



FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE TEÓFILO OTONI
CURSO: ENGENHARIA CIVIL

LUCAS PINHEIRO SILVA

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS E DE BLOCO
DE CONCRETO INTERTRAVADO**

TEÓFILO OTONI
2018

LUCAS PINHEIRO SILVA

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS PAVIMENTOS ASFÁLTICOS E DE BLOCO
DE CONCRETO INTERTRAVADO**

Artigo apresentado à Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil pelo aluno Lucas Pinheiro Silva, orientado pelo professor Paulo Henrique Vieira de Carvalho.

BANCA EXAMINADORA

Paulo Henrique Vieira de Carvalho
Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni

Guilherme Taroni Lauar
Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni

Danilo Carvalho Miranda
Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	5
1.1	OBJETIVO GERAL.....	5
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	6
2.1	O PAVIMENTO DE UMA RODOVIA.....	6
2.2	PAVIMENTOS FLEXÍVEIS	6
2.3	PAVIMENTOS RÍGIDOS	7
2.4	BLOCOS DE CONCRETO INTERTRAVADO	8
2.5	CARACTERÍSTICAS DOS BLOCOS DE CONCRETO	9
2.6	INTERTRAVAMENTO DOS BLOCOS DE CONCRETO	10
2.7	PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA	11
2.8	AGREGADOS DO PAVIMENTO ASFÁLTICO	11
2.9	TIPOS DE REVESTIMENTOS ASFÁLTICOS.....	12
3	METODOLOGIA	13
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	14
4.1	EXECUÇÃO DOS PAVIMENTOS.....	14
4.2	MANUTENÇÃO DOS PAVIMENTOS	14
4.3	ASPECTOS AMBIENTAIS.....	15
4.4	RECARGA DO LENÇOL FREÁTICO	15
4.5	ASPECTOS ECONÔMICOS DOS PAVIMENTOS	16
5	CONCLUSÃO	16
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17

* Lucas Pinheiro Silva

** Paulo Henrique Vieira de Carvalho

RESUMO

Tendo em vista que a pavimentação urbana é primordial para o desenvolvimento e funcionamento das cidades, este presente trabalho compara dois tipos de pavimentação, sendo eles asfálticos e de blocos de concreto intertravado, a fim de obter resultados que indiquem qual dos pavimentos seria mais viável tecnicamente. Para tanto, foi necessário conhecer os pavimentos asfálticos e de blocos de concreto intertravado, analisar as vantagens e desvantagens de ambos os pavimentos e propor a utilização do pavimento que atenda às necessidades atuais das principais cidades brasileiras. Foi realizada uma pesquisa por meio de um levantamento bibliográfico. Diante disso, verificou-se que a pavimentação em blocos de concreto intertravado possui várias vantagens em relação à pavimentação asfáltica, destacando-se pela facilidade de execução e manutenção, também por questões ambientais que abrange fatores como redução de calor e recarga do lençol freático o que impõe a constatação de que os blocos de concreto intertravado possuem um grande potencial para a utilização em áreas urbanas, podendo ser uma alternativa para o uso em áreas onde se pretende pavimentar.

Palavras-chave: Pavimentação Urbana. Análise Comparativa. Asfalto. Blocos Intertravado de Concreto.

ABSTRACT

Given that urban paving is paramount for the development and functioning of cities, this work compares two types of paving, which are asphalt and interlocking concrete block, in order to obtain results that indicate which of floors would be more viable. To do so, it is necessary to know the asphalt pavements and interlocked concrete block, analyze the advantages of disadvantages of both floors and propose the best of the pavement that meets the current needs of the main Brazilian cities. A survey is carried out by means of a bibliographic survey. Therefore, it is verified that the paving in interlocking concrete blocks has advantages in relation to asphalt paving, highlighting the ease of execution and maintenance and also for environmental issues that encompasses factors such as reduction of Heat and recharge of the groundwater which imposes the realization that the interlocking concrete blocks have a great potential for use in urban areas and may be an alternative for use in areas where it intends to pave.

Keywords: Urban paving. Comparative analysis. Asphalt. Interlocked concrete block. Paver.

* Acadêmico do 10º período do Curso de Engenharia Civil da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni. E-mail: lucasilvaengenharia@gmail.com

** Professor na Faculdade Presidente Antônio Carlos – Teófilo Otoni. E-mail: phvcengcarvalho@yahoo.com.br

1 INTRODUÇÃO

A pavimentação urbana tornou-se ao longo dos anos cada vez mais importante para o funcionamento das cidades, isto conseqüentemente elevou o grau de responsabilidade do poder público no gerenciamento desse setor. Cidades pavimentadas favorecem a mobilidade de pessoas e veículos, oferecendo o bem-estar para os moradores, bem como o aumento do fluxo de pessoas e da economia local.

Para Prego (2001), nas últimas décadas no Brasil, especialmente na pós redemocratização, percebeu-se um acentuado impulso na pavimentação de vias urbanas devido à melhor organização dos municípios, bem como a destinação de verba do governo federal às prefeituras para a execução de obras de infraestrutura.

Com o passar dos anos foram desenvolvidos materiais e técnicas utilizados na construção de pavimentos urbanos, fazendo-se necessário um estudo para definir qual a melhor opção a ser utilizada em locais onde se pretende pavimentar.

Os pavimentos podem ser classificados em três tipos: rígidos, semirrígidos e flexíveis. Nas áreas urbanas do Brasil, é predominante o tipo flexível, por meio da pavimentação asfáltica. Outro pavimento flexível, também importante, mas pouco utilizado é o de blocos de concreto intertravado. Diante desse exposto, quais entre os dois pavimentos é melhor tecnicamente?

Comparar os tipos de pavimento, suas características, bem como estudar suas vantagens e desvantagens, pode apontar um caminho para o melhor aproveitamento dos gastos públicos e o crescimento sustentável das cidades.

1.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo principal comparar as características técnicas da pavimentação com revestimento asfáltico e a pavimentação executada com blocos de concreto intertravado.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conhecer os pavimentos asfálticos e de bloco de concreto intertravado;

- Analisar as vantagens de desvantagens de ambos os pavimentos;
- Elaborar um comparativo entre os pavimentos para obter o melhor parâmetro técnico;
- Propor a utilização do pavimento que atenda às necessidades atuais das principais cidades brasileiras.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 O PAVIMENTO DE UMA RODOVIA

Segundo Balbo (2007), pavimento é uma estrutura não perene, composta por camadas sobrepostas de diferentes materiais compactados. Além disso, é uma estrutura adequada para atender estruturalmente e operacionalmente ao tráfego, de forma durável e com um custo pequeno.

Tem-se ainda que o pavimento, por definição é uma estrutura de múltiplas camadas de determinadas espessuras, construída sobre uma obra de terraplanagem finalizada, com finalidade técnica e econômica, além de resistir aos esforços provenientes do clima e principalmente do tráfego, a fim de proporcionar conforto aos usuários, melhoria das condições de rolamento, economia e segurança (BERNUCCI et al., 2010).

A pavimentação proporciona uma superfície regular, melhora as condições de rolamento oferecendo conforto para o deslocamento de veículos e pessoas, tanto no período chuvoso quanto no período de seca.

2.2 PAVIMENTOS FLEXÍVEIS

Segundo Fontes (2010), os pavimentos flexíveis são aqueles que são revestidos com materiais betuminosos ou asfálticos, constituído de várias camadas. Em geral, a camada asfáltica não possui espessura e rigidez suficiente para suportar e distribuir as tensões.

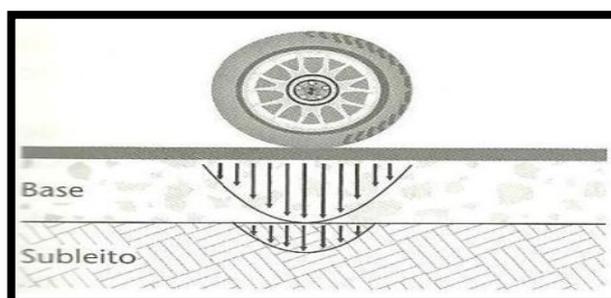
O pavimento em que seu revestimento é formado por peças de concreto pré-moldadas, apresenta comportamento similar à de um revestimento asfáltico, então considera-se também como pavimento de comportamento flexível.

De acordo com o Manual de Pavimentação do DNIT (2006), pavimento flexível é aquele em que todas as camadas sofrem deformações elásticas significativas sob um

carregamento aplicado e, portanto, a carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas.

A figura 1 abaixo representa a distribuição das tensões nas camadas subjacentes do pavimento flexível, esta resposta mecânica depende do tempo, da temperatura e da frequência do carregamento distribuído pelo tráfego dos veículos.

Figura 1: Resposta mecânica do pavimento flexível



Fonte: (Balbo, 2007)

2.3 PAVIMENTOS RÍGIDOS

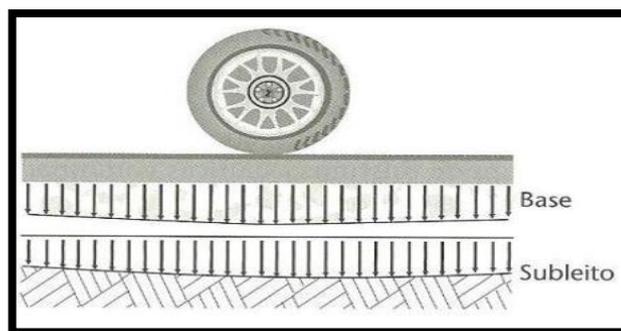
Segundo o Manual de Pavimentação do DNIT (2006), pavimento rígido é aquele em que o revestimento tem elevada rigidez em relação às camadas inferiores e, portanto, absorve praticamente todas as tensões provenientes do carregamento aplicado.

O pavimento rígido é formado por uma placa de concreto que apresenta alta resistência à flexão, produzindo baixas deformações e as distribuindo de forma homogênea ao longo da via, desta forma transmite poucas cargas para a fundação.

De acordo com Bernucci (2008), os pavimentos rígidos, em geral associados aos de concreto de cimento Portland, são compostos por uma camada superficial de concreto (em geral placas, armadas ou não), apoiada geralmente sobre uma camada de material granular ou de material estabilizado com cimento (chamada de sub-base), assentada sobre o subleito ou sobre um reforço do subleito quando necessário.

A figura 2 representa a resposta mecânica do pavimento rígido, mostrando o campo de tensões com ampla distribuição, apresentando semelhança na distribuição de cargas.

Figura 2: Resposta mecânica do pavimento rígido.



Fonte: (Balbo, 2007)

2.4 BLOCOS DE CONCRETO INTERTRAVADO

A utilização dos blocos de concreto intertravados no Brasil tem tido uma rápida evolução, pois o estudo sobre sua utilização tem sido cada vez mais abundante, com isso, vem se estabelecendo novos conceitos e técnicas quanto ao seu uso.

A camada de rolamento do pavimento intertravado é constituída por “*pavers*” que integram um revestimento de grande longevidade e resistência, fixado sobre uma camada fina de areia. De acordo com Hallack (1998), este revestimento deve ser capaz de suportar as cargas e as tensões provocadas pelo tráfego protegendo a camada de base do desgaste por abrasão e a mantendo com baixos níveis de umidade permitindo melhor estabilidade do material constituinte.

Segundo a norma ABNT NBR 9781:2013 os blocos de concreto intertravados devem apresentar resistência característica à compressão sendo que para as solicitações de veículos leves deve ser maior ou igual a 35MPa, ou quando houver desgaste por atrito e tráfego de veículos pesados deverá ser de 50 MPa, conforme a tabela 1 apresentada abaixo.

Tabela 1: Resistência característica à compressão

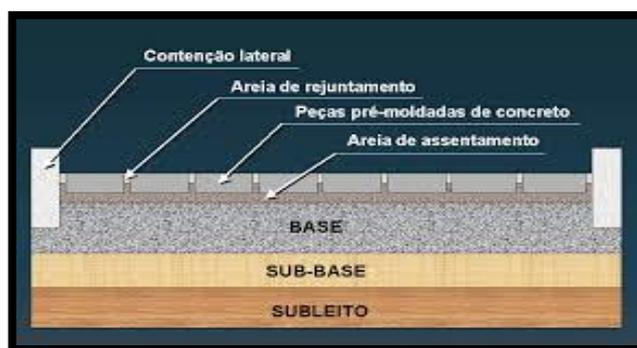
Solicitação	Resistência característica à compressão (f_{pk}) aos 28 dias MPa
Tráfego de pedestres, veículos leves e veículos comerciais de linha	≥ 35
Tráfego de veículos especiais e solicitações capazes de produzir efeitos de abrasão acentuados	≥ 50

Fonte: ABNT NBR 9781:2013

Ainda segundo redigido na norma da ABNT NBR 9781:2013, o pavimento intertravado é definido como um pavimento flexível cuja estrutura é composta por uma camada 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 um material de rejuntamento e o intertravamento do sistema é proporcionado pelas contenções laterais.

A figura 4 representa a seção transversal de um pavimento intertravado mostrando a disposição das camadas, assim como o arranjo do assentamento dos blocos de concreto intertravados.

Figura 3: Seção transversal do pavimento intertravado



Fonte: Hallack (1998) apud Muller (2005, p. 19)

2.5 CARACTERÍSTICAS DOS BLOCOS DE CONCRETO

A construção de vias urbanas é primordial para atender as necessidades da população, os materiais para sua confecção devem possuir ótima qualidade afim de melhorar a durabilidade da via, para tal é indispensável que o material tenha boa resistência, aderência, rugosidade, permitindo uma manutenção rápida e de baixo custo.

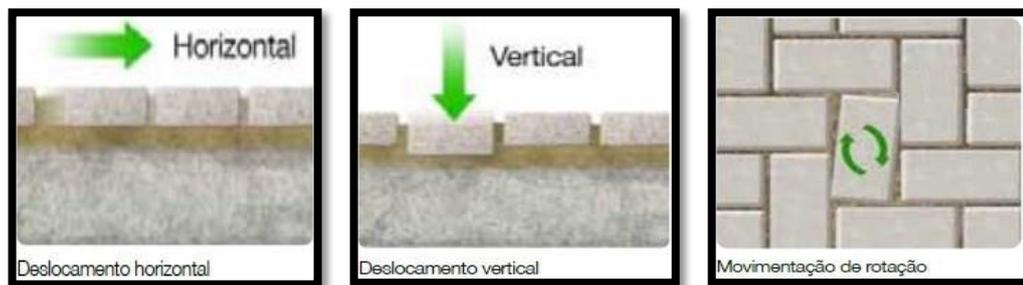
As principais propriedades dos blocos de concreto, conforme Junior (2007): Apresentam menor absorção da luz solar, evitando o desconforto da elevação exagerada da temperatura ambiente; podem ter, simultaneamente, capacidade estrutural e valor paisagístico; permite fácil reparação quando ocorre recalque no subleito que comprometa a capacidade estrutural do pavimento; possibilita fácil acesso a serviços subterrâneos, e o reparo não deixa marcas visíveis; os blocos podem ser reutilizados; não necessita mão-de-obra especializada na

etapa de implantação e manutenção; os materiais chegam até a obra prontos para a aplicação; liberação rápida do tráfego, logo após a conclusão.

2.6 INTERTRAVAMENTO DOS BLOCOS DE CONCRETO

Segundo Hallack (1998), o intertravamento do pavimento intertravado é definido como sendo a capacidade que os pavers possuem de resistir aos movimentos de deslocamento individual, seja ele vertical, de rotação ou de giração em relação às peças vizinhas.

Figura 4: Tipos de intertravamento de blocos.



Fonte: ABCP, 2010.

O preenchimento e a compactação das juntas com areia são encarregados pelo eficiente desempenho do intertravamento e faz com que ele não dependa do formato dos blocos. O pavimento intertravado é constituído por peças de concreto, apoiadas sobre uma camada de areia e travadas entre si por contenção lateral.

O intertravamento é fundamental para o desempenho e a durabilidade do pavimento. Para que se consiga o travamento das peças duas condições são necessárias e indispensáveis:

- **Contenção lateral:** Impede o deslocamento lateral dos blocos da camada de rolamento, promovendo o intertravamento.
- **Areia de selagem:** Proporciona a transferência de esforços entre os blocos de concreto, permitindo que eles trabalhem juntos, uns com os outros, e suportem as cargas solicitantes.

2.7 PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

Segundo Bernucci et al (2007), no Brasil cerca de 95% das ruas e das estradas pavimentadas, são de revestimento asfáltico. Isso se dá em razão do asfalto proporcionar forte união dos agregados, atuando como um ligante que proporciona flexibilidade controlável; é impermeabilizante, é durável e resistente à ação da maioria dos ácidos, dos álcalis e dos sais, podendo ser utilizado aquecido ou emulsionado, com ou sem aditivo.

O asfalto é o ligante betuminoso que deriva da destilação do petróleo. Esse material é um adesivo termoviscoplastico (possui grande sensibilidade à temperatura, uma vez que se funde facilmente e também facilmente se solidifica, ou seja, é flexível), impermeável e pouco reativo.

Em relação a pavimentação asfáltica, Bernucci et al (2007) apresenta as seguintes definições:

- **Betume:** é uma mistura de hidrocarbonetos solúvel no bissulfeto de carbono;
- **Asfalto:** é uma mistura de hidrocarbonetos oriundos do petróleo, que tem como componente principal o betume;
- **Alcatrão:** é um produto que possui hidrocarbonetos, obtidos por meio da queima ou destilação do carvão.

2.8 AGREGADOS DO PAVIMENTO ASFÁLTICO

Os materiais pétreos usados em pavimentação, conhecidos genericamente como agregados, podem ser naturais ou artificiais: encontrados diretamente na natureza ou passam por algum tipo de processo para sua adequação.

De acordo Bernucci et al. (2006), os revestimentos asfálticos são formados pela junção de agregados e de materiais asfálticos. Essa associação pode acontecer de duas formas principais: penetração ou mistura. Pela forma de penetração, o revestimento acontece através da aplicação de material asfáltico e pela operação de espalhamento e compressão de camadas de agregados. Já no revestimento por mistura, acontece quando o agregado é previamente misturado com o material asfáltico.

De acordo com Senço (2001), os agregados utilizados no Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) ou concreto asfáltico, são classificados em três níveis

granulométricos: agregado graúdo, agregado miúdo e *filler*. Geralmente, o agregado graúdo é composto por seixo rolado com uma face britada ou pedra britada; o agregado miúdo é composto por pó de pedra, areia ou ambos; e o *filler* pode conter pó de pedra, cimento, pó de calcário ou outros similares.

Ainda segundo Senço (2001) os agregados devem atender as seguintes especificações:

- Fragmentos duráveis são de superfície rugosa e forma angular;
- Inexistência de torrões de argila e matéria orgânica;
- Não ter, em excesso, pedras lamelares alongadas, afim de não prejudicar a trabalhabilidade da mistura e a inalterabilidade da granulometria; [...]
- Ter boa adesividade com o asfalto utilizado.

O agregado escolhido para uma determinada utilização deve apresentar propriedades de modo a suportar tensões impostas na superfície do pavimento e também em seu interior. O desempenho das partículas de agregados depende da maneira como elas são produzidas, mantidas unidas e das condições sob as quais vão atuar. A escolha é feita em laboratório, onde uma série de ensaios são executados a fim de verificar seu comportamento físico e mecânico para posterior utilização nas misturas asfálticas.

Para a correta aplicação do revestimento betuminoso é necessário a verificação da mistura entre o betume e o agregado sendo feitas através de ensaios que permitam, além de obter as quantidades de agregados a usar na mistura, conhecer e designar o teor de betume ótimo, a fim de evitar uma fragmentação prematura por causa da falta de ligante, ou por ter uma superfície lisa e que se deforme por excesso de ligante (SENÇO, 2006).

2.9 TIPOS DE REVESTIMENTOS ASFÁLTICOS

Para Nogueira (1961), o revestimento é a camada superior, destinada a proteger as camadas inferiores da deterioração, causada pela ação do tráfego, e por isso é destinada economicamente a melhorar a comodidade e a segurança de rolamento dos usuários, e torná-la mais durável.

Sendo a capa de rolamento, o revestimento é a camada do pavimento que sustém a ação do tráfego devendo proporcionar a melhor impermeabilidade possível. Tem a missão de proporcionar uma melhor superfície de rolamento, boa durabilidade, segurança e conforto.

De acordo com Senço (2001), a camada de revestimento apresenta espessura variada, de acordo com funções de critérios próprios ou em funções do tráfego previsto. Para as vias simples são utilizadas espessuras habituais até 5 cm; já para autoestradas chega-se a espessura de 10 cm.

Os revestimentos asfálticos podem ser produzidos em usinas específicas, fixa ou móvel, ou, ainda, preparados na própria pista, quando for tratamento superficial. Os revestimentos ainda são classificados de acordo com os ligantes: caso seja usinado a quente deve ser utilizado o CAP (Concreto Asfáltico de Petróleo), caso seja usinado a frio, deve-se utilizar a EAP (Emulsão Asfáltica de Petróleo) (JÚNIOR, 1992).

Segundo Bernucci et al (2006), no Brasil um dos principais tipos de revestimento é o concreto asfáltico (CA), que também é conhecido como concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ). No processo usinado a quente ocorre a mistura do ligante e dos agregados, de vários tamanhos. Ambos são aquecidos em temperaturas já estabelecidas de acordo com as características de viscosidade e temperatura do ligante.

No processo usinado a frio, primeiramente é feita a mistura de agregados de diversas granulometrias e da emulsão asfáltica de petróleo (EAP), processo conhecido como pré-mistura. Geralmente, nesta etapa, o ligante é usado em temperatura ambiente, mas também poderá sofrer um pequeno aquecimento (BERNUCCI et al, 2006).

3 METODOLOGIA

Em relação aos procedimentos técnicos, trata-se de uma pesquisa de cunho bibliográfica, classificada como qualitativa quando a natureza dos dados e abordagem do problema, e exploratória quanto ao nível da pesquisa e aos objetivos do estudado.

Foi realizado um vasto levantamento bibliográfico a partir de livros técnicos, artigos científicos, teses e normas de leitura corrente, referentes às obras com temas específicos em pavimentação rodoviária.

A pesquisa bibliográfica é feita com o intuito de levantar um conhecimento disponível sobre teorias, a fim de analisar, produzir ou explicar um objeto sendo investigado. A pesquisa bibliográfica visa então analisar as principais teorias de um tema, e pode ser realizada com diferentes finalidades. (CHIARA, KAIMEN, et al., 2008).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 EXECUÇÃO DOS PAVIMENTOS

A execução da pavimentação rodoviária em bloco de concreto intertravado acontece de forma lenta, pois possui pouca mecanização se comparado com a pavimentação asfáltica. Em contrapartida, possui uma grande facilidade para o assentamento. Cavalcanti (2011), destaca que o assentamento de blocos de concreto possui enorme facilidade podendo ser executados sem mão de obra especializada.

Já a pavimentação asfáltica possui uma execução mais rápida se comparada com a pavimentação em blocos de concreto intertravado, esse fato ocorre devido ao alto número de equipamentos utilizados, mas requer uma mão de obra especializada.

4.2 MANUTENÇÃO DOS PAVIMENTOS

Se tratando de manutenção, a pavimentação asfáltica além de exigir maior tempo na demolição, exige também um maquinário especial. Segundo Bernucci et al (2007), é aconselhável um plano estratégico de intervenções periódicas, envolvendo também manutenção preventiva ou corretiva, de modo a garantir um retardamento do decréscimo das condições da superfície.

Para os blocos de concreto intertravado a manutenção é mais simples e rápida além do benefício do reaproveitamento das peças removidas. Segundo Muller (2005), os pavimentos de “*pavers*” possuem como vantagens a necessidade reduzida de manutenção e sua simplicidade de execução, quando comparados aos pavimentos asfálticos.

Um ponto que é preciso ter cuidado é com os rejuntas. Deve-se observar sempre se eles estão em perfeito estado, e, caso contrário, é preciso refazer o serviço para garantir a vida útil dos pisos.

4.3 ASPECTOS AMBIENTAIS

Se tratando de aspectos como conforto térmico os blocos de concreto intertravado possuem melhor eficiência para a não absorção de calor, comparando-se com a pavimentação asfáltica, esta redução de temperatura pode chegar a 17°C.

Segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland, ABCP (2008), a coloração mais clara das peças de concreto, em relação aos demais tipos de produtos, reduz a absorção de calor na superfície do pavimento, melhorando o conforto térmico e diminuindo a formação das ilhas de calor nos centros urbanos, causados pela impermeabilidade do solo e uso de pavimentos escuros.

Devido a coloração mais clara, o bloco de concreto tem a capacidade de aumentar a reflexão em até 30% se comparado ao pavimento asfáltico. Em termos práticos, isso permite gerar economia de iluminação pública.

O processo de fabricação do asfalto causa impacto ao meio ambiente, Arenzon (2004), explica que a migração dos poluentes por meio do solo para as águas superficiais e subterrâneas constitui uma ameaça para a qualidade dos recursos hídricos considerando que, como o solo e a água subterrânea fazem parte de um mesmo contexto, o que suceder com o solo refletirá nas águas subterrâneas, podendo resultar em impactos negativos ao meio ambiente.

A opção pelos pisos intertravados, desde que adequadamente especificados e escolhidos, corresponde à escolha de um material com menor energia embutida. Isso significa que esse material, ao longo de toda a sua vida útil, irá gerar menor consumo energético se comparado aos demais tipos de revestimento, e isso é extremamente relevante, visto que geração de energia é uma das maiores responsáveis pela emissão de gases do efeito estufa.

4.4 RECARGA DO LENÇOL FREÁTICO

Quanto a permeabilidade e a impermeabilidade dos pavimentos, segundo Bernucci et al. (2006), o asfalto usado em pavimentação é um adesivo impermeável, uma vez que a água não consegue penetrar em sua estrutura.

Comparado com o asfalto, os blocos de concreto possuem um potencial de permeabilidade por meio das juntas, quando se projetado e construído adequadamente a sua

permeabilidade poder vir a ser satisfatória e duradoura ao tempo, amenizando desta maneira o impacto ambiental causado pela falta de infiltração de água no lençol freático.

4.5 ASPECTOS ECONÔMICOS DOS PAVIMENTOS

Os blocos de concreto intertravado possuem uma ampla vantagem quanto ao custo, em virtude da fácil execução. Não se faz necessário o uso de equipamentos e máquinas de grande porte, possibilitando o uso de uma mão de obra não especializada, além disso após a execução ou manutenção o pavimento poderá ser liberado para o tráfego.

Já a pavimentação asfáltica além dos altos custos com a preparação da mistura asfáltica, que são derivadas do petróleo podendo ter seu valor variado de acordo com o mercado, além de necessária à mobilização de usinas e uso de mão de obra especializada para operar máquinas e equipamentos de grande porte.

5 CONCLUSÃO

A pavimentação correta de uma via, além de levar em conta os custos de implantação deve se valer das características técnicas dos tipos disponíveis, com a finalidade de levar ao usuário final conforto e segurança, sem deixar de lado questões ambientais importantes.

O desenvolvimento desse trabalho por meio de um levantamento bibliográfico possibilitou uma análise comparativa entre os pavimentos asfáltico e bloco de concreto intertravado, permitindo obter parâmetros técnicos para a escolha de um dos modelos de pavimentação.

A pavimentação por meio de blocos de concreto intertravado em vias urbanas apresenta qualidades e características superiores ao asfalto, destacando-se pela facilidade de execução e manutenção e por questões ambientais, permitindo menor poluição desde sua fabricação até sua execução, reduzindo a absorção de calor na superfície do pavimento, melhorando o conforto térmico e diminuindo a formação das ilhas de calor nos centros urbanos, além de permitir recargas no lençol freático por meio da permeabilidade que as juntas entre os blocos proporcionam.

Os objetivos inicialmente propostos foram alcançados, considerando as vantagens destacadas, o pavimento em blocos de concreto intertravado em relação ao pavimento asfáltico, se apresenta como uma interessante alternativa para o uso em áreas urbanas com baixo tráfego de veículos, podendo satisfazer diversas necessidades como a diminuição de áreas de calor na superfície e baixo custo com a manutenção.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARENZON, Alexandre. **Ensaio ecotoxicológico no monitoramento da qualidade de águas subterrâneas potencialmente impactadas**. 2004. 127 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2004. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/5367>>. Acesso em: 15 out. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTILAND (ABCP). **Pavimento Intertravado é alternativa sustentável para economia de recursos**. Fonte: [abcp.org.br](http://www.abcp.org.br): <https://www.abcp.org.br/cms/imprensa/banco-de-pautas/pavimento-intertravado-e-alternativa-sustentavel-para-economia-de-recursos/>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTILAND. **Sistemas construtivos a base de cimento: uma contribuição efetiva para a sustentabilidade da construção civil**, [2008].

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT NBR 9781:2013: **Peças de concreto para pavimentação – Especificação e métodos de ensaio**, Rio de Janeiro, 2013.

BALBO, José Tadeu. **Pavimentação Asfáltica: materiais, projeto e restauração**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007, 558 p.

BERNUCCI Liedi Bariani. et al. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**, Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABED A, 2006. 504 f.

BERNUCCI, Liedi Bariani; MOTTA, Laura Maria Goretti ; CERATTI, Jorge Augusto Pereira; SOARES, Jorge Barbosa. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2008.

BERNUCCI, Liedi Bariani; MOTTA, Laura Maria Gorgetti da; CERATTI, Jorge Augusto Pereira; SOARES, Jorge Barbosa. **Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros**. Rio de Janeiro: Gráfica Minister, 2007.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). **Manual de Pavimentação**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2006.

FIORITTI, Cesar Fabiano. **Pavimentos Intertravados de Concreto Utilizando Resíduos de Pneu como Material Alternativo**. 2007. 218f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, São Carlos.

FONTES, Liseane Padilha Thives da Luz. **Optimização do Desempenho de Misturas Betuminosas com Betume Modificado com Borracha para Reabilitação de Pavimentos**. Tese de Doutorado, Universidade do Minho, Lisboa, 2010.

HALLACK, A. (1998). *Dimensionamento de pavimentos com revestimento de peças pré-moldadas de concreto para áreas portuárias e industriais*. 116p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

JÚNIOR, Fernando Augusto. **Manual de Pavimentação Urbana**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), 1992.

JUNIOR, Ivan J. A. Pavimento intertravado como ferramenta de moderação do tráfego nos centros comerciais de travessias urbanas –Estudo de Caso Guaiúba, CE. 2007, 221 f. Dissertação (Mestrado) –Mestrado em Ciências em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

MARCHIONI, Mariana & SILVA, Cláudio Oliveira. Pavimento Intertravado Permeável - Melhores Práticas. **Associação Brasileira de Cimento Portland**, 2011. Disponível em:

<http://www.abcp.org.br/conteudo/wpcontent/uploads/2011/06/Cartilha_Pav_Intertravado_Permearmeavel_v1.pdf>. Acesso em 18 out. 2018.

MÜLLER, Rodrigo 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; ORSOLIN; DOS SANTOS, 2011). **Análise Comparativa Entre Sistemas De Pavimentação Urbana Baseados Em Concreto Asfáltico E Blocos De Concreto Intertravados (*Pavers*)** Trabalho de Conclusão de Curso-Universidade Tecnológica Federal do Paraná p.30. Curitiba 2011.

NOGUEIRA, Cyro. **Pavimentação: projeto e construção**. Rio de Janeiro: Ao Livro PREGO, ATAHUALPA SCHMITZ DA SILVA. **A memória da Pavimentação no Brasil**. Rio de Janeiro, ABPv 2001. Técnico, 1961.