



**FACULDADE DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS DE ITABUNA-BA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**PAVIMENTAÇÃO COM BLOCOS INTERTRAVADOS DE CONCRETO:
COMPORAÇÃO TÉCNICA E ECONÔMICA DE UTILIZAÇÃO DE BLOCOS
INTERTRAVADOS DE CONCRETO EM DETRIMENTO DO ASFALTO EM
VIAS PÚBLICAS**

Lucas Lemos de Oliveira¹

Haniel Monteiro Sampaio Rosa¹

Ramon Cardoso Ramos¹

Anderson Alves Santos²

RESUMO

A terminologia empregue no meio comercial e no técnico correlato a este tipo de pavimentação entende a expressão “pavimentação intertravados”, que é utilizado, regularmente, de modo desadvertida com a finalidade de designar determinado tipo de pavimento, do qual o revestimento é formado por peças pré-moldadas de concreto, esporadicamente é limitado em peças com certos formatos e dimensões. O surgimento da utilização de blocos de concreto intertravado se deu no fim do século XIX, portanto, só após a segunda guerra mundial é que ocorreu o aperfeiçoamento da sua serventia, dispondo de forma desenvolvida e difundida em obras brasileiras a partir do século XXI. Com a finalidade de um maior entendimento referente ao tema foi elaborada uma ampla pesquisa bibliográfica em variadas fontes, como: tese, dissertações, página da internet, livro, artigos periódicos, normas nacionais e estrangeiras. Com o intuito de corroborar esse artigo, foi selecionado o método qualitativo, no qual deu-se por meio de uma observação discernida do problema e a partir daí, acarretou-se uma elucidação geral para o mesmo. O conteúdo do presente trabalho se faz essencial para proporcionar metodologia para possíveis estudos futuros, visto que, atualmente é considerável a utilização de blocos intertravados para pavimentação, especialmente em logradouros públicos e privados.

Palavras-chave: Pavimentação. Blocos intertravados. Concreto.

ABSTRACT

The terminology used in the commercial environment and in the technical field related to this type of paving understands the expression “interlocked paving”,

1 – DISCENTES DA UNIFTC DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DO MUNICÍPIO DE ITABUNA.

2 – PROFESSOR ORIENTADOR DA UNIFTC DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

which is used, regularly, in an inadvertent way with the purpose of designating a certain type of pavement, of which the coating is formed by pieces precast concrete, is sporadically limited to pieces with certain shapes and dimensions. The emergence of the use of interlocking concrete blocks took place at the end of the 19th century, therefore, it was only after the Second World War that the improvement of its usefulness took place, having a developed and widespread form in Brazilian works from the 21st century onwards. In order to gain a better understanding of the subject, a broad bibliographic research was carried out in various sources, such as: thesis, dissertations, internet page, book, periodical articles, national and foreign standards. In order to corroborate this article, the qualitative method was selected, in which it took place through a discerned observation of the problem and from there, a general elucidation was carried out for the same. The content of the present work is essential to provide a methodology for possible future studies, since the use of interlocking blocks for paving is currently considerable, especially in public and private places.

Keywords: Paving. Blocks interlocked. Concrete.

1 INTRODUÇÃO

A urbanização no Brasil sucedeu de tal forma, precipuamente em razão da industrialização e à modernização das atividades comerciais. Diante da facilidade de manutenção e incontáveis utilidades, a funcionalidade de pavimentos intertravados ocorrem de forma cada vez mais comum ao longo dos últimos anos, a exploração se deu início após o ano de 1980, gerando assim uma evolução das indústrias brasileiras voltadas ao negócio (LEAL, 2018).

Os pavimentos intertravados sobressaem devido a simplicidade sobre o processo de construção e manutenção, os blocos de concreto intertravados para pavimentação são empregados em grande proporção, com finalidade de preparar as vidas de rodagem para automóveis, calçadas e estacionamentos. Os blocos contribuem para a vida útil do pavimento, ofertando assim a diminuição de manutenções periódicas, quando análoga ao pavimento asfáltico, tendo uma de suas características físicas a resistência a compressão, que assegura a integridade do bloco quando demandado grandes cargas (CAMARGO, 2016).

O manuseio de peças pré-moldadas de concreto na pavimentação intertravada decorre da evolução que vem sofrendo, nos últimos anos, tendo uma alternativa paulatinamente mais comum para o revestimento de

pavimentos (CORRÊA, 2013).

Contudo, a normativa brasileira constatada na NBR 15953 estabelece que as peças de concreto é um componente pré-moldado de concreto sendo utilizado nas camadas de revestimento de um pavimento intertravado (ABNT, 2011). Os blocos intertravados de concreto são desenvolvidos como o intuito de resistir aos movimentos de deslocação individual, sendo ela vertical, horizontal, de rotação ou de giração, no que se refere as peças vizinhas.

O objetivo geral é Analisar uma solução alternativa entre os pavimentos flexíveis asfálticos, quando a aplicação desses se torna inviável seja por motivos técnicos, seja por motivos econômicos.. Já os objetivos específicos fazer uma comparação entre o custo final entre os dois tipos de revestimentos de pavimentos abrangendo a execução, a conservação e a manutenção das camadas de revestimento.

A pavimentação urbana com o invólucro em blocos pré-moldados de concreto de cimento, destacando-se a pavimentação intertravada com blocos pré-moldados de concreto se delimita corretamente conforme os padrões estéticos atuais. Justificando-se o presente tema, visto que, esse tipo de pavimentação ocorre em ruas com médio e baixo tráfego de veículos, por possibilitar uma alternativa viável e de qualidade para vias urbanas.

Perante da importância deste estudo referente a esse tipo de material de pavimentação, e por ainda haver limitado estudo em nosso país a respeito deste tema, o presente trabalho visa incentivar uma discussão geral a respeito da temática, materiais e a sua viabilidade econômica e técnica da sua utilização.

2 METODOLOGIA

Com o objetivo de levantar os dados necessários para determinar o melhor método de pavimentação, o mais viável e com melhores características técnicas a ser executado em centros urbanos, foi elaborada pesquisa bibliográfica em livros, artigos, teses, normas e trabalhos de conclusão de curso, e com os dados obtidos foi elaborado o cálculo de custo aproximado para execução dos diferentes tipos de pavimento, através do qual se determinou o pavimento menos oneroso e mais vantajoso conforme recomendação dos autores.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 PAVIMENTO INTERTRAVADOS

Desde do início da vida humana, fundamentos e técnicas de engenharia têm decorrido de acordo com a evolução do padrão de vida. Contudo, os primeiros povos da Mesopotâmia, desde aproximadamente 5000 anos a.C (ABCP, 2010).

À frente das condições necessárias pelo meio, experienciaram o carecimento de desenvolver rotas e estradas que possibilitaram a instauração de conexão e comunicação entre os povoados, desse modo, evoluir as cidades e aperfeiçoar os padrões de vida, indicando assim, a pavimentação principiou desde quando os povos realizavam a cobertura do terreno com pedras em estado natural (CRUZ, 2003).

É adequado elucidar de forma mais objetiva a relevância do aperfeiçoamento da pavimentação, por meio da história dos romanos. Atribui-se, parte do êxito do crescimento de Roma às estradas que foram elaboradas com o objetivo de conectar os novos territórios conquistados ao império, aponta-se que os romanos já procediam o pavimento como uma estrutura dividida em camadas, além disso, já possuíam o entendimento que o acréscimo de determinados materiais como calcário e seixo rolado, aprimoravam a capacidade de resistências das camadas (MULLER, 2005).

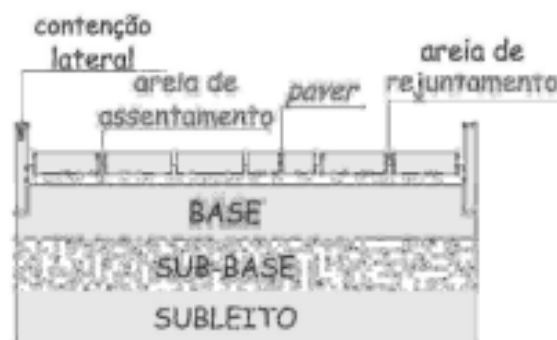
A elaboração das primeiras formas de pavimentação intertravada, se deu inicialmente para as pedras talhadas, tem-se que os primeiros assentamentos ocorreram realizados no século XVIII. (BALBO, 2007). No Brasil a técnica de pavimentação com blocos cimentícios sobrevém nos anos 1970. Até então imensamente principiante e frequentemente não obedece a critérios técnicos mínimos (HALLACK, 2001).

A pavimentação de ruas com blocos intertravados de concreto ainda é recente no Brasil. Embora seu aproveitamento em obras como calçadas, estacionamentos e pátios de portos, mesmo que o sistema de pavimentação dominante na pavimentação de ruas e estradas no Brasil ainda seja o asfalto (MADRID, 2004).

3.2 ESTRUTURA DO PAVIMENTO INTERTRAVADO

A pavimentação intertravada é definida pelo *paver* meramente assentado acerca de uma camada fina de areia que adequa-se a regularização da base e na distribuição de cargas e acomodação das peças. Nisto, este tipo de pavimento suas peças são preparadas de forma a transferir parte da carga para a peça vizinha por meio do atrito lateral que ocorre entre elas, fornecendo assim a qualidade de intertravado ao pavimento (HERNANDES, 2008). A Figura 1 denota uma seção específica de determinado pavimento intertravado, com indicador dos componentes que o constituem.

Figura 1 – Seção Transversal típica do pavimento intertravado



Fonte: BITTENCORT, S. F. Avaliação da resistência à compressão de pavers produzidos com agregados de resíduos de construção e areia de fundição. 2012.

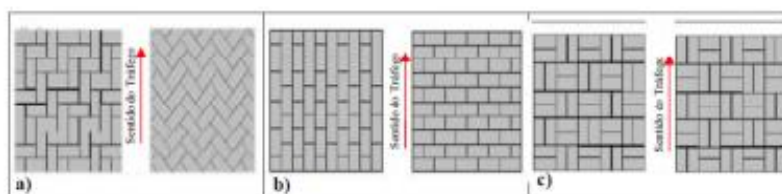
Segundo Goinfra (2018), o pavimento intertravado é definido de acordo com as seguintes bases:

- a) Subleito: é a fundação do pavimento que dispõe do objetivo de sustentar as cargas oriundos do tráfego. Com isso, é recomendado dimensionar as camadas sobrejacentes de forma que contribua para a proteção do subleito ao contrário dos carregamentos numerosos;
- b) Base e Sub-base: são as camadas situada no meio do subleito e a camada de rolamento, colaborando com a aptidão estrutural do pavimento, tendo como as compsições comuns das camadas, sendo granulares, estabilizadas com cimento e concreto compactado com rolo;

- c) Areia de assentamento: é exterior sendo considerada a superfície de apoio para o assentamento dos *pavers*, proporcionando então uma superfície regular onde sejam capazes de ajustar as peças e acomodar suas tolerâncias dimensionais de fabricação, onde são referentes à regularidade da superfície de rolamento do pavimento;
- d) Areia de rejuntamento: camada de areia média encarregado pela selagem das juntas, tem potencial de variar de 3mm até 10mm, conforme o projeto;
- e) Contenção lateral: é causador do travamento da estrutura da camada de rolamento. Necessita ser rígido e constantemente sustentado a base.

Os três principais tipos de arranjos mais aproveitados para o assentamento dos pavimentos intertravados. Sendo que, quando a forma de arranjo é selecionado para o assentamento, é determinado devido a aparência do pavimento, não ocorrendo uma concordância a respeito do formato de assentamento e o desempenho do pavimento, tendo em conta o boletim técnico do *Interlocking Concrete Pavement Institute* (ICPI), com intenção de tráfego para veicular e recomendada a tipologia de arranjo de espinha-de-peixe pela sua performance na estrutura do intertravamento das peças, conforme a Figura 2 representa (FRANCO, 2011).

Figura 2 – Arranjo de assentamento: a) espinha-de-peixe; b) fileira e c) trama

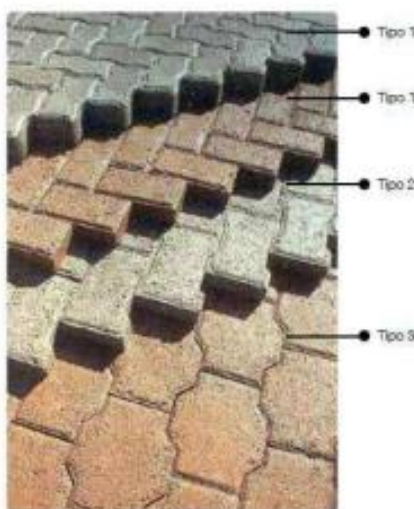


Fonte: FRANCO, J. M. Produção de blocos de concreto para pavimentação (hcp) utilizando resíduos de galvanoplastia. 2011.

Os *pavers* é formato por unidades modulares preparadas de concreto, e sendo capaz de ser confeccionadas em diversos formatos. Refere-se as peças

pré-moldadas em concreto que são juntapostas em um colchão de areia e travadas entre si mediante a força de atrito lateral exercida entre as peças, a força de atrito é assegurada através da contenção das bordas do piso pelos meios-fios (MARTINS, 2014). Em concordância que a Figura 3 demonstra a provável visibilidade das distinções entre os três principais tipos de formato das peças.

Figura 3 – Comparação entre os formatos de PPC



Fonte: ABCP - Associação Brasileira de Cimento Portland. Manual de Pavimento Intertravado: Passeio Público. São Paulo, Brasil 2010.

As peças do tipo 1 oriunda do formato em “S”, possibilitam a melhor disseminação dos esforços provenientes do tráfego, retratando menores deformações de trilha de roda e menores deformações horizontais (CMAA, 2010).

Os prós estruturais adequado pela utilidade das peças tipo PAVI-S intercorrem devido a redistribuição das cargas exercidas horizontalmente acerca de uma unidade fragmentada em um número relevante de peças em razão do estável intertravamento existente no seus encaixes (MACIEL, 2007). A espessura das peças-moldadas é estabelecida em 6cm, 8cm e 10cm, tornando-se definida de acordo com a necessidade do projeto, geralmente elaborada por intermédio da análise do tráfego posto no local (SENÇO, 2007).

Segundo a ABCP (2010), a associação do comprimento e espessura do bloco pode ser menor ou igual a 4cm. A norma brasileira para pavimento

intertravado de peças pré-moldadas de concreto NBR 9781 (2013) padroniza que a alteração ocorrida entre as dimensões das espessuras provido pelo fabricante e as reais podem ultrapassar 5mm, de acordo com experimentos realizados com simulador de veículos pesados, é notável o melhor desempenho em relação as deformações permanentes do pavimento, realizando assim o aumento das espessuras de peças no intervalo de 6cm a 10cm.

A pavimentação intertravada com a aplicação de blocos de concreto é bastante lidada, tornando-se apropriada tanto para tráfego leve, como no caso de calçadas, praças e vias públicas, do modo que ocorra também no tráfego pesado, visto que se inserem estacionamentos de veículos pesados e pátio de cargas (FERNANDES, 2013). As peças intertravadas que valem-se do cimento Portland retêm a utilização considerável de consumo por parte dos produtos pré-moldados.

3.3 VIABILIDADE DOS PAVIMENTOS INTERTRAVADOS

Os pavimentos intertravados, conforme os pavimentos de blocos de concreto pré-fabricados, feitos acima do colchão de areia, bloqueados pela contenção lateral e conseqüentemente por atrito entre as peças. Contudo, a pavimentação com revestimento de blocos de concreto pré-moldados forma-se então uma possibilidade estrutural de pavimento de modelo flexível, no que se refere a técnica iniciadora, com a utilização de blocos de pedra de cantaria, identifica-se assim uma solução evoluída e inovadora, no que diz respeito às formas, cores e durabilidade (SENAI, 2007).

Portanto, considera-se que o pavimento é a sustentação em cima da terraplanagem, sendo então, atribuída economicamente e tecnicamente, com a finalidade de:

- a) Resistir e distribuir os esforços verticais provenientes do tráfego;
- b) Melhorar as condições de rolamento dando assim conforto e segurança;
- c) Conservar-se em comparação aos esforços horizontais (desgaste), fazendo-se mais durável a superfície de rolamento (ROCCO et al., 2001).

Sendo assim, a camada de rolamento do pavimento intertravado dá-se pela formação de *pavers* que constituem um revestimento de grande durabilidade e resistência, estabelecidos em relação a uma camada delgada de areia. Visto que, este revestimento, tem de, suportar as cargas e tensões provocadas pelo tráfego acolitando camada de base do desgaste por abrasão e lidando com os níveis baixos de umidade, possibilitando de maneira mais certa a estabilidade do material constituinte (NEVILLE, 2016).

É notável verifica-se que os *pavers* gozam de um espaço considerável nos pavimentos urbanos do país, devido ao aumento da sua produção incitado por empresas do ramo, por intermédio da argumentação das suas principais vantagens técnicas que o sistema prove. Entre as vantagens, sobressaem a facilidade de assentamento, a liberação para o tráfego, a acessibilidade às redes subterrâneas e a praticidade na manutenção (MARCHIONI, 2012).

Com isso, estabelece que um pavimento de concreto pré-moldado é capaz de durar até 25 anos de vida útil, a partir do momento em que determinados requisitos mínimos ocorram de modo correto, como uma sub-base bem elaborada, blocos de qualidade e assentamento apropriado (FERNANDES, 2016).

Variegados motivos no decorrer da produção podem influenciar na qualidade dos blocos de concreto, de acordo com o tipo de máquinas e equipamentos, os materiais aproveitados (ARY JUNIOR, 2007).

Contudo, não é considerado apenas as vantagens técnicas que o bloco intertravado concede, todavia este material estima-se ser consolidado no mercado por meio da sua eficiência ambiental. Além, de possibilitar a utilização de resíduo em sua composição, já que o pavimento constituído com o bloco intertravado é semi-permeável, o que pode colaborar com a drenagem urbana, levando em conta também os aspectos estéticos, que na atualidade há a possibilidade de encontrar uma gama de modelos, tamanhos e cores de blocos (ARAÚJO, 2016).

O pavimento intertravado, no decorrer da sua execução, apresenta alguns prós e contras que podem ser considerados, com o objetivo de determinar a viabilidade dando início pelas vantagens. A estrutura do pavimento intertravado, comumente, dispõe de alta durabilidade, superfície regular e antiderrapante, viabilizando conforto ao usuário, menor consumo de

iluminação pública, em razão da coloração mais clara da estrutura de concreto e menor absorção de energia, diminuindo o efeito da ilha de calor (FERREIRA et al., 2011).

A respeito das desvantagens que esse pavimento propõe, considera-se que o sistema necessita ser bem dimensionado e impõe uma camada de base bem elaborada, deste modo, seu custo inicial para realização da obra é cerca de 15% superior ao pavimento asfáltico. Em circunstâncias que os cuidados solicitados não sejam ocorridos conforme o previsto, pode ocorrer a deformação com maior facilidade da sua estrutura, especialmente se dispuser do tráfego de caminhões pesados, para mais sobrevém da necessidade relativamente alta de diversos operários na execução, por conta da pouca mecanização, o que demanda mais tempo para a construção do sistema (CRUZ, 2013).

3.4 PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICO

O pavimento, torna-se uma sustentação de diversas camadas, de diferentes materiais, edificada com o objetivo de suportar o peso das cargas dos veículos, há a possibilidade favorecer a todos esses, um distanciamento protegido e confortável em qualquer circunstância climática (SANTIAGO, 2001).

A palavra “estrutura” expressa a ocorrência de que o sistema, formado pelos componentes do pavimento, estruturara um agrupamento solidário que sofrerá deslocamentos e tensões, de forma que possa resistir às cargas postas pelos veículos e pelo clima. Bem como toda estrutura da engenharia civil, refere-se em distribuição de cargas de modo, que seja patível com a resistência de qualquer camada construída e do subleito presente no local (BALBO, 2016).

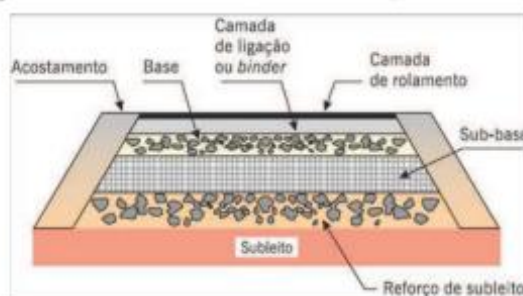
O pavimento é atribuído como uma estrutura de multicamadas levadas pelas tensões e deformações que resultam por meio do tráfego e do clima e que carecem ser correspondente com a resistência de cada material empregado em cada das camadas aplicadas ao mesmo (TUCCI, 2003).

Diversos materiais são utilizados para compor o pavimento mais comum do Brasil, que é o pavimento asfáltico, sendo pré qualificados através de uma

categoria de exigências especificada de forma empírica, para padrões físicos e mecânicos de comportamentos, do tipo: granulometria, plasticidade e índice de suporte (PINTO, 2011).

Estes pavimentos são constituídos por um revestimento de rolamento contínuo de concreto asfáltico, sem alguma categoria de junta e cuja espessura é alterável na função do tráfego. Corriqueiramente, as camadas de disposição ao subleito, isto é, a base da estrada cabal depois da conclusão dos cortes e aterros, de acordo com a Figura 1 (BERNUCCI, 2008).

Figura 4 – Pavimento de concreto asfáltico



Fonte: BERNUCCI, L.B. [et al]. Pavimentação Asfáltica: Formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro: Petrobrás:BEDA, 2008.

O asfalto aplicado na pavimentação é um ligante betuminoso que origina-se da destilação do petróleo e dispõe de uma essência que atribui-se como um adesivo termoviscoelástico, impermeável e pouco reativo. O decréscimo da reatividade química e os diversos agentes que impede, portanto, o contato com o ar e a água passando assim por procedimento de desgaste mediante a oxidação (BERNUCCI et al., 2007).

São designados além disso de pavimentos flexíveis, sendo definido por intermédio do baixo Módulo de Rígidez, com o intuito de desfazer tensões verticais em incumbência somente de sua espessura (h), sem padecer de consideráveis tensões de tração e colaborar de modo fundamental para a formação e a propagação de sulcos nas trilhas de roda, que equivale a uma depressão longitudinal na superfície do pavimento, onde ocorre o trajeto por onde percorrem as rodas dos veículos (BALBO, 2007).

Segundo Senço (2007), contudo dá-se que este tipo de pavimento é calculado, comumente, através da condensação e pela tração na flexão, e os carros ocasionado pelo tráfego que dá-se a origem a bacias de deformações,

levando as mesmas permanente e ao rompimento decorrido por fadiga na estrutura.

O revestimento asfáltico é a concentração superior causador por receber diretamente os esforços provenientes do tráfego e referir de modo que seja atenuada às camadas inferiores, estando de modo suscetível à ação dos agentes climáticos, semelhantes como sol, chuva e variações de temperatura (BERNUCCI et al., 2007).

O concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) concerne é ser o mais empregado no Brasil. Significa que o produto da mistura de incorporados de inúmeros tamanhos e cimento asfáltico, sendo aquecidos em temperaturas antecipadamente escolhidas, em conformidade de atributos, como viscosidade temperatura do ligante (NAKAMURA, 2011).

O cimento asfáltico é basicamente atingido através da destilação do petróleo em refinarias ou do asfalto natural detectado em jazidas. O cimento asfáltico é proveniente de petróleo (CAP) é o asfalto é logrado em particular para apresentar características convenientes para a utilização de elaboração de revestimentos, tendo potencial de obter pela destilação do petróleo (SPECHT; CERATTI; PALUDO, 2004).

O asfalto é imprescindível material coalescente aproveitado na construção de rodovias e vias urbanas. Assim, devido ao aumento do número de veículos comerciais e da carga transportada por eixo tem orientado para à degradação prematura dos pavimentos, ocasionando em ampliação dos custos de manutenção, mostra-se que o asfalto é um material portentoso, considerando que é de fácil aplicação e barato, todavia apresenta determinadas limitações (VELLASCO, 2018).

Considerando que a diversificação dos tipos de pavimentos, é fundamental que ocorra um estudo mais detalhado do pavimento e analisando suas principais contribuições para a melhoria do desempenho funcional e estrutural do pavimento.

3.5 ASPECTOS ECONÔMICOS DA PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

Com o decorrer do tempo os materiais de construção pantenteiam a degradação de modo inevitável, que acarretam na deformação das suas

propriedades mecânicas, que dominam seu comportamento referente a ação da diversas cargas atuam na natureza. Desse modo, ocorre por conta dos materiais de camadas dos pavimentos, sendo motivados devido as cargas dos veículos, produtos químicos e ações ambientais, de que modo como temperatura, unidade (CEZARO, 2008).

A viabilidade econômica de um projeto deve ser analisada a partir da Taxa Mínima de Atratividade (TMA), que é a taxa de juros equivalente à maior rentabilidade das aplicações correntes e de pouco risco (BARBOSA, 2005).

De acordo com o método da VPL (Valor Presente Líquido), é possível realizar uma análise dos valores finais em termos de valor presente equivalente. Essa avaliação permite quantificar a liquidez do saldo que determina as compensações financeiras. , o Valor Presente Líquido utiliza como critério os fluxos de caixa descontados a uma determinada taxa, com isso a taxa é denominada de TMA, ou seja, o retorno mínimo exigido para o projeto de investimento (GOES, 2018).

Ainda de acordo com Goes (2018), a Taxa Mínima de Atratividade é uma taxa que pode ser definida de acordo com o projeto ou política de cada empresa. No entanto, geralmente, a determinação ou escolha da TMA é baseada nas principais taxas de juros praticada pelo mercado, como a Taxa Básica Financeira (TMF), Taxa Referencial (TR), Taxa de Juros de Longo Prazo (TJLP), Sistema Especial de Liquidação e Custódia (SELIC).

Ao analisar as últimas décadas é nítido perceber que o volume de tráfego de cargas no país sofreu um aumento significativo, destacando assim a falta de infraestrutura necessária para a pavimentação asfáltica suportar esse crescimento, aliando a sobrecarga com a falta de manutenção necessária. Essa realidade desafia os centros de pesquisas a buscarem novas técnicas para aumentar a vida útil das rodovias (SANTOS; SILVA; BERTEQUINI, 2017).

Com o aumento do custo dos materiais de construção, entre eles os derivados de petróleo, a redução da disponibilidade de recursos naturais, aliado às novas exigências e limitações ambientais impostas na construção e manutenção de pavimentos, é imprescindível que os pesquisadores procurem materiais que possam apresentar bom desempenho, com custo relativamente baixo (MUNHOZ, 2017). Na Figura 5 estão apresentados os preços por m² de implantação de cada estrutura, considerando a tabela de preços unitários não

desonerados do DER/SP com as datas-base de set/2015 e set/2019.

Figura 5 – Determinação dos preços unitários para implantação dos pavimentos asfálticos para os anos de 2020 e 2021

Código	Serviço	Unidade	Coefficiente	Valor Unitário	Total
1518	CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE (CBUQ) PARA PAVIMENTAÇÃO ASFALTICA, PADRAO DNIT, FAIXA C, COM CAP 50/70 - AQUISICAO POSTO USINA	T	2,5548	R\$ 22,86	R\$ 58,39
5835	VIBROACABADORA DE ASFALTO SOBRE ESTEIRAS, LARGURA DE PAVIMENTAÇÃO 1,90 M A 5,30 M, POTÊNCIA 105 HP CAPACIDADE 450 T/H - CHP DIURNO. AF_11/2014	CHP	0,0464	R\$ 17,87	R\$ 0,83
5837	VIBROACABADORA DE ASFALTO SOBRE ESTEIRAS, LARGURA DE PAVIMENTAÇÃO 1,90 M A 5,30 M, POTÊNCIA 105 HP CAPACIDADE 450 T/H - CHI DIURNO. AF_11/2014	CHI	0,0949	R\$ 7,33	R\$ 0,70
88314	RASTELEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,1301	R\$ 1,45	R\$ 1,64
91386	CAMINHÃO BASCULANTE 10 M3, TRUCADO CABINE SIMPLES, PESO BRUTO TOTAL 23.000 KG, CARGA ÚTIL MÁXIMA 15.935 KG, DISTÂNCIA ENTRE EIXOS 4,80 M, POTÊNCIA 230 CV INCLUSIVE CAÇAMBA METÁLICA - CHP DIURNO. AF_06/2014	CHP	0,0464	R\$ 10,26	R\$ 0,48
95631	ROLO COMPACTADOR VIBRATORIO TANDEM, ACO LISO, POTENCIA 125 HP, PESO SEM/COM LASTRO 10,20/11,65 T, LARGURA DE TRABALHO 1,73 M - CHP DIURNO. AF_11/2016	CHP	0,0805	R\$ 8,95	R\$ 0,72
95632	ROLO COMPACTADOR VIBRATORIO TANDEM, ACO LISO, POTENCIA 125 HP, PESO SEM/COM LASTRO 10,20/11,65 T, LARGURA DE TRABALHO 1,73 M - CHI DIURNO. AF_11/2016	CHI	0,0607	R\$ 3,55	R\$ 0,22
96155	TRATOR DE PNEUS COM POTÊNCIA DE 85 CV, TRACÇÃO 4X4, COM VASSOURA MECÂNICA ACOPLADA - CHI DIURNO. AF_02/2017	CHI	0,1071	R\$ 2,66	R\$ 0,28
96157	TRATOR DE PNEUS COM POTÊNCIA DE 85 CV, TRACÇÃO 4X4, COM VASSOURA MECÂNICA ACOPLADA - CHP DIURNO. AF_03/2017	CHP	0,0341	R\$ 7,83	R\$ 0,27
96463	ROLO COMPACTADOR DE PNEUS, ESTATICO, PRESSAO VARIÁVEL, POTENCIA 110 HP, PESO SEM/COM LASTRO 10,8/27 T, LARGURA DE ROLAGEM 2,30 M - CHP DIURNO. AF_06/2017	CHP	0,0419	R\$ 8,44	R\$ 0,35
96464	ROLO COMPACTADOR DE PNEUS, ESTATICO, PRESSAO VARIÁVEL, POTENCIA 110 HP, PESO SEM/COM LASTRO 10,8/27 T, LARGURA DE ROLAGEM 2,30 M - CHI DIURNO. AF_06/2017	CHI	0,0990	R\$ 3,76	R\$ 0,37
TOTAL (R\$/M3)				R\$	64,25

Fonte: SINAPI

Figura 6 – Determinação dos preços unitários para implantação dos pavimentos de bloco intertravado para os anos de 2020 e 2021

Código	Serviço	Unidade	Coefficiente	Valor Unitário	Total
370	AREIA MEDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	0,0568	R\$ 52,48	R\$ 4,98
4741	PO DE PEDRA (POSTO PEDREIRA/FORNECEDOR, SEM FRETE)	M3	0,0085	R\$ 50,87	R\$ 1,43
36170	BLOQUETE/PISO INTERTRAVADO DE CONCRETO - MODELO ONDA/16 FACES/RETANGULAR/TUOLINHO/PAVERHOLANDES/PARALELEPIPEDO, *22 CM X 11" CM, E = 8 CM, RESISTENCIA DE 35 MPA (NBR 9781), COR NATURAL	M2	1,0144	R\$ 42,00	R\$ 42,60
88260	CALCETEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,3080	R\$ 24,12	R\$ 9,43
88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,3080	R\$ 20,42	R\$ 8,29
91277	PLACA VIBRATÓRIA REVERSÍVEL COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA, FORÇA CENTRÍFUGA DE 25 KN (2500 KGF), POTÊNCIA 5,5 CV - CHP DIURNO. AF_08/2015	CHP	0,0055	R\$ 6,40	R\$ 0,04
91278	PLACA VIBRATÓRIA REVERSÍVEL COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA, FORÇA CENTRÍFUGA DE 25 KN (2500 KGF), POTÊNCIA 5,5 CV - CHI DIURNO. AF_08/2015	CHI	0,1485	R\$ 0,38	R\$ 0,06
91283	CORTADORA DE PISO COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA, POTÊNCIA DE 13 HP, COM DISCO DE CORTE DIAMANTADO SEGMENTADO PARA CONCRETO, DIÂMETRO DE 350 MM, FURO DE 1" (14 X 1") - CHP DIURNO. AF_08/2015	CHP	0,0135	R\$ 14,92	R\$ 0,20
91285	CORTADORA DE PISO COM MOTOR 4 TEMPOS A GASOLINA, POTÊNCIA DE 13 HP, COM DISCO DE CORTE DIAMANTADO SEGMENTADO PARA CONCRETO, DIÂMETRO DE 350 MM, FURO DE 1" (14 X 1") - CHI DIURNO. AF_08/2015	CHI	0,1405	R\$ 0,73	R\$ 0,10
TOTAL (R\$/M3)				R\$	67,13

Fonte: SINAPI

A pavimentação tem como objetivo garantir a trafegabilidade e gerar conforto e segurança aos usuários, tornando importante seu processo de manutenção preventiva e corretiva das vias. E são as avaliações periódicas feitas no pavimento que orientam sobre as intervenções necessárias, e define o

1 – DISCENTES DA UNIFTC DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DO MUNICÍPIO DE ITABUNA.

2 – PROFESSOR ORIENTADOR DA UNIFTC DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

momento em que a manutenção corretiva ou de reforço deve ser realizada a partir do valor mínimo admissível para cada parâmetro ou para a combinação deles (CNT, 2017).

Os pavimentos são concebidos para durarem um determinado período. Durante cada um destes períodos ou “ciclos de vida”, o pavimento inicia numa condição ótima até alcançar uma condição ruim. O decréscimo da condição ou da serventia do pavimento ao longo do tempo é conhecida como deterioração do pavimento (CNT, 2017).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Notou-se durante a realização do trabalho que o pavimento é bastante eminente nos meios urbanos, sendo sinonímia de conforto e segurança para à população. Visto que, a dedicação pelo pavimento ideal é constante ao setor de engenharia, onde verifica-se a moderar os custos e manutenção, analisando assim, o atual estado considerando o menor custo para a execução de cada tipo, tendo enfoque o pavimento intertravado, não descartando a erudição da execução, trafegabilidade e prováveis danos.

Dessa forma, o presente trabalho propagandeia a viabilidade de dois tipos de pavimentos o asfáltico e o intertravado, sendo eles exequíveis, em suas distinções presenciadas na própria estrutura.

Analisando os custos do empreendimento diante dos tipos de pavimentação estudado, considera-se que a pavimentação asfáltica é a melhor alternativa, visto que, dispõe de um preço mais baixo comparado aos blocos intertravados. Em parte, ponderando, a manutenção, vida útil e o retorno da água ao subsolo, a melhor opção seria os blocos intertravados.

Concluindo então, que os custos do pavimento intertravado o custo da sua execução é maior que a pavimentação asfáltica. Deste modo, a viabilidade do pavimento intertravado é admissível, uma vez que sua longevidade e fácil manutenção é superior quando compara-se com o pavimento asfáltico, comprovando ser uma alternativa considerável de custo a longo prazo.

A revisão bibliográfica referente ao tema concedeu uma relação entre os tipos de pavimentos estudados, considerando então seus principais aspectos,

sendo eles: econômico, técnico, trafegabilidade e ambiental quando é realizada uma comparação entre os pavimentos asfálticos e intertravados.

A principal dificuldade para a realização deste estudo foi o levantamento do histórico dos pavimentos, a respeito do estudo principal, e a falta de procedimento apreciação e observação típicas para pavimentos intertravados. Dado que, o conhecimento referente a estas informações seriam fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa, permitindo assim diversos tipos de análise.

Em relação ao objetivo geral, que abrange em comparar a viabilidade econômica e técnica do uso de blocos de concreto intertravado e do asfalto, pode-se concluir que foi alcançado, por meio dos estudos realizados que comprovou o que se esperava.

Em relação aos objetivos que é apresentar as vantagens econômicas e técnicas do emprego de blocos intertravados em projetos e apresentar as desvantagens econômicas da aplicação do asfalto a longo prazo, colige-se que ainda há a possibilidade da viabilidade deste tipo de pavimento como forma de alternativa para o pavimento asfáltico.

Portanto, o pavimento intertravado é uma alternativa de revestimento para grandes áreas de circulação de veículos, sendo essencial o advento de um controle preciso sobre as peças-moldadas de concreto, considerando assim as escolhas dos seus materiais que serão utilizados para a sua fabricação.

REFERÊNCIAS

AMARAL, J. J. F. **COMO FAZER PESQUISA BIBLIOGRÁFICA**. Fortaleza: [s.n.], 2007.

ARAÚJO, T. G. **Viabilidade de Aplicação das Cinzas da Bacia de Resíduos da Termelétrica do Pecém no Concreto**. 2016. 58 f. Dissertação (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

ARY JUNIOR, I. J. **Pavimento Intertravado como Ferramenta de Moderação do Tráfego nos Centros Comerciais de Travessias Urbanas - Estudo de Caso Guaiúba, CE**. 2007. 221 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15953: pavimento intertravado com peças de concreto – execução**. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO **PORTLAND**. **Manual de Pavimento Intertravado: Passeio Público**. 1ª ed. São Paulo. 2010.

BALBO, J. T. **Pavimentação Asfáltica: materiais, projeto e restauração**. São Paulo: Oficina de textos , 2007.

BALBO, T. JOSÉ. **Pavimentação Asfáltica**. 3ª ed. Oficina de Textos, 2016.

BARBOSA, Luciana Salles. **Viabilidade econômica em investimentos no mercado imobiliário: gerenciamento de risco e Opções Reais**. 2005. 13 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro, 2005.

BERNUCCI, L.B. [et al]. **Pavimentação Asfáltica: Formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2008.

BERNUCCI et al., Liedi B. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: Petrobrás - Abeda, 2007.

BITTENCORT, S. F. **Avaliação da resistência à compressão de pavers produzidos com agregados de resíduos de construção e areia de fundição**. 2012, 125 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Inovação) - Faculdade de Tecnologia da Universidade Estadual de Campinas, Universidade Estadual de Campinas, Limeira, 2012.

CAMARGO, R. S. **Estudo de Pavimento Intertravado: Propriedades e Patologias dos Blocos em Palmas – TO**. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, CEULP/ULBRA, Palmas, 2016. 104p.

CEZARO, T. C. **Estudo das propriedades mecânicas asfálticas convencionais e modificadas**. 2008. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

CORRÊA, R. R. **Proposta de metodologia de controle de qualidade de peças de concreto para pavimentação**. 2013. 307 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 2013.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **Transporte rodoviário: Por que os pavimentos das rodovias do Brasil não duram?**. Brasília, 2017.

CRUZ , L. O.. **Pavimento intertravado de concreto: dimensionamento**. 2003. Tese(Mestrado em ciência em engenharia civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2003.

CRUZ, L. O. M. **Pavimento Intertravado de Concreto: Estudo dos Elementos e Métodos de Dimensionamento**. 2013. 281f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

FERNANDES, I. D. **Blocos e Pavers – Produção e Controle de Qualidade**. 4. Ed. Ribeirão Preto: Treino Assessoria e Treinamentos Empresariais Ltda, 2013. 200 p.

FERNANDES, I. **Blocos e Pavers – Produção e Controle de Qualidade**. 7 ed. Ribeirão Preto, Treino Assessoria e Treinamentos Empresariais Ltda., 2016. 200p.

FERREIRA, R. et al. **Construção: Pavimento intertravado de concreto x pavimento asfáltico**. Revista Construção Mercado, São Paulo, n. 125, dez. 2011. Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios/incorporacao/construcao/125/artigo299124-1.aspx>>. Acesso em: 28 de out. 2022.

FRANCO, J. M. **Produção de blocos de concreto para pavimentação (bcp) utilizando resíduos de galvanoplastia**. 2011, 152f. (Dissertação em Engenharia Urbana) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2011.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa**. 1. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.
GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GOINFRA. **Tabela de Terraplanagem, Pavimentação e Obras de Artes Especiais**. Goiânia. 2018a.

GOES, Thaís Bianchin; CHINELATO, Gressa Amanda. **Viabilidade econômico-financeira da cultura do café arábica na região da Alta Mogiana**. Revista Pecege. Edição 04. DOI:10.22167. Agosto de 2018. e-ISSN: 2359-5078.

MARCHIONI, M. L. **Desenvolvimento de técnicas para caracterização de concreto seco para peças de concreto para pavimentação intertravada**. 2012. 112 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

MASCARÓ, Juan Luis. **Infraestrutura Urbana: Para o século XXI**. 1º. ed. Porto Alegre: Masquatro Editora LTDA, 2016.

MUNHOZ, Diogo; FILLA, Júlio Cesar. **Avaliação do desempenho da recuperação de pavimentos tratados com o microrrevestimento**. Revista Técnico-Científica, v. 1, n. 2, 2017.

MÜLLER; R. M. **Avaliação de transmissão de esforços em pavimentos**

intertravados de blocos de concreto. Rio de Janeiro: UFRJ, 2005.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.

NAKAMURA, J. **Pavimentação asfáltica. Revista Infraestrutura Urbana.**

Editora Pini. Edição n.16. São Paulo, 2011.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto.** 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2016. 888 p. Tradução: Ruy Alberto Cremonini.

RODRIGUES, Auro de Jesus. **Metodologia científica: completo e essencial para a vida universitária.** [s.l.]: Avercamp, 2006.

ROCCO, C.; GUINEA, G. V.; PLANAS, J.; ELICES, M. **Review of the splitting test standards from a fracture mechanics point of view.** Cement and Concrete Research. v. 31, n. 3, p. 73– 82. 2001.

SANTOS, Daiane Xavier dos; SILVA, Fernanda Rosante da; BERTEQUINI, Aline Botini Tavares. **Utilização do asfalto-borracha em relação ao asfalto convencional.** 2017.

SENÇO, Wlastermiller de. **Manual de técnicas de pavimentação.** v.1, 2.ed. São Paulo: Pini, 2007.

SPECHT, Luciano Pivoto; CERATTI, Jorge Augusto Pereira; PALUDO, Ilda. **Estudo laboratorial da adesividade e do desgaste de misturas com borracha.** In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTE - ANPET, XVI. 2004.

VELLASCO, Bruno Quilici. **Análise crítica do controle construtivo de pavimentos com a viga de Benkelman: aplicação ao caso de ampliação do Aeroporto Internacional Tom Jobim no Rio de Janeiro.** 2018. 213 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

