

ANÁLISE PRELIMINAR DA UTILIZAÇÃO DE PEÇAS PRÉ-FABRICADAS COMO ALTERNATIVAS PARA O SISTEMA DE CONSERVAÇÃO DE PAVIMENTOS

ALEXSANDRO MACANHÃO^{1*}; LINCOLN SALGADO²

¹Discente, Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel-PR,
alexsandromacanhao@hotmail.com;

²Esp. em Engenharia Civil, Prof. Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel-PR,
salgado@fag.edu.br.

RESUMO: Considerando as informações disponíveis, o transporte rodoviário desempenha um importante papel no âmbito social e econômico, em especial no Brasil, já que 61% do transporte interno são feitos através do modal rodoviário. O estado de conservação das rodovias brasileiras vem decaindo com o passar dos anos. Os custos associados à manutenção das rodovias, concebendo restaurações e reconstruções, passam dos 5,5 milhões de reais, enquanto que uma quantia de 15 milhões de reais é investida mensalmente na construção de novas autopistas, ou seja, é aplicado mensalmente um terço do valor de construção de novas estradas, apenas na restauração das já existentes. Um valor um demasiadamente elevado, demonstrando que esse possa ser um fator que atrasa o desenvolvimento da infraestrutura do país. Uma abordagem que pode mudar a situação e ampliar economicamente o país, com uma melhoria considerável na malha rodoviária federal consiste em redirecionar parte do valor aplicado em restaurações e reconstruções, para a pavimentação de novas rodovias. Para que ocorresse esse redirecionamento deveriam ser aplicadas novas técnicas de reparos em pavimentos já existentes, já que as normas mais atuais vigentes têm mais de 20 anos, apresentando tecnologias pouco desenvolvidas e métodos obsoletos, que funcionam, mas não apresentam um bom desempenho. Uma solução que pode vir a substituir o método convencional de restaurações nos locais danificados dos pavimentos é a utilização de placas pré-fabricadas de concreto, as quais têm uma durabilidade elevada em relação aos métodos atualmente utilizados, diminuindo significativamente os gastos com reparos constantes, os quais atualmente se apresentam necessários. A placa tem uma vida útil demasiadamente elevada, e um desempenho superior, quando comparada à metodologia consagrada, se tornando uma alternativa viável.

PALAVRAS-CHAVE: Pavimentação. Reparo. Durabilidade. Pré-Fabricado. Placas. Alternativo.

PRELIMINARY ANALYSIS OF THE USE OF PREFABRICATED PARTS AS ALTERNATIVES FOR THE PAVEMENT CONSERVATION SYSTEM

ABSTRACT: Considering the available information, the road transport plays an important role in social and economic ambit, especially in Brazil, since 61% of the internal transport are made by road. The conservation state of the Brazilian highways has been decreasing as the years pass by. The costs associated to the conservation of the highways, including restorations and reconstructions, are over than 5.5 millions of reais, while 15 millions of reais are invested monthly on new constructions of the new highways, in other words, nowadays is invested monthly one third of the cost to build a new highway just to restore one that already exist. A value overly high, showing that this can be a factor that delays the development of the infrastructure of the country. An approach that may change the situation and increase economically the country, with a considerable improvement on the federal highway network,

consists in redirect part of the costs applied in restorations and reconstructions to paving new segment and new highways. To be able to occur this redirection, must be applied new techniques to repair pavements, considering that the current and most recent regulation has more than 20 years, presenting technologies less developed and outdated methods, that does work, but does not present as good performance as the new ones. A good solution could be switch the conventional method of restauration on the damaged locals of pavements, using prefabricated concrete panels, which has an elevated durability compared to the methods most used currently, decreasing meaningly the costs with constants repairs, in which present being necessary. The panel has an lifespan unduly high and a surpassing performance when compared to the common methodology.

KEYWORDS: Paving. Repair. Durability. Pre-fabricated. Plates. Alternative.

INTRODUÇÃO

Conforme CNT (2017), o transporte rodoviário desempenha um papel importante no âmbito social e econômico, em especial no Brasil, já que mais de 61% do transporte interno de mercadorias são feitos através do modal rodoviário. O estado de conservação das rodovias brasileiras vem decaindo com o passar dos anos. No ano de 2017 constatou-se uma queda na qualidade do estado geral das rodovias, onde a classificação regular, ruim ou péssima atingiu 61,8%, um aumento de 3,6% em relação ao ano anterior. Em analogia a qualidade do pavimento, foi registrado um aumento de 1,7% na degradação geral das estruturas que o compõem.

Os pavimentos podem ser divididos, basicamente, em dois grupos, sendo eles pavimentos flexíveis e pavimentos rígidos. Atualmente, no Brasil, segundo CNT (2017), 99% das rodovias são compostas por pavimentos flexíveis, totalizando algo em torno de 219 mil km, com vida útil entre 10 a 20 anos, dependendo do projeto e da realização da manutenção de forma adequada, sobrando apenas 1% de pavimento rígido, compondo menos de 2 mil km de extensão.

O pavimento flexível é composto por um material betuminoso, e tem a denominação de flexível pela sua capacidade de deformar quando se aplica uma carga de um veículo. Uma estrutura de pavimento flexível é composta geralmente por base, sub-base e reforço do subleito, com isso, os materiais absorvem essa flexão da estrutura em parcelas de carga, aproximadamente equivalentes (IPR 719/DNIT, 2006).

Por outro lado, o pavimento rígido é composto por placas de concreto de cimento Portland (CCP), base e sub-base com espessuras reduzidas, e apresenta alta rigidez em relação ao pavimento flexível, devido ao elevado módulo de elasticidade do concreto. Dependendo da necessidade, pode ser reforçado estruturalmente por telas ou barras de aço, e funciona similar a uma laje, distribuindo as cargas nele aplicadas de forma a abranger uma maior área de

distribuição de forças no subleito, evitando deformações que possam danar a rodovia (IPR 719/DNIT, 2006).

Os custos associados à manutenção das rodovias, concebendo restaurações e reconstruções, conforme anuário oficial do DNIT (2017), só no mês de julho de 2017, passaram dos 5,5 milhões de reais, tais investidos em reformas de rodovias. Enquanto que uma quantia de 15 milhões de reais foi investida na construção de novas estradas, ou seja, é aplicado mensalmente um terço do valor de construção de novas rodovias, apenas na restauração das já existentes. Um valor demasiadamente elevado, demonstrando que esse possa ser um fator que atrasa o desenvolvimento da infraestrutura do país. Algo que reflete diretamente, quando se compara o ranking de infraestrutura de transporte, no qual o Brasil ocupa o 65º lugar, entre 160 países (ESTADÃO, 2014).

Uma abordagem que pode mudar a situação e desenvolver economicamente o país, com uma melhoria considerável na malha rodoviária federal, consiste em redirecionar parte do valor aplicado em restaurações e reconstruções, além da pavimentação de novas rodovias. Para que ocorresse esse redirecionamento deveriam ser aplicadas novas técnicas de reparos em pavimentos já existentes, já que as normas mais atuais vigentes têm mais de 20 anos, apresentando tecnologias pouco desenvolvidas e métodos obsoletos, que funcionam, mas não apresentam um bom desempenho.

Uma solução que pode vir a substituir o método convencional de restaurações nos locais danificados dos pavimentos é a utilização de placas pré-fabricadas de concreto, as quais têm uma durabilidade elevada em relação aos métodos atualmente utilizados, diminuindo significativamente os gastos com reparos constantes, os quais atualmente se apresentam necessários. A placa tem uma vida útil demasiadamente elevada, e um desempenho superior, quando comparada à metodologia consagrada.

Novas tecnologias vêm para melhorar os métodos convencionais e inovar de forma inteligente e objetiva, apresentando soluções inovadoras e que, de forma alternativa, visam resolver problemas, em especial, na engenharia, da forma mais econômica e duradoura possível, levando em consideração sempre a facilidade de aplicação e as melhores formas de manutenção, com os menores custos. Nesse contexto, com a necessidade constante de alternativas viáveis, a utilização das placas pré-fabricadas para a execução de reparos em pavimentos vem paralela a isso, se mostrando uma boa evolução em relação ao método convencional. As inovações têm objetivo primordial de criar possibilidades que até então não foram contempladas, trazendo grandes vantagens e demonstrando que a engenharia pode ser um dos pilares responsáveis pelo desenvolvimento do país.

Esse artigo tem objetivo de realizar uma análise comparativa sobre a utilização de peças pré-fabricadas como uma alternativa para o sistema de conservação de pavimentos, levando em consideração os serviços de reparo de pavimentos onde se pode aplicar o novo processo e através disso, realizar uma análise quantitativa e qualitativa, através de bibliografias e normas em geral utilizadas, definindo os custos atuais do mercado para definir qual o valor de implantação do sistema de placas pré-fabricadas.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Definição de Pavimentação

Para Bernucci (2007) pavimentação é uma estrutura de múltiplas camadas de espessura finita, construída sobre uma superfície terraplanada e que é destinado de maneira técnica e econômica a resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima, a proporcionar uma melhoria nas condições de rolamento dos usuários, como conforto, segurança e economia.

Segundo Balbo (2007), o pavimento é uma estrutura rígida, não perene, composta por camadas sobrepostas de diferentes materiais e granulometrias, compactados a partir do subleito do corpo da estrada, adequada para atender de forma estrutural e operacional o tráfego de veículos e pedestres, de maneira durável e com o mínimo de investimento possível, considerando diversas perspectivas para serviços de manutenções de prevenção, correção e de reabilitação, sendo todos obrigatórios.

De acordo com Rodrigues (2011), o pavimento deve ser considerado como um todo, sendo uma estrutura laminada e estratificada que se encontra apoiada sobre uma camada final de terraplanagem ou outra infraestrutura e destina-se, essencialmente, em suportar todo o tráfego previsto para um determinado período de tempo, além disso, deve fornecer segurança e apresentar conforto e economia para os usuários. Essa mesma estrutura pode ser constituída de vários materiais e conter várias camadas em seu corpo, tendo eles estruturas, resistências e deformabilidades diferentes.

Conforme o manual técnico do DNIT (2006), pavimento de uma rodovia consiste na superestrutura constituída por um sistema de camadas de espessura finitas, assentes sobre um semi-espaço considerado, teoricamente, como infinito.

2.2 Origem da Pavimentação

O estudo da origem da pavimentação remete ao estudo do próprio histórico da humanidade, passando pelo povoamento dos continentes, conquistas territoriais, rotas de comércio, urbanização e desenvolvimento, além do escoamento de pessoas por motivos religiosos, culturais, comerciais, entre outros. Uma das mais antigas estradas pavimentadas, não era destinada a automóveis, nem mesmo a veículos com rodas, mas especialmente para trenós que transportavam cargas, levando materiais para a construção das pirâmides do Egito (2600-2400 a.C.).

Um pouco mais recente (anos 600 A.C.), no Oriente Médio, a estrada Semíramis cruzava o rio Tigres e margeava Eufrates, entre as cidades da Babilônia. Já na Ásia Menor, ligando Iônia do Império Grego ao centro do Império Persa, há registro da chamada Estrada Real (anos 500 A.C.), a qual era servida de postos de correio, pousadas e até pedágio, tendo extensão de mais de 2 mil quilômetros. Alguns historiadores consideram-na parte primordial do primeiro sistema de correios da história. Essas são algumas das estradas que marcaram a antiguidade pelo seu desenvolvimento e os benefícios que traziam, principalmente, comerciais e de transporte de informações. As mesmas proporcionavam em especial, facilidades no quesito comercialização de produtos e comunicação rápida, além de deslocamentos militares importantes (MOURA, 2014).

Embora existam sistemas de estradas em diversas partes do globo, as quais foram construídas para fins religiosos (peregrinações) e comerciais, foi atribuída aos romanos a arte maior do planejamento e construção viária. Visando uma gama de objetivos, em especial militares e de manutenção da ordem do vasto território do império, os romanos foram capazes de implantar um sistema técnico e robusto, com um elevado nível de desenvolvimento. Similar aos dias de hoje, as vias eram compostas por uma fundação, uma camada de superfície, que variavam de acordo com o terreno e os materiais disponíveis na região (CERATTI, 2007).

Então se deu início ao que se vive até hoje, uma constante evolução de estudos de métodos e materiais para se obter um melhor desempenho nas rodovias, já que se comprovou que os locais mais desenvolvidos socioeconomicamente dependem diretamente de boa infraestrutura viária. Uma análise que se pode fazer é em relação ao afirmado, quando se compara a malha rodoviária dos Estados Unidos e a do Brasil.

Os Estados Unidos demonstram um desenvolvimento econômico notável, ocupando a 9º posição do *ranking* mundial de países mais desenvolvidos do mundo. Já o Brasil, ocupa a 75º posição neste *ranking*, dentre 195 países. Quando se analisa a malha rodoviária de

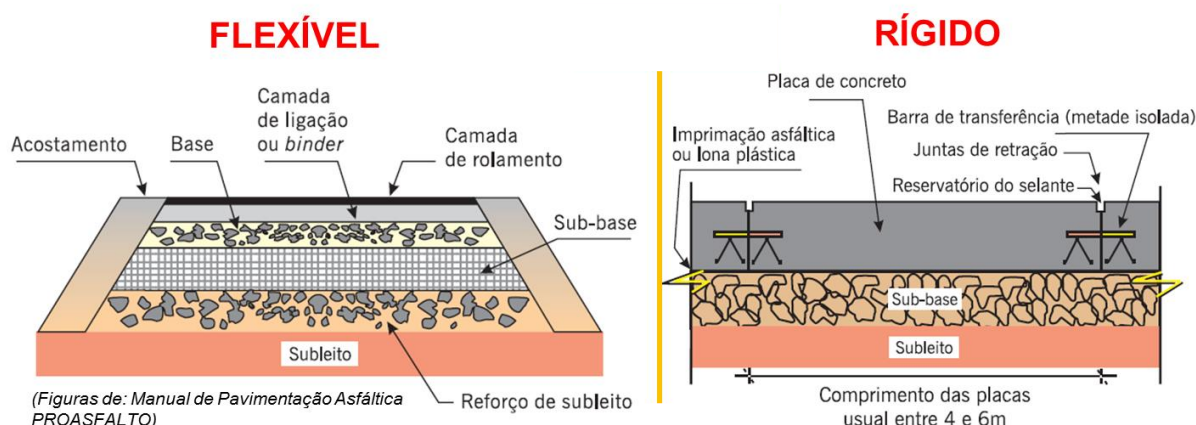
infraestrutura dos Estados Unidos, percebe-se uma distribuição igualitária em toda a extensão territorial, situação que não se repete no Brasil, tendo locais onde há uma maior concentração de rodovias, e ausência em outras regiões, situação que pode gerar inúmeros problemas, como trânsito elevado, desgaste excessivo e a necessidade de fazer longos trechos que seriam encurtados se existissem estradas intermediárias. Cada um desses fatores pesa na economia do país (EXAME, 2016).

A partir do estudo da malha viária do Brasil, percebe-se que para desenvolver a economia do país e, levando em conta que as rodovias trazem novas oportunidades e crescimento econômico, novas estradas devem ser construídas, porém, não se pode esquecer-se de manter as já existentes em boas condições de uso, com o mínimo de interrupções e barreiras devido a processos de recuperação, para que o trânsito flua da melhor maneira possível e seja um fator chave no desenvolvimento econômico do país.

2.3 Tipos de pavimento

Atualmente, pode-se dizer que existem dois tipos de pavimento, sendo um flexível e o outro rígido. Uma das diferenças entre os pavimentos é a distribuição das cargas, com o flexível deformando e transferindo essas deformações a todas as camadas subsequentes, enquanto o rígido absorve quase todas as cargas pela área de concreto, transferindo para o solo apenas uma pequena parcela de cargas, conforme Figura 1.

Figura 1: Estrutura dos pavimentos flexíveis e rígidos.



Fonte: BERNUCCI ET AL (2006).

2.3.1 Pavimento flexível

De acordo com o manual técnico do DNIT (2006), pavimento flexível é aquele no qual todas as camadas se deformam de maneira elástica, sob um carregamento aplicado, e a carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes entre as divisões. Uma exemplificação é um pavimento no qual se utiliza uma constituição feita por brita graúda ou por uma base de solo que seja considerado pedregulhoso, que então é revestida por uma camada asfáltica.

2.3.1.1 Pavimento flexível com base granular

O pavimento flexível com base granular é constituído por camadas puramente granulares, sendo sempre flexíveis, e tem estabilização granulométrica pela compactação de um material ou de mistura de materiais que tenham uma granulometria adequada e índices geotécnicos fixado em especificações (DNIT, 2006).

2.3.1.2 Pavimento flexível com base estabilizada

Mesmo tendo um processo construtivo semelhante ao de base granular, se diferencia em questão da mistura de solo e aditivos, tais como cimento, cal ou betume. Estes, devidamente compactados, satisfazem a certos quesitos de densidade, durabilidade e resistência, dando como resultado um suporte de camadas mais rígido, que tem como característica principal acentuar a rigidez à flexão (DNIT, 2006).

2.3.1.3 Revestimentos de pavimentos betuminosos

Conforme especifica o DNIT (2006), os revestimentos betuminosos são constituídos de uma mistura de agregados e materiais betuminosos. Existem quatro tipos principais de revestimentos, sendo por penetração, penetração invertida, penetração direta e revestimentos por misturas a frio e a quente.

2.3.2 Pavimento rígido

Segundo o DNIT (2006), o pavimento rígido é aquele que apresenta uma elevada rigidez em comparação as camadas inferiores, sendo assim, absorve praticamente todas as

tensões provenientes de carregamentos que venham a ser aplicados. Uma exemplificação é um pavimento constituído por lajes de concreto de cimento *Portland*.

Dois tipos de concreto podem ser utilizados nos pavimentos flexíveis, sendo concreto magro, no qual há um baixo consumo de cimento, semelhante ao utilizado em fundações. Há também o concreto plástico, que tem por característica principal ter plasticidade para ser adensado através de vibração, podendo ser manual ou mecânica.

2.4 Defeitos em pavimentos

Segundo o dicionário Aurélio (2018), defeito é a irregularidade em relação ao que é normal, uma deformidade, ou um inconveniente. Adotando este termo para a, defeito é quando o pavimento não desempenha de forma adequada sua função, apresentando falhas que podem causar inúmeros outros problemas. Essas degradações funcionam como uma cadeia de acontecimentos, na qual cada um dará origem a novos tipos de degradações e assim sucessivamente, aumentando os defeitos tanto no potencial evolutivo, quanto na extensão do problema (MAIA, 2012).

2.4.1 Defeitos em pavimentos flexíveis

Conforme Maia (2012), as patologias podem se dividir em quatro principais, tais que podem ocorrer em relação ao material de constituição do material aplicado, sendo: deformações, fendilhamento, degradação da camada de desgaste e movimentação dos materiais. Dentro dessas famílias, apresentam-se quatro tipos principais de degradação, os quais podem se constituir em formação de rodeiras¹ de grande ou pequeno raio, abatimentos² longitudinais ou transversais à via, ondulações ou deformações localizadas.

2.4.2 Defeitos em pavimentos rígidos

Dentre os problemas mais comuns dos pavimentos rígidos, apresentam-se: problemas nas juntas de dilatação, nas quais, se não for aplicado sobre sua superfície um *primer*, pode ocorrer o desgaste e conseqüentemente a infiltração de água pelo selante das juntas. Outro

¹ Rodeira: são deformações transversais que se desenvolvem longitudinalmente na banda de ação dos rodados dos veículos pesados (DNIT, 2006).

² Abatimentos: ocorrem quando há uma compactação por cargas maiores do que as previstas inicialmente, geralmente por excesso de carga dos veículos (Martins, 2017).

problema que pode vir a ocorrer é o esborcinamento dos cantos das juntas, os quais geralmente se dão devido à penetração de materiais indesejados, defeito desencadeado pela deficiência na selagem das juntas de dilatação, fazendo uma transferência de forças aplicadas a esses cantos, que apresentam uma fragilidade maior em relação ao restante do pavimento e tendem a lascar (DNIT, 2010).

Também presente nos defeitos dos quais os pavimentos rígidos estão suscetíveis, as fissuras tendem a ser grandes causadoras de afundamento de placas e são os principais fatores para o surgimento de novas fissuras, sendo um problema que se não tratado da maneira correta e no tempo certo, pode vir a condenar a utilização das placas as quais se apresentam, sendo necessária a remoção das mesmas para substituição por novas placas de concreto (DNIT, 2010).

Outro problema que pode estar presente é o desgaste superficial, o qual ocorre na maioria dos casos por uma falha na execução, quando não há um controle correto da exsudação³, característica que torna a superfície do concreto porosa e fraca, sendo removida facilmente pela ação do tráfego e pela passagem de água em velocidade sobre o pavimento (DNIT, 2010).

Placa bailarina é a situação na qual a movimentação vertical é visível sob a ação do tráfego, principalmente na região das juntas, as causas principais são a perda de suporte de fundação, aliado à existência de juntas ineficientes e a ação do tráfego pesado e canalizado. No entanto, sempre que os defeitos, sejam quais forem, atingirem 2/3 da área total da placa, a mesma deve ser removida e refeita, segundo as normas do DNIT (2010).

2.5 Reparo de defeitos

Para a recuperação de pavimentos danificados, deve-se analisar a composição dos mesmos, sendo que se foi realizada uma correta manutenção preventiva e a execução do pavimento foi feita da maneira adequada, como dita as normas e manuais técnicos do DNIT (2006), essa recuperação tende a ser mais fácil e ter um valor relativamente menor.

Deve-se efetivar um programa de acompanhamento da evolução dos pavimentos, para apoiar a decisão de intervir em um determinado período de tempo, de modo a repor e manter os parâmetros de qualidades que foram definidos na fase de projeto, além de fazer com que a vida útil seja estendida. Tais intervenções se englobam na fase de conservação dos pavimentos (MAIA, 2012).

³ Exsudação: é o aparecimento de água na superfície do concreto, após ele ter sido lançado e adensado.

Azevedo (2001) define que uma conservação tardia, ou a ausência da mesma num pavimento rodoviário, contribui para o aumento de custos de diversas naturezas, motivados pela degradação contínua das condições de serviços das vias.

2.5.1 Reparos em pavimentos flexíveis

De acordo com Azevedo (2001), a reforma de pavimentos flexíveis pode ser desmembrada em três níveis, no que respeita as ações de conservação em relação ao nível de amparo. As que envolvem o nível 1 (um) podem ser consideradas como ações urgentes e que não se é necessário medidas de reforço do pavimento. Já as medidas de nível 2 (dois) são úteis quando se existe uma necessidade de reforço do pavimento, porém, podendo ser feito de forma simplificada. Por fim, o nível 3 (três) dita um estudo de dimensionamento de reforço da via de forma a analisar as novas necessidades por ela apresentadas.

No que se diz respeito à reabilitação estrutural, segundo Maia (2012), trata-se de um reforço do pavimento degradado existente para suportar de forma eficiente as solicitações no pavimento geradas pelos veículos. Quando há essa necessidade, é muito frequente a aplicação de reforço de uma ou mais camadas betuminosas. Outra solução não menos frequente é a fresagem⁴ de uma ou mais camadas do pavimento existente, para a substituição por uma ou mais camadas que funcionarão como reforços, com objetivo principal de sanar o desenvolvimento de degradação nas camadas iniciais do pavimento.

2.5.2 Reparos em pavimentos rígidos

Segundo o manual técnico de reparos em pavimentos rígidos do DNIT (2010), nos problemas relacionados à infiltração nas juntas de dilatação, o procedimento de reparo se divide na realização de uma limpeza para remover possíveis detritos nos locais onde o masticue foi danificado e, após esse procedimento, deve-se efetuar a resselagem da junta com uma nova aplicação de masticue e então a selagem da junta com um *primer*, à critério da necessidade de aplicação em relação ao selante utilizado.

Em relação ao esborcinamento, o procedimento mais usual de reparo é realizado cortando-se com uma serra de disco diamantado seguindo uma linha paralela à junta, logo após o corte, ocorre a retirada de aproximadamente uma camada de 5 cm de espessura. Com

⁴ Fresagem: consiste no corte de uma ou mais camadas de um pavimento asfáltico por intermédio de processo mecânico a frio (Engenharia e Construção, 2011).

esse procedimento são removidas as camadas de concreto afetadas e, após limpeza e secagem do local, aplica-se uma pintura de ligação e logo em seguida lança-se o concreto, este deve conter uma quantidade de cimento mínima de 350 kg/m³ e com agregado fino (cerca de 1/3 da espessura do reparo) (DNIT, 2010).

De acordo com DNIT (2010), para o desgaste da camada superficial, existem alguns procedimentos que tendem a resolver o problema. O principal é a aplicação de uma calda de cimento *Portland* com emulsão adesiva. Uma solução secundária, mas reservada ao desgaste mais acentuado, é a remoção de uma camada de concreto de 1,5 a 2 cm de espessura e após a aplicação de uma ponte de aderência e uma nova concretagem.

Outro defeito apresentado nas placas é conhecido como efeito bailarina, no qual usualmente é utilizado o processo de recuperação que consiste na injeção de uma calda de cimento sob a placa, entretanto, outros materiais como argamassas de cimento-areia ou solo-cimento também têm um bom desempenho nesse tipo de reparo, segundo o DNIT (2010).

Seguindo procedimentos descritos nos manuais do DNIT (2010), o método para a reconstrução total da placa consiste em que seja feita uma camada de concreto magro com 10 cm de espessura, para evitar recalques diferenciais da nova placa em relação as já existentes, com isso aumentando a capacidade de suporte do reparo. Após, deve-se executar a concretagem, realizando um engraxamento das barras de transferência de ligações, estas se não estiverem oxidadas, pois se houver presença de oxidação as barras devem ser substituídas.

2.5.3 Reparos com placas pré-fabricadas de concreto

Um método alternativo, relativamente novo, mas que vem ganhando espaço no mercado americano e que promete ser o futuro dos pavimentos, é a utilização de placas de concreto pré-fabricadas para a pavimentação de trechos e a execução de reparos em pavimentos já existentes. Funcionando de uma maneira muito similar aos pavimentos rígidos, podem ser uma grande aposta quando se necessita de praticidade e velocidade na execução do reparo ou na construção do pavimento, sendo largamente utilizada nos últimos anos em rodovias dos Estados Unidos e Canadá. As placas pré-fabricadas podem chegar a até 20 metros de comprimento, cada uma. A técnica começou a ganhar mercado a partir da criação de um padrão de qualidade para a construção de estradas, e tem ajudado a reduzir custos de manutenção, uma vez que ao invés de mobilizar máquinas e grandes equipes com operários, as estradas podem ser recuperadas apenas retirando um painel e colocando outro no lugar (NPCA, 2013).

Por ocorrer uma padronização das peças, pelo fato de serem industrializadas, sofrem menor influência de variações impostas pelo clima, pela qualidade dos materiais ou interferência de mão de obra e equipamentos, se comparada com o processo de produção *in loco*. Os painéis pré-fabricados são produzidos e curados em ambientes controlados com um rígido processo tecnológico, além de que, o ganho na velocidade de produtividade, aliado aos equipamentos é prodigiosa, quando se compara com o pavimento convencional (NPCA, 2013).

A Associação Nacional de Concreto dos Estados Unidos acompanhou algumas obras de reparo de pavimentação e constatou que em um local com a preparação do terreno pronta, é possível instalar 1,6 km em torno de seis horas, com uma equipe de 6 colaboradores. Uma das primeiras experiências bem-sucedidas nos Estados Unidos ocorreu em um trecho de 6,4 km, local onde o pavimento de concreto tradicional foi substituído por painéis pré-fabricados em uma operação que levou 24 horas, sendo quatro turnos de 6 horas com 6 membros na equipe. A respeito de equipamentos, foram utilizados apenas caminhões para o transporte das placas e um guindaste para a instalação das mesmas (BRODAL, 2017).

No Brasil, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Trânsito possui uma norma para a execução de rodovias com pavimento de concreto pré-fabricado desde 2004, porém, a tecnologia ainda não foi implantada no país. A norma visa o atendimento da ABNT NBR 9781 – Peças de concreto para pavimentação e define como deve ser realizado o preparo do solo para receber as placas pré-fabricadas (SANTOS, 2017).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Trata-se de um estudo comparativo-descritivo por meio de uma revisão bibliográfica. Tal estudo comparou o método convencional de reparos em pavimentações, sendo elas de características rígidas ou flexíveis, com um método alternativo que consiste em utilizar placas pré-fabricadas de concreto para conserto em trechos de pavimentos. Inicialmente esperou-se obter um melhor desempenho com a utilização dessa metodologia alternativa.

3.1 Normativa de reparo em pavimentos flexíveis

Segundo a norma de recuperação de defeitos em pavimentos asfálticos (DNIT, IPR 737/2010), os procedimentos de recuperação em pavimentos podem ser de dois tipos, sendo

eles: remendos superficiais que consistem em uma alternativa de natureza provisória e remendos profundos que são de natureza permanente. Estes processos se aplicam às principais patologias que podem ser encontradas em um pavimento flexível.

3.2 Normativa de reparo em pavimentos rígidos

A norma de reparo de pavimento rígido (DNIT, 067/2004) estabelece critérios para a execução de reparos, em relação à patologia apresentada. Tais processos se aplicam a grande parte das patologias encontradas em pavimentos rígidos, se resumindo em falhas no concreto como fissuras, esborcinamento, desgaste superficial e escamação.

3.3 Composição dos custos dos procedimentos utilizados atualmente

Os custos dos serviços atualmente utilizados estão relacionados à execução dos serviços que são especificados pelo DER/PR, nos quais se apresentam os serviços de conservação rotineira de pavimento. A quantidade de material, mão de obra, equipamentos e ferramentas para a execução desse método são estabelecidas pelas especificações particulares dos serviços. Os custos são estabelecidos por meio da relação de horas produtivas e improdutivas, tanto dos equipamentos, quanto dos colaboradores, obtendo-se um custo unitário de execução.

3.4 Método alternativo para a execução de reparos em pavimentos com placas pré-fabricadas

Segundo Santos (2017), um método que vem sendo empregado de forma ampla nos Estados Unidos e Canadá para a recuperação de pavimentos, principalmente de constituição rígida, é a utilização de placas pré-fabricadas de concreto para substituição de parte do trecho danificado, onde se realiza um recorte e posteriormente o preenchimento do local com uma placa pré-fabricada, por fim, selam-se as juntas para evitar infiltração de água.

A norma de construção com peças pré-moldadas de concreto de cimento *Portland* (DNIT, 066/2004), define a sistemática a ser adotada na utilização de peças pré-moldadas para a construção de pavimentos rígidos de estrada de rodagem, e devem atender às exigências da norma NBR 9781 a qual é norma de peças de concreto para pavimentação.

A norma de pavimento rígido (DNIT, 049/2013) define os materiais e procedimentos para a execução de um pavimento rígido com fôrmas deslizantes moldadas *in loco*, então para que se obtivesse um resultado condizente com as condições reais, usou-se a classificação de materiais recomendados por ela, já que mesmo que os métodos de execução variem entre si, a finalidade é similar, além de que, tanto no método com fôrmas deslizantes, quanto no método de reparo com peça pré-fabricada, o pavimento estará sob ações e condições de trânsito muito parecidas, além das demais adversidades.

No dimensionamento das placas de concreto pré-fabricadas, optou-se em utilizar um cimento do tipo *Portland* comum (CP II), com resistência definida de 32 MPA (Megapascal), pois foi o que melhor se adaptou quando analisado de maneira financeira em contraponto com a resistência que o concreto deverá atingir quando estiver curado. O agregado utilizado para a constituição do concreto deve atender às exigências da norma da NBR 7217 (2009), a qual se define como um agregado cujo beneficiamento resulta em uma distribuição granulométrica constituída de agregados graúdos e miúdos. Sendo estas definições ditadas pela norma de pavimentos rígidos do DNIT (049/2013).

Conforme Szlachta (2015), um eixo simples de rodas duplas pesa aproximadamente 8,2 toneladas, o que transformado, são 80 KN de carga, considerado padrão e definido como fator de cálculo do número N de utilização de uma rodovia, o qual define a vida útil de um trecho em relação à quantidade de tráfego que incide sobre ele. Para o dimensionamento, usou-se a mesma teoria, que seria uma carga de 80 KN aplicada sobre a área da placa, sendo esta responsável por resistir a todas as solicitações geradas por essa carga.

A NBR 7480 (2007) define o aço a ser utilizado na constituição das barras da armadura de flexão, admitindo um aço CA-50 ou o uso de CA-25, desde que seja previsto em projeto. Por ser mais usual, o autor utilizou para o dimensionamento, apenas o aço CA-50.

Nas juntas de ligação entre o reparo e restante do pavimento, deve-se utilizar um material vedante para que não ocorra a infiltração de água e comprometa o conserto. O material para realizar as selagens nas juntas pode ser moldado a frio ou pré-moldado, desde que cumpra as exigências da norma. Para o comparativo, por ser um material de fácil acesso e preço acessível, o autor propôs utilizar um mastique moldado a frio com características químicas de um poliuretano do tipo monocomponente, assim como dita a norma (DNIT 046/2004).

Seguindo as definições da NBR 6118 (2014), o cobrimento mínimo que deve ser adotado para elementos estruturais com contato direto com o solo é de 30 mm, considerando uma classe de agressividade ambiental tipo 2, logo, o autor adotou um cobrimento igual a 30

mm. Por ser um método que vem a substituir um reparo considerado superficial nos pavimentos, a espessura da peça foi definida como 8 cm, para que se ocorra um comparativo com o método de reparo superficial que se estenda até 8 cm no interior do pavimento.

Como dita a norma do DNIT 046 (2013), a expressão das quantidades, em massa ou volume, dos vários elementos do concreto, conhecido como traço, foi definida pelo autor com base na NBR 12655 (2006) e NBR 12821 (2009), sendo ele 1:1,5:3 constituindo-se de uma parte de cimento *Portland* CP II, para uma parte e meia de areia média e três partes de brita 1 (até 19mm), compondo o concreto a ser utilizado, assim como o consumo de cada material.

Segundo o SINAPI (outubro de 2018), a desoneração é o termo que define os preços dos serviços sem a contribuição de INSS de 20% sobre a folha de pagamento, e é regulamentada pela lei federal nº 12.844/2013. Já os preços não desonerados têm em sua integridade, os valores referentes ao INSS, que são impostos sob a mão de obra. Foi adotado um método de análise de custos por valores sem desoneração, haja vista que desde que os preços sejam comparados de igual para igual, não existe alteração de dados obtidos, sempre atentando para que se usem, continuamente, todos os preços da mesma categoria.

3.5 Coleta das informações

Em relação à análise das especificações de serviço de conservação rodoviário, estas foram verificadas nas normas de conservação rotineira de pavimentos, associadas à tabela referencial de preços do DER/PR. Destas, os serviços nos quais é possível realizar a substituição, foram deduzidos. Aos serviços propostos, foram observadas as implicações de execução, tais como os procedimentos da execução, assim como a mão de obra necessária, equipamentos e ferramentas envolvidas no processo, além dos materiais utilizados.

O SINAPI (2018) define todas as regras e critérios para elaborar o orçamento de referência de obras e serviços de engenharia, contratados e adimplidos com recursos dos orçamentos da União, a fim de obter a referência de custo, além das informações referentes aos índices de consumo voltados à mão de obra e utilizados na definição do custo global da placa de concreto.

3.6 Análise dos dados

Os dados serviram de subsídio para uma análise de composição de custos unitários de serviços, sendo elaboradas metodologias construtivas para a utilização de placas pré-

fabricadas, e seus custos foram compostos para comparação com o método atualmente empregado. As informações foram tabuladas na Tabela 1 e comparadas por meio de gráficos para definir o método mais vantajoso.

Tabela 1: Composição de custos.

DESCRIÇÃO	UNID	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
TAPA BURACO CBUQ				R\$
TAPA BURACO CBUQ				R\$
LIGANTES BETUMINOSOS				R\$
PLACA DE CONCRETO				R\$

Fonte: DNIT (2017).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um ponto importante, considerado pelo autor, é que, em ambos os métodos de reparo, existe a necessidade de transporte dos materiais ao local onde o serviço será executado, logo, quantificar valores e adicionar aos referenciais de custo não é algo necessário, haja vista que estão sendo comparados diretamente. Um fator que está presente nos dois métodos, pode ser excluído, pois não influencia no preço e, independentemente do método escolhido, este custo se constitui o mesmo, sendo igual em ambas as partes.

A priori são apresentados os custos unitários dos serviços separadamente, definindo custos por unidades referentes a cada material utilizado, para se obter uma base de dados, tais quais irão definir o valor unitário de cada serviço em sua totalidade.

Foi considerada uma análise em reparos superficiais com espessura de 8 cm. Os custos referentes a esse serviço são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Custos unitários.

CODIGO	ORIGEM	DESCRIÇÃO	UNID	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
1		TAPA BURACO CBUQ				R\$ 5.419,00
1.1		TAPA BURACO CBUQ				R\$ 154,80
512050	DER	DEMOLIÇÃO MECÂNICA DE PAVIMENTO	m3	1,00	R\$ 25,38	R\$ 25,38
707100	DER	LIMPEZA COM JATO DE ÁGUA	m2	1,00	R\$ 9,43	R\$ 9,43
561100	DER	PINTURA DE LIGAÇÃO COM EMULSÃO RR 1C	m2	1,00	R\$ 0,19	R\$ 0,19
570000	DER	CBUQ EXC FORNEC CAP ATE 10000 TON	m3	1,00	R\$ 119,80	R\$ 119,80
1.2		LIGANTES BETUMINOSOS				R\$ 5.264,20
589420	DER	EMULSAO RR 1C	ton	1,00	R\$ 2.307,86	R\$ 2.307,86
589000	DER	CAP 50/70	ton	1,00	R\$ 2.956,34	R\$ 2.956,34
2		PLACA DE CONCRETO				R\$ 248,85
512050	DER	DEMOLIÇÃO MECÂNICA DE PAVIMENTO	m3	1,00	R\$ 25,38	R\$ 25,38
707100	DER	LIMPEZA COM JATO DE ÁGUA	m2	1,00	R\$ 9,43	R\$ 9,43
-	DER	PLACA CONCRETO	m2	1,00	R\$ 214,04	R\$ 214,04

Fonte: Autor (2018).

A composição de serviços do novo método tem definição de valores calculados através dos coeficientes apresentados no modelo de relatório de composição de serviços, fornecido pelo DER-PR (2018), enquanto os coeficientes de consumos de mão de obra são providos da tabela de consumo referencial sem desoneração, fornecidos pelo SINAPI (2018), conforme Tabela 3.

Tabela 3: Composição de serviços e materiais para fabricação de uma placa de concreto.

(A) Equipamento	Código	Quantidade	Ut. Pr	Ut. Impr	VI. Hr. Prod	VI. Hr. Imp	Custo Horário
Betoneira 600 l elétrica	363200	1	0,0500	0,0000	R\$ 4,04	R\$ 2,80	R\$ 0,20
Vibrador imersão elétrico 45mm	341450	1	0,0400	0,0100	R\$ 0,86	R\$ 0,61	R\$ 0,04
(A) Total:						R\$	0,24

(B) Mão-de-Obra	Código	Eq. Salárial	Encargos (%)	Sal/Hora	Consumo	Custo Horário
Pedreiro	200260	2,85	141,67	R\$ 29,86	0,6410	R\$ 19,14
Carpinteiro	200240	2,40	142,67	R\$ 25,15	0,1600	R\$ 4,02
Sevente	200130	2,20	141,67	R\$ 23,05	0,7220	R\$ 16,64
(B) Total:						R\$ 39,81

(C) Itens de Incidência	Código	%	M.O.	Equip.	Mat.	Custo
Ferramentas Manuais	29990	5,0000	X			R\$ 4,34
(C) Total:						R\$ 4,34

Custo Horário da Execução (A) + (B) + (C)	R\$ 44,39
(D) Produção da Equipe	R\$ 1,00
(E) Custo Unitário da Execução [(A) + (B) + (C)] / (D)	R\$ 44,39

(F) Materiais	Unid.	Custo Unitário	Consumo	Custo Unitário
Areia	m³	R\$ 70,01	0,0218	R\$ 1,53
Brita 1	m³	R\$ 61,32	0,0436	R\$ 2,68
Cimento Portland (Saco de 50 kg)	ton	R\$ 518,60	0,0051	R\$ 2,64
Aço CA-50 8 mm	m	R\$ 26,60	0,9720	R\$ 25,86
Poliuretano Sikaflex 300 ml Cinza C.	ca	R\$ 20,60	2,0000	R\$ 41,20
(F) Total:				R\$ 73,90

(G) Serviços	Código	Unid.	Custo Unitário	Consumo	Custo Unitário
Formas de madeira compensada resinada	711000	m²	R\$ 72,54	1,32	R\$ 95,75
(G) Total:					R\$ 95,75

(H) Itens de Transporte	Código	Unid.	Fórmula	X1	X2	Custo	Consumo	Custo Unit.
(H) Total:								R\$ -

Custo Direto Total (E) + (F) + (G) + (H)	R\$ 214,04
--	------------

Fonte: Autor (2018).

Para o comparativo de preços, foi definido o trecho para ser analisado por meio da planilha do programa de conservação de pavimento, fornecida pelo DER-PR, do mês de março de 2012. O trecho escolhido se encontra na rodovia referente ao código 280S0010PRC, localizado entre a divisa Paraná com Santa Catarina (União da Vitória/Porto União), tendo uma extensão de 5,94 Km. O local apresentava defeitos e foram necessárias as quantidades de materiais para o reparo. O objetivo principal foi comparar, de maneira que fossem reparados os danos sendo utilizado o método alternativo de placas pré-fabricadas de concreto, cujos custos são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Comparativo de preços.

CODIGO	ORIGEM	DESCRIÇÃO	UNID	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
1		TAPA BURACO CBUQ				R\$ 1.647.062,52
1.1		TAPA BURACO CBUQ				R\$ 1.004.716,82
512050	DER	DEMOLIÇÃO MECÂNICA DE PAVIMENTO	m3	39,51	R\$ 25,38	R\$ 1.002,76
707100	DER	LIMPEZA COM JATO DE ÁGUA	m2	64461,71	R\$ 9,43	R\$ 607.873,93
561100	DER	PINTURA DE LIGAÇÃO COM EMULSÃO RR 1C	m2	64461,71	R\$ 0,19	R\$ 12.247,72
570000	DER	CBUQ EXC FORNEC CAP ATE 10000 TON	ton	3201,94	R\$ 119,80	R\$ 383.592,41
1.2		LIGANTES BETUMINOSOS				R\$ 642.345,70
589420	DER	EMULSAO RR 1C	ton	32,23	R\$ 2.307,86	R\$ 74.384,30
589000	DER	CAP 50/70	ton	192,12	R\$ 2.956,34	R\$ 567.961,40
2		PLACA DE CONCRETO				R\$ 5.439.069,07
512050	DER	DEMOLIÇÃO MECÂNICA DE PAVIMENTO	m3	39,51	R\$ 25,38	R\$ 1.002,76
707100	DER	LIMPEZA COM JATO DE ÁGUA	m2	64461,71	R\$ 9,43	R\$ 607.873,93
-	DER	PLACA CONCRETO	m2	18924,12	R\$ 214,04	R\$ 4.050.518,64
-	DER	IMPERMEABILIZAÇÃO DE JUNTAS POLÍMERO	m	75696,48	R\$ 10,30	R\$ 779.673,74

Fonte: Autor (2018).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Novas tecnologias vêm para superar os métodos convencionais e mudar de forma inteligente e objetiva, apresentando soluções inovadoras e que, de forma alternativa, visam resolver problemas, em especial, na engenharia, da forma mais econômica e duradoura possível, levando em consideração sempre a facilidade de aplicação e as melhores formas de manutenção.

Com a necessidade constante de alternativas viáveis, a utilização das placas pré-fabricadas para a execução de reparos pavimentos vem a ser uma alternativa duradoura e vantajosa, se mostrando uma boa evolução em relação ao método convencional. As inovações têm o objetivo primordial de criar possibilidades que até então não foram contempladas, trazendo grandes benefícios. Não é de hoje que inovações sofrem na fase de aceitação, existe a fase do convencimento de que é mais benéfico e que trará benefícios, porém, gradativamente, as novidades vão se tornando mais corriqueiras até que, praticamente, se substitui o método antigo. Diante disso, as placas pré-fabricadas como alternativa de reparo podem crescer muito em relação ao mercado e tomar seu lugar por merecimento, haja vista a sua capacidade de duração além da fácil manutenção individual facilitada. Mais uma vez demonstrando que a engenharia é um dos pilares responsáveis pelo desenvolvimento do país, e deve ser explorada ao máximo.

Por ocorrer uma padronização das peças, pelo fato de serem industrializadas, sofrem menor influência de variações impostas pelo clima, pela qualidade dos materiais ou interferência de mão de obra e equipamentos, se comparada com o processo de produção *in loco*. Os painéis pré-fabricados são produzidos e curados em ambientes controlados com um rígido processo tecnológico, além de que, o ganho na velocidade de produtividade, aliado aos equipamentos de fácil acesso é prodigiosa quando se compara com o pavimento convencional.

Atualmente, não se tem previsto nenhum método de levantamento de quantidades de serviço para conservação rodoviária, sendo este um estudo pioneiro na área, já que não existe nenhuma previsão de utilização das placas como alternativa de reparo, nem pelo DNIT, sequer pelo DER, os órgãos responsáveis e regulamentadores dos métodos de conservação de pavimentos. Logo, seria necessária a inserção dessa nova tecnologia e um desenvolvimento de estudos para se obter maiores informações, e com a aplicação desse novo artifício em cenários reais de reparos, uma maior precisão de todos os seus benefícios, assim como também suas dificuldades e a própria durabilidade, que seriam definidos de maneira autêntica e o que geraria dados mais condizentes com a realidade. Mesmo sem uma análise aprofundada, pode-

se considerar, com os dados obtidos através do estudo realizado, o novo método uma alternativa para a utilização, com ganhos reais e com grande capacidade explorativa.

A engenharia existe para que sejam definidas as técnicas e métodos de realização de qualquer serviço, sendo eles obras viárias, construções civis ou quaisquer outros setores, como uma vasta gama de áreas onde se afere a presença dos estudos ligados à engenharia. Tais estudos sempre visam dois pontos principais, sendo o menor custo aliado ao maior benefício possível. Todos procuram o equilíbrio entre esses pontos, são eles que definem métodos, materiais e procedimentos, e todo profissional em engenharia, desde os primórdios, vai em busca. Sendo assim, o novo sempre vem a ser descoberto para então ser aprovada a sua utilização, para posteriormente, ser aplicado e por fim, superado, mas tudo começa com uma simples ideia e muita vontade de mudar o mundo. As placas pré-fabricadas vêm ocupando o papel de uma nova descoberta que tem todo um caminho a percorrer. Essa é a essência da engenharia, é isso que a torna a melhor das ciências.

REFERÊNCIAS

ALTAIR SANTOS (Brasil). Massa Cinzenta. Pavimento de concreto pré-fabricado padroniza rodovias. **Massa Cinzenta**: Itambé, v. 1, n. 1, p.1-1, 12 abr. 2017. Disponível em: < encurtador.com.br/svxS8>. Acesso em: 07 novembro 2018.

ANDRADE, Mário Henrique Furtado. **Introdução à Pavimentação**. 2015. 64 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12655**: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento. 2 ed. Rio de Janeiro, 2006. 22 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12821**: Preparação de concreto em laboratório - Procedimento. 1 ed. Rio de Janeiro, 2009. 5 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. 2 ed. Rio de Janeiro, 2014. 225 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211**: Agregados para concreto - Especificação. 3 ed. Rio de Janeiro, 2009. 12 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7217**: Agregados - Determinação da composição granulométrica. 1 ed. Rio de Janeiro, 1987. 3 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7480**: Aço Destinado a Armaduras para Estruturas de Concreto Armado. 2 ed. Rio de Janeiro, 2008. 22 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9781**: Peças de concreto para pavimentação - Especificação e métodos de ensaio. 2 ed. Rio de Janeiro, 2013. 26 p.

AURÉLIO, Dicionário do. **Significado de Defeito**. Rio de Janeiro: Aurélio, 2018. 1 p. Disponível em: <encurtador.com.br/acJS7>. Acesso em: 07 novembro 2018.

BALBO, José Tadeu. **Pavimentação Asfáltica: Materiais, Projetos e Restauração**. São Paulo: Oficina de Textos, 2016. 558 p.

BERNUCCI, Liedi Bariani et al. **Pavimentação Asfáltica: Formação Básica Para Engenheiros**. Rio de Janeiro: Abeda, 2006. 501 p.

BRASIL. Der. Departamento de Estradas de Rodagem (Comp.). **PROGRAMA - CONSERVAÇÃO DE PAVIMENTO - COP**. São Paulo, 2012. 73 p. (1).

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (Brasil). Poder Público. **SINAPI: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil**. 2018. Disponível em: <encurtador.com.br/dhE39>. Acesso em: 07 novembro 2018.

CERATTI, Jorge Augusto Pereira. **Projeto de pesquisa CONCEPA-LAPAV: Estudo de desempenho de pavimento experimental com objetivo de validar método racional de dimensionamento de Pavimentos flexíveis**. 2018. 83 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. Cap. 3.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (Brasília - DF) (Comp.). **Pesquisa CNT indica piora da qualidade das rodovias**. 2017. Disponível em: <encurtador.com.br/uT156>. Acesso em: 07 maio 2018.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **DNIT – Transporte Rodoviário**. Brasília, 2017.

CONSTRUÇÃO, Engenharia e. Fresagem de Pavimentos. **Engenharia e Construção**, Rio de Janeiro, p.1-1, 19 out. 2011. Disponível em: <encurtador.com.br/nrD36>. Acesso em: 07 novembro 2018.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT – Custos Médios Gerenciais**. Modal Rodoviário. Brasília, 2018.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT – IPR 719**. Manual de Pavimentação. 3ª Edição. Rio de Janeiro, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT – IPR 737**. Manual de Recuperação de Pavimentos. Rio de Janeiro, 2010.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT – IPR 066**. PAVIMENTO RÍGIDO – Construção com Peças Pré-moldadas de Concreto de Cimento Portland. Rio de Janeiro, 2004.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT – IPR 067**. PAVIMENTO RÍGIDO – Reabilitação – Especificação de Serviço. Rio de Janeiro, 2004.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT – IPR 067. PAVIMENTO FLEXÍVEL – Recuperação de Defeitos em Pavimentos Asfálticos – Especificação de Serviço.** Rio de Janeiro, 2010.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT – MANUAL DE CUSTOS UNITÁRIOS – Volume 5.** Rio de Janeiro, 2003.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 038: Pavimento Rígido - Selante de Juntas - Determinação do índice de fluidez - Método de ensaio.** 1 ed. Rio de Janeiro, 2004. 4 p. Disponível em: <encurtador.com.br/ijxX6>. Acesso em: 07 novembro 2018.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 046: Pavimento Rígido - Selante de Juntas – Especificação de material.** 1 ed. Rio de Janeiro, 2004. 5 p. Disponível em: <encurtador.com.br/fvEM3>. Acesso em: 07 novembro 2018.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 049: Pavimento Rígido – Execução de pavimento rígido com equipamento de fôrmas deslizantes – Especificação de serviço.** 2 ed. Rio de Janeiro, 2013. 15 p. Disponível em: <encurtador.com.br/bcIY9>. Acesso em: 07 novembro 2018.

ECIVIL (Ed.). O que é Exsudação. **Ecivil: Descomplicando a Engenharia**, São Paulo, v. 1, n. 1, p.1-1, 18 set. 2017. Disponível em: <encurtador.com.br/is057>. Acesso em: 07 novembro 2018.

GLOBO, O (Ed.). **Recuperação de rodovias dura menos do que manda a lei.** 2012. Disponível em: <encurtador.com.br/gnuwU>. Acesso em: 07 novembro 2018.

JOSÉ JUNIOR, (Ed.). **ORÇAMENTO SINAPI: O QUE É PREÇO DESONERADO?:** Definição. 2017. Disponível em: <encurtador.com.br/jKU78>. Acesso em: 07 novembro 2018.

MAIA, Iva Marlene Cardoso. **Caracterização de Patologias em Pavimentos Rodoviários.** 2012. 97 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2012. Cap. 2.

MARTINS, Fernanda. **EXCESSO DE CARGA: ENTENDA OS 10 MAIORES PERIGOS DISSO PARA CAMINHÕES.** 2017. Disponível em: <encurtador.com.br/DJQX0>. Acesso em: 07 novembro 2018.

MOURA, Edson de. **Transporte em Obras de Terra: Movimento de Terra e Pavimentação.** 2014. 78 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Fatec, São Paulo, 2014. Cap. 1.

NATIONAL PRECAST COCRETE ASSOCIATION. **PRECAST CONCRETE PAVING:** Associação Nacional de Pré-fabricados de Concreto dos Estados Unidos. 1 ed. Canadá: Massa Cinzenta, 2017. 38 p.

OS 25 PAÍSES MAIS DESENVOLVIDOS DO MUNDO: O Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (Pnud) divulgou os resultados do Índice de

Desenvolvimento Humano (IDH). São Paulo: Exame, v. 1, n. 1, 13 set. 2016. Mensal. Disponível em: <encurtador.com.br/oVZ05>. Acesso em: 07 novembro 2018.

SALOMÃO, Alexa; SILVA JÚNIOR, Altamiro. **Brasil cai 20 posições em ranking de logística.** 2014. Disponível em: < encurtador.com.br/uMTU4 >. Acesso em: 07 novembro 2018.

SENÇO, Wlastermiller de. **Manual de Técnicas de Pavimentação.** 2. ed. São Paulo: Pini, 2001. 671 p.

SZLACHTA, Django. **DETERMINAÇÃO DO FATOR DE EQUIVALÊNCIA DE CARGA DO EIXO ESPECIAL:** TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO EM ENGENHARIA CIVIL. 2015. 95 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015. Cap. 2. Disponível em: < encurtador.com.br/zBQ14 >. Acesso em: 07 novembro 2018.