

**ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA E FINANCEIRA NO USO DE
WHITETOPPING NA RESTAURAÇÃO DO PAVIMENTO DA RODOVIA
PRC-280 EM COMPARAÇÃO AO USO DE CBUQ**

**ANALYSIS OF THE TECHNICAL AND FINANCIAL FEASIBILITY OF
THE USE OF WHITETOPPING IN THE RESTORATION OF THE
PAVEMENT OF HIGHWAY PRC-280 COMPARED TO THE USE OF
CBUQ**

Luiz Renato Friedrich de Ramos¹, Olindo Savi²

¹ Engenheiro Civil, Departamento de Estradas de Rodagem do Paraná, luizrenatof@hotmail.com

² Engenheiro Civil, Universidade Estadual de Maringá, osavi@uem.br

RESUMO

O Brasil possui 1.720.700 km de rodovias, entretanto somente 213.453 km são pavimentadas, e destes, mais de 95% são compostos de pavimento flexível. Entretanto, difunde-se a ideia de implementação de pavimentação rígida, não somente nas rodovias a serem pavimentadas, mas também na manutenção das rodovias existentes. A técnica *whitetopping* consiste no aproveitamento da pavimentação existente a ser mantida como base para aplicação das placas de concreto, de maneira a tornar a pavimentação mais resistente aos esforços solicitantes pelo tráfego e mais segura. Neste trabalho, foi realizada uma análise comparativa de custos da aplicação da técnica de *whitetopping* em comparação ao CBUQ na restauração do pavimento da rodovia PRC-280, no trecho entre a BR-153 e a cidade de Palmas-PR, onde foi possível observar que o *whitetopping* apresenta viabilidade técnica e financeira, quando comparado ao uso de CBUQ.

Palavras-chave: *Whitetopping*. Pavimentação rígida. Pavimentação flexível. CBUQ.

ABSTRACT

Brazil has 1,720,700 km of highways, however only 213,453 km are paved, and of these, more than 95% are composed of flexible pavement. However, the idea of implementing rigid paving is widespread, not only on the roads to be paved, but also in the maintenance of existing roads. The whitetopping technique consists of using the existing paving to be maintained as a base for the application of concrete slabs, in order to make the paving more resistant to the efforts required by traffic and safer. In this work, a comparative analysis of the costs of the application of the whitetopping technique was carried out in comparison to the CBUQ in the restoration of the pavement of the PRC-280 highway, in the stretch between the BR-153 and the city of Palmas-PR, where it was possible to observe that whitetopping is technically and financially viable when compared to the use of CBUQ.

Keywords: Whitetopping. Flexible pavement. Rigid pavement. CBUQ.

1 INTRODUÇÃO

O modal rodoviário no Brasil teve um grande impulso na década de 50, com a criação da Petrobrás, empresa estatal que passou a fornecer a matéria prima para asfalto, e com a instalação das montadoras Ford e Volkswagen no país, após a segunda revolução industrial (PENTEADO e MIRANDOLA, 2021). Conforme Araújo *et al.* (2019), ao se pensar na logística no Brasil, percebe-se a necessidade do transporte para o escoamento das produções industriais, minerais ou agrícolas. Tratando-se somente da cadeia de suprimentos, 60% da produção flui pelo modal rodoviário, como também 90% do deslocamento de passageiros são feitos por rodovias (CNT, 2017). No decorrer da década de 2009 a 2019, a produção de grãos no Brasil subiu de 108 milhões de toneladas para 215 milhões de toneladas (LOPES, 2020).

Tendo ciência da vastidão do território nacional, Vaccarini (2019), ressalta as diversidades climáticas presentes nas regiões da federação, onde se observa frio no Sul, calor excessivo e precipitações de chuvas no Norte, e, por consequência, a importância para se definir o melhor tipo de pavimento a ser implementado em determinada área. Ainda segundo o autor, no Brasil, utilizam-se três tipos de pavimentação: flexíveis, semirrígidos e rígidos, e sua aplicação leva em consideração a tipologia de solo da região e a intensidade do tráfego.

De acordo com Gaspar e Pinheiro (2021), dos 1.720.700 km de rodovias brasileiras, apenas 213.453 km são pavimentados, dos quais, segundo Oda e Camargo (2019), mais de 95% utilizam pavimento flexível (compostas de revestimento asfáltico, base, sub-base e reforço do sub-leito). Em relação as condições das rodovias, deve se destacar, que de acordo com o CNT (2017), 48,3% das rodovias foram avaliadas em estado Regular, Ruim ou Péssimo, o que fez aumentar o custo operacional do transporte de cargas em 24,9%, causado pela excessiva necessidade de manutenção veicular, o aumento do gasto de combustível e do tempo de viagem. As patologias mais comuns como listado pelo DNIT (2003), são fendas, afundamento, panela, desgaste, ondulação, escorregamento, remendo e exsudação.

As pavimentações rígidas não estão livres de avarias, pois como bem observado por DNIT (2004a) estas podem apresentar alçamento das placas, fissura de canto, placa dividida, escalonamento ou degrau nas juntas, falha na selagem das juntas, fissuras lineares, grandes e pequenos reparos, desgaste superficial, quebras localizadas, assentamentos, buracos e esborçamentos. Entretanto, baseando-se nas benesses demonstradas por esse tipo de pavimentação, como será demonstrado nas sessões posteriores, surge a ideal necessidade de se avaliar a viabilidade da utilização deste tipo de tecnologia na restauração de pavimentação da rodovia PRC-280, que liga a BR-153 à cidade de Palmas – PR.

1.1 Traço histórico

Considerada uma ponte entre os interesses do Império e os da região Sul da Zona da Mata Mineira, a primeira estrada macadamizada do Brasil foi efetivamente concluída em 1861, nomeada como rodovia União e Progresso, ligava a Corte (Petrópolis, no Rio de Janeiro) à cidade de Juiz de Fora em Minas Gerais (GENOVEZ, 1998).

Pereira e Lessa (2011) citam que no período compreendido entre o fim do século XIX e início do século XX, a indústria automobilística revolucionou os meios de produção com seu surgimento nos Estados Unidos e na Europa, influenciando o desenvolvimento dos panoramas econômicos ao redor do mundo. Segundo o autor, o modelo de produção e consumo fordista veio a influenciar as políticas de transportes no Brasil principalmente no início dos anos de 1950 com a implantação do complexo automobilístico no Brasil.

Foi, portanto, na gestão do Presidente Juscelino Kubitschek, que se fomentou a atração da indústria automobilística no Brasil com a criação do GEIA – Grupo Executivo da Indústria Automobilística no ano de 1956, ação que por sua vez enfraqueceu o modal ferroviário, com o seu desmonte. A política rodoviária veio acompanhada da desativação de ramais e estradas de ferro que se deram até o fim do Período Militar (DE PAULA, 2010).

1.2 Pavimento rodoviário

Segundo a NBR 7207/82 (ABNT, 1982), pavimento é um conjunto construído após terraplanagem e, em sua estrutura, deve resistir e melhor distribuir no subleito os esforços verticais ocasionados pelo tráfego, melhorar as condições de rolamento quanto à comodidade e segurança, e tornar mais durável a superfície de rolamento, resistindo aos esforços horizontais que nele atuam. Segundo o DNIT (2006), as camadas que compõe o pavimento possuem espaço finito e devem estar apoiadas em um semiespaço onde se considera infinito o terreno de fundação definido como o subleito. O autor ainda relata que este, por sua vez, deve ser estudado a uma profundidade de 0,6m a 1,5m, onde as cargas impostas pelo tráfego atuam. Desta forma, conforme Da Silva (2019), a principal função do pavimento é proporcionar um tráfego seguro e confortável aos usuários, disponibilizando de materiais estruturantes capazes de suportar as variações climáticas e o desgaste provocado pelo tráfego com um baixo custo de manutenção. Oda e Camargo (2019), apresentam os três tipos de pavimentos existentes: flexível, semirrígido e rígido, e ensina que o pavimento flexível é feito em base granular e revestimento asfáltico; o semirrígido tem a base cimentada, com revestimento asfáltico; e o rígido é composto por placas de concreto que compõe seu revestimento e base.

1.2.1 Pavimento Flexível

É constituído por diversas camadas. Apresenta resistência à força de cisalhamento imposta pelo tráfego veicular (VACCARINI, 2019). Segundo o DNIT (2006), o pavimento flexível é aquele onde utiliza-se bases e sub-bases granulares, as quais se dividem em estabilização granulométrica e de macadame hidráulico; esse tipo de pavimentação está passível de sofrer deformação elástica em todas as suas camadas. O autor cita ainda a estabilização granulométrica constitui-se por camadas de solo, escória, britas ou a utilização mútua desses materiais, que podem ser previamente peneirados, se for o caso, para posterior aplicação e compactação para estabilização.

Senço (2007) cita o concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ), como sendo o mais nobre dos revestimentos flexíveis, satisfazendo rigoroso controle de especificações e dosagem do betume. Ainda segundo o autor a mistura é feita em usina, com controle rigoroso de granulometria, teor de betume, temperaturas dos agregados e do betume, transporte, aplicação e compressão, sendo o serviço com maior controle dos que compõem as etapas de pavimentação (Figura 1).

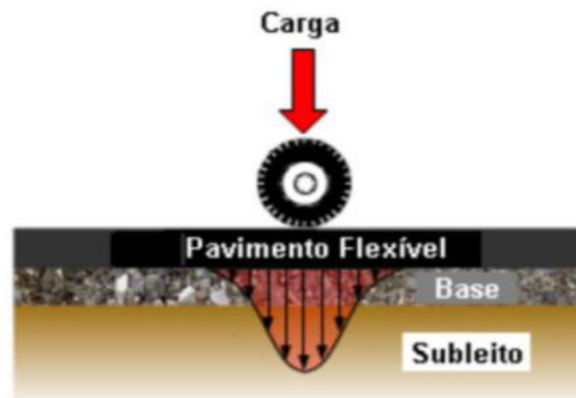
Azevedo (2018) descreve algumas desvantagens na utilização do CBUQ, onde o mesmo possui menor vida útil, necessitando de intervenções sucessivas, deformações como rachaduras no pavimento são predominantes em climas quentes, coberturas betuminosas exibem perda estrutural acelerada o que demanda maior manutenção, pouco resistente ao trânsito intenso de veículos e transporte de cargas, menos rígido e apresenta menor resistência a altas temperaturas, facilitando o surgimento de patologias, menor reflexão das luzes dos faróis dos veículos e maior acumulo de água e combustível. Na Figura 2 é ilustrado um exemplo da deformação imposta ao pavimento do tipo flexível.

Alguns dos fatores que influenciam no desempenho dos pavimentos flexíveis são o número e a magnitude das cargas que trafegam, as propriedades dos materiais componentes das camadas e sua heterogeneidade durante a vida, a frequência de manutenção imposta à determinado pavimento, os aspectos ambientais, as condições de drenagem e a natureza do solo (GONÇALVES, 1999). Ainda segundo o autor, a roda ao passar por um ponto qualquer do pavimento gera pulsos de tensões e deformações, normais e cisalhantes, ao passo que esses pulsos são duplos e com reversão de sentido. Portanto, uma estrutura de pavimento tem um comportamento transiente, e os solos e demais materiais granulares envolvidos na função têm comportamento tensão-deformação não linear.

Figura 1 – Representação de Pavimento em CBUQ



Figura 2 – Representação da Carga no Pavimento Flexível



Fonte: Vaccarini (2019).

1.2.2 Pavimento Semirrígido

O tratamento semirrígido se caracteriza principalmente pela sua capacidade de resistência à tração por se utilizar uma base cimentada por algum aglomerante que disponha de propriedades cimentícias, como o solo-cimento e o solo-cal, juntamente como revestimento asfáltico (VACCARINI, 2019)

O solo-cal é uma mistura de 5% a 6% de cal no solo e água, e por vezes cinza-volante, onde a estabilização ocorre por modificação do solo, por carbonatação ou por pozolanização. Quando pelo teor de cal empregado, pela condição natural do solo, ou pelo uso de cinza-volante, predominam a pozolanização ou a carbonatação, tem-se misturas solo-cal semirrígidas. Para o solo-cimento adota-se geralmente um teor de 6% a 10%, e é composto por uma mistura de cimento Portland, solo e água, e deve satisfazer a certos requisitos de densidade, durabilidade e resistência, com acentuada rigidez à flexão (DNIT, 2006).

Oda e Camargo (2019), ainda revela que o pavimento semirrígido pode ser do tipo direto, isto é, a camada de asfalto é aplicada sobre a base cimentada, ou do tipo invertido, quando a camada asfáltica é executada sobre uma camada de material granular, o que age

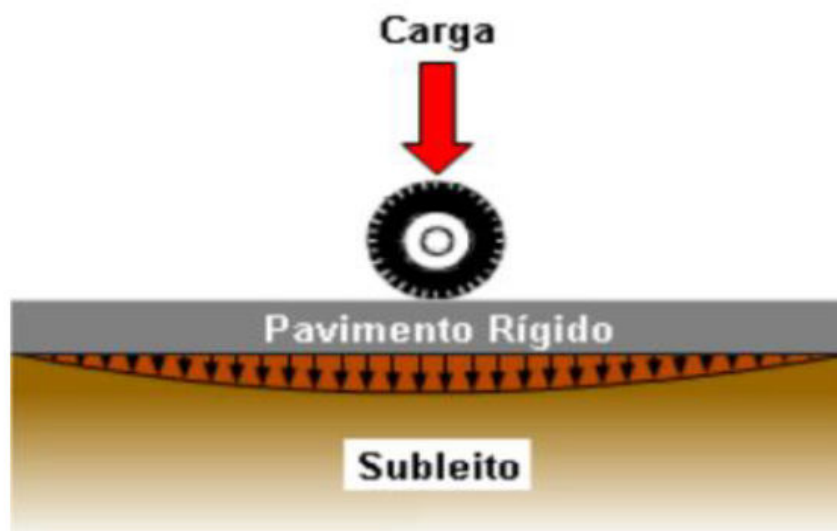
como atenuador de tensão, evitando dessa forma a reflexão e a propagação de trincas no revestimento asfáltico.

1.2.3 Pavimento Rígido

Mean *et al.* (2011) descreve que na malha rodoviária implantada no Brasil atualmente tem-se um número muito pequeno de vias pavimentadas em concreto à base de cimento em relação à pavimentação flexível, mas há um crescimento em sua utilização. O autor ainda cita que apesar de ter chegado ao país na década de 1920, o uso desta técnica ainda é bastante ponderada, pois os setores alegam altos custos e demora na execução dos trechos.

Para o DNIT (2006) o pavimento rígido é composto por areia, agregado graúdo, cimento Portland e água, e apresenta alta rigidez em relação ao subleito e sub-base, absorvendo dessa forma as tensões aplicadas pelo tráfego. O autor comenta ainda que essa tipologia pode ser subdividida em pavimentos de concreto simples, pavimento tipo *whitetopping*, concreto protendido, pavimento de concreto rolado e pavimento estrutural armado. A Figura 3 ilustra a decomposição vertical do esforço sobre o pavimento rígido e sua reação no subleito:

Figura 3 – Representação da Carga no Pavimento Rígido



Fonte: Vaccarini (2019).

Como explicado por Oda e Camargo (2019), a placa de cimento Portland utilizada para a pavimentação rígida tem entre 18cm e 40cm, e distribui as tensões impostas pelo carregamento, portanto o subleito recebe tensões relativamente pequenas distribuídas em superfícies grandes. Ressalta ainda que o pavimento rígido é resistente aos efeitos solventes do óleo diesel e do querosene de aviação (Figura 4). Ainda segundo o autor, a pavimentação rígida geralmente é de duas a três vezes mais cara do que a pavimentação flexível, porém, quando bem construída, o custo de manutenção inferior à da pavimentação flexível, o que traz uma relação custo-benefício interessante (ODA E CAMARGO, 2019).

Segundo dados do DNIT (2006) os pavimentos de Concreto Simples são moldados in loco, e são constituídos de concreto em sua base e seu revestimento. Complementado ainda pelo autor há também o concreto simples com barras de transferência, onde há juntas longitudinais e transversais responsáveis pela transferência de carga; há também o concreto simples com armadura distribuída descontínua, que traz uma armadura por cada bloco, unidas

pelos juntas transversais, ao passo que o concreto simples com armadura contínua não necessita de junção entre os blocos, pois há a continuidade na armadura.

Figura 4 – Representação do *Whitetopping* na PRC-280



Fonte: Agora Paraná (2022).

1.3 *Whitetopping*

Araújo *et al.* (2016), explica que essa técnica se define pela implementação de placas de concreto de cimento Portland sobre uma pavimentação existente que necessite de manutenção, e é utilizada em substituição da comum prática de demolição e construção de nova pista. O autor ainda descreve que é uma opção bastante atrativa do ponto de vista socioeconômico, pois evita-se a produção de resíduos oriundos da demolição e descarte, bem como diminui o tempo de entrega da obra de manutenção (ARAÚJO *et al.* 2016).

Da Silva (2018), acrescenta que o *whitetopping* pode ser uma solução para as estradas vicinais, rodovias e corredores de ônibus, pelo fato de poder ser aplicado diretamente sobre o pavimento antigo, dispensando o preparo prévio, exceto em situações em que haja avançado estado de deterioração funcional ou estruturas da pavimentação flexível que servirá como base.

Conforme orientação do DNIT (2004b), o material a ser utilizado na fabricação do concreto é o cimento Portland, considerado adequado para pavimentação em concreto simples, os agregados graúdos e miúdos devem estar presentes conforme as normas ABNT-NBR 7211, DNER-EM 037/97 e DNER-EM 038/97 e a água deve cumprir com as exigências conforme a Tabela 1.

Ainda segundo o DNIT (2004b), na produção do concreto para a confecção das placas, podem ser usados aditivos, aço, materiais selantes, materiais de enchimento, películas isolantes e materiais para cura, portanto, temos os aditivos que poderão ser do tipo redutor

de água ou plastificante, superplastificante e retardador de pega conforme ABNT-NBR 11768, ainda o aço deverá obedecer à ABNT-NBR 7480; o material selante deve atender à norma do DNIT 046/2004-EM e pode ser moldado à quente ou à frio, ou pré-moldado, e deverá ser de fabricação industrial; o material de enchimento das juntas de dilatação deverá ser cortiça, borracha esponjosa, fibras trabalhadas, poliestireno ou pinho sem nó impermeabilizado; a película isolante e impermeável entre a sub-base e a placa do pavimento deverá ser de lençol plástico ou membrana plástica flexível, com espessuras entre 0,2mm e 0,3mm, papel kraft com gramatura mínima de 200g/m², com a quantidade de cimento asfáltico ou alcatrão não inferior a 60g/m², ou pintura betuminosa de emulsão asfáltica catiônica de ruptura média, com taxa de aplicação entre 0,8l/m² e 1,6l/m²; e por fim, os materiais para cura poderão ser compostos químicos líquidos, capazes de formar uma película plástica, água, tecido de junta, lençol plástico, cânhamo ou algodão, lençol de papel betumado ou alcatroado.

Tabela 1 – Níveis de exigência da água utilizada no *Whitetopping*

Características e componentes	Limites máximos
PH	Entre 5 e 8 mg/l
Matéria orgânica, expressa em oxigênio consumido	3
Resíduo sólido	5000
Sulfatos, expressos em íons SO ₄	600
Cloretos, expressos em íons Cl	1000
Açúcar	5

Fonte: Adaptado de DNIT (2004b).

2 METODOLOGIA

Do ponto de vista da natureza da pesquisa, esta pode ser classificada como uma pesquisa aplicada, pois gera conhecimentos para aplicação prática; do ponto de vista da abordagem, pode ser classificada como qualitativa, pois há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito; é descritiva; ainda pode ser definida pelo seu caráter exploratório, uma vez que traz maior familiaridade com o problema.

Analisando-se a documentação angariada junto ao DER-PR, e a pesquisa bibliográfica procedida, pretende-se avaliar a viabilidade técnica e financeira de aplicação da técnica *Whitetopping* na manutenção da PRC-280 no trecho que liga a BR-153 até a cidade de Palmas – PR (entre os quilômetros 70,8 e 130,35, com extensão de 59,55km), tomando como base a análise orçamentária apresentada pelo DER-PR para fins de abertura do processo licitatório, processo este que será por Regime Diferenciado de Contratação Públicas - RDCi. Será, por fim, procedido um comparativo entre o modelo escolhido para a manutenção e a intervenção se porventura fosse executada em CBUQ.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

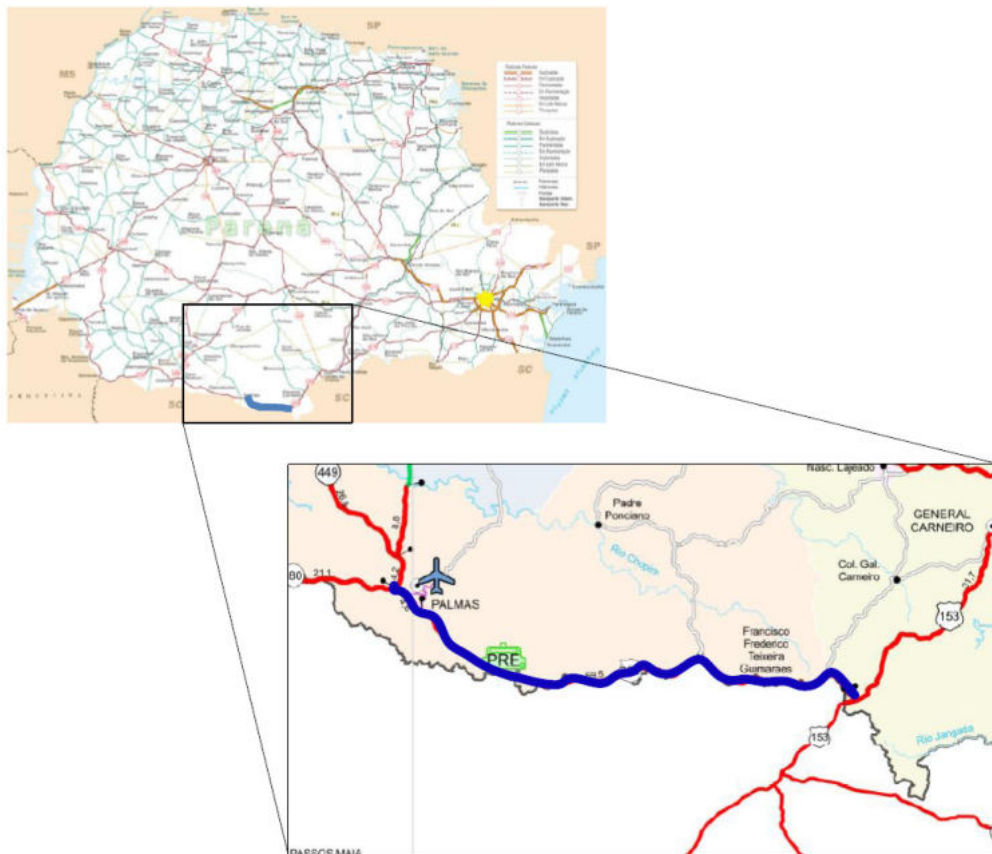
A rodovia onde se desenvolve a pesquisa está localizada no trecho que liga a BR-153 até a cidade de Palmas – PR (entre os quilômetros 70,8 e 130,35, com extensão de 59,55km) – denominada de PRC-280, conforme ilustra a Figura 5.

Trata-se de um trecho importante para o transporte agroindustrial da região, pois escoar a produção gerenciada pela maior cooperativa de agrícola do país, a Coamo, o que gera um fluxo intenso de veículos pesados que trafegavam por uma via com capacidade estrutural e níveis de serventia comprometidos (APROSOJA, 2020).

O anteprojeto de engenharia foi proposto pela Associação dos Produtores de Soja e Milho do Estado do Paraná (APROSOJA), e sugeriu a utilização do *whitetopping* de maneira a prolongar a vida útil da rodovia, e teve como base os estudos de traçado e de tráfego (APROSOJA, 2020).

Segundo a contagem de tráfego, sentido Palmas – BR153, que foi realizada entre os dias 29 de março de 2020 e 04 de abril de 2020, levando-se em consideração os números médios mais relevantes, o fluxo médio diário é de 179 caminhões simples classe 3C, 241 semirreboques classe 3T4 e 39 reboques classe 3D6; no sentido BR153 – Palmas, no mesmo período, e também como números médios mais relevantes, tem-se 177 caminhões simples classe 3C, 205 semirreboques classe 3T4 e 37 reboques classe 3D6.

Figura 5 – Localização do Trecho da Rodovia PRC-280.



Fonte: Anteprojeto de Restauração em *Whitetopping* (2020).

Conforme citado no Termo de Referência para a licitação da obra de manutenção feito pelo Departamento de Estradas e Rodagem do Estado do Paraná, optou-se por essa forma de restauração após um estudo preliminar comparativo, onde uma reforma utilizando-se CBUQ teve seu custo estimado em R\$160.000.000,00, e o emprego do *whitetopping*, considerando-se placas de concretos nas pistas e no acostamento, foi orçada em cerca de R\$120.000.000,00, como o processo de execução do objeto é feito por RDCi, visando ampliar a eficiência da contratação, possibilitando maior competitividade entre os licitantes, assegurando o tratamento isonômico, buscando maior simplificação, celeridade, transparência, eficiência nos procedimentos, sendo possível a seleção da proposta mais vantajosa para a Administração Pública, através de técnicas com a melhor relação custo/benefício, por esses motivos o prazo total considerado para a confecção do objeto foi

de 450 dias para a execução completa do objeto, deste, tem-se 90 dias para a entrega do Projeto Básico (Aprovado pelo DER/PR), 150 dias para a entrega do Projeto Executivo, portanto tem-se 210 dias para a execução da obra em si (DER, 2020).

Algumas vantagens da restauração ainda foram consideradas no supracitado termo, onde citou-se maior vida-útil, estimada de no mínimo 20 anos, menores custos de manutenção e conservação, maior segurança à derrapagem, tendo em vista a textura da superfície, melhor distribuição de pressões na fundação, integridade da camada de rolamento e melhor característica de drenagem superficial, que é praticamente impermeável.

Os resultados observados encontram amparo nos estudos realizados por Azevedo (2018), que afirma que a manutenção em *whitetopping* em relação ao CBUQ se destaca por se apresentar mais vantajosa para rodovias com alto fluxo de veículos e grande volume de cargas, ao passo que o CBUQ é pouco resistente ao trânsito intenso de veículos de transportes de carga; outro ponto relevante é o fato de na aplicação, o *whitetopping* preencher melhor os sulcos nos trilhos de roda por ser mais maleável que o CBUQ, que, por sua vez, apresenta menor resistência a altas temperaturas, o que o torna mais passível de apresentar patologias. A autora ainda apresenta as vantagens e as desvantagens da utilização da tecnologia *whitetopping* e do CBUQ, como apresentado nos Quadros 1 e 2:

Quadro 1 – Vantagens e desvantagens: *whitetopping* e CBUQ

Whitetopping	
Vantagens	Desvantagens
Mais duráveis Menos sensíveis à ação da água Apresenta envelhecimento lento Suporta bem o tráfego pesado Não necessita aquecimento do agregado Simplicidade no processo construtivo Simplicidade na instalação Gasto com manutenção quase nulo Não necessita tapa-buracos Mais segurança	Maior custo inicial Não permite estocagem Necessita cura da mistura
CBUQ	
Vantagens	Desvantagens
Menor custo de fabricação Permite estocagem Não exige cura da mistura	Difícil fabricação Exige aquecimento do agregado Alto custo de fabricação Equipamento especial no processo construtivo Maior desgaste Desgaste mais rápido

Fonte: Adaptado de Azevedo (2018).

Como pode ser visto, a utilização do *Whitetopping*, além das vantagens acima citadas, promove a redução dos custos em 25%, considerando também a vida útil do pavimento de 20 anos menor interferências em manutenção, maior segurança à derrapagem, possuindo também maior qualidade de drenagem superficial, se comparado ao uso do CBUQ.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da pesquisa demonstram os benefícios da aplicação do *whitetopping*, onde se observou a redução de 25% nos custos de implantação, além de proporcionar maior segurança, menor índice de interferências, melhoria da drenagem superficial e permitir uma melhor distribuição de cargas e de forma geral, melhora as condições de manutenção das rodovias quando comparados com o uso de CBUQ.

O Brasil, por sua extensão territorial, pela distribuição espacial dos seus núcleos urbanos e por ter a matriz de transporte baseada no modal rodoviário, terá cada vez mais a necessidade de implantação de novos caminhos bem pavimentados e manutenção nos mais antigos, e neste aspecto, os resultados indicam que o *whitetopping* apresenta superioridade em relação à pavimentação flexível, pois apresenta menores custos de manutenção e melhoram a segurança das vias.

É evidente, portanto, a vantagem na aplicação do *whitetopping* no trecho objeto deste estudo em todos os aspectos analisados. Por ser uma pavimentação rígida, promove um aumento da capacidade de carga, que é superior à do pavimento flexível. Os custos são menores, assim, onerando menos o Estado. Melhora a segurança, reduzindo as avarias em veículos que utilizam as vias, em uma corrente de tráfego que é composta por veículos de diversas categorias, e que tem um grande percentual de veículos de carga na sua composição, tendo em vista que se trata de uma rodovia que dá acessibilidade à uma cooperativa agrícola (Coamo).

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7207/1982**: Terminologia e classificação de pavimentação. Rio de Janeiro, 1982.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211**: Agregados para concreto - Especificação. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7480**: Aço destinado às armaduras para estruturas de concreto armado - Requisitos. Rio de Janeiro, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11768**: Aditivos químicos para concreto de cimento Portland. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE SOJA E MILHO DO ESTADO DO PARANÁ - APROSOJA. **Anteprojeto de restauração em *whitetopping***: Volume I: relatório do anteprojeto. Curitiba: [s. n.], 2020.

ARAÚJO, A. S.; *et al.* **Modais de transporte no Brasil**. Pesquisa e ação, [s. l.], v. 5, n. 2, junho 2019.

ARAÚJO, A. M.; ALVES NETO, L. **Logística reversa aplicada às obras de mobilidade urbana: Utilização da metodologia "*whitetopping*" para construção e pavimentação em corredores de ônibus**. São Paulo-SP, Revista REFAS, [s. l.], v. 2, n. 3, 2016.

AZEVEDO, N. L. **Estudo comparativo de recuperação rodoviária por aplicação dos sistemas *whitetopping* e CBUQ**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Centro Universitário Luterano de Palmas, [S. l.], 2018.

Confederação Nacional dos Transportes - CNT, **Transporte rodoviário: por que os pavimentos do Brasil não duram?**. Brasília: CNT, 2017. Disponível em: <https://cnt.org.br/por-que-pavimentos-rodovias-nao-duram>. Acesso em: 30 jun. 2022.

DA SILVA, A. L. **Estudo comparativo entre pavimento rígido e pavimento flexível**. 2019. 23 f. Trabalho de Conclusão de Curso, Engenharia Civil, UNICESUMAR, [S. l.], 2019.

DA SILVA, D. G. **Estudo comparativo entre pavimento de concreto *whitetopping* e pavimento asfáltico**. 2018. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso, Engenharia Civil, UNICESUMAR, [S. l.], 2018.

DE PAULA, D. A. **Estado, sociedade civil e hegemonia do rodoviarismo no Brasil**. Revista brasileira de história de ciência, Rio de Janeiro, v. 3, ed. 2, p. 142-156, 2010.

DER/PR estuda continuidade da restauração em concreto da PRC-280, no Sudoeste. **Agora Paraná**, Palmas, 07 de abril de 2022. Paraná. Disponível em: <<https://www.agoraparana.com.br/parana/der-pr-estuda-continuidade-da-restauracao-em-concreto-da-prc-280-no-sudoeste/>>. Acesso em: 27 de outubro de 2022.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Norma 005 – TER: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos – Terminologia**. Rio de Janeiro, 2003.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNER-EM 037 – Agregado graúdo para concreto de cimento**. Rio de Janeiro, 1997.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNER-EM 038 – Agregado miúdo para concreto de cimento**. Rio de Janeiro, 1997.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT-ES 068 – Pavimento Rígido: Execução de camada superposta de concreto do tipo *whitetopping* por meio mecânico – Especificação de serviço**. Rio de Janeiro, 2004a.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT-TER 061 – Pavimentos rígidos – defeitos - terminologia**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 2004b.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT-EM 064 – Pavimento rígido - selante de juntas**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 2004c.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de Pavimentação 2006**. Disponível em: <http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/manuais/Manual%20de%20Pavimentacao%2005.12.06.pdf>. Acesso em 30 Jun. 2022.

GASPAR, M. A. V.; PINHEIRO, J. G. L. **Estudo descritivo das principais patologias encontradas em pavimentações asfálticas de estradas de rodagem**. Episteme Transversalis, Volta Redonda-RJ, v. 12, n. 3, p. 245-271, 2021.

GENOVEZ, P. F. **A viagem enquanto forma de poder: a viagem de Pedro II e a inauguração da rodovia União e Indústria, em 1861**. Tempo, Rio de Janeiro-RJ, [s. l.], v. 3, n. 5, p. 161-180, 1998.

GONÇALVES, F. P. **O desempenho dos pavimentos flexíveis**. In: GONÇALVES, Fernando Pugliero. O desempenho dos pavimentos flexíveis. [S. l.: s. n.], Porto Alegre-RS, 1999.

LOPES, E. P. **Logística de escoamento dos produtos agropecuários no Brasil: estrangulamento dos fluxos de exportação**. Perdas em transporte e armazenagem de grãos, Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), Brasília-DF, [s. l.], p. 87-99, 2020.

MEAN, A.; *et al.* **Pavimentação Rígida**. 2011. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade São Francisco, Itatiba-SP, 2011.

ODA, S.; CAMARGO, D. **Estradas**. Editora e Distribuidora Educacional S.A.: Londrina, 2019, 224 p.

PENTEADO, G. C. M.; MIRANDOLA, F. **Modais de transporte e sua importância no avanço da logística**. Gestão da cadeia de suprimentos no agronegócio: desafios e oportunidades no contexto atual, Mogi das Cruzes: Fatec Mogi das Cruzes, 2021.

PEREIRA, L. A. G.; LESSA, S. N. **O processo de planejamento e o desenvolvimento do transporte rodoviário no Brasil**. Caminhos da geografia, Uberlândia, v. 12, n. 40, p. 26-46, 20 dez. 2011.

SENÇO, W. **Manual de técnicas de pavimentação**: v. 1, 2ª ed. ampl. São Paulo-SP: Pini, 2007.

VACCARINI, H. I. **Análise de tecnologias empregadas na pavimentação e respectivas compatibilizações regionais**. 2019. 46 f. Monografia (Bacharel em Ciências Militares) - Academia Militar das Agulhas Negras, Resende-RJ, 2019.