

ASSOCIAÇÃO VITORIENSE DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E CULTURA - AVEC
CENTRO UNIVERSITÁRIO FACOL - UNIFACOL
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL - BACHARELADO

GABRIELA VERÔNICA SILVA ZIERZ

**PAVIMENTO INTERTRAVADO:
ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO EM CENTROS URBANOS COM BAIXO TRÁFEGO**

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO – PE
2020

GABRIELA VERÔNICA SILVA ZIERZ

**PAVIMENTO INTERTRAVADO:
ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO EM CENTROS URBANOS COM BAIXO TRÁFEGO**

Trabalho de Conclusão de Curso
Apresentado ao Curso de Engenharia
Civil do Centro Universitário FACOL
- UNIFACOL, como requisito parcial
para a obtenção do título de Bacharel
em Engenharia Civil.

Orientador(a): Me.

Marcílio Monteiro Da Silva

Seção de Informação e Referência
Catalogação da Publicação na Fonte. UNIFACOL / Biblioteca XXXXX

XXXXX

²VERÔNICA, GABRIELA SILVA ZIERZ.

³PAVIMENTO INTERTRAVADO: ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO
EM CENTROS URBANOS COM BAIXO TRÁFEGO. / GABRIELA
VERÔNICA SILVA ZIERZ. VITÓRIA DE SANTO ANTÃO: UNIFACOL
– FACULDADE ESCRITOR OSMAN LINS, 2015.2

XXXXXX

BIBLIOGRAFIA

****MONOGRAFIA REALIZADA NO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
ORIENTADA PELO PROFESSOR. MESTRE :MARCÍLIO MONTEIRO DA
SILVA**

Dedico primeiramente à Deus, minha família, orientador e meu namorado por terem me dado todo o apoio necessário para que eu chegasse até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à Deus, que com toda a sua grandeza deu-me forças para superara as dificuldades.

Agradeço a minha mãe, Alexsandra Maria e minha avó, Ivanize Maria que batalharam muito para eu chegar até aqui e sempre acreditaram na minha capacidade.

Agradeço ao meu namorado, Jonathan Leonardo por sempre me apoiar e acreditar em mim.

Ao Mestre e orientador, Marcílio Monteiro pelos ensinamentos, por ter disponibilizado material e seu tempo ao meu favor.

A minha professora, Ma. Anna Tschá por todo o apoio.

Agradeço a todas as pessoas que me acompanharam nessa etapa decisiva em minha vida.

*“O insucesso é apenas uma oportunidade
Para recomeçar com mais inteligência.”*

(Henry Ford)

RESUMO

Esse trabalho tem como objetivo avaliar a tecnologia que é o pavimento intertravado, mostrando como seu uso é adequado para centros urbanos. Trata-se de um estudo bibliográfico, onde se deu por meio de pesquisas em artigos científico e material fornecido por fabricantes, onde foi levantado suas características, eficiências, resistências e principais vantagens dos *pavers* nos centros urbanos. O estudo do presente trabalho comparou-se o custo benefício, a viabilidade técnica e o custo de manutenção desse tipo de pavimento com o pavimento asfáltico e paralelepípedo. Foi concluído que esse tipo de pavimento pode ser bem mais vantajoso do que os demais utilizados em centros urbanos, onde o mesmo está relacionado principalmente com a sustentabilidade, economia, comportamento e aplicabilidade. O presente trabalho também mostra como o uso desse tipo de pavimento pode evitar os problemas mais comuns que temos nas estradas brasileiras, como é o caso de pouca durabilidade e drenagem insuficiente das águas.

Palavras-chave: Pavimento. Bloco de concreto. Centros urbanos. Tráfego.

ABSTRACT

This work aims to evaluate the technology that is the interlocking pavement, showing how its use is suitable for urban centers. It is a bibliographic study, where it was done through research in scientific articles and material provided by manufacturers, where its characteristics, efficiencies, resistance and main advantages of pavers in urban centers were raised. The study of the present work compared the cost benefit, the technical feasibility and the maintenance cost of this type of pavement with the asphalt and parallelepiped pavement. It was concluded that this type of pavement can be much more advantageous than the others used in urban centers, where it is mainly related to sustainability, economy, behavior and applicability. The present work also shows how the use of this type of pavement can avoid the most common problems that we have on Brazilian roads, as is the case of little durability and insufficient water drainage.

Keywords: Pavement. Concrete block. Urban centers. Traffic.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – Estrutura do pavimento.....	17
FIGURA 2 – Deformação devido a carga no pavimento rígido	18
FIGURA 3 – Deformação do pavimento flexível.....	19
FIGURA 4 – Pavimento pé-de-moleque.....	21
FIGURA 5 – Forças aplicadas no pavimento intertravado	22
FIGURA 6 – Transferência de esforços nos blocos	22
FIGURA 7 – Sistema de Intertravamento.....	23
FIGURA 8 – Camadas de um <i>paver</i>	24
FIGURA 9 – <i>Pavers</i> mais utilizados	25
FIGURA 10 – Categoria de <i>Pavers</i>	26
FIGURA 11 – <i>Pavers</i> Exposto a Luz Solar	30
FIGURA 12 – Manutenção e Reaproveitamento dos Blocos de Concreto.....	30
FIGURA 13 – Iluminação Artificial no Pavimento	31
FIGURA 14 – Utilização dos Blocos de Concreto	31
FIGURA 15 – Resultado do Atrito do Bloco Intertravado	34
FIGURA 16 – Pavimento Intertravado em Mário Campos Após 29 Anos	36
FIGURA 17 – Pavimento Intertravado em Brumadinho	38
FIGURA 18 – Execução do Pavimento Intertravado nas Ruas de Porto Alegre	39

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Resistência Característica a Compressão	27
TABELA 2 – Dimensões da Peça Segundo a NBR 9781:2013	28
TABELA 3 – Ensaio de Resistência à Compressão do <i>Paver</i>	28
TABELA 4 – Fator de Luminância Quanto a Cor do <i>Paver</i>	33
TABELA 5 – Valores da Resistência a Derrapagem do <i>Paver</i>	34
TABELA 6 – Tempo de Exposição do Cadeirante Continuamente.....	35
TABELA 7 – Comparativo de Pavimentos Usuais em Centros Urbanos	41

LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
BGS	Brita Graduada Simples
BGTAC	Brita Graduada Tratada com a Adição Cimento
CCP	Concreto de Cimento Portland
CCR	Concreto Compacto a Rolo
In Loco	No Local
Mpa	Megapascals
NBR	Norma Brasileira

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1	Pavimento	15
2.2	Camadas que Formam um Pavimento	15
2.3	Principais Tipos de Pavimentos	17
2.3.1	Pavimento Rígido	17
2.3.2	Pavimento Flexível	18
2.4	Pavimento lintertravado	19
2.4.1	História no Exterior	19
2.4.2	História no Brasil	20
2.4.3	Definição	21
2.4.4	Características dos <i>Pavers</i>	21
2.4.5	Tipos de <i>Pavers</i>	24
2.4.6	Formato dos <i>Pavers</i>	25
2.5	Fabricação	26
2.5.1	Resistências	27
2.5.2	Amostragem	27
2.6	Vantagens dos <i>Pavers</i>	28
2.7	Condições de Centros Urbanos	31
2.8	Características dos <i>Pavers</i> em Centros Urbanos	32
3	METODOLOGIA	40
4	RESULTADOS E DISCUSÕES	41
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
	REFERÊNCIAS	44

1 INTRODUÇÃO

É notório que a engenharia civil com o passar dos anos vem tentando buscar novas tecnologias para seus projetos que tragam uma eficácia tanto na qualidade como na economia e que estejam relacionadas com a sustentabilidade. Dessa maneira, podemos afirmar que uma novidade, principalmente no Brasil, é a inclusão dos *pavers* ou também conhecido como pavimento intertravado que com o aumento da população vem apresentando maior demanda., trata-se de uma superestrutura formada por algumas camadas de várias espessuras, construída em cima do local natural, com suas diversas vantagens como por exemplo a sustentabilidade, sua auto drenagem e manutenção.

O pavimento intertravado é utilizado em países como Estados Unidos, Austrália, Nova Zelândia e Japão desde 1970, onde a partir dos anos 2000 foi desenvolvida e ampliada no Brasil. Esse tipo de pavimento se caracteriza por seu intertravamento o qual distribui as tensões e o carregamento nas peças em conjunto.

São fabricados diversos tipos de blocos intertravados dependendo da sua destinação e necessidades, geralmente os mais utilizados são os de formatos retangulares e os em formatos geométricos. Sendo utilizados em diversas localidades como aeroportos, portos, parques, calçadas, estradas, vias urbanas, terminais de transporte, áreas industriais. Suas características são inúmeras e com várias vantagens desde a parte estrutural até a estética juntamente a sustentabilidade.

Para trechos com urgência de tráfego, o pavimento intertravado é uma ótima opção, pois sua aplicação é rápida e fácil, evitando a interdição prolongada do tráfego. É uma vantagem muito relevante se comparado aos pavimentos mais convencionais. Sua manutenção é outro ponto muito forte, já que as peças são removíveis facilmente sem uso de equipamentos de ponta e até reaproveitadas já que seu material tem uma excelente durabilidade, podendo chegar a mais de 29 anos em uso do tráfego, preservando o meio ambiente já que não há desperdícios, gerando entulhos, sua estocagem também pode ser a longo prazo, já que não há qualquer tipo de perda em resistência mesmo expostos a vários tipos de fenômenos. Entre suas vantagens, há um destaque maior para sua drenagem, onde através das juntas há o escoamento da água para o lençol freático, evitando assim, inundações e aumento de sua resistência mecânica.

Este trabalho apresenta o estudo da utilização do pavimento intertravado em centros urbanos de baixo tráfego. Com o objetivo de analisar o desempenho dos pavimentos intertravados em centros urbanos de baixo tráfego. Onde nesse estudo teremos a problematização de se os *pavers* supre mesmo essas necessidades e exerce uma boa atuação em centros de baixo tráfego, já que com o crescimento nas cidades do Brasil também há um crescimento do trânsito nos centros de baixo tráfego das cidades, que a cada dia suportam mais cargas. Os fatores ambientais colaboram muito para o desgaste da tipologia do pavimento utilizado nesses centros, principalmente em cidades com grandes intempéries.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Pavimento

De acordo com o DNIT (2006) fala que pavimento é uma superestrutura formada por algumas camadas de várias espessuras, construída em cima do local natural, conhecido subleito. Normalmente os elementos que formam as camadas tem diferentes características de deformabilidade e de resistência, mostrando comportamentos diferentes quanto as tensões e deformantes, que surgem através da carga passada pelo tráfego.

Francisco José d'Almeida Diogo define como um revestimento sobre uma zona formada por tipos de camadas diferentes, que está em cima de uma superfície oculta, nomeado de subleito, que distribuem cargas, provando ser uma superfície adequadamente resistente à abrasão, ou seja, resiste a degradação, com estrutura e inclinação que oferecem segurança e comodidade ao fluxo de máquinas e seres vivos, (DIOGO, 2008).

2.2 Camadas que Formam um Pavimento

Em sentido estrutural, a estrutura de um pavimento serve para receber esforços e os distribuir de maneira que as camadas seguintes não sofram tanta pressão. Segundo Balbo (2007), as camadas tem suas funções que diferem uma da outra, que em qualquer condição climática, deve-se conceder aos veículos, as condições necessárias de rolamento.

Já a NBR 7207/82 diz que é uma estrutura executada logo depois a terraplanagem e devem estar em conjunto a: Resistir a esforços horizontais, melhorar as condições de segurança e comodidade, ter resistência e transmitir forças verticais produzidos por veículos até o subleito.

O pavimento ainda seguindo a NBR 7207/82 é formado por quatro tipos de camadas, sendo essa: subleito, sub-base, base e revestimento, onde, definem-se como:

- **Subleito** é o terreno da fundação onde se apoiará todo o pavimento, dependendo do caso, as vezes precisa-se de reforço.

- **Sub-base** Camada que completa a base, aconselha-se a usar quando não for possível executar a base sobre o leito ou reforço por fatores econômicos. Segundo Silva (2008) podem ser utilizados como sub-base são o Solo-Cimento, Solo-Cal, Cascalho.

- **Base** Segundo Silva (2008), é camada que resiste e distribui ao subleito, são esses esforços decorrentes do fluxo e, através da mesma, se constituirá o revestimento, também é a camada que faz a drenagem da água infiltrada nos pavimentos através de dreno, os pavimentos do tipo rígidos não necessitam dessa camada dependendo do caso.

É na camada da base onde ocorre o cisalhamento máximo, logo o material que forma a camada deverá ser de ótima qualidade e ter uma boa execução. Os materiais empregados na camada da base são a Brita Graduada Simples (BGS), Concreto Compacto a Rolo (CCR), Brita Graduada Tratada com a Adição Cimento (BGTAC), Mecadames Seco e Hidráulico, Solo-Brita, Solo-Cal, Solo-Cimento (SILVA, 2008).

- **Revestimento** Segundo Bernnucci (2006), é a Camada que é impermeável até certo nível e resistentes aos esforços pneu-pavimento em movimento, esses variam conforme velocidade dos veículos e a carga atuante, responsável por receber diretamente as ações dos rolamentos dos veículos, designada economicamente e ao mesmo tempo a aperfeiçoar as circunstâncias que envolvem a segurança e conforto aos usuários; resistir as forças horizontais atuantes, fazendo com que a superfície de rolamento torne-se mais duradoura, resistir a abrasão, nomeado de camada ou capa de desgaste.

FIGURA 1 – Estrutura do pavimento

Fonte: Flatout (2007).

2.3 Principais Tipos de Pavimentos

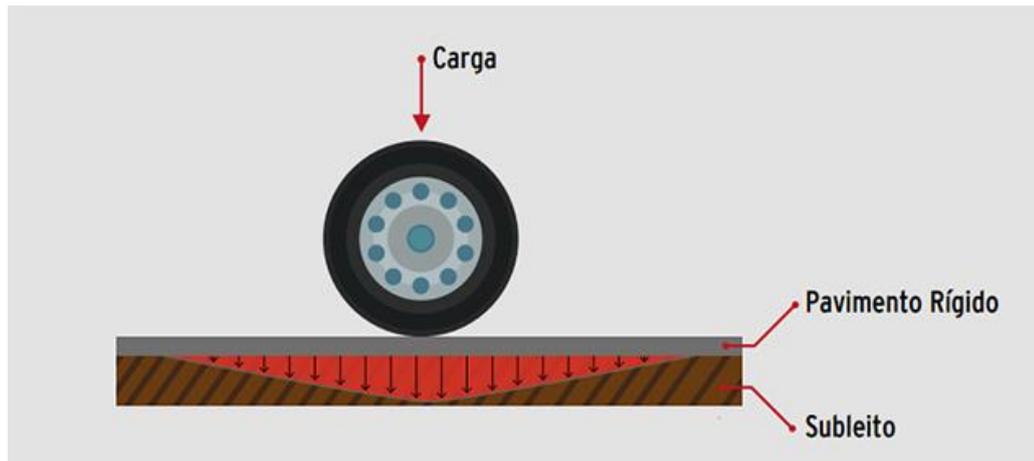
Os pavimentos de acordo com Bernucci *et al.* ; (2006), são definidos quanto ao seu comportamento e a tipologia do material que o constitui. Dividem-se em rígidos, flexíveis ou composto, onde variam-se materiais que formam a estrutura do pavimento e sua rigidez. Ainda segundo Bernucci *et al.* ; (2006) são esses divididos em dois tipos: flexíveis e rígidos. Nos pavimentos mencionados anteriormente, a divisão de cargas é distinta um do outro para o subleito. É importante saber que o DNIT (2006) ressalta que existem os pavimentos semirrígidos e semi-flexíveis, também constituídos pelas camadas convencionais de um pavimento.

2.3.1 Pavimento Rígido

Pavimentos rígidos são de elevada rigidez, o qual absorvem e distribuem praticamente toda a carga gerada pelo fluxo, o pavimento rígido, por causa do grande Módulo de Elasticidade do concreto de cimento Portland (CCP), distribui o

carregamento em maior área, uma parte grande da propriedade do pavimento rígido é proporcionada pela própria placa. O esquema da Figura 2 representa a distribuição de cargas em um pavimento rígido, onde refere-se a uma carga distribuída ao longo de toda a placa e não concentrada em apenas um ponto (ARAÚJO, 2016).

FIGURA 2 – Deformação devido a carga no pavimento rígido

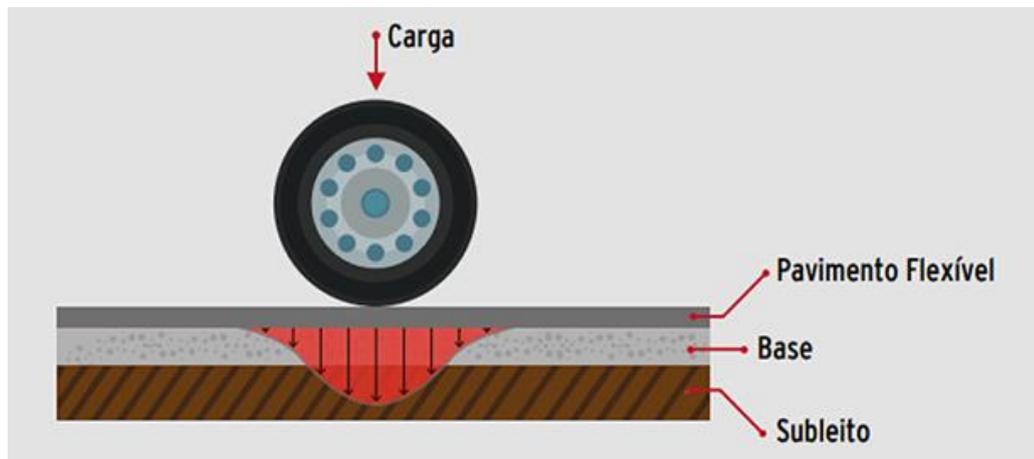


Fonte: CNT (2017).

O pavimento rígido tem o seu revestimento como o principal componente o cimento Portland, assim, o tornando pouco deformável, causando menos esforços verticais nas demais camadas que o formam e principalmente no subleito (HOLANDA, 2010).

2.3.2 Pavimento Flexível

Pavimentos flexíveis são os que tem cargas com distribuição mais concentrada do subleito, forma mais camadas em sua estrutura, e suas deformidades são elásticas (FIGURA 3), onde as cargas geradas pelo tráfego distribuem-se de maneira igual ao longo do pavimento, assim, as tensões são maiores nas suas camadas da superfície do pavimento (ARAÚJO et al, 2016). Ainda segundo o DNIT (2006) a carga segue se distribuindo em parcelas parecidas nas camadas que o compõe. Sua vida útil é menor que a do pavimento rígido mesmo com frequentes manutenções.

FIGURA 3 – Deformação do pavimento flexível

Fonte: CNT (2017).

2.4 Pavimento Intertravado

2.4.1 História no Exterior

As peças de concreto surgiram na Antiguidade com a necessidade das construções de caminhos para inúmeras utilizações tanto na questão de ligar povoados distantes, como caminhos estratégicos, locomoção do exército de acordo com (FIORITI, 2007), na Alemanha e Holanda logo depois da segunda guerra mundial, ao reconstruir a Europa, substituindo os blocos de tijolos de argila e blocos de tijolo de madeira, principalmente o tijolo de madeira quando surgiu o automóvel, que quando esses eram molhados, tornavam-se escorregadios (FIORITI, 2007).

Ao fim do século XIX iniciou-se a fabricação desses blocos intertravados, antes feito com pedras talhadas causando grande desconforto para as pessoas Marchioni (2012). Logo depois a Segunda Guerra Mundial houve a uma grande fabricação na Alemanha, lugar onde até hoje se utiliza esse tipo de bloco (ABCP, 2010).

Em 1950 surgiu uma certa preocupação com o formato das peças de concreto onde antes a preocupação era obter um formato que semelhasse o tijolo, já se preocupavam com o formato para obter um travamento entre as peças, assim reforçando seu conceito. Ao fim dos anos 60 surgem novas peças de concreto, essas passam a ser fabricadas de acordo com o tráfego no Japão, EUA, Nova Zelândia nos

anos 70 houve um crescimento no uso dessas peças. As peças de concreto em 1970 passaram a ser produzida em massa (MULLER, 2005). Segundo ABCP(2010) nos países europeus é muito utilizado esse tipo de pavimento, um exemplo é a Alemanha que nos últimos anos vem instalando cerca de 80 milhões de metros quadrados em diversas áreas.

2.4.2 História no Brasil

No Brasil o paralelepípedo foi um dos primeiros tipos de pavimento, anteriormente o pavimento pé-de-moleque como é mostrado na Figura 4, transportado para o Brasil pelos portugueses, o paralelepípedo não requer equipamentos de ponta e nem trabalhadores treinados, trata-se de uma peça de pedra com formato irregular com uma das faces elaborada para rolamento, ficou muito famoso no Brasil por trazer inúmeras vantagens em seu uso, a ABCP (2010) ressalta que esse tipo de pavimento oferece várias vantagens como drenagem, sendo um grande ponto positivo para lugares com muitas chuvas e históricos de alagamento, seu custo benefício é outro forte, pois é um pavimento de execução de baixo custo, podendo ser reutilizado e de extrema rapidez na aplicabilidade, esse classe de pavimento tem uma duração de 40 anos quando bem executado, alguns casos são fabricados para direcionar o deficiente visual. Ainda é considerado como ecológico, pois seu percentual de absorvidade é bem maior que os normais (ABCP, 2010). Ainda segundo a ABCP (2010) nos últimos tempos o Brasil teve um aumento significativo no uso dos blocos, seja pela manutenção, estética ou até sua durabilidade.

Pavimento intertravado é a evolução do paralelepípedo, com uma melhor forma e com um controle de fabricação melhorado. Assim com travamentos de peças maiores. Esse é aplicado po cima de uma camada formada por areia grossa logo após é compactado para garantir o intertravamento. Também não há um tempo de cura após a sua colocação, sendo muito usado em diversos lugares como: estacionamento, baixo tráfego, parques. Geralmente percebe-se a utilização desse tipo de pavimento no Brasil para o fluxo humano, já que não há muitos estudos. Existem blocos de tamanhos variados, sendo o de 6 cm para tráfego baixo, o de 8 cm para tráfego intenso e para tráfego pesado utiliza-se 10cm.

FIGURA 4 – Pavimento pé-de-moleque



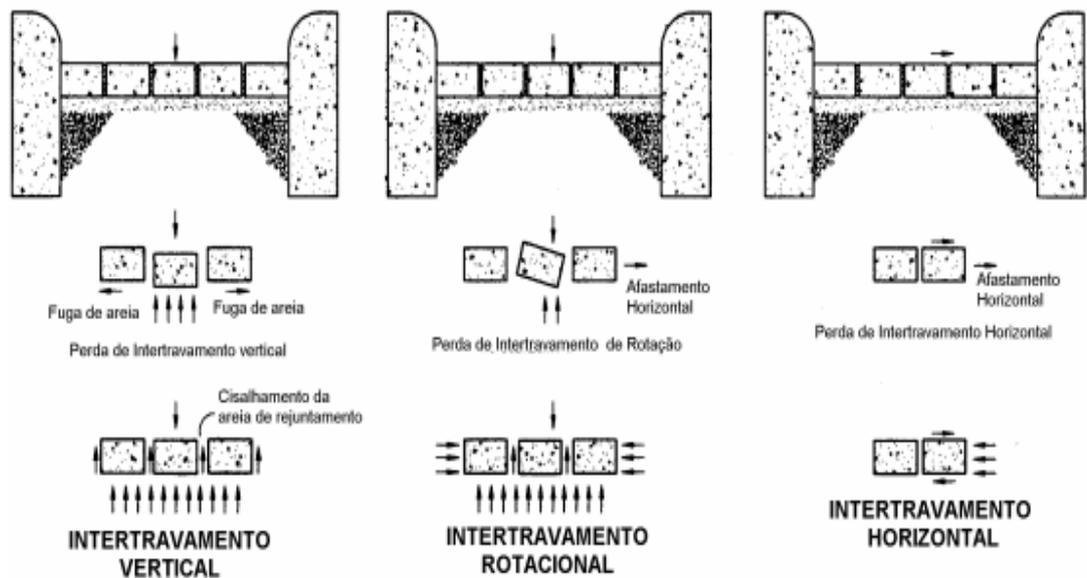
Fonte: Corbis (2011).

2.4.3 Definição

O Pavimento intertravado, é um conjunto de blocos pré-moldados de alta resistência e com um rigoroso sistema de fabricação. Segundo Hallack (2001), o pavimento intertravado é formado por uma estrutura com camadas apresentado na Figura 7, sendo elas além da base, sub-base, subleito, também a contenção lateral, areia de assentamento, peças pré-moldadas de concreto e areia apropriada para a selagem. Sendo a parte intertrava responsável por oferecer a capacidade de resistência aos movimentos.

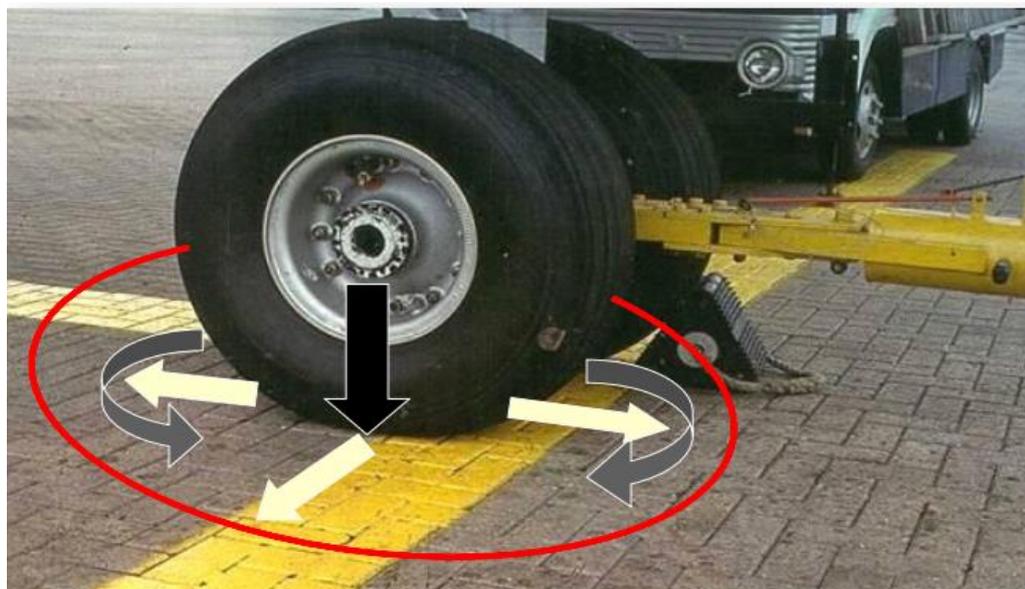
2.4.4 Características dos *Pavers*

O pavimento intertravado é do tipo flexível com mais benefícios que o rígido, formado pela intertravação que funciona da seguinte maneira: evita que haja rotação da peça se houver uma carga aplicada na extremidade, o afundamento da peça com uma carga centralizada na vertical e o deslocamento da peça caso haja uma força horizontal aplicada (ABCP, 2010).

FIGURA 5 – Forças aplicadas no pavimento intertravado

Fonte: Modificado de ICPI (2002).

Essas peças também transferem todos os esforços para as peças vizinhas, tornando-a flexível e homogênea (FIGURA 6).

FIGURA 6 – Transferência de esforços nos blocos

Fonte: ABCP (2010).

O pavimento intertravado é formado por um pavimento tipo flexível, acrescentando os seguintes elementos:

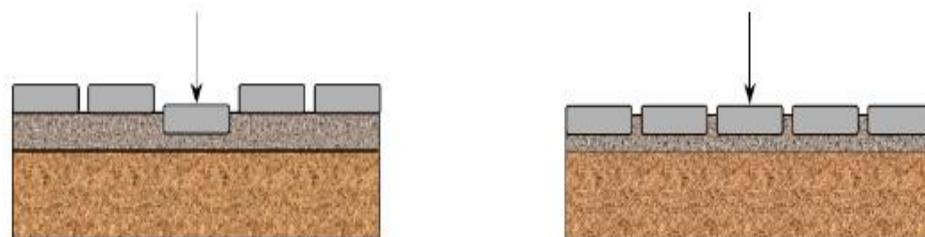
- **Areia de Assentamento** É uma superfície de serventia de apoio aos blocos de concreto, essa superfície tem que estar plana, logo depois de compactar a espessura deve estar de no mínimo 3 cm e no máximo 4 cm, uma espessura superior a 4 cm causará deficiência, essa camada também evita o aumento de fissuras na camada de base, formando uma barreira.

- **Peças de Concreto** Também conhecida como peças pré-moldadas, é na verdade a superfície de rolamento, sendo a mesma encarregada por resistir ao desgaste relativo ao tempo e fluxo, ou seja, a estrutura do pavimento e a abrasão. Nela tem que haver um certo controle de qualidade, como o tamanho das peças, compactar bem e selar bem as juntas.

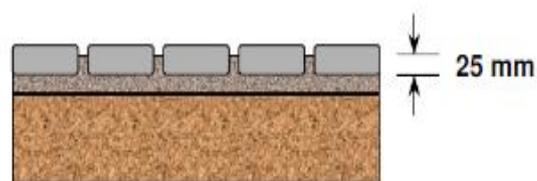
- **Areia de Rejuntamento** ou areia de selagem, é a camada que sela as juntas, o agregado é médio nessa areia e varia de 3 mm a 10 mm, a inclusão da areia nas juntas estimula na minimização de desvios, ou seja, da deflexão e gera um aumento de capacidade no apoio de revestimento desse pavimento.

- **Contenção Lateral** Ela age no travamento das peças pré-moldadas, evitando a rotação, afundamento e o afastamento das peças da estrutura. É apoiado na base e é rígido como será visto na (FIGURA 7).

FIGURA 7 – Sistema de Intertravamento



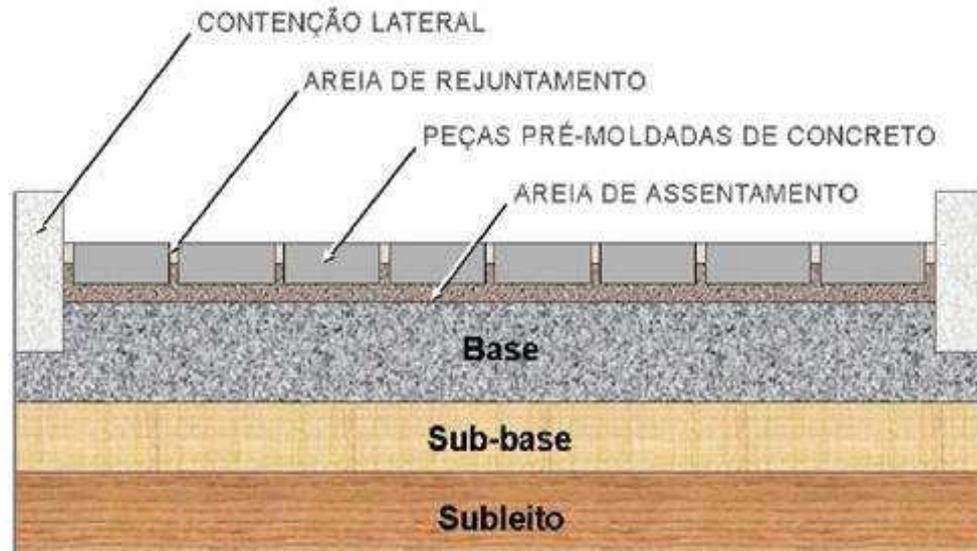
a) Sem travamento vertical b) Com travamento vertical



c) Ascensão da areia pelas juntas

Fonte: Hallack (2001).

FIGURA 8 – Camadas de um *paver*.



Fonte: Modificada de (T&A).

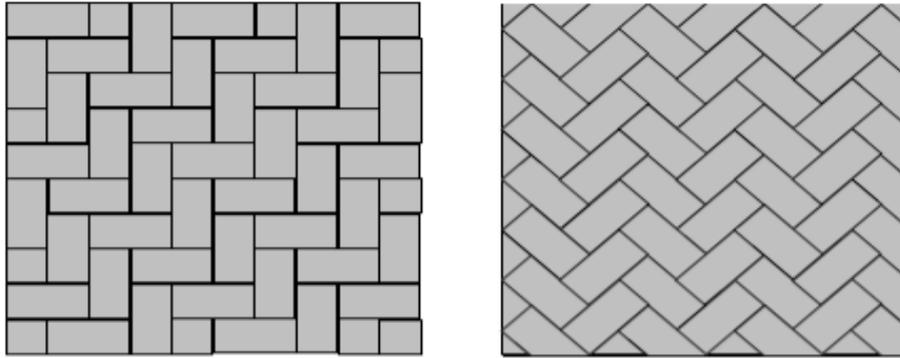
2.4.5 Tipos de *Pavers*

Hallack (2001) fala que o tipo e quão espesso irão influenciar diretamente na estética e em sua distribuição dos esforços na camada de rolamento, enquanto sua resistência a compressão tem pouca influência. Pesquisadores não tem um consenso se afeta diretamente na sua durabilidade.

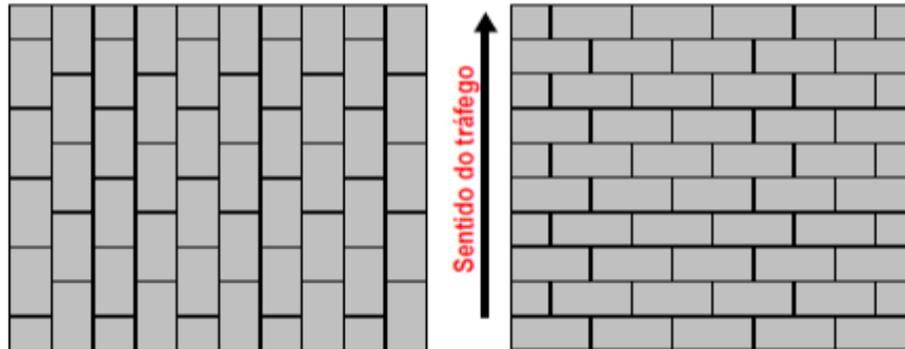
Em alto tráfego é aconselhável a utilização do espinha-de-peixe é um tipo de *paver* considerado mais seguro, por ter uma grande resposta ao escorregamento horizontal, havendo um grande nível de atrito entre as juntas nas arestas que ajudam nessas condições de travamento horizontal, também há pouca deformabilidade das peças. Já o pavimento tipo enfileirado, quando, assentados em direção ao tráfego principalmente, há deformidades.

FIGURA 9 – Pavers mais utilizados

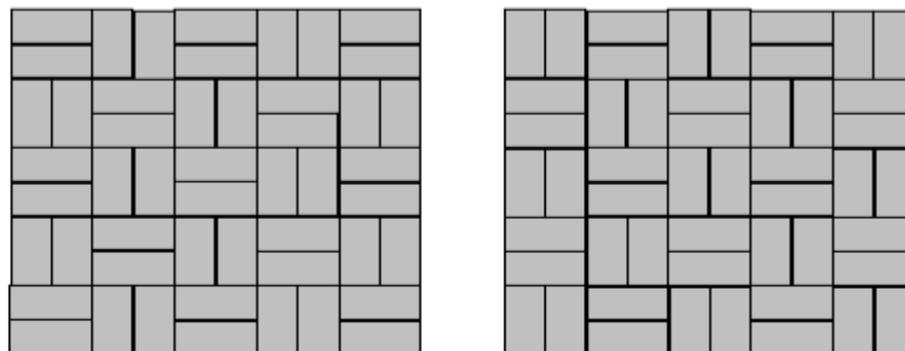
Espinha-de-peixe



Fileiras (“ou de corredor”)



Trama



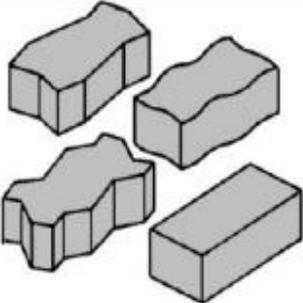
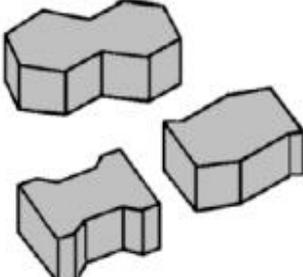
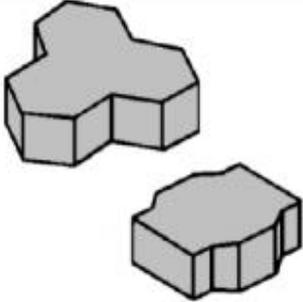
Fonte: Muller (2005).

2.4.6 Formato dos *Pavers*

As normas brasileiras como as internacionais apresentam alguns requisitos para o sistema de qualidade. Segundo Fioriti (2007) há algumas regras básicas nas características dos *pavers* como: tipo de cimento mesmo as empresas adotando o de

alta resistência, água, aditivos, agregados; dimensões com altura de no mínimo 2 mm e no máximo 5mm e largura de 2mm no mínimo e máximo 3mm; resistência que será adequada através da norma do país que desejasse construir; durável, ou seja, a capacidade em resistir abrasão; estética.

FIGURA 10 – Categoria de *Pavers*

	<p>A. Peças de concreto segmentadas ou retangulares, com relação comprimento / largura igual a dois (usualmente 200 mm de comprimento por 100 mm de largura), que entrelaçam entre si nos quatro lados, capazes de serem assentadas em fileiras ou em “espinha-de-peixe” e podem ser carregados facilmente com apenas uma mão.</p>
	<p>B. Peças de concreto com tamanhos e proporções similares aos da categoria A, mas que entrelaçam entre si somente em dois lados, e que só podem ser assentadas em fileiras. Podem ser carregados com apenas uma mão e genericamente têm o formato em “I”.</p>
	<p>C. Peças de concreto com tamanhos maiores do que as anteriores, que pelo seu peso e tamanho não podem ser carregados com apenas uma mão, com formatos geométricos característicos (trapézios, hexágonos, triedros etc.), assentadas seguindo-se sempre um mesmo padrão, que nem sempre conforma fileiras facilmente identificáveis.</p>

Fonte: Muller (2005).

2.5 Fabricação

A fabricação desse tipo de bloco é necessária o uso específico de materiais como cimento Portland, que é de alta resistência, agregados miúdos, grãos e água. Segundo Pettermann (2006) a utilização de agregados grãos são as mais indicadas por proporcionarem uma resistência mais elevada da peça e maior aderência com a pasta de cimento.

Já segundo Cruz (2003) o tipo de equipamento para a fabricação é a vibro-prensa, havendo alguns tipos variados. De modo geral, trata-se de uma máquina com vários trilhos que permitem sua movimentação. Esse mesmo piso é utilizado na desforma da peça. Esse equipamento requer um espaço horizontal considerável e mão-de-obra para o carregamento e estocagem dos blocos. A vibro-prensa com desforma de várias camadas é a mais moderna e utilizada, pois os blocos já saem prontos e embalados em paletes.

2.5.1 Resistências

Segundo a NBR 9781:2013, a resistência característica à compressão deve ser determinada conforme os requisitos descritos na norma, atendendo as especificações da TABELA 1, as resistências à compressão devem obedecer à distribuição normal, sendo o valor característico estimado pela equação:

$$F_{pk} = f_p - t \times s$$

TABELA 1 – Resistência Característica a Compressão

Solicitação	Resistência a compressão(Mpa)
Tráfego de pedestres, veículos leves e veículos comerciais de linha.	≥ 35
Tráfego de veículos especiais e solicitações capazes de produzir efeitos de abrasão acentuados.	≥ 50

Fonte: NBR 9781(2013).

2.5.2 Amostragem

Ainda segundo a NBR 9781:2013 para o ensaio de resistência exige-se o mínimo de 6 peças para um lote de no máximo 300 m² e para cada 50 m² utilizasse

1 peça a mais. Cada lote deve haver no máximo 32 peças. Na norma ainda restringe as dimensões da peça, na TABELA 2 veremos as especificações.

TABELA 2 – Dimensões da Peça Segundo a NBR 9781:2013

Comprimento	Máximo de 400 mm, com variação máxima permitida de 3mm.
Largura	Mínima de 100 mm, com variação máxima permitida de 3mm.
Espessura	Mínima de 60 mm, com variação máxima permitida de 5mm.
Índice de Forma	Menor ou igual a 4.

Fonte: Modificada de (NBR 9781:2013).

Na TABELA 3 será apresentado o ensaio feito na PPP Pré-Moldados localizada em Vitória de Santo Antão, onde teremos a amostragem da resistência a compressão dessas peças.

TABELA 3 – Ensaio de Resistência à Compressão do *Paver*.

Amostra N°	Massa (kg)	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Altura (mm)	Índice de Forma	Área de Carregamento (mm ²)	Ruptura Carga (N)	Resistência à Compressão (Mpa)
1	2,465	200	100	60	3,3	5.674,0	194.858	34,34
2	2,547	200	100	60	3,3	5.674,0	199.467	35,15
3	2,586	200	100	60	3,3	5.674,0	203.978	35,94
4	2,544	200	100	60	3,3	5.674,0	199.663	35,19
5	2,539	200	100	60	3,3	5.674,0	209.666	36,95
6	2,592	200	100	60	3,3	5.674,0	213.196	37,57
Média								35,86

Fonte: Modificada de (PPP Pré-Moldados).

2.6 Vantagens dos *Pavers*

Segundo a T&A (2010) essas peças possuem diversas vantagens desde a fabricação a manutenção, principalmente a manutenção quando comparada a outros tipos como o pavimento rígido. Abaixo veremos algumas vantagens desse tipo de pavimento.

- **Na Fabricação** Tem uma alta qualidade em relação ao seu custo que é baixo, além do processo de fabricação ser quase todo automático, quando comparado ao pavimento asfáltico consome bem menos energia. Seus compositores também tem um custo ecológico menor quando o assunto é o processo de materiais abundantes na natureza, como é o caso do cimento Portland, quando tratado com cuidado agride bem menos a natureza do que o asfáltico que tem em sua composição o petróleo.

- **Na Estocagem e Construção** É bem simples, pois não requer qualificação na mão de obra, nem equipamentos de ponta, isso, graças a sua grande facilidade na aplicação. As peças são enviadas em paletes já prontas para a serem aplicadas, sem precisar da concretagem *in loco* como o pavimento rígido e sem precisar que ocorra processos químicos ou térmicos feito o pavimento asfáltico. Essas peças quando estocadas por um período considerável podem sofrer com a ação de intempéries sem que haja perda de resistência.

- **Comportamento** Desde que as peças tenham uma fabricação com um controle de qualidade para que haja uma boa resistência, uma aplicação correta e uma base adequada sua vida útil é de 25 anos em média. Além disso as vantagens de seu comportamento são bem amplas; tem uma elevada resistência não só a compressão, mas a agentes agressivos e a abrasão; por ser permeável é um pavimento drenante; após sua colocação e limpeza pode ser liberado para o trânsito; com o passar do tempo, devido a carga há um preenchimento de poros, assim, apresentando menos vibração e ruídos como os demais pavimentos; com o tempo ganham resistência mecânica com os intempéries ao invés de se degradarem, isso ocorre por serem peças de concreto; não sofrem com a ação do óleo nem combustível, quando derramados sobre a superfície; Oferece uma pista mais segura, não há acumulo de água, tem uma ótima aderência, tornando-a uma superfície antiderrapante; Quando comparado ao pavimento flexível sua deformação vertical é bem menor; Comparados com outros pavimentos há uma menor elevação de temperatura, isso se dá pois o *paver* absorve pouca luz solar. O pavimento intertravado tem melhor conforto térmico quando comparado com o asfáltico.

FIGURA 11 – Pavers Exposto a Luz Solar

Fonte: ABCP (2004).

•**Manutenção** Com um baixo custo, cerca de 95% dos blocos são reaproveitados na manutenção, geralmente os reparos feitos não deixam marcas visíveis no pavimento, a retirada desses blocos é muito simples, quando há afundamento e comprometo sua capacidade estrutural a reparação é fácil, sua manutenção periódica necessita apenas de reposição do material de junta.

De acordo com a resolução do CONAMA n°307 (2002), os resíduos gerados por esse tipo de pavimento encontram-se na Classe A, aonde fala que são resíduos que podem ser reaproveitados ou reciclados para pequenos aterros licenciados como agregados também, caso haja a quebra desses blocos.

FIGURA 12 – Manutenção e Reaproveitamento dos Blocos de Concreto



Fonte: ABCP (2010).

- Estética** São peças com variedades de cores, formas e texturas, em projetos se adaptam a qualquer necessidade, essas variedades ajudam na sinalização horizontal, além de sua alta capacidade estrutural tem um grande valor paisagístico.

- Custo** Traz uma redução no consumo de energia, principalmente a noite, pois possui uma reflexão maior de luz artificial.

FIGURA 13 – Iluminação Artificial no Pavimento



Pavimento asfáltico



Pavimento intertravado

Fonte: T&A (2010).

- No Campo de Aplicação** Por serem peças que possuem inúmeras variáveis, em cor, tamanho, textura e resistência, pode-se utilizar em vários ambientes, como: aeroportos, portos, jardins, parques, calçadas, estradas, vias urbanas, faixas de sinalizações, condomínios, terminais de transporte, áreas industriais.

FIGURA 14 – Utilização dos Blocos de Concreto



Fonte: ABCP (2010).

2.7 Condições de Centros Urbanos

Nos centros urbanos, sejam eles grandes ou pequenos, o asfalto é encontrado muito fácil, segundo Araújo (2016), no mundo o pavimento mais utilizado é o asfáltico, no Brasil cerca de 95% dos pavimentos tem material asfáltico. A TECPAR (2014), empresa especializada em pavimentos, diz que os que muitos pensam ser uma alternativa para o desenvolvimento do município, esse tipo de pavimento apresenta mais desvantagens do que qualquer um outro, isso fica claro através dos problemas que surgem com esse tipo de pavimento.

A mesma ainda cita suas desvantagens, como: Sendo um derivado do petróleo, o asfalto afeta a nossa saúde e prejudica o meio ambiente; o pavimento é impermeável, onde favorece as enchentes por não drenar a água, o mesmo em períodos de poucas chuvas pode gerar a famosa aquaplanagem; o custo desse tipo de pavimento é muito elevado, depois de instalados necessitam de manutenções em períodos curtos; gera mais calor nas localidades por absorver mais calor.

Os centros urbanos com o passar dos anos tem um aumento de sua população, automóveis e residências construídas perto de rios, assim, trazendo inúmeros problemas, como a impermeabilização e o aumento de temperatura. A taxa de permeabilidade diminuiu muito com o crescimento, essas águas em grandes proporções são direcionadas para coletores públicos, onde os quais não suportam a quantidade de água trazendo inundações. Com o desenvolvimento e crescimento da população, tem-se a necessidade de incorporar isso com o tipo de pavimento utilizado nas cidades.

2.8 Características dos *Pavers* em Centros Urbanos

O pavimento intertravado é formado por peças de concreto que tem um revestimento de alta resistência e de alta durabilidade, geralmente mantém sua baixa umidade e garante uma estrutura estável, como visto antes. Essas peças ainda garantem um bom desempenho quando tratamos de centros urbanos, onde tem-se altas temperaturas e um grande acúmulo de água nas ruas, ele ajuda na drenagem, tornando-o um ponto muito forte para uso.

Segundo Leenders (1988) a infiltração de água pelas juntas dos *pavers* anualmente chega a 45% e que infiltração no pavimento intertravado, comparado com o tráfego de pedestres, no de automóveis tem menor infiltração, isso se dá pelo fato da sucção da passagem do pneu pelas juntas. Cook (2000) deu uma solução para o porto de Santos, Brasil, para um depósito de contêiner, foram utilizados blocos de concreto no depósito, a permeabilidade do colchão de areia foi considerada com a capacidade da drenagem de uma chuva de 36mm/h.

Stark (1983) através de medições, mostrou que no pavimento intertravado em relação ao asfáltico em centros urbanos permite uma taxa de 30% a mais de reflexão de luz, havendo economia de energia, assim trazendo baixo consumo como já foi visto, além disso, maior visibilidade e segurança no tráfego urbano.

Ainda segundo a ABCP (2004) o fator de luminância do asfalto é de 0,07, enquanto o do pavimento intertravado varia de acordo a cor utilizada, podendo chegar até três vezes a mais que o pavimento asfáltico utilizado nos centros, na TABELA 4, veremos o fator de luminância de acordo com a cor .

TABELA 4 – Fator de Luminância Quanto a Cor do *Paver*

COR BLOCO	LUZ DO DIA	ARTIFICIAL
Cinza escuro	0,15	0,14
Cinza claro	0,18	0,16
Marrom escuro	0,18	0,16
Marrom claro	0,29	0,27
Vermelho claro	0,18	0,16
Amarelo	0,29	0,27
Natural	0,23	0,23
Terracota	0,24	0,22

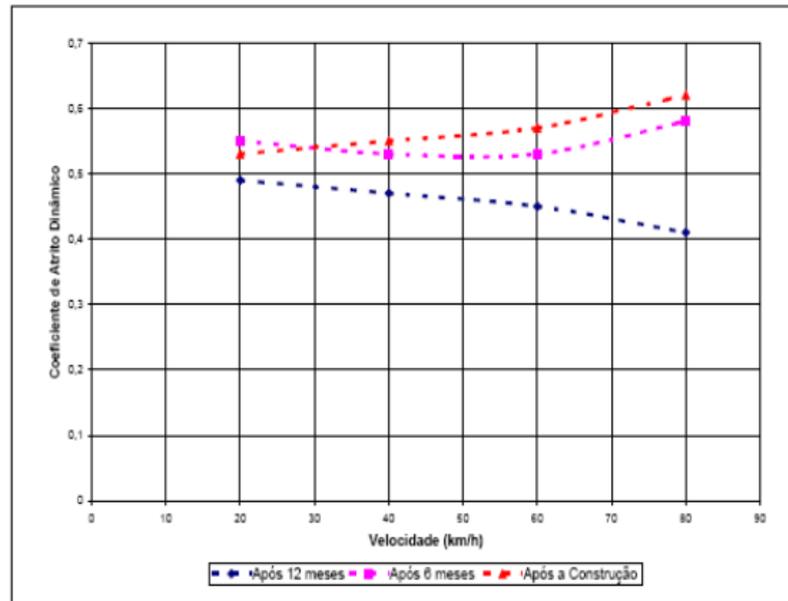
Fonte: ABCP (2004).

O ITO (2000) realizou testes para medir o coeficiente de atrito do pavimento intertravado em um centro urbano, o teste se deu da seguinte forma: após a construção obtiveram o primeiro teste, 6 meses depois obtiveram outra amostra e por ultimo quando a pista já tinha sido liberada para o tráfego há um ano. O Coeficiente de atrito foi obtido para uma velocidade de 20km a 80km, de trânsito baixo a alto. A (FIGURA 15) mostra os resultados obtidos para o atrito. Segundo o teste feito pelo ITO (2000), após 1 ano de utilização do pavimento pelo tráfego, o valor continua permanente, em 0,4, que é considerado bom segundo Cruz (2003). Na TABELA 5 veremos os resultados de resistência a derrapagem do pavimento intertravado feito por um pandulho britânico realizado por Cruz.

TABELA 5 – Valores da Resistencia a Derrapagem do *Paver*

Valor BPN	Categoria
> 0,65	Muito Bom
0,30 - 0,65	Bom
0,25 - 0,34	Regular
< 0,24	Insatisfatório

Fonte: CRUZ (2003).

FIGURA 15 – Resultado do Atrito do Bloco Intertravado

Fonte: ITO (2000).

Em relação ao seu conforto de rolamento a Universidade de Pittsburgh realizou seu terceiro estudo, dessa vez relacionado ao conforto e condições de vibrações na cadeira de rodas no pavimento intertravado. Para o estudo utilizou-se cadeiras de rodas elétricas e manuais para diversos tipos de pavimentos intertravados. A conclusão confirma a compatibilidade entre o pavimento e a cadeira, na TABELA 6 veremos valores da exposição de rolamento ou do cadeirante sobre um pavimento intertravado, sem paradas, está dentro dos limites permitidos.

TABELA 6 – Tempo de Exposição do Cadeirante Continuamente

Superfície	Material, chanfro, medida e ângulo.	Cadeira de roda manual	Cadeira de roda elétrica	
		Tempo limite de exposição, até 1 m/s	Tempo limite de exposição, até 1 m/s	Tempo limite de exposição, até 2 m/s
1	Concreto	6,77	11,62	1,26
2	Peça de concreto, 0 mm, 90º	13,38	24,31	4,72
3	Peça de concreto, 2 mm, 90º	8,53	16,40	3,14
4	Peça de concreto, 8 mm, 90º	2,34	2,43	2,31
5	Cerâmica, 4 mm, 45º	6,38	15,98	2,52
6	Cerâmica, 0 mm, 45º	6,00	12,82	2,03
7	Peça de concreto, 6 mm, 90º	4,32	4,81	3,49
8	Peça de concreto, 6 mm, 45º	2,46	12,57	2,66
9	Peça de concreto, 4 mm, 90º	6,52	11,16	4,44

Fonte: ICPI (2002).

Em Belo Horizonte na cidade de Mário Campos, com mais de 29 anos de instalação do pavimento intertravado no tráfego baixo tanto de pedestres como de veículos, continua intacto, em perfeitas condições de uso. Este pavimento teve a instalação voltada para o aspecto visual e baixo tráfego da cidade, onde predominasse os carros de passeio e alguns veículos comerciais. Apesar de não ter documentação que prova que os blocos seguiram os critérios da NBR 9781, pessoas que trabalharam na instalação do pavimento asseguraram que os blocos seguiram os critérios exigidos pela norma. Na FIGURA 16 veremos a durabilidade do pavimento intertravado na cidade de Mário Campos após 29 anos de utilização.

FIGURA 16 – Pavimento Intertravado em Mário Campos Após 29 Anos





Fonte: Dalter (2009).

Outra cidade que utiliza esse tipo de pavimento é a de Brumadinho, onde adotou-se essa prática nos anos 2000, ocorreu que a prefeitura estava com pouca verba e através de um programa adotado na época para calçar as cidades de pequeno porte, utilizou-se o pavimento intertravado, pois tinha baixo custo, não exigia equipamentos de ponta e tinha uma grande qualidade, a prática além de atender ao trânsito de veículos e pedestres também traria uma estética inovadora. O pavimento foi visado mais para o trânsito de veículos tanto comerciais como os mais pesados que é o caso do caminhão de gás. Como o pavimento intertravado deu entrada no Brasil nos anos 2000, não se sabia muito sobre esse pavimento na época o que tornou seu sistema de fabricação com média qualidade, alcançando sua resistência a compressão de 20Mpa , apesar da pouca resistência os blocos tiveram uma durabilidade de 9 anos para o baixo tráfego.

FIGURA 17 – Pavimento Intertravado em Brumadinho

Fonte: Brumadinho (2001).

Em Porto Alegre no ano de 2003 a cidade estava sofrendo com escoamento das águas pluviais, a solução utilizada para as ruas da cidade foi a utilização do bloco intertravado, os coletores públicos já não suportavam a demanda, o tipo utilizado foi o bloco vazado que é um dos mais indicado para lugares com grande índice de infiltração, suas juntas são mais largas o que é um fator muito importante que facilita o escoamento da água chegando mais rápido ao solo, o bloco ainda foi preenchido com areia onde houve um controle do escoamento superficial (MALYSZ, 2003). Na FIGURA 18 é mostrado a execução desse tipo de pavimento nas ruas de Porto Alegre sendo esse uma alternativa ecologicamente e economicamente melhor que o asfalto.

FIGURA 18 – Execução do Pavimento Intertravado nas Ruas de Porto Alegre



Fonte: Malysz (2003).

3 METODOLOGIA

O instrumento de pesquisa utilizado foram coletas de fontes bibliográficas, sites e artigos, onde foi procurado analisar o tema em pesquisa através de argumentos de autores diferentes. Através da revisão bibliográfica é mostrado a análise feita mais profunda, também através de documentos disponibilizados por empresas qualificadas no assunto, onde foram feitos teste em campo.

O objetivo da pesquisa é gerar conhecimento na utilização do *pavers* de maneira diferente, onde os dados têm abordagem qualitativa com fins descritivos de natureza básica.

4 RESULTADOS E DISCUSÕES

A partir do presente trabalho foi elaborado uma planilha com todos os resultados obtidos sobre o *paver*, na TABELA 7 será mostrado o comparativo do pavimento intertravado com os mais usuais nos centros urbanos que é o caso do asfalto e paralelepípedo onde X são os pontos positivos do pavimento.

TABELA 7 – Comparativo de Pavimentos Usuais em Centros Urbanos

CARACTERÍSTICAS X= Pontos positivos	INTETRAVADO	ASFALTO	PARALELEPÍPEDO
Baixo custo com obras subterrâneas	X	-	X
Removível e reaproveitável	X	-	X
Durabilidade longa	X	-	X
Dispensa equipamento caros, barulhentos e especiais para sua remoção	X	-	X
Dispensa capina periódica	X	X	-
Dispensa manutenção periódica	X	-	-
Não sujeito a trincas por dilatação, flexão, retração ou oxidação	X	-	X
Insensível a agentes químicos	X	-	X
Boa velocidade na aplicação	X	X	-
Duas faces de uso	X	-	X
Dispensa betume para rejuntamento	X	X	-
Não é perecível, é estocável	X	-	X

Anti-derrapante	X	-	-
Confortável e adequado ao trânsito veloz de veículos modernos	X	X	-
Proporciona trânsito silencioso e isento de vibrações	X	X	-
Não aquece o ambiente	X	-	-
Cor clara proporciona maior eficiência da iluminação pública e melhor visibilidade	X	-	-
Confortável ao trânsito de pedestres	X	X	-
Confortável ao trânsito de patins, skates, bicicletas e cadeira de rodas	X	X	-
É intertravado	X	-	-
Redistribui cargas dinâmicas e estáticas	X	X	-
demarcação ou decoração indelevel	X	-	-
Satisfaz necessidades estéticas	X	-	X
PONTUAÇÃO FINAL	25	8	11

Fonte: Gabriela (2020).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho teve como objetivo analisar a efetividade e os pontos positivos do uso do pavimento intertravado em centros urbanos de baixo tráfego e teve os objetivos específicos em analisar se o mesmo é apropriado para uso nas zonas urbanas, analisando o desempenho e eficiência do mesmo, onde foi-se possível alcançar os resultados e chegar a algumas conclusões sobre o uso do *paver*. As conclusões tiradas a partir desse trabalho foram as seguintes:

Referente ao *paver* ser apropriado para zonas urbanas de baixo tráfego, chegou-se à conclusão que além de apropriado é mais eficiente que os usuais, como por exemplo o asfáltico e paralelepípedo, pode fornecer muitos benefícios principalmente em relação a sustentabilidade, que é um assunto muito relevante. É um tipo de pavimento que ainda está ganhando seu espaço, mas em todos os aspectos desde a estrutura a sua função ecológica ele é mais eficaz.

Quanto ao seu desempenho não deixou a desejar em nenhum aspecto, a sua resistência a compressão de 35,86 Mpa e seu coeficiente de atrito de 0,4 conseguem comportar o trânsito de automóveis com tranquilidade quando executado corretamente, alcança um desempenho igual ao do asfalto na pavimentação de ruas, garantindo resistência a movimentos verticais, horizontais e de rotação, distribuindo as cargas de maneira uniforme. Outro ponto muito importante é a segurança de quem transita, seja ele pedestre ou veículos, os blocos que são bem compactos dão uma melhor aderência servindo de antiderrapante, sendo assim conclui-se que é um pavimento sustentável.

REFERÊNCIAS

- ABCP, Associação Brasileira de Cimento Portland. **Manual de Pavimento Intertravado**. Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP, São Paulo, fev. 2010.
- ABCP, Associação Brasileira de Cimento Portland. **Pavimentação: Execução peça a peça**. Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP, São Paulo, set. 2004.
- ARAÚJO, Marcelo Almeida *et al.* **Análise Comparativa de Métodos de Pavimentação: Pavimento Rígido (concreto) x Flexível (asfalto)**. Revista CMNC, São Paulo, v. 10, n. 2, p.187-196, nov. 2016.
- BALBO, J. T. **Pavimentação Asfáltica: materiais, projeto e restauração**. Oficina de Textos, São Paulo, 2007.
- BERNUCCI, Liedi Bariani *et al.* **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. 3. ed. Rio de Janeiro, Abeda, 2006.
- CNT de Rodovias 2017. Brasília, 2017. Disponível em: <http://pesquisarodovias.cnt.org.br/>. Acesso em: 25 de abril de 2020.
- CONAMA. **Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil**. Resolução n. 307, de 05 de julho de 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>. Acesso em: 22 de maio 2020.
- COOK, I.D. **Methods for clay and concrete block paving**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONCRETE BLOCK PAVING, 4., Auckland. Pave New Zeland92: proceedings. Porirua, Pave New Zeland, 2000, s.d. v. 1, p.
- CRUZ, **Pavimento Intertravado de Concreto: Estudo dos Elementos e Métodos de Dimensionamento**, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE , Rio de Janeiro, 2003.
- DALTER, **Pavimento Intertravado: Reflexão Sob a Ótica Da Durabilidade e Sustentabilidade**. Escola de Arquitetura da UFMG, Belo Horizonte, nov. 2009.
- DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de Pavimentação**. 3. Ed, Rio de Janeiro, 2006.
- FIORITI, Cesar Fabiano. **Pavimentos intertravados . 2007, 218 f.** Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, USP, 2007.
- FLATOUT. **Cinco fatores que tornam o asfalto brasileiro tão ruim**. Disponível em: <https://www.flatout.com.br>. Acesso em: 20 de maio 2020.
- FORD, **Biografia de Henry Ford**. Estados Unidos 1940. Disponível em: https://www.ebiografia.com/henry_ford/. Acesso em: 15 de abril 2020.

HALLACK, ABDO (2001). **Pavimento Intertravado**: uma solução universal, Revista Prisma, dezembro 2001.

HOLANDA, Eduardo. Estradas 3: **Informações técnicas sobre pavimentação. 2010, 144 f.** TCC (Graduação) – Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Civil, Centro Tecnológico, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2010.

ICPI, Interlocking Concrete Pavement Institute Tech Spec. **“Glossary of terms Used in the Production, Design, Construction and Testing of Interlocking Concrete Pavement”**, Washington, USA, 2002.

ITO, **“Follow-up Survey of Permeable Interlocking Blocks Applied to the Roadway in Cold, Snowy Areas.”** 6th International Conference on Concrete Block Paving. Tokyo, 2000.

LEENDERS, **“The water porosity of a concrete block pavement and the use of waste materials in paving blocks”**. 3rd International Concrete Block Paving Conference, Rome .Italia, 1988.

MALYSZ, **Pavimentos Permeáveis**: Uma Alternativa para o Controle do Escoamento Superficial de Águas Pluviais em Vias Urbanas. Aracaju, 2003.

MÜLLER, Rodrigo M. **Avaliação de esforços em pavimentos intertravados.2005, 256 f.** Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Ciências em Engenharia Civil, UFRJ, Rio de Janeiro, 2005.

PETTERMANN, Rodrigo. **Avaliação do desempenho de blocos de concreto para pavimentação com Metacaulim e Sílica ativa. 2006, 71 f.** Monografia (PósGraduação) – Programa Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 2006.

NBR 9781: **Peças de concreto para pavimentação**: Especificação e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2013.

NBR 7207: **Terminologia e classificação de pavimentação**. Rio de Janeiro, 1982.

SILVA, Paulo Fernando. **Manual de Patologia e Manutenção de Pavimentos. 2º ed.** São Paulo, 2008 .

STARK, **“Road Surfaces Reflectance Influences Lighting Desig, Lighting Design and Application”**, Portland Cement Association RP269 , Skokie. April, 1983.

TECPAR, **Pavimentação Ecológica e Saneamento**. São Paulo, 2014. Disponível em: [https:// www.tecparpavimentos.br/ as-desvantagens-do-asfalto](https://www.tecparpavimentos.br/as-desvantagens-do-asfalto). Acesso em: 23 de maio 2020.

T&A Pré-Moldados: **Manual_Tecnico_Pisos**.Ceará, 2010. Disponível em:
[http://www.tea.com.br// manual-tecnico-pisos](http://www.tea.com.br//manual-tecnico-pisos). Acesso em: 01 de maio 2020.