

ANÁLISE DA APLICAÇÃO DE BLOCOS INTERTRAVADOS DE CONCRETO: ESTUDO DE CAMPO

*ANALYSIS OF THE APPLICATION OF INTERLOCKING CONCRETE BLOCKS: A
FIELD STUDY*

*ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE BLOQUES DE HORMIGÓN
ENTRELAZADOS: UN ESTUDIO DE CAMPO*

Thayanne de Carvalho Fernandes

Abraão Henrique Salgado Rosal

Stephany Emmnauely Bandeira dos Santos

Anderson dos Santos Dias

Resumo: A norma Brasileira NBR 9781, define o pavimento intertravado como um pavimento flexível, cuja estrutura é composta de base ou base e sub-base, seguida por uma camada de revestimento constituída por peças de concreto justapostas em uma camada de assentamento, sendo o intertravamento do sistema provocado pela contenção. A utilização desse tipo de pavimentos tem se tornado cada vez mais frequente em diversas regiões do país, sendo tendência para as políticas públicas contemporâneas, que, dentre outros fatores, se preocupam com a sustentabilidade e economicidade das obras públicas. O objetivo desse artigo foi apresentar uma pesquisa de campo, realizada no Município de Caucaia no Estado do Ceará, com o intuito de entender mais sobre a pavimentação com blocos intertravados de concreto. A metodologia além de descreve uns embasamentos teóricos do assunto, é composta por um acompanhamento em loco da execução de uma obra de pavimentação com blocos intertravados de concreto. Durante a pesquisa, foram acompanhadas diversas etapas da execução da obra de pavimentação, como a preparação do terreno, assentamento dos blocos e o acabamento, além de ter sido levantadas informações sobre as vantagens desse tipo de pavimento. Com a análise desenvolvida, a pesquisa trará constatações das vantagens, da eficiência e da facilidade para aplicação dos blocos de concreto intertravados, além de constatarmos de forma empírica, que a estrutura se demonstra uma opção sustentável, de alta qualidade e durabilidade. Resultados alcançados de forma muito eficaz, principalmente quando se leva em conta a execução do projeto, que se demonstra relativamente simples, desde que acompanhadas por profissionais capacitados e com os equipamentos adequados.

Palavras-chave: Piso intertravado. Blocos de Concreto, Construção civil, Sustentável

Abstract: The Brazilian standard NBR 9781 defines the interlocking pavement as a platform pavement, whose structure is composed of a base or base and sub-base, followed by a covering layer fixed by juxtaposed concrete pieces in a settlement layer, being the interlocking of the system caused by containment. The use of this type of flooring has become more and more frequent in several regions of the country, being a trend for the coming years. The objective of this article was to present a field research, carried out in the Municipality of Caucaia in the State of Ceará, in order to understand more about paving with interlocking concrete blocks. The methodology, in addition to describing some theoretical foundations of the subject, is composed of an on-site monitoring of the execution of a paving work with interlocking concrete blocks. During the research, several stages of the execution of the paving work were followed,

such as preparing the ground, laying the blocks and finishing, in addition to providing information on the advantages of this type of pavement. At the end of the research, it was possible to verify that the interlocking concrete pavements have several advantages, being a sustainable option, of high quality and durability. In addition, the execution of the work proved to be relatively simple, as long as it was complemented by qualified professionals and with the appropriate equipment.

Keywords: Interlocking Pavement. Concrete blocks. Sustainable.

Resumen: Los costos de implementación de Departamentos de Ingeniería Clínica (DCE) en Establecimientos de Salud (ES) deben ser objeto de un análisis detallado, buscando evaluar la relación costo-beneficio de dicha implementación. El objetivo de este estudio fue medir los impactos económicos de la creación de un DCE en un hospital privado de tamaño mediano en la ciudad de Fortaleza (CE). El método empleado fue el análisis de documentos e informes financieros de 2014 a 2022. Los resultados mostraron que la implementación del DCE en la institución mencionada promovió una reducción cuantitativa en los servicios de mantenimiento correctivo (100% a 21,5%) y un aumento en el mantenimiento preventivo (0% a 78,5%). Los costos generales para el trienio 2020-2022 (post-implementación del DCE) fueron de R\$ 3.315.103,82, lo que representa una reducción del 20,73% en comparación con el costo general encontrado para el trienio 2017-2019 (R\$ 4.181.890,34). La implementación del DEC en el hospital analizado permitió reducción de costos y mayor agilidad en el retorno a pleno funcionamiento de los equipos enviados a mantenimiento, garantizando mejor desempeño y seguridad en el trabajo de los profesionales de la salud y de los pacientes.

Palabras clave: Costos de mantenimiento. Ingeniería clínica. Mantenimiento hospitalario. Instalaciones sanitarias. Índice general de precios.

1 Introdução

A pavimentação intertravada é composta por blocos pré-moldados de concreto e constitui uma eficaz solução para uso em ruas, calçadas, calçadões e praças, sendo largamente difundida no Brasil, desde 1990, tanto na construção como na reconstrução e reabilitação desses tipos de instalações urbanas. Sendo também utilizadas em áreas de grande demanda de tráfego, seja em volume ou em magnitude das cargas, tais como aeroportos, pátios, terminais de carga, áreas industriais ou portuárias, onde é comum a circulação de veículos de grande impacto (ABCP, 2005).

Conforme a normativa Brasileira NBR 9781, pavimento intertravado é definido como um pavimento flexível cuja estrutura é composta de base (ou base e sub-base), seguida por uma camada de revestimento constituída por peças de concreto justapostas em uma camada de assentamento e cujas juntas entre as peças são preenchidas por material de rejuntamento (ABNT, 2013).

O avanço da utilização desse tipo de pavimentação, atualmente é devido às suas características, entre elas: baixo custo de manutenção, remoção da área pavimentada e reutilização de aproximadamente 95% das peças. Após a execução da pavimentação o fluxo de pessoas e veículos é imediato, não havendo necessidade de aguardar o tempo de cura, a mão de obra não precisa ser especializada, facilidade de assentamento das peças e possui uma diversidade de cores e formatos (WIEBBELLING, 2015).

Embora o pavimento asfáltico ainda seja um padrão nas cidades brasileiras, o sistema baseado em blocos de concreto intertravados está sendo bastante usado, pois, além da eficiência, a escolha por essa categoria de pavimento ainda tem um preço de mercado mais previsível, não sendo sujeito às rápidas variações de preço do petróleo, o que facilita o andamento dos projetos de infraestrutura. Portanto, se faz essencial, que profissionais habilitados, estejam no mercado, preparados para atender a demanda,



garantindo assim, a qualidade, eficiência e agilidade em sua execução (NABESHIMA et al., 2011).

Assim, esse artigo teve como objetivo apresentar uma pesquisa de campo, realizada no município de Caucaia, Estado do Ceará, com o intuito de entender mais sobre a pavimentação com blocos intertravados de concreto, que tem sido amplamente utilizado no mercado e suas vantagens cada vez mais evidentes.

2 Revisão De Literatura

O embasamento teórico deste trabalho procura traçar um estreito entre temas pertinentes ao objeto de estudo, abordando no contexto, aspectos atinentes a engenharia e a sua aplicação social, principalmente, relacionando a políticas públicas aplicadas a sustentabilidade urbana.

2.1 Blocos Intertravados de Concreto

Historicamente os pavimentos intertravados data de milhares de anos, contendo registros de quase três mil anos a.C. da região da antiga Mesopotâmia atual região do Iraque e de dois mil anos a.C. no antigo império romano, onde utilizava-se um tipo semelhante para a pavimentação de vias que eram revestidas de pedras brutas (BARBOSA et al. 2021).

Com o passar dos anos houve uma evolução do pavimento de pedras brutas para pedras talhadas de forma manual e começaram a ser chamados paralelepípedos. Para que houvesse um melhor ajuste entre as peças durante o processo de pavimentação as pedras tinham de ser moldadas. Conforme Marchioni (2012), esse tipo de piso teve origem com a pavimentação com pedras talhadas, com o objetivo de melhoria do rolamento que antes era feito com pedras em estado natural. Entretanto, a pavimentação com pedras talhadas possuía grande dificuldade de produção artesanal, além de um aspecto ainda irregular, desfavorecendo o conforto e dificultando a passagem de pessoas e veículos.

Pela dificuldade no processo de fabricação, foi iniciado o uso de peças pré-moldadas de concreto. Segundo Godinho (2009 apud BARBOSA et al. 2021) as primeiras peças foram fabricadas ao final do século XIX e alguns registros de patentes foram feitas antes da 1^a guerra mundial. O avanço dos pisos intertravados se deu após a 2^a guerra mundial em um período de restauração principalmente na Alemanha e Holanda. Inicialmente as peças de concreto eram semelhantes aos tijolos, sua única vantagem era o custo reduzido e a homogeneidade dimensional. Com os passar dos anos, por volta de 1950, às peças foram sendo aprimoradas, surgindo outros modelos e formatos (WIEBBELLING, 2015).

Godinho (2009) ainda relata que as vantagens para o assentamento das peças eram percebidas facilmente, permitindo a utilização correta da mão de obra pouco especializada. Com o avanço da pavimentação foi possível relacionar a escolha da forma geométrica com o desempenho do pavimento, de acordo com o tipo de tráfego. Em torno dos anos 1960, os pavimentos intertravados já estavam consolidados nas Américas Central e do Sul, África do Sul e grande parte dos países europeus (WIEBBELLING, 2015).

No final de 1970, o uso dos pavimentos pré-moldados de concreto aumentou pelo mundo. Sua fabricação teve um avanço no final da década de 1970, onde pelo menos



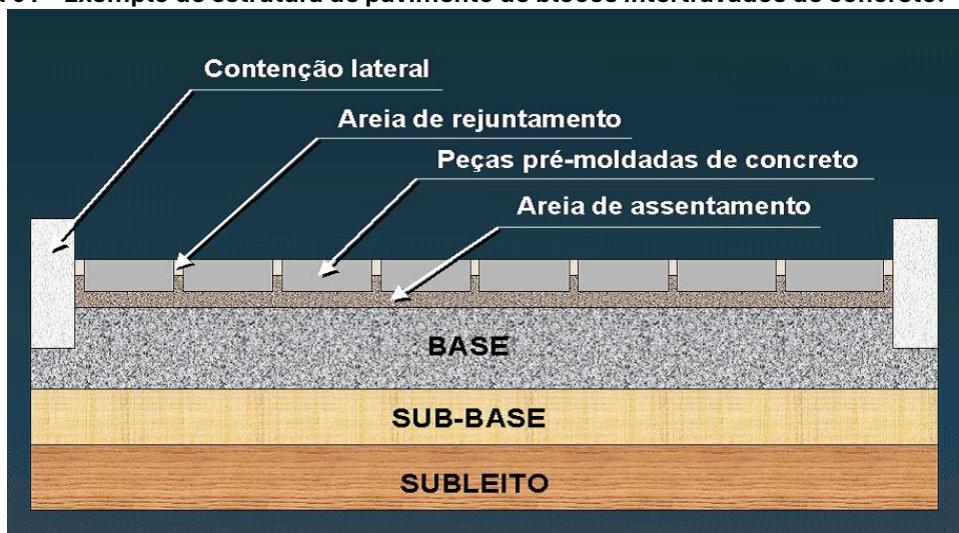
200 tipos de formas e uma variedade de equipamentos para fabricação foram comercializados (CRUZ, 2003). Segundo Smith (2003 apud WIEBBELLING, 2015), em 1980, a fabricação anual já ultrapassava 45 milhões de metros quadrados, sendo que mais da metade eram utilizados em vias de tráfego urbano. No final da década de 1990, a produção chegou a 100 metros quadrados por segundo durante os dias úteis de trabalho.

Desde 1980, a pavimentação com blocos intertravados de concreto vem crescendo em grandes proporções no mundo todo (Estados Unidos, Austrália, Nova Zelândia, Japão). Ele é utilizado em qualquer tipo de ambiente, pois possibilita uma harmonização tanto estética como estrutural. Na década de 1990, os blocos, que eram comuns na Europa tiveram espaço no Brasil, tanto em vias quanto em calçamentos. O equilíbrio entre aspectos ambientais, tecnológicos e econômicos, é o fator que determinou o amplo desenvolvimento desse sistema prático e confiável (WIEBBELLING, 2015).

2.2 Características dos Blocos Intertravados de Concreto

A NBR 9781 (ABNT, 2013), define o pavimento intertravado como um pavimento flexível cuja estrutura é composta de base (ou base e sub-base), seguida por uma camada de revestimento constituída por peças de concreto justapostas em uma camada de assentamento e cujas juntas entre as peças são preenchidas por material de rejuntamento e o intertravamento do sistema é proporcional pela contenção. A Figura 01 mostra um exemplo de uma estrutura de pavimento intertravado.

Figura 01 – Exemplo de estrutura de pavimento de blocos intertravados de concreto.



Fonte: Hallack (1998 apud Nabeshima et al., 2011)

As espessuras das camadas do pavimento intertravado, dependem das seguintes características (WIEBBELLING, 2015):

- intensidade do tráfego que circulará sobre o pavimento;
- características do terreno de fundação;
- qualidade dos materiais constituintes das demais camadas.

Em geral, a seleção dos materiais utilizados nestas camadas depende das propriedades de cada um quando estão compactados, tais como boas resistências a

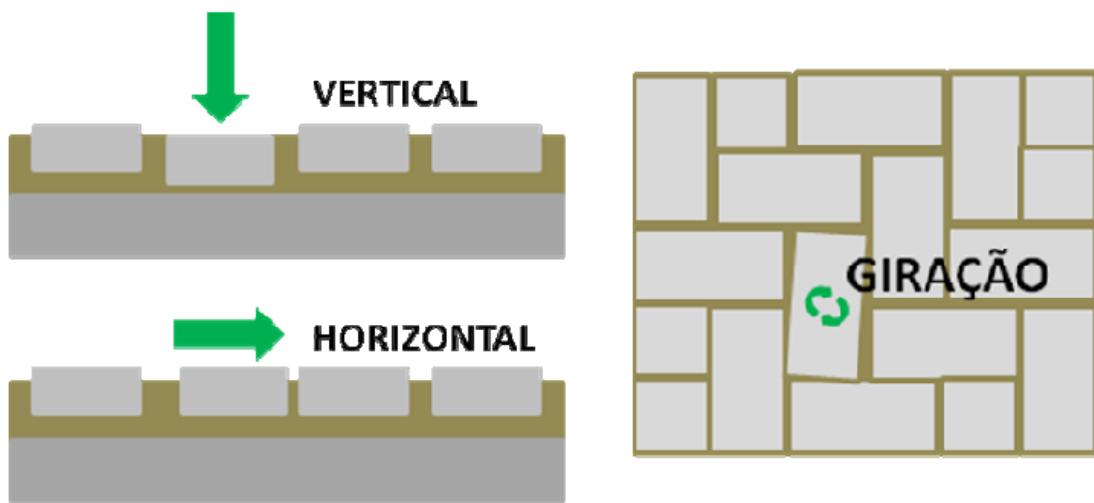
compressão e tração, baixa deformação permanente e permeabilidade à água, coerente com seu papel estrutural (BERNUCCI et al., 2007).

- Subleito: O subleito (estrutura final de terraplenagem sobre a qual será executado o pavimento) deve estar regularizado e compactado, na altura do projeto, antes da colação das camadas posteriores. O subleito será considerado concluído para receber uma base ou sub-base quando sua capacidade portante, comumente expressa pelo Índice de Suporte Califórnia (ISC), for igual ou maior do que 2% e ter expansão volumétrica 2% ou conforme for especificado em projeto. O objetivo é proporcionar uma plataforma de trabalho firme, sobre a qual a sub-base e a base possam ser compactadas (CARVALHO, 1998 apud WIEBBELLING, 2015).
- Sub-base: A sub-base pode ser granular, solo escolhido, solo-brita ou tratado com aditivos, como por exemplo solo melhorado com cimento Portland. O material da sub-base também será definido pelo valor de ISC mínimo necessário (FIORITI, 2007 apud WIEBBELLING, 2015).
- Base: A base é a camada que recebe as tensões distribuídas pela camada de revestimento e tem como função principal proteger estruturalmente o subleito das cargas externas, evitando deformações e deterioração do pavimento intertravado (CRUZ, 2003 apud WIEBBELLING, 2015).
- Camada de assentamento: A camada de assentamento tem como objetivo servir de base para o assentamento dos blocos e proporcionar uma superfície regular onde possam colocar os blocos e acomodar suas eventuais tolerâncias dimensionais (CRUZ, 2003 WIEBBELLING, 2015).
- Blocos de concreto intertravado - Camada de rolamento: A camada de rolamento possui três etapas de execução, a primeira é o assentamento dos blocos, a segunda é o acabamento junto das bordas e meios fios ou qualquer outro tipo de interrupção na pavimentação intertravada e a terceira e última etapa é a vibração sobre os blocos na área já executada (WIEBBELLING, 2015).
- Contenção lateral: Confinamento lateral, externo e interno, garante tal condição quando houver um rejuntamento efetivo das peças de concreto. A contenção deve ser feita através de colocação prévia de meios-fios, escorados de forma a suportarem os esforços horizontais (WIEBBELLING, 2015).

2.3 Intertravamento dos Blocos

Cada bloco adquire uma resistência ao deslocamento nas direções rotacionais, verticais e horizontais (Vê Figura 02) em juntamente aos demais blocos, assim caracterizando o princípio do intertravamento do pavimento. O que define o desempenho do intertravamento são as juntas, quando preenchidas por areia ou pó de pedra e compactadas, independe do tamanho dos blocos ou formatos (Knapton, 1996 apud BARBOSA et al., 2021).

Figura 02 – Deslocamentos das peças de concreto na pavimentação



Fonte: Andrade (2019).

O intertravamento horizontal tem como finalidade impedir que o bloco se desloque horizontalmente em relação aos demais blocos e contribui na distribuição de esforços de cisalhamento horizontal sob a atuação do tráfego, principalmente em áreas de aceleração e frenagem (Knapton, 1996 apud BARBOSA et al., 2021). Se um conjunto de blocos de um piso recebe uma carga bem no centro de um dos blocos, a tendência dele é afundar, ter um deslocamento vertical. Se a carga for aplicada na extremidade do bloco, a tendência é a rotacional (ABCP, 2010).

2.4 Modelo de Assentamento

Segundo Hallack (1998 apud BARBOSA et al., 2021) o modelo de assentamento escolhido vai influenciar tanto na estética do pavimento como no seu desempenho, entretanto, não existe um consenso entre pesquisadores sobre a interferência do tipo de assentamento em sua durabilidade. A Figura 03 apresenta alguns tipos de assentamento de blocos intertravados.

Figura 03 – Modelos de assentamentos de blocos



Fonte: ABCP (2010).

O assentamento de blocos intertravado conhecido como “espinha-de-peixe ou inclinado”, possui melhores níveis de desempenho, apresentando menores valores de deformação permanente associados ao tráfego, enquanto os pavimentos tipo fileira apresenta maiores deformações permanentes, principalmente quando o assentamento for paralelo ao sentido do tráfego (SHACKEL, 1990 apud MÜLLER, 2005).

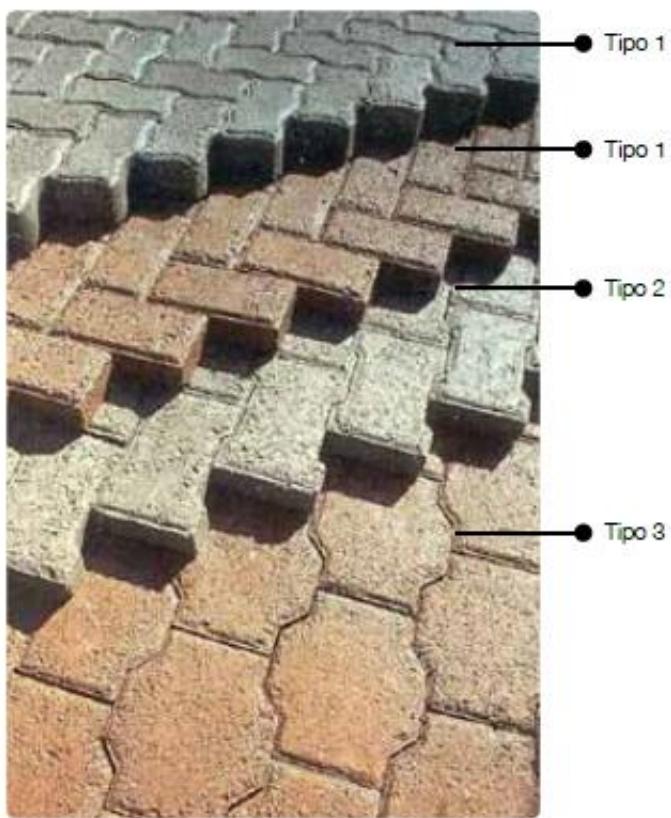
2.5 Formatos dos Blocos Intertravados

Os blocos intertravados podem ser fabricados com qualquer formato. Alguns modelos se destacam por serem mais utilizados. Basicamente são definidos três tipos de formatos de blocos, tipo 1, tipo 2 e tipo 3.

- Tipo 1 - constituído por formas retangulares, apresenta facilidade de produção e colocação em obra, além de facilitar a construção de detalhes nos pavimentos. As suas dimensões são, usualmente, 20 cm de comprimento por 10 cm de largura e as suas faces laterais podem ser retas, curvilíneas ou poliédricas.
- Tipo 2 - genericamente, apresenta o formato “I” e somente pode ser montado em fileiras travadas. As suas dimensões são, usualmente, 20 cm de comprimento por 10 cm de largura.
- Tipo 3 - é o bloco que, pelo seu peso e tamanho, não pode ser apanhado com uma mão só, suas dimensões são de, pelo menos, 20 x 20 cm (ABCP, 2010). Na Figura 04, apresentam-se alguns dos modelos de blocos intertravados de concreto.

Os pesquisadores não entraram num consenso sobre qual o melhor formato dos blocos intertravados. O único requisito recomendado com relação ao formato dos blocos é que ele seja capaz de permitir o assentamento em combinação bidirecional (WIEBBELLING, 2015).

Figura 04–Formatos dos blocos intertravados de concreto



Fonte: ABCP (2010).

2.6 Equipamentos Para Fabricação

Segundo Hood (2006) é importante conhecer o processo de produção, as propriedades dos materiais e a execução da dosagem para a fabricação do pavimento intertravado. Dentre os equipamentos necessários para a execução deste tipo de pavimento o misturador tipo batedeira de bolo é o mais recomendado, este modelo possui eixo helicoidal que força a mistura e possui o eixo vertical fixo e o eixo horizontal de pás (FERNANDES, 2011 apud BARBOSA et al. 2021), garantindo a homogeneização da massa para assim ser colocada na vibro prensa.

A vibro prensa (Vê Figura 05) é o principal equipamento para a execução dos blocos, este tipo de máquina produz artefatos de cimento Portland. Sua finalidade é que após colocado o material necessário em sua forma este equipamento tem a finalidade de vibrar e prensar o material para que todos os espaços vazios sejam preenchidos, assim mantém o controle de homogeneidade das resistências mecânicas, dimensões padrões e a textura do bloco (FIORITI, 2007).

Figura 05 - Fabricação com máquinas vibro-compressororas



Fonte: ABCP (2010).

2.7 Materiais Utilizados Para Fabricação

Os materiais para a fabricação dos blocos são os seguintes: agregados graúdos, agregados miúdos, água e cimento Portland e em algumas situações, são utilizados também minerais e aditivos químicos. A seguir são apresentadas algumas características dos materiais utilizados para fabricação (BARBOSA et al., 2021).

Os agregados graúdos mais indicados são os oriundos do britamento de rochas estáveis pois apresentam, geralmente, melhor aderência com a pasta de cimento o que melhora a resistência mecânica.

Os agregados miúdos que podem ser utilizados para a fabricação são os artificiais como o pó de brita basalto. Mas, estes são os menos utilizados por não serem encontrados com abundância em determinadas regiões e o formato dos grãos dificulta a moldagem dos blocos e exigirá mais pasta de cimento para a mistura.

A água deverá estar livre de quaisquer substâncias que são prejudiciais às reações de hidratação do cimento.

O cimento utilizado para a produção dos blocos intertravados deve respeitar as normas independentemente do tipo do cimento, conforme menciona a NBR 9781/2013. O cimento mais utilizado é o de alta resistência, resistente a sulfato, composto por pozolana. A resistência mecânica é muito influenciada pelo tipo de cimento utilizado. Porém conforme é produzido, o tipo de equipamento utilizado, como é vibrado, também é importante para a resistência final dos blocos. O elevado consumo do cimento pode dificultar a produção dos blocos em função do nível de coesão muito elevado (PETTERMANN, 2006).

2.8 Vantagens Do Piso Intertravado

A pavimentação com pisos intertravados para ambientes externos leva em consideração seus aspectos de uso, como: abrasão, tráfego de pedestres, cadeirantes e intempéries. As principais características desse tipo de pavimento são (ABCP, 2010):

- Superfície antiderrapante: o concreto proporciona segurança aos pedestres, mesmo em condições de piso molhado.
- Acessibilidade: pois a rugosidade da superfície não é capaz de causar desconforto aos cadeirantes durante as atividades diárias.
- Conforto térmico: a utilização de peças de concreto com pigmentação clara proporciona menor absorção de calor, melhorando o conforto térmico das calçadas.
- Liberação ao tráfego: imediato, após a compactação final do pavimento.
- Resistência e durabilidade: a elevada resistência do concreto confere grande durabilidade à calçada.
- Produto ecológico: os produtos à base de cimento podem ser totalmente reciclados e reutilizados na produção de novos materiais. Isto ajuda na preservação de jazidas de calcário e evita a saturação de aterros.
- Diversidade de cores: as peças de concreto podem ser fabricadas com uma ampla variedade de cores e texturas. Incorporação de sinalização horizontal pelo contraste de blocos coloridos.
- Facilidade de manutenção: ocorre de forma manual e se tornam menores, sem perda de material já que são módulos reaproveitáveis. A integridade do material de revestimento é mantida, o que faz com que ele seja reaproveitável após manutenções, e não apresente problemas funcionais e estéticos.

3 Métodos

O debate proposto por esse trabalho foi realizado através de um estudo de campo alicerçada por uma pesquisa bibliográfica, qual, dentre outras perspectivas, buscou analisar aspectos relacionados a temática em normatizações, tratados, convenções, artigos, doutrinas e demais formas aceitas como de relevância para a propositura de um embasamento técnico/científico, buscando assim alicerçar uma teoria sólida e assertiva sobre os aspectos relacionados a pesquisa desenvolvida.

3.1 Pesquisa de Campo

Para a pesquisa de campo foi feito um acompanhamento de uma obra pública de execução (requalificação) de pavimentação com blocos intertravados de concreto em uma praça localizada no município de Caucaia no Estado do Ceará. A empresa OCTHA Engenharia LTDA-ME foi à responsável por toda o projeto e execução da obra.

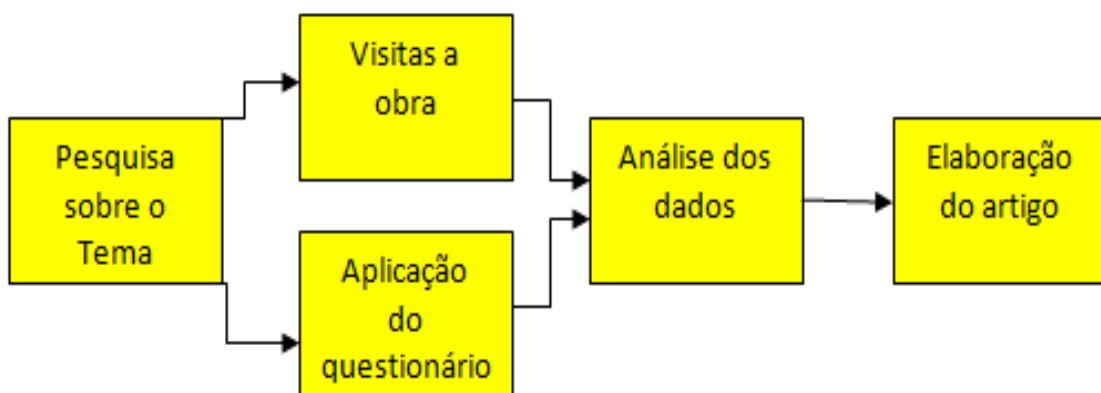
A empresa OCTHA Engenharia LTDA-ME, atua em diversos Estados da federação, e, atualmente, tem executado obras no estado do Ceará, com enfoque na construção e requalificação de espaços públicos. Sendo uma das suas especialidades o assentamento de piso intertravado em passeios. A autorização de acompanhamento a obra foi emitida junto a diretoria da empresa.



A etapa de requalificação/pavimentação da praça faz parte da obra de revitalização do Ginásio Cazuzão (imagem do Cazuzão), sendo assim, para a realização desse estudo, fora acompanhada a etapa que contempla o objeto em estudo, a execução de pavimentação com blocos intertravados de concreto da praça, onde foi possível acompanhar parte do processo de execução da etapa.

Para descrição do estudo, foi feita uma abordagem sistemática, aplicando uma junção de teoria com a prática. Para a coleta dos dados, foi elaborado pelo autor um questionário (Apêndice A), o qual teve inserção de dados de acordo com o acompanhamento da obra. Os dados tolhidos são oriundos de observações da equipe de engenheiros e pelo autor, todas contempladas em campo. O levantamento tem por objetivo auxiliar o entendimento e discussão do assunto proposto. No Fluxograma 01 é possível visualizar o desenvolvimento deste trabalho.

Fluxograma 01 – Desenvolvimento da metodologia



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

4 Resultados e discussões

O dado colhido com o questionário ajudou a observar as etapas de pavimentação, corroborados com as coletas de imagens realizadas em campo. O acompanhamento foi supervisionado pelo engenheiro da empresa responsável pela obra, a qual explicou todo o processo de pavimentação, desde o subleito até a limpeza final da praça.

4.1 Execução do Pavimento Intertravado

Durante o acompanhamento de execução da obra foi possível observar o desenvolvimento das etapas de execução do pavimento permeável com peças pré-moldadas de concreto.

Figura 06 – Etapas de execução.



Fonte: Autor

4.1.1 Preparação do subleito (base do pavimento)

Na preparação da base do pavimento ocorreu à limpeza do terreno (Vê Figura 06), pois toda camada de subleito deve estar limpa, foi verificado também alguns detalhes, tais como: a superfície do terreno não pode ter buracos nem calombos, cimento da água, e se era necessário serviços de drenagem e outros. Conforme (Marchioni e Silva, 2011), o subleito poderá ser constituído pelo solo natural do local ou solo de proveniente de empréstimo, apresentar ISC maior que 2% e expansão volumétrica menor ou igual a 2%. Informa ainda que quando existe tubulação de drenagem deve ser feita conforme o projeto.

Figura 07 – Raspagem e limpeza do terreno



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

4.1.2 Execução das camadas de sub-base e base

A sub-base foi espalhada em camadas de 100 mm de bica corrida e compactada com um rolo compactador. Para a base foi utilizado a areia grossa e pó de pedra, executada em uma camada e compactada. Segundo Associação Brasileira de Cimentos Portland (2010), a superfície da camada de base deve ficar a mais fechada possível, ou seja, com o mínimo de vazios, para que não se perca muita areia da camada de assentamento das peças de concreto.

4.1.3 Assentamento das peças pré-moldadas

Antes da camada de assentamento, foram posicionadas contenções externas (meios fios de pré-moldado) e internas para evitar o deslizamento dos blocos, conforme a Figura 07. A literatura informa que a contenção deve ser feita através de colocação prévia de meios-fios, escorados de forma a suportarem os esforços horizontais (WIEBBELLING, 2015).

Há dois tipos de confinamento: o externo, que rodeia o pavimento em seu perímetro (normalmente sarjetas e meios-fios), e o interno, que rodeia as estruturas que se encontram dentro dele (bocas-de-lobo, canaletas, jardins etc.). Eles devem ser construídos antes do lançamento da camada de areia de assentamento dos blocos de concreto, de maneira a colocar a areia e os blocos dentro de uma “caixa”, cujo fundo é a superfície compactada da base e as paredes são as estruturas de confinamento (ABCP, 2010).

Figura 08 – Assentamento de meio fio pré-moldado



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

O assentado das peças foi sobre um colchão de areia grossa e pó pedra (Vê Figura 08), com altura de 4,0 cm, nivelada manualmente, usando uma régua niveladora de alumínio (sarrafo) correndo sobre mestras. Durante o nivelamento dois auxiliares passaram lentamente a régua sobre as mestras, duas vezes, em movimentos de vaivém. Normalmente, a espessura final desejada é alcançada usando-se mestras com 5 cm de altura, o que proporciona a obtenção de um colchão solto com a mesma espessura (antes da colocação dos blocos).

Uma vez espalhada, a areia não deve ser deixada no local durante a noite ou por períodos prolongados aguardando a colocação dos blocos. Por isso, deve-se lançar apenas a quantidade suficiente para cumprir a jornada de trabalho prevista para o assentamento dos blocos. A espessura da camada de areia tem que ser a mesma em toda a área, para evitar que o pavimento fique ondulado depois de compactado. Por isso, é importante que a superfície da base esteja plana, sem buracos e sem calombos. A areia deve ser jogada seca, limpa e solta (sem compactar) entre as guias de aço ou de madeira e depois ser sarrafeada com a régua que corre sobre as guias (ABCP, 2010).

Figura 09 – Assentamento das peças sobre a base



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Em seguida, foi executado o assentamento das peças figura 10, que foram manuais com cuidado para não modificar a espessura e uniformidade da camada de assentamento. A primeira fiada foi assentada de acordo com o arranjo estabelecido, no caso, trama. O assentamento das peças seguiu a orientação de fios guias previamente fixados, no sentido da largura e no comprimento da área. Na área trabalhada havia mais de um assentador, trabalhando ao mesmo tempo. As juntas entre os blocos contemplam 3mm de espessura.

A marcação da primeira fiada é a mais importante e deve ser feita com cuidado. É dela que sai todo o alinhamento do restante do pavimento. Fios guias devem acompanhar a frente de serviço, indicando o alinhamento dos blocos, tanto na largura como no comprimento da área (ABCP, 2010).

Figura 10 – Assentamento manual de peças pré-moldadas de concreto



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Na colocação dos blocos, também foi realizado o acabamento dos pisos junto as bordas e meios fios, figura 11.

Figura 11 – Acabamento de piso intertravado



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

A colocação dos blocos é uma das atividades mais importantes de toda a construção do pavimento, pois é responsável, em grande parte, por sua qualidade final. Dela dependerão os níveis, o alinhamento do padrão de assentamento, a regularidade da superfície e a largura das juntas, fundamentais para o bom acabamento e a durabilidade do pavimento. Como é uma atividade manual, da qual participam muitas pessoas, é importante ter dela um controle rigoroso (ABCP, 2010).

4.1.4 Rejuntamento

Após assentar as peças, foi espalhado o material de rejuntamento seco, nesse caso pó de pedra figura 12, sobre a camada de revestimento, espalhada e varrida para os grãos penetrarem nas juntas (selagem). Espalhe a areia sem deixar formar montes. A areia para preenchimento das juntas deve ser espalhada sobre os blocos de concreto, formando uma camada de espessura delgada e uniforme, capaz de cobrir toda a área pavimentada; deve-se evitar a formação de montes (ABCP, 2010).

Figura 12 – Rejuntamento com pó de pedra



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

4.1.5 Compactação dos pisos

A compactação foi executada com placas vibratórias (Figura 12), com três passadas percorrendo toda a extensão da área, que proporcionou a acomodação das peças, sem danificá-las. Segundo ABCP (2010) a compactação deve ser feita em toda a área pavimentada, com placas vibratórias, deve-se dar pelo menos duas passadas, em diferentes direções, percorrendo toda a área em uma direção (longitudinal, por exemplo) antes de percorrer a outra (transversal), tendo o cuidado de sempre ocorrer o recobrimento do percurso anterior, para evitar a formação de degraus. Cada passada tem que ter um cobrimento de, pelo menos, 20 cm sobre a passada anterior. Deve-se parar a compactação a, pelo menos, 1,5 metro da frente de serviço.

Figura 13 – Compactação com placas vibratórias



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

4.1.6 Verificação Final

Logo após a compactação final, foi realizado uma inspeção visual, para verificar se realmente todas as juntas estavam completamente preenchidas com areia, se o pavimento estava nivelado, se algum bloco deveria ser substituído e se atende todos os acabamentos necessários. A Figura 13 mostra a pavimentação já finalizada.

Assim, se por a caso, somente a porção superior das juntas estiverem preenchida de areia, deve-se repetir a operação de espalhamento de areia e compactação. A superfície do pavimento intertravado deve resultar nivelada, não devendo apresentar desnível maior do que 0,5 cm, medido com uma régua de 3 m de comprimento apoiada sobre a superfície (ABCP, 2010).

Figura 14 – Pavimentação finalizada



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

5 Conclusão

O presente estudo desenvolveu uma análise de campo, acompanhando a execução de uma obra real, com o finto de analisar, avaliar e entender o processo de execução de uma obra com pisos intertravados de concretos em uma operação de recuperação estrutural. O Acompanhamento de todas as etapas de execução do pavimento permeável com peças pré-moldadas de concreto na obra, possibilitou um maior entendimento da complexidade e da importância de seguir os processos na construção civil.



O desenvolvimento da análise proposta possibilitou a constatação da eficiência dos pavimentos intertravados de concretos, suas vantagens e a sua diversidade e diversificação, sendo uma opção sustentável, de alta qualidade e durabilidade. Além disso, a execução da obra se mostrou relativamente simples, desde que acompanhadas por profissionais capacitados e com os equipamentos adequados.

Referências Bibliográficas

ANDRADE, N. C. **Propriedades de pisos intertravados produzidos com resíduos vegetais e industriais.** 2019, 98 f, Dissertação (Mestrado), Mestrado em Engenharia de Materiais). Universidade Federal de Lavras, 2019.

Associação Brasileira de Cimento Portand - ABCP. **Manual de Pavimento Intertravado: Passeio Público.** São Paulo, 2010. 36p. Disponível em: <<https://www.solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2012/08/ManualPavimentoIntertravado.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2023.

Associação Brasileira de Cimento Portand - ABCP. **Pavimento intertravado – folder**, 2005. Disponível em: https://abcp.org.br/wp-content/uploads/2017/09/pavimento_intertravado_folder2005.pdf. Acesso em: 24 jan. 2023.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR 9781:2013.** Peças de concreto para pavimentação - Especificação e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

BARBOSA, E. S. DA C.; BARBOSA, F. G. R.; BASSI, V. B. **Pavimentação com blocos intertravados de concreto: estudo de caso: comparativo de dimensionamento do pavimento na obra clpa 02 empreendimentos imobiliários LTDA.** Centro Universitário UNA, 15 dez 2021. Disponível em:<<https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/19269>>. Acesso em: 02 fev. 2023.

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G. da; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros.** Rio de Janeiro: Gráfica Minister, 2007.

CARVALHO, M. D. Associação Brasileira de Cimento Portland – **Estudo Técnico – Pavimentação com peças pré-moldadas de concreto.** São Paulo, junho de 1998.

CRUZ, L. M. **Pavimento intertravado de concreto: estudo dos elementos e métodos de dimensionamento.** 2003, 281 f. Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Ciências em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

FIORITI, C. F. **Pavimentos intertravados de concreto utilizando resíduos de pneus como material alternativo.** 2007, 202 f. Tese (Doutorado) – Doutorado em Engenharia Ambiental, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

GODINHO, D. P. **Pavimento Intertravado: uma reflexão sob a ótica da durabilidade e sustentabilidade.** 2009, 158 f. Dissertação (Mestrado) – Mestrado Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

HOOD, R. S. S. **Análise da viabilidade técnica da utilização de resíduos de construção e demolição como agregado miúdo reciclado na confecção de blocos de concreto para pavimentação.** 2006, 150 f. Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.



MARCHIONI, M. L. **Desenvolvimento de técnicas para caracterização de concreto seco utilizado na fabricação de peças de concreto para pavimentação intertravada.** 2012. 112 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Departamento de Engenharia da Construção Civil. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Universidade de São Paulo, 2012.

MARCHIONI, M.; SILVA, C. O. **Pavimento Intertravado Permeável** – Melhores práticas. São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), 2011. 24p.

MÜLLER, R. M. **Avaliação de transmissão de esforços em pavimentos intertravados de blocos de concreto.** 2005, 256 f. Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Ciências em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

NABESHIMA, C. K. Y.; ORSOLIN, K.; SANTOS, R. K. X. dos. **Análise comparativa entre sistemas de pavimentação urbana baseados em concreto asfáltico e blocos de concreto intertravados (Pavers).** 2001, 123 f. Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia de Produção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

PETTERMANN, R. **Avaliação do desempenho de blocos de concreto para pavimentação com Metacaulim e Sílica ativa.** 2006, 71f. Monografia (Graduação) - Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

WIEBBELLING, P. O. G. **Pavimento com blocos intertravados de concreto: estudo de caso na Univates.** 2015. 73f. Monografia (Graduação) - Departamento de Engenharia Civil. Centro Universitário UNIVATES, Universidade do Vale do Taquari – UNIVATES, 2015.

Editorial

Editor-chefe:

Vicente de Paulo Augusto de Oliveira Júnior
Centro Universitário Fanor Wyden
vicente.augusto@wyden.edu.br

Editora responsável:

Ozângela de Arruda Silva
Centro Universitário Fanor Wyden
ozangela.arruda@wyden.edu.br

Autor(es):

Thayanne de Carvalho Fernandes
Centro Universitário Fanor Wyden
fernandesthayanne5@gmail.com

Contribuição: *Investigação, escrita e desenvolvimento do texto.*

Abraão Henrique Salgado Rosal
Centro Universitário Fanor Wyden
abraaohenrique.10@gmail.com

Contribuição: *Investigação, orientação, escrita e desenvolvimento do texto.*

Stephany Emmnauely Bandeira dos Santos
Centro Universitário Fanor Wyden
stephany.bsantos@hotmail.com

Contribuição: *Investigação, orientação, escrita e desenvolvimento do texto.*

Anderson dos Santos Dias
Centro Universitário Fanor Wyden
asdias7@gmail.com

Contribuição: *Investigação, orientação, escrita e desenvolvimento do texto.*

Submetido em: 29.11.2025

Aprovado em: 06.12.2025

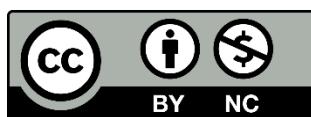
Publicado em: 26.12.2025

DOI: 10.5281/zenodo.18117022

Financiamento:**Como citar este trabalho:**

FERNANDES, Thayanne de Carvalho; ROSAL, Abraão Henrique Salgado; SANTOS, Stephany Emmnauely Bandeira dos; DIAS, Anderson dos Santos. ANÁLISE DA APLICAÇÃO DE BLOCOS INTERTRAVADOS DE CONCRETO: ESTUDO DE CAMPO. *Duna: Revista Multidisciplinar de Inovação e Práticas de Ensino*, [S. l.], p. 67-87, 2025. DOI: 10.5281/zenodo.18117022. Disponível em: <https://wyden.periodicoscientificos.com.br/index.php/jornadacientifica/article/view/1253>. Acesso em: 1 jan. 2026. (ABNT)

Fernandes, T. de C., Rosal, A. H. S., Santos, S. E. B. dos, & Dias, A. dos S. (2025). ANÁLISE DA APLICAÇÃO DE BLOCOS INTERTRAVADOS DE CONCRETO: ESTUDO DE CAMPO. *Duna: Revista Multidisciplinar De Inovação E Práticas De Ensino*, 67-87. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18117022> (APA)



© 2025 Duna – Revista Multidisciplinar de Inovação e Práticas de Ensino. Centro Universitário Fanor Wyden – UniFanor Wyden. Este trabalho está licenciado sob uma licença Creative Commons Atribuição - Não comercial - Compartilhar 4.0 Internacional CC-BY NC 4.0 Internacional).

