

ANÁLISE TÉCNICA COMPARATIVA ENTRE PAVIMENTO RÍGIDO E FLEXÍVEL

COMPARATIVE TECHNICAL ANALYSIS BETWEEN RIGID AND FLEXIBLE PAVEMENT

KARINA CRISTINA GUEL^{1*}, JOÃO KARLOS LOCASTRO², GABRIEL XAVIER JORGE³

1. Acadêmico do curso de pós-graduação do curso de Especialização de Infraestrutura de Rodovias da Faculdade de Educação Presencial e a Distância - FEITEP; 2. Professor Doutor, Disciplina Trabalho de Conclusão de Curso da Faculdade de Educação Presencial e a Distância - FEITEP, Maringá-PR; 3. Professor Especialista, do curso de pós-graduação da Faculdade de Educação Presencial e a Distância - FEITEP, Maringá-PR

* BR 153, km 398, s/n, Dorizon, Mallet, Paraná, Brasil, CEP:84574-000. karinaguel@gmail.com

Recebido em 29/04/2024. Aceito para publicação em 08/05/2024

RESUMO

Os pavimentos rígidos, geralmente confeccionados em concreto, são duráveis e adequados para rodovias de alto tráfego, com baixa manutenção a longo prazo. No entanto, apresentam um custo inicial mais alto e podem desenvolver rachaduras. Os pavimentos flexíveis, por sua vez, são construídos com materiais como asfalto, possuem um custo inicial menor e são mais flexíveis, adaptando-se a pequenas deformações no solo. Tais materiais requerem manutenção frequente e podem ter uma vida útil mais curta, se comparados aos pavimentos rígidos. A escolha entre os dois tipos depende das necessidades específicas do projeto, incluindo tráfego, orçamento e condições locais. Nesta perspectiva, o presente trabalho abordará as principais vantagens e desvantagens em relação a estes dois tipos de pavimentos, tendo como base a realização de um levantamento bibliográfico quanto à temática. Pela prática do estudo, nota-se que ambos os métodos são eficazes. Contudo, o método dos pavimentos flexíveis se destaca pelo baixo investimento inicial e o método dos pavimentos rígidos por sua alta durabilidade. Logo, fica a cargo do projetista estabelecer a tipologia mais viável para cada situação, levando em consideração os aspectos existentes em cada localidade.

PALAVRAS-CHAVE: Durabilidade; custo; concreto.

ABSTRACT

Rigid pavements, generally made of concrete, are durable and suitable for high-traffic highways, with low long-term maintenance. However, they have a higher initial cost and can develop cracks. Flexible pavements, in turn, are built with materials such as asphalt, have a lower initial cost and are more flexible, adapting to small deformations in the soil. However, such materials require frequent maintenance and may have a shorter lifespan compared to rigid flooring. Choosing between the two types depends on the specific needs of the project, including traffic, budget, and local conditions. From this perspective, this work will address the main advantages and disadvantages in relation to these two types of flooring, based on a bibliographical survey on the subject. From the practice of the study, both methods are effective. However, the flexible pavement method stands out for its low initial investment and the rigid pavement method for its high durability. Therefore, it

is the designer's responsibility to establish the most viable typology for each situation, considering the aspects existing in each location.

KEYWORDS: Durability; cost; concrete.

1. INTRODUÇÃO

Segundo pesquisa realizada pela Confederação Nacional de Transporte (CNT)¹ de 2022, dos 110.333 quilômetros avaliados, 66,00% das rodovias brasileiras apresentam algum tipo de problema na via, sendo classificada como regular, ruim ou péssima em relação à condição da superfície do pavimento. Este levantamento leva em consideração o pavimento, a sinalização e a geometria da via, além da existência dos pontos críticos. Em toda a malha pesquisada, foi observada uma piora significativa em relação ao resultado do ano de 2021, sendo também constatado que os problemas identificados no sistema viário aparecem precocemente, sendo em média, sete meses após a entrega da obra rodoviária.

O planejamento e a construção de uma infraestrutura viária eficiente e duradoura são desafios fundamentais para engenheiros civis e profissionais envolvidos no setor de transporte. Dentre as várias decisões a serem tomadas, a escolha do tipo de pavimento é de extrema importância, pois influencia diretamente na qualidade, na durabilidade e no custo do projeto.

Nesse contexto, dois principais tipos de pavimento são amplamente utilizados na confecção da infraestrutura viária, sendo eles: o pavimento rígido e o pavimento flexível. O pavimento rígido é tradicionalmente construído em concreto, sendo sua duração estimada em até 30 anos, enquanto o pavimento flexível é composto por camadas de materiais asfálticos, que duram, aproximadamente 10 anos. Cada um desses sistemas apresenta características distintas que devem ser cuidadosamente consideradas ao selecionar a opção mais adequada para uma determinada aplicação².

Como exposto por Fernandes (2019)², o pavimento rígido possui esta definição, pois apresentava elevada rigidez e melhor desempenho ao longo dos anos, pois o

pavimento absorve praticamente todas as tensões aplicadas. No Brasil, existem inúmeros tipos de pavimentos rígidos em função da concepção estrutural e dos materiais empregados.

Ainda, segundo Fernandes (2019)², os pavimentos flexíveis possuem estrutura em múltiplas camadas que resistem e distribuem esforços provenientes da faixa de rolamento. Este tipo de pavimento ainda é o mais utilizado, em relação ao pavimento rígido.

Os pavimentos flexíveis, geralmente possuem grandes espessuras, devido ao uso de materiais deformáveis e aplicação de altas cargas ou de materiais com baixa qualidade. Neste tipo de pavimento, ocorre uma menor coesão entre as camadas e as mesmas acabam se deformando. Quando os defeitos se manifestam, os mesmos podem ser classificados como defeitos de superfícies, degradações superficiais ou deformações³.

Já os pavimentos rígidos, são moldados com um concreto que possui boa resistência aos esforços de tração, pouca variação volumétrica, menor suscetibilidade a fissuras, resistência a fadiga elevada e durabilidade ao meio ambiente. Porém, alguns erros durante a execução do pavimento ou no decorrer da sua utilização, podem ocorrer, ocasionando alçamento de placas, fissuras, quebras, desníveis, buracos, dentre outros problemas⁴.

Vale ressaltar que a escolha do tipo de pavimento a ser utilizado pode influenciar positivamente ou negativamente em relação à durabilidade da via.

Este artigo tem como objetivo realizar uma análise comparativa técnica entre pavimento rígido e pavimento flexível, destacando suas características, vantagens e desvantagens, bem como os fatores que devem ser levados em conta na escolha de um ou outro material. A compreensão dessas diferenças é fundamental para garantir a segurança, a durabilidade e a economia dos projetos de infraestrutura viária.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia aplicada para o desenvolvimento deste estudo teve como base a realização de levantamentos de dados por meio de plataformas de pesquisas, a partir de palavras-chaves sobre o tema, com a definição de um perfil temporal de no máximo 20 anos.

Com a finalidade de permitir ao pesquisador o contato direto com assuntos pesquisados, o trabalho foi desenvolvido de forma qualitativa. A técnica de pesquisa aplicada foi o estudo teórico, auxiliando na obtenção de informações e na análise da pesquisa.

3. DESENVOLVIMENTO

Segundo o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT (2006)⁵, o pavimento de uma rodovia é composto por uma superestrutura formada por várias camadas de espessura finita, construída após a terraplenagem, destinada a resistir e distribuir os esforços verticais provenientes do tráfego de veículos, melhorando o conforto e segurança na utilização da via, resistindo aos esforços horizontais e tornando mais

durável sua a superfície.

Os pavimentos rígidos e flexíveis são dois tipos de estruturas que podem ser utilizados para a construção de vias de tráfego⁶. Ambos apresentam vantagens e desvantagens, que variam conforme a condições de tráfego, clima, solo, custo e disponibilidade de materiais.

Segundo Bernucci *et al.* (2010)⁶, o pavimento é classificado em flexível e rígido, podendo também ser comumente chamados de pavimento asfáltico e pavimento de concreto de cimento Portland.

Os pavimentos rígidos são constituídos por uma camada de concreto armado ou protendido composto por placas de concreto *Portland*, apoiada sobre uma base granular ou estabilizada. Eles têm como principais características a elevada resistência à tração e à compressão absorvendo as tensões provocadas pelo tráfego, possui uma durabilidade média de 30 anos, apresenta facilidade de manutenção e uma menor necessidade de recapeamento⁶.

No entanto, eles também apresentam as desvantagens do alto custo inicial, maior sensibilidade às variações térmicas, maior dificuldade de drenagem, maior tempo de construção do pavimento e elevada emissão de ruído durante o tráfego de veículos⁶.

A Figura 1 ilustra a constituição de um pavimento rígido:

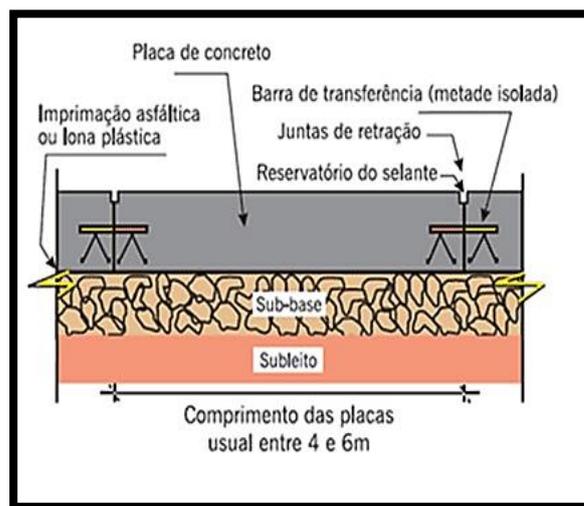


Figura 1. Estrutura do pavimento rígido. Fonte: Bernucci, 2010⁶.

No campo da pavimentação rígida, a introdução de uma camada delgada de sub-base possui as funções de proporcionar suporte razoavelmente uniforme e constante, e de eliminar a ocorrência do fenômeno de bombeamento dos finos do subleito, causa primordial da ruína de grande parte dos antigos pavimentos de concreto. Em geral, as sub-bases são estabilizadas granulo metricamente ou com adições cimentícias, de granulometria aberta ou fechada (DNIT, 2006)⁵.

De acordo com Balbo (2009)⁷, o revestimento do pavimento rígido é confeccionado com concreto, o qual pode ser elaborado por pré-moldagem ou produzido in loco, sendo o pavimento de concreto simples mais comum na pavimentação rodoviária.

Para o Manual de Pavimentos Rígidos do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2005)⁸, o concreto utilizado na confecção de pavimentos rígidos deve apresentar a resistência característica à tração na flexão definida em projeto, que geralmente é de 4,5 Mpa. No caso de pavimentos estruturalmente armados, uma resistência característica à compressão axial deve apresentar, geralmente, 30Mpa.

Segundo Fernandes (2019)², entre as principais características neste tipo de pavimento, está a rigidez elevada em comparação a outros tipos de pavimentos e melhor desempenho ao longo dos anos, pois ele absorve praticante todas as tensões aplicadas. Para Fernandes (2019)², existem inúmeros tipos de pavimentos rígidos no Brasil, em função dos materiais empregados e da concepção estrutural, dos quais podem-se citar:

- Concreto convencional ou rolado, no qual as tensões solicitantes são combatidas tão somente pelo próprio concreto;
- Tipo whitetopping, consiste em uma camada rígida de reforço para reabilitação de pavimentos asfálticos, executada com concreto de cimento Portland;
- Com fibras de aço ou polipropileno;
- Sobrelaje em tabuleiros de obras de arte especiais, executado em pontes e viadutos ou sobre uma estrutura de concreto qualquer, como lajes em geral, grandes blocos de fundação ou outra similar;
- Com armação simples de retração;
- Estruturalmente armado, com armação dupla, o qual possui a colocação de armaduras posicionadas dentro do pavimento;
- Com peças pré-moldadas, que compreende a colocação de placas de revestimento já produzidas

Os pavimentos de concreto estão sujeitos ao aparecimento de fissuras transversais e longitudinais, provocadas pelas variações volumétricas do concreto e pela combinação dos efeitos de empenamento restringindo as placas e das solicitações do tráfego. O controle deste tipo de situação é importantíssimo, pois influi diretamente na durabilidade do pavimento. A tendência natural de fissuras, sob a ação de fatores externos, é de aumentar de tamanho, permitindo a infiltração de água e materiais incompressíveis, que prejudicam a necessária uniformidade de suporte, por meio do bombeamento das partículas finas porventura existentes no material de fundação, produzindo concentrações de tensões de compressão ao longo da borda transversal, ocasionando o aumento das despesas de conservação e o decréscimo da vida útil do pavimento⁸.

Ainda segundo o disposto no Manual de Pavimentos Rígidos⁸, existem dois tipos de dispositivos para o controle de fissuras nos pavimentos de concreto. Um deles é o emprego de armadura distribuída, sem função estrutural, colocadas unicamente para manter fortemente ligadas as faces das fissuras, impedindo sua separação, sendo este tipo denominado por pavimento

de concreto continuamente armado. O outro tipo de controle é o da adoção de seções artificialmente enfraquecidas, uniformemente espaçadas ao longo do comprimento do pavimento, de modo a forçar a ocorrência das fissuras em locais previamente determinados, caracterizando o pavimento de concreto com juntas ou pavimento de concreto simples.

Os defeitos mais comuns nos pavimentos rígidos geralmente estão associados ao emprego de técnicas executivas e materiais inadequados, além da ausência de manutenções rotineiras que são requeridas por este tipo de estrutura. Pavimentos de concreto Portland, apresentam com mais frequência defeitos localizados, associados a causas específicas, como por exemplo a degradação uniforme em todo o trecho construído, que são ocasionados pela deficiência de projeto ou do processo de fadiga do concreto, nas proximidades do final da vida útil do pavimento. A reabilitação da via, quando realizada no momento da detecção do defeito e de acordo com procedimentos adequados, influência de maneira significativa no aumento da vida útil da estrutura, além de sempre mantê-la em condições de um tráfego confortável e seguro⁸.

Logo, destaca-se que a manutenção do pavimento rígido pode e deve ser realizada de maneira preventiva, por meio de procedimentos que preservem a condição estrutural, retardando o processo de deterioração e de manutenções mais severas, no futuro⁸.

Já os pavimentos flexíveis, são constituídos por uma camada asfáltica, apoiada sobre uma ou mais camadas de base e sub-base granulares, o qual distribui os esforços recebimentos pela camada de rolamento⁶.

De acordo com o Manual de Pavimentação⁵, o pavimento flexível é aquele em que todas as camadas sofrem deformação elástica significativa sobre o carregamento aplicado, sendo distribuído em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas. Os pavimentos são destinados a resistir os esforços exercidos pelo tráfego de veículos em sua superfície, distribuindo as cargas para as camadas inferiores, como pode ser observado na Figura 2.

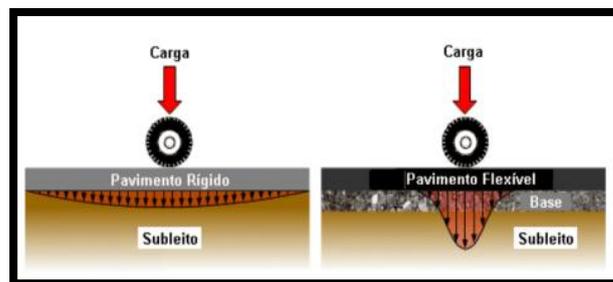


Figura 2. Cargas exercidas no pavimento. Fonte: Araújo, 2016⁹.

Esta tipologia de pavimento possui como principais características a baixa resistência à tração e à compressão, menor durabilidade (média de 10 anos), maior necessidade de manutenção e recapeamento, mas possuem menor custo inicial, maior rapidez na execução, menor sensibilidade às variações térmicas, maior adaptação as condições do solo, maior facilidade de drenagem e menor emissão de ruído⁶.

Conforme citado por Fernandes (2019)², o pavimento flexível, também conhecido como pavimento asfáltico, apesar de apresentar algumas desvantagens, é o tipo de pavimento mais utilizado no Brasil e já possui uma tecnologia consolidada no meio técnico, o que garante uma adequada execução da obra.

A ilustração da Figura 3 representa as camadas do pavimento flexível.

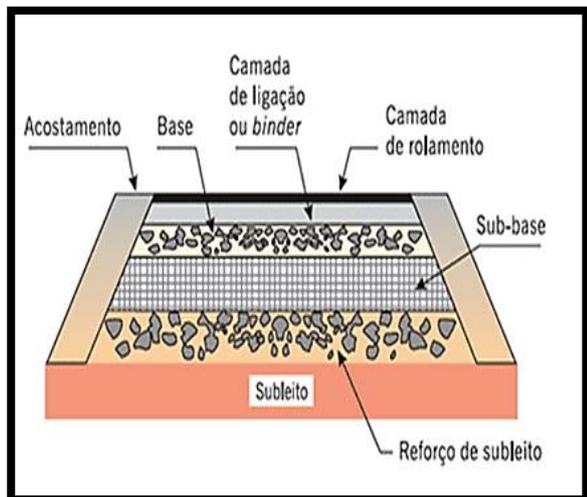


Figura 3. Estrutura do pavimento flexível. Fonte: Bernucci, 2010⁶.

A primeira camada superior, chamada de revestimento ou capa de rolamento, é considerada a camada com materiais mais nobres, já que recebe diretamente a ação do tráfego e que possui a função de melhorar a superfície de rolamento e de resistir ao desgaste. A próxima camada é a base, destinada a receber e distribuir os esforços recebidos do tráfego, esta camada é composta por matérias de brita graduada. Em seguida, verifica-se a presença da camada de sub-base que apenas é indicada quando não é possível construir a base diretamente sobre a regularização ou o reforço do subleito, esta camada, em geral, é composta por macadame ou por brita graduada. Por último, existe o subleito que nada mais é que a fundação do pavimento³.

Em relação aos materiais utilizados nos pavimentos flexíveis, os agregados correspondem entre 90% e 95% do revestimento, e entre 5% e 10% do revestimento composto por concreto betuminoso que possui função aglutinante e ação impermeabilizante⁶.

Ainda, de acordo com Bernucci *et al.* (2010)⁶, as manutenções neste tipo de pavimento devem ser frequentes em razão das frenagens, cargas em excessos e derramamento de óleo diesel, que ocasionam deformações no revestimento.

Segundo Guimarães Neto (2011)¹⁰, a estrutura que é necessária para a confecção de um pavimento flexível é bem mais complexa do que para um pavimento rígido, porém em pavimentos rígidos é necessário que se tenha uma maior regularidade na construção.

Gomes (2023)¹¹ elaborou um estudo comparativo entre o pavimento rígido e o pavimento flexível, sendo baseado na tabela SICRO com dados referentes ao mês de julho de 2023.

Para o cálculo dos pavimentos flexíveis, foram consideradas as camadas de subleito compactado, reforço do subleito, base, imprimação betuminosa impermeabilizante, imprimação betuminosa ligante e a camada de concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ). Para o pavimento de concreto, foram consideradas as camadas de subleito compactado, sub-base e revestimento de concreto¹¹. Sendo a composição das camadas do pavimento rígido, o exposto na Figura 4.

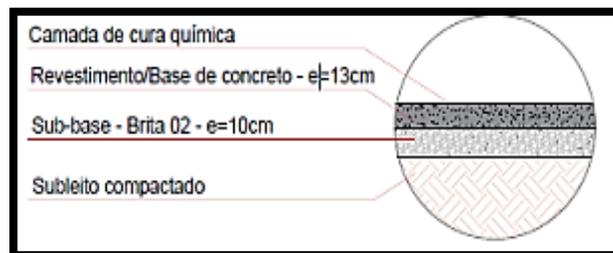


Figura 4. Estrutura do pavimento rígido. Fonte: Maschio, 2022¹².

Para o pavimento flexível, a Figura 5 demonstra a composição e a espessura das camadas.

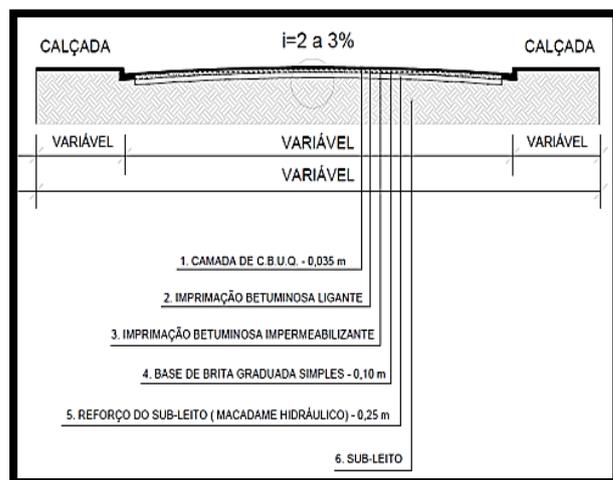


Figura 5. Estrutura do pavimento flexível. Fonte: Schneider, 2022¹³.

O pavimento em concreto, foi orçado com a espessura de 13 cm, serragem das juntas, sub-base de 10cm e subleito regularizado, e apresentou um custo total de R\$ 122,87/m², conforme demonstrado na Tabela 1 (GOMES, 2023)¹¹.

Tabela 1. Custo pavimento rígido.

CAMADAS E ATIVIDADES	CUSTO/m ³
REVESTIMENTO DE CONCRETO	69,35
JUNTAS DE RETRAÇÃO	38,38
SUB-BASE	14,02
REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO	1,11
TOTAL	122,87

Fonte: Adaptado de Gomes, 2023¹¹.

Para o pavimento flexível, o custo foi realizado com camada de CBUQ de 3,5cm, imprimação betuminosa ligante, imprimação com emulsão asfáltica impermeabilizante, base de 10,00 cm, reforço do

subleito de 25 cm e subleito regularizado, o qual apresentou um valor de R\$ 106,62/m², conforme demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2. Custo pavimento flexível.

CAMADAS E ATIVIDADES	CUSTO/m ³
CAMADA DE CBUQ	32,40
IMPRIMAÇÃO BETUMINOSA LIGANTE	1,36
IMPRIMAÇÃO COM EMULSÃO ASFÁLTICA LIGANTE	3,65
BASE	21,50
REFORÇO DO SUBLEITO (SUB-BASE)	46,56
REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO	1,11
TOTAL	106,62

Fonte: Adaptado de Gomes, 2023¹¹.

Como pode-se perceber, o custo com a implantação do pavimento rígido é maior em relação ao pavimento flexível, sendo que a diferença por metro quadrado é de R\$ 16,25, podendo ser mais bem exemplificado na figura abaixo.

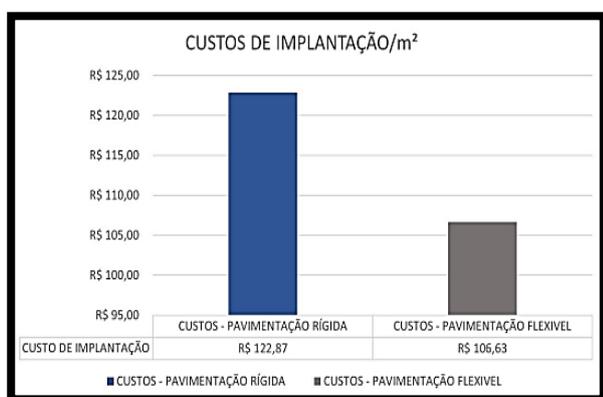


Figura 6. Comparativos entre os custos. Fonte: Gomes, 2023¹¹.

Gomes (2023)¹¹, apresenta que em relação ao custo inicial de implantação, o pavimento flexível apresenta maior viabilidade em relação ao custo total, sendo que há uma redução de 13,23% em comparação ao pavimento rígido.

Embora o custo inicial seja maior, na confecção do pavimento rígido, este custo pode ser diluído em observação ao tempo da durabilidade do material. Sendo que a relação do custo versus durabilidade, o pavimento em concreto apresenta melhor eficiência.

Silva (2022)¹⁴, porém afirma que ao se comparar os dois tipos de pavimentos, ambos são viáveis para vias e estradas, porém o pavimento rígido é o mais indicado para estradas de maior fluxo veicular, e que sempre deve ser levando em consideração, no momento da adoção do tipo de pavimento, aspectos econômicos, topográficos e culturais.

4. DISCUSSÃO

Não há uma resposta única para a questão de qual tipo de pavimento é o mais recomendado, mas sim uma análise caso a caso, considerando as especificidades de cada projeto.

Para Vilibor Junior (2023)¹⁵, os pavimentos devem

ser projetados especificamente para cada situação, não existindo uma regra que defina qual o tipo de pavimento que deve ser utilizado em vias urbanas ou rodovias. Deve-se considerar, principalmente, as características geotécnicas e geométricas com ênfase no sistema de drenagem superficial, especialmente quando se trata de vias urbanas.

Já para Fernandes (2019)², em geral, o pavimento rígido é mais indicado para vias com tráfego pesado e intenso, como rodovias e avenidas principais. Já o pavimento flexível é mais adequado para vias com tráfego leve e moderado, como ruas secundárias e estacionamentos.

Pode-se dizer escolha do tipo de pavimento será de acordo com as especificidades de cada local de implantação da via, levando em consideração o fluxo de veículos, o solo, a sustentabilidade, a disponibilidade de materiais, o custo da obra e outros elementos que contribuem para a análise e tomada de decisão. Vale ressaltar que a escolha ficará a cargo do projetista, devendo analisar as vantagens e desvantagens dos dois tipos de pavimentos, para tomar a melhor decisão.

5. CONCLUSÃO

Por todo exposto, nota-se que a escolha entre pavimentos rígidos e pavimentos flexíveis é uma decisão crítica que deve ser baseada em uma avaliação cuidadosa das necessidades específicas de cada projeto rodoviário. Ambos os tipos de pavimentos têm suas próprias vantagens e desvantagens, e a seleção adequada depende de uma série de fatores.

A decisão sobre qual tipologia de pavimento utilizar, deve considerar cuidadosamente o equilíbrio entre custo, durabilidade e manutenção, bem como as condições locais e a carga de tráfego prevista. Em última análise, ambas as opções podem ser eficazes se aplicadas corretamente e adaptadas às necessidades específicas do projeto. Portanto, a colaboração entre engenheiros de pavimentos, geotécnicos e planejadores de infraestrutura é essencial para garantir que a escolha seja a mais adequada para a situação e atenda aos requisitos de longo prazo da comunidade.

6. REFERÊNCIAS

- [1] Confederação Nacional do Transporte – CNT. Rodovias brasileiras apresentam piora de qualidade. [acesso 03 set. 2023] Disponível em: <<https://cnt.org.br/agencia-cnt/rodovias-brasileiras-apresentam-piora-de-qualidade>>.
- [2] FERNANDES, Aline. Pavimento Rígido X Pavimento Flexível. [acesso 06 fev. 2024]. Disponível em: <<https://www.mapadaobra.com.br/capacitacao/paviment-o-rigido-flexivel/>>.
- [3] RIBEIRO, Thiago Pinheiro. Estudo descritivo das principais patologias em pavimento flexível. [acesso 08 fev. 2024]. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/pavimento-flexivel/>>.
- [4] SILVA, Mateus *et al.* Patologias em pavimentos rígidos: Um estudo de caso da Avenida Getúlio Vargas em Cuiabá/MT. [acesso 08 fev. 2024]. Disponível em: <<https://meuartigo.brasilecola.uol.com.br/engenharias/p>>

- atologias-em-pavimentos-rigidos-um-estudo-de-caso-da-avenida-getulio-vargas-em-cuiba-mt.htm>.
- [5] Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes-DNIT. Manual de Pavimentação. [acesso 02 fev. 2024]. Disponível em:
<https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/ipr_719_manual_de_pavimentacao_versao_corrigda_errata_1.pdf>.
- [6] BERNUCCI, Liedi Bariani et al. Pavimentação Asfáltica – formação básica para engenheiros. 3ª Edição. Rio de Janeiro, Imprinta, 2010.
- [7] BALBO, José Tadeu. Pavimentos de Concreto. São Paulo, Oficina de Textos, 2009.
- [8] Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes-DNIT. Manual de Pavimentos Rígidos. [acesso 02 fev. 2024]. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/714_manual_de_pavimentos_rigidos.pdf>.
- [9] ARAÚJO, Marcela Almeida *et al.* Análise comparativa de métodos de pavimentação-pavimento rígido (concreto) x flexível (asfalto). Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, 2016; 10(11):187-196. Disponível em:
<<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/metodos-depavimentacao>>. Acesso em: 10 fev. 2024.
- [10] GUIMARÃES NETO, Guilherme Loreto. Estudo Comparativo entre a Pavimentação Flexível e Rígida. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade da Amazônia, Belém, 2011. Disponível em:
<<http://livrozilla.com/doc/794724/estudo-comparativo-entre-a-pavimentacao-flexivel>>. Acesso em 19 de Fevereiro de 2024>.
- [11] GOMES, Gabriel Tessari. Pavimento Flexível e Pavimento Rígido: Uma análise comparativa de custos de implantação em loteamentos urbanos através do sistema de custos referenciais de obras – Sicro na cidade de Caçados-SC. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Alto Vale do Rio do Peixe, 2023. Disponível em: <<https://acervo.uniarp.edu.br/wp-content/uploads/tccs-graduacao/TCC-GABRIEL-TESSARI-GOMES.pdf>>.
- [12] MASCHIO, Edison. Memorial de Dimensionamento – Pavimento de Concreto, 2022.
- [13] SCHNEIDER. Memorial Descritivo – Projeto Básico de Pavimentação, 2022.
- [14] SILVA, Michael dos Santos. Estudo Comparação entre os pavimentos rígido (concreto) e o flexível (asfalto) com foco na durabilidade e viabilidade econômica. [acesso 27 fev. 2024]. Disponível em:
<<https://www.prp.unicamp.br/inscricao-congresso/resumos/2022P20384A37536O273.pdf>>.
- [15] VILIBOR JUNIOR, Isidoro. Como escolher o tipo de pavimentação de vias públicas?. [acesso 27 fev. 2024] Disponível em:
<<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/como-escolher-o-tipo-de-pavimentacao-de-vias-publicas/8968>>.