâncias dimensionais de ± 3 mm em relação ao comprimento, largura e espessura.

As peças de concreto devem obrigatoriamente ter espaçador incorporado, devendo atender aos requisitos da ABNT NBR 15953 quanto à espessura das juntas (espessura de 2 mm a 5 mm, entre as peças de concreto).

O objetivo do espaçador é garantir o paralelismo entre as peças e proporcionar uniformidade da junta de assentamento, garantindo assim, a condição de intertravamento (**Foto 1**).



Foto 1 - Peça intertravada com destaque para os espaçadores incorporados à peça durante a fabricação



Capacidade de Produção e Atendimento ao Cliente

As peças de pavimento intertravado de concreto são produzidas industrialmente através de máquinas vibroprensas, garantindo um baixo custo, uma qualidade controlada e um alto desempenho mecânico. As fábricas possuem capacidade de produção em larga escala, podendo atender à crescente demanda do mercado. As peças fabricadas artesanalmente com concreto plástico ("peças dormidas") têm, normalmente, capacidade de produção limitada, que podem não atender à demanda dos clientes, nem a qualidade especificada em norma.



Foto 8 - Vista geral de uma fábrica de peças intertravadas e blocos de concreto



Fotos 9a e 9b - Vista de um sistema de produção manual (artesanal) de peças de concreto

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP), Manual de Pavimento Intertravado: Passeio Público. São Paulo, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT), NBR 15953- Pavimento intertravado com peças de concreto - Execução. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT), NBR 9781- Peças de concreto para pavimentação – Especificação e Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2013

HALLACK, Abdo. Pavimentos Intertravados – Curso de formação de equipes de produção. Caderno do Instrutor. 1ª Edição. São Paulo, Associação Brasileira de Cimento Portland, 2004.

CARVALHO, A. B. L. de; BERTINI, A. A.; TORRES, J. R.; OLIVEIRA, A. A.; Análise da Conformidade de Pavimentos de Peças de Concreto Intertravado em Função do Processo de Produção – XIV ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Juiz de Fora, 2012

EMPRESAS FABRICANTES DE PISOS INTERTRAVADOS PARTICIPANTES DO PDE DA BAHIA

BAHIABLOCK®
Blocos e Pisos de Concreto Coloridos

CIVIL
QUALIDADE SEMPRE

CONCRETIZA
Equipamentos e serviços

Fabrick
CONCRETOS

INTERLOC
PRÉ-MOLDADOS E TUBOS LTDA.

T & A
PRÉ-FABRICADOS

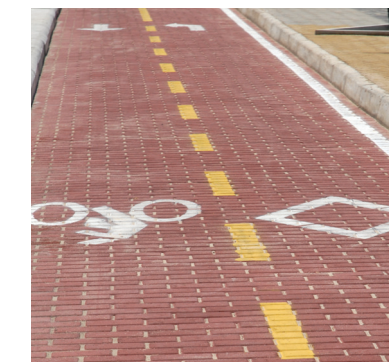
APOIO

Associação Brasileira de Indústria de Blocos de Concreto - IBCC-Brasil

PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO EMPRESARIAL
Ministério da Indústria e Comércio

www.pdebrasil.com.br

PAVIMENTOS INTERTRAVADOS: como reconhecer peças de qualidade!



ABCP
Associação Brasileira de Cimento Portland

SINPROCIM-BA
SINDICATO DA INDÚSTRIA DE PRODUTOS DE CIMENTO NO ESTADO DA BAHIA



Resistência à Compressão

As peças de concreto produzidas por vibroprensas utilizadas no pavimento intertravado apresentam excelente resistência à compressão e devem atender às especificações da NBR 9781/2013 para garantir grande durabilidade ao pavimento.

As peças de concreto são produzidas industrialmente com rigoroso controle de qualidade, resultando em durabilidade maior do que as peças dormidas.

Segundo a NBR 9781/2013, as peças devem estar de acordo com a **Tabela 1** ao lado:

Tabela 1 - Valores de resistência à compressão mínimos NBR 9781/2013

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO (MPa)		
VEÍCULOS COMERCIAIS DE LINHA	Tráfego de pedestres, veículos leves e veículos comerciais de linha	≥ 35
VEÍCULOS ESPECIAIS E SOLICITAÇÕES SUJEITAS À ABRASÃO	Tráfego de veículos especiais e solicitações capazes de produzir efeitos de abrasão acentuados	≥ 50

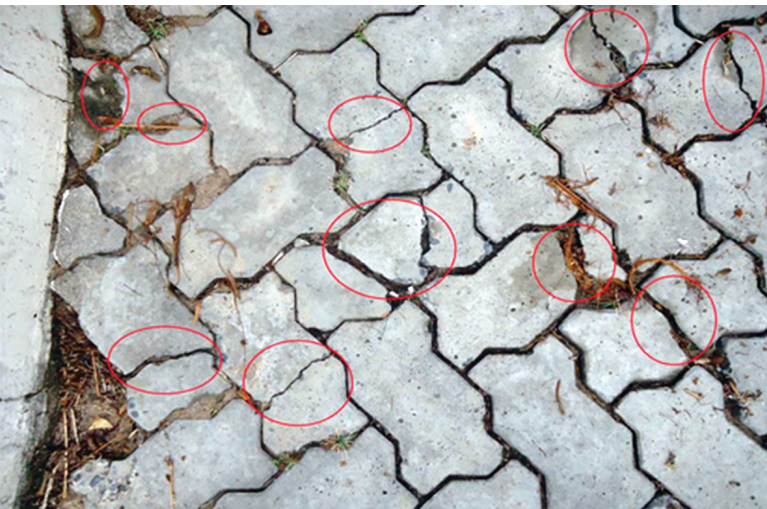


Foto 2 - Pavimento com baixa resistência

A **Tabela 2** apresenta um comparativo da resistência à compressão de peças de concreto para pavimentação fabricadas manualmente (com concreto plástico) e peças vibroprensadas (feitas com concreto seco).

Tabela 2 - Comparativo da resistência à compressão de peças de concreto para pavimentação fabricadas manualmente e peças vibroprensadas

FABRICANTE	TIPO DE FABRICAÇÃO	RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA À COMPRESSÃO (MPa)
A	Manual	21,70
B	Manual	11,00
C	Vibroprensada	39,70
D	Vibroprensada	47,10

Fonte: Carvalho et al, 2012



ATENÇÃO! As peças fabricadas manualmente, também conhecidas como peças “dormidas” ou “piso forminha” (fabricadas em formas plásticas ou metálicas sem o processo de vibroprensagem) podem não atender ao requisito de resistência à compressão mínima, pois não contam com a força de compressão atuante no processo vibroprensado, além de serem confeccionadas com concreto plástico enquanto que as peças vibroprensadas são feitas com concreto seco.



Resistência à Abrasão

A NBR 9781/2013 estabelece que a resistência à abrasão é facultativa, devendo ser especificada pelo projetista.

Este requisito será importante nos pisos sujeitos à abrasão intensa como áreas de manobras de veículos pesados, armazenamento de cargas pesadas, tráfego intenso.

A **Tabela 3** apresenta valores recomendados de resistência à abrasão de acordo com o tipo de tráfego da via.

Obs: A Tabela 4 apresenta um comparativo do desgaste por abrasão de peças de concreto para pavimentação fabricadas manualmente e peças vibroprensadas. Foram moldadas 4 peças de cada fabricante, cada amostra com 70mm x 70mm x 60mm. Com relação ao desgaste por abrasão, os fabricantes de pisos vibroprensados tiveram um desgaste 40% menor, que as peças ensaiadas pelos fabricantes A e B produzidas pela moldagem manual.



Foto 3 - Pavimento com desgaste por abrasão



Foto 4 - Pavimento feito manualmente apresentando desgaste por abrasão nas peças

Tabela 3 - Valores de resistência à abrasão recomendados pela NBR 9781/2013

CAVIDADE MÁXIMA (mm)	
Tráfego de pedestres, veículos leves e veículos comerciais de linha	≤ 23
Tráfego de veículos especiais e solicitações capazes de produzir efeitos de abrasão acentuados	≤ 20

Tabela 4 - Comparativo do desgaste por abrasão de peças de concreto para pavimentação fabricadas manualmente e peças vibroprensadas.

FABRICANTE	TIPO DE FABRICAÇÃO	DESGASTE POR ABRASÃO (mm)
A	Manual	32,5
B	Manual	
C	Vibroprensada	19,5
D	Vibroprensada	

Fonte: Carvalho et al, 2012



ATENÇÃO! O desgaste por abrasão tem relação direta com a resistência à compressão, onde, peças com menor resistência mecânica resultará em menor resistência à abrasão das peças



Absorção de Água

A NBR 9781/2013 estabelece que as peças de concreto devem apresentar absorção de água com valor médio menor ou igual a 6%, não sendo admitido nenhum valor individual maior do que 7%.

A **Tabela 5** apresenta um Comparativo do índice de absorção de água de peças de concreto para pavimentação fabricadas manualmente e peças vibroprensadas.

A **Foto 5** apresenta um exemplo de pavimento intertravado com elevada absorção de água.



Foto 5 - Pavimento com alto índice de absorção de água

Tabela 5 - Comparativo do índice de absorção de água de peças de concreto para pavimentação fabricadas manualmente e peças vibroprensadas.

FABRICANTE	TIPO DE FABRICAÇÃO	ÍNDICE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA (%)
A	Manual	7,5
B	Manual	9,4
C	Vibroprensada	6,5
D	Vibroprensada	4,1

Fonte: Carvalho et al, 2012

Obs: foram ensaiadas 3 amostras de cada fornecedor, para determinar o índice de absorção de água. Os fabricantes A e B (fabricação manual) tiveram em média um concreto com 40% mais absorção de água que os fabricantes C e D (fabricação vibroprensada)



ATENÇÃO! A absorção de água tem relação direta com a resistência à compressão, onde, peças com menor resistência mecânica resultará em pavimentos com maior absorção de água, comprometendo sua durabilidade.



Ângulo de Inclinação

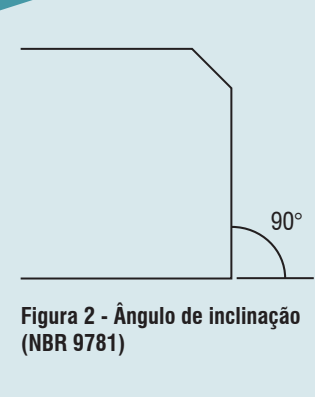


Figura 2 - Ângulo de inclinação (NBR 9781)

O ângulo de inclinação das peças de concreto deve ser 90°. O ângulo das peças deve ser avaliado com esquadro, devendo a peça ser apoiada em uma superfície plana como mostra a **Figura 2** (NBR 9781).

Nas peças produzidas com concreto plástico sem vibroprensagem (peças dormidas), a necessidade do ângulo de inclinação para desforma das peças resulta em ângulos maiores que 90° ocasionando deficiência no intertravamento como pode ser visto na **Foto 6**.

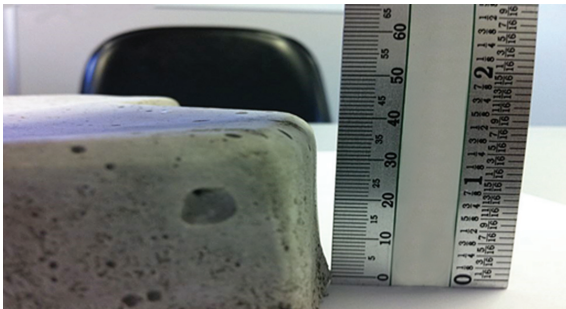


Foto 6 - Peça fabricada manualmente (“dormida”) que não atende ao ângulo de inclinação especificado na NBR 9781/2013



Execução

A NBR 15953 é a norma que estabelece os requisitos para a execução do pavimento. A execução é feita conforme apresentada na **Figura 3** ao lado.



ATENÇÃO! A base deve ser constituída de material granular com espessura mínima de 10 cm. A camada deve ser compactada após a finalização do subleito. O pavimento deverá obrigatoriamente ter contenções laterais que evitem o deslizamento dos blocos. O confinamento é parte fundamental do pavimento intertravado.

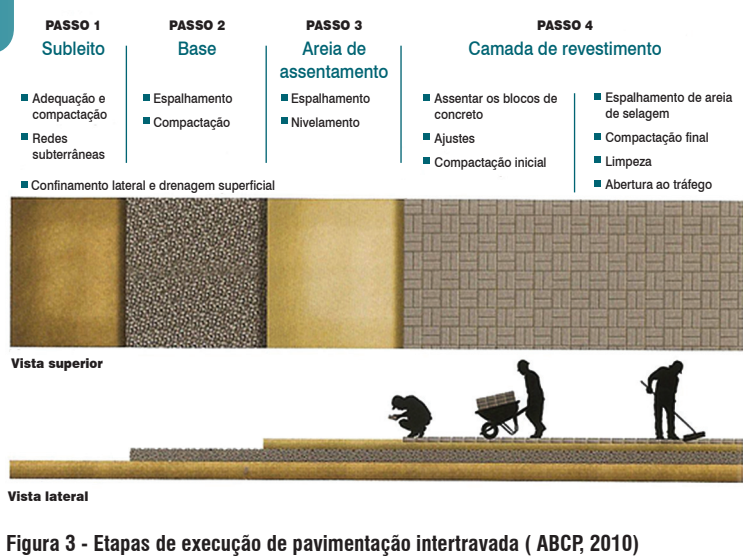


Figura 3 - Etapas de execução de pavimentação intertravada (ABCP, 2010)



Controle de Qualidade e Inspeção

A NBR 9781 afirma que para a realização de ensaios os lotes devem ser formados por conjunto de peças de concreto com as mesmas características, produzidas sob as mesmas condições de fabricação e com os mesmos materiais, cabendo ao fabricante a indicação dos conjuntos que atendam a estes requisitos.

A formação do lote deve ser limitada à produção diária, utilizando-se o mesmo equipamento e matéria prima.

Os ensaios de aceitação das peças de concreto devem ser realizados por laboratórios de terceira parte, preferencialmente acreditados pelo Inmetro, nos ensaios pertinentes.

A norma recomenda ainda que os fabricantes sem certificação da qualidade do produto devem executar ensaios de aceitação, enquanto que empresas certificadas já estão pré-qualificadas para fornecer o produto certificado.

Fotos 7a e 7b - Avaliação dimensional e ensaio de resistência à compressão de peças de concreto para pavimentação

