



CENTRO UNIVERSITÁRIO FAEMA - UNIFAEMA

WILLEX ALVES DOS SANTOS

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E RÍGIDOS: Uma
abordagem quanto aos dados econômicos e segurança nas rodovias**

**ARIQUEMES – RO
2022**

WILLEX ALVES DOS SANTOS

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E RÍGIDOS: Uma abordagem quanto aos dados econômicos e segurança nas rodovias

Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção do Grau em Engenharia Civil apresentado ao Centro Universitário FAEMA - UNIFAEMA.

Orientador: Prof^o Esp. João Victor da Silva Costa.

**ARIQUEMES – RO
2022**

FICHA CATALOGRÁFICA
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S237a Santos, Willex Alves dos.

Análise comparativa entre pavimentos flexíveis e rígidos: uma abordagem quanto aos dados econômicos e segurança nas rodovias. / Willex Alves dos Santos. Ariquemes, RO: Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA, 2022.

49 f. ; il.

Orientador: Prof. Esp. João Victor da Silva Costa.

Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Engenharia Civil – Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA, Ariquemes/RO, 2022.

1. Pavimentação Urbana. 2. Engenharia de Trânsito. 3. Segurança. 4. Economia. 5. Pavimentos Flexíveis. I. Título. II. Costa, João Victor da Silva.

CDD 620.1

Bibliotecária Responsável
Herta Maria de Açucena do N. Soeiro
CRB 1114/11

WILLEX ALVES DOS SANTOS

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E RÍGIDOS: Uma abordagem quanto aos dados econômicos e segurança nas rodovias

Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção do Grau em Engenharia Civil apresentado ao Centro Universitário FAEMA - UNIFAEMA.

Orientador: Profº Esp. João Victor da Silva Costa.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Esp. João Victor da Silva Costa
Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA

Prof. Ms. Lincoln de Souza Lopes
Centro Universitário FAEMA - UNIFAEMA

Prof. Ms. Fernando Corrêa dos Santos
Centro Universitário FAEMA - UNIFAEMA

**ARIQUEMES – RO
2022**

“Porque eu bem sei os pensamentos que penso de vós, diz o senhor; pensamento de paz e não de mal, para vos dar o fim que esperais. Então, me invocareis, e ireis, e orareis a mim, e eu vos ouvirei. E buscar-me eis e me achareis quando me buscardes de todo o vosso coração”.

Jeremias 29: 11-13.

AGRADECIMENTOS

Desta forma, agradeço a todos que fizeram parte desta etapa de minha vida. Agradeço a primeiramente a Deus por ter resplandecido os meus caminhos, a minha esposa, a minhas filhas, aos meus pais por terem me apoiado nesta realização acadêmica, a todos os meus professores por todo o ensinamento e aos colegas que me apoiaram nos momentos mais difíceis.

Aos familiares, amigos, professores, orientadores que não mediram esforços para nos ajudaram nestes últimos anos, e foram essenciais no processo de minha formação.

RESUMO

O processo de pavimentação de uma rodovia deve envolver diversos fatores relacionados com a projeção, processo construtivo e manutenções. Os pavimentos flexíveis e rígidos representam as maiores metodologias utilizados nesse sentido, que apresentam características específicas, vantagens e desvantagens. Com isso, esse estudo teve como objetivo realizar uma análise comparativa entre a utilização de pavimentos flexíveis e rígidos nas rodovias no que tange à segurança e dados econômicos dos pavimentos. Como métodos, foi realizada uma revisão bibliográfica de caráter descritivo e exploratório, a partir da análise de publicações e documentos do Ministério dos Transportes, livros, artigos científicos e busca direcionada pelos descritores “Pavimentos; Engenharia de Trânsito; Segurança; Economia” em plataformas como o *Scientific Electronic Library Online* (SCIELO), Revistas Científicas e Google Scholar. Os resultados demonstram na comparação técnica o pavimento rígido se mostra mais vantajoso, que permite maior durabilidade, melhor resistência, maior segurança ao tráfego e menores necessidades de manutenção. Já na comparação econômica, observou-se que os flexíveis apresentam menor custo de implantação, mas exigem um número extremamente elevado de manutenções, enquanto os rígidos se mostraram menos vantajosos quando há baixo tráfego de veículos. Conclui-se que a determinação do melhor tipo de pavimentação depende diversos fatores que precisa ser considerado durante o processo de projeção da obra.

Palavras chaves: Pavimentos. Engenharia de Trânsito. Segurança. Economia.

ABSTRACT

The process of paving a road must involve several factors related to the design, construction process and maintenance. Flexible and rigid pavements represent the major methodologies used in this regard, which have specific characteristics, advantages and disadvantages. Thus, this study aimed to carry out a comparative analysis between the use of flexible and rigid pavements on highways with regard to safety and economic data of the pavements. As methods, a descriptive and exploratory bibliographic review was carried out, based on the analysis of publications and documents from the Ministry of Transport, books, scientific articles and a search directed by the descriptors "Pavements; Traffic Engineering; Safety; Economy" on platforms such as Scientific Electronic Library Online (SCIELO), Scientific Journals and Google Scholar. The results show, in the technical comparison, the governed pavement proves to be more advantageous, as it allows greater durability, better resistance, greater traffic safety and lower maintenance needs. In the economic comparison, it was observed that the flexible ones have a lower implementation cost, but require an extremely high number of maintenance, while the rigid ones proved to be less advantageous when there is low vehicle traffic. It is concluded that the determination of the best type of paving depends on several factors that need to be considered during the design process of the work.

Keywords: Floors. Traffic Engineering. Safety. Economy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Estrutura do pavimento flexível | 22 |
| Figura 2 – Constituição pavimento flexível (Etapa 1) | 23 |
| Figura 3 – Constituição pavimento flexível (Etapa 2) | 24 |
| Figura 4 – Constituição pavimento flexível (Etapa 3) | 24 |
| Figura 5 – Constituição pavimento flexível (Etapa 4) | 25 |
| Figura 6 – Constituição pavimento flexível (Resultado final) | 25 |
| Figura 7 – Estrutura do pavimento rígido | 27 |
| Figura 8 – Constituição pavimento rígido (Etapa 1) | 29 |
| Figura 9 – Constituição pavimento rígido (Etapa 2) | 30 |
| Figura 10 – Constituição pavimento rígido (Etapa 3) | 30 |
| Figura 11 – Constituição pavimento rígido (Etapa 4) | 31 |
| Figura 12 – Constituição pavimento rígido (Etapa 5) | 31 |
| Figura 13 – Custos de Implantação da pavimentação por km..... | 41 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Literaturas utilizadas no estudo..... | 16 |
| Tabela 2 – Síntese comparativa pavimento flexível e rígido | 42 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|----------|---|
| ABCP | Associação Brasileira de Cimento Portland |
| CNT | Confederação Nacional do Transporte |
| CTB | Código de Trânsito Brasileiro |
| DENATRAN | Departamento Nacional de Trânsito |
| DNIT | Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte |
| UNIFAEMA | Centro Universitário FAEMA |
| VDMc | Volume Diário Médio de Veículos comerciais |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 12 |
| 1.1 OBJETIVOS | 14 |
| 1.1.1 Objetivo Geral | 14 |
| 1.1.2 Objetivos Especificos | 14 |
| 2 METODOLOGIA | 15 |
| 3 REVISÃO DE LITERATURA | 20 |
| 3.1 CLASSIFICAÇÃO DO PAVIMENTO | 21 |
| 3.1.1 Pavimento flexível | 21 |
| 3.1.2 Pavimento rígido | 26 |
| 3.2 RODOVIAS BRASILEIRAS | 32 |
| 3.3 SEGURANÇA VIÁRIA NAS RODOVIAS..... | 32 |
| 3.4 ESTATÍSTICAS DE ACIDENTES | 34 |
| 3.5 CAUSAS DOS ACIDENTES | 34 |
| 3.6 TRAFEGABILIDADE | 36 |
| 3.7 ANÁLISE COMPARATIVA DOS PAVIMENTOS | 36 |
| 3.7.1 Comparativo técnico | 36 |
| 3.7.2 Comparativo econômico | 40 |
| 3.8 QUAL PAVIMENTO É MAIS VANTAJOSO? | 42 |
| CONCLUSÃO | 44 |
| REFERÊNCIAS | 45 |

1 INTRODUÇÃO

Por volta do século XIX, iniciou-se a construção de estradas no Brasil, preliminarmente no nordeste do país, onde foi necessário construir a primeira estrada devida aos programas de incursão às secas nordestinas, já em 1928 foi inaugurada a primeira rodovia pavimentada (GORDINHO, 2003).

Contudo somente a partir da década de 1940 e 1950 houve um aumento significativo de construção de estradas e rodovias no Brasil, que por sua vez teve como estímulo três fatores principais, que foram: a criação do Fundo Rodoviário Nacional (FRN), em 1946, este deliberou impostos sobre combustível líquido e impostos estes que foram usados para a construção de estradas interestaduais, a inserção da Petrobras no ano de 1954, que passa a produzir massa asfáltica em grande escala e a revolução da indústria de automóvel no âmbito nacional, em 1957 (SILVA; PEREIRA, 2020).

Com o aumento de construção de estradas interestaduais na década de 1970, sucedeu-se que houve a necessidade de fazer estradas mais eficazes e com maior nível de tecnologia para garantir estabilidade, durabilidade e resistência (CARMO, 2018).

No Brasil durante certo período era frequente a utilização de pavimento rígido e flexível, sendo o primeiro com maior custo para sua execução devido ao uso de concreto bastante sólido, com isso oferece melhor resistência. Já no pavimento flexível tem que se observar menor custo para sua execução, este pavimento é também conhecido como “pavimento asfáltico” que é composto por uma mistura de vários componentes chamados de “agregados”, juntamente com o ligante asfáltico (BENEDETTI, 2013).

Sabe-se que no Brasil o uso de pavimento rígido foi mais utilizado na década de 50 que por sua vez se utilizava certa quantidade de cimento, posterior a esta década a produção de cimento foi direcionada para o setor da construção civil, com isso o pavimento flexível tornou-se uma opção mais viável, com surgimento de tecnologia em equipamentos e especialização de mão de obra (SILVA; PEREIRA, 2020).

Ambos oferecem vantagens e desvantagens, estando a análise comparativa inserida nos aspectos principais para determinar qual o pavimento mais adequado para a pavimentação rodoviária (FILHO, 2011).

Com base nesses aspectos, esse estudo tem como problema de pesquisa a seguinte pergunta: qual o pavimento mais adequado para implantação na pavimentação rodoviária? Dessa maneira, o propósito da pesquisa foi discutir sobre a observação comparativa entre a utilização de pavimentos flexíveis e rígidos nas rodovias no que tange à segurança e dados econômicos dos pavimentos.

O estudo se justifica na compreensão de que a segurança das rodovias é um dos principais objetivos da engenharia de tráfego. O deslocamento diário deve ser seguro, confortável e de boa trafegabilidade. O transporte urbano sustentável só pode ser realizado com uma baixa taxa de acidentes e um número reduzido de vítimas de trânsito, especialmente lesões graves e fatais. Essa segurança se tornou um desafio crescente para os países em desenvolvimento. A grande evolução e desenvolvimento do transporte, aliado à instabilidade da infraestrutura urbana e à inadequação do transporte público na maioria das cidades, torna insustentável a boa gestão do tráfego. Sendo assim, mostra-se relevante a realização de estudos na área.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Realizar uma análise comparativa entre a utilização de pavimentos flexíveis e rígidos nas rodovias no que tange à segurança e dados econômicos dos pavimentos.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Descrever a respeito da segurança e trafegabilidade nas rodovias;
- Identificar os riscos envolvidos quanto ao tráfego nas rodovias;
- Descrever acerca das normas técnicas de segurança nas rodovias;
- Comparar os resultados obtidos nas pesquisas, elencando os prós e contras de cada tipo de pavimento analisado que no que tange às vantagens e desvantagens, à segurança e custos econômicos do pavimento rígido e flexível.

2 METODOLOGIA

A metodologia utilizada foi a de revisão de literatura de caráter descritivo e exploratório. Segundo Sousa et al. (2007) a pesquisa exploratória adota estratégia sistemática com vias de gerar e refinar o conhecimento quantificando relações entre variáveis. A adoção desse modelo qualitativo busca compreender as questões que permitem uma análise comparativa entre pavimentos flexíveis e rígidos em rodovias.

Já a revisão bibliográfica trata-se de uma ferramenta importante e coerente para a compreensão de uma gama de conhecimentos e entendimentos sobre um mesmo assunto. Isso permite com que a pesquisa consiga observar aquilo que vários autores estão falando sobre o tema em problema. Ainda, essa revisão permite sintetizar os achados científicos, fato esse que é a base para aplicabilidade prática (SOUZA et al., 2010).

Desse modo, o estudo buscou analisar as publicações sobre o assunto, dando ênfase nas especificidades que cada um dos pavimentos apresenta quando utilizados em rodovias, tais como custos, manutenção, vida útil, entre outros. Por fim, foi realizado um comparativo técnico e econômico entre o pavimento flexível e rígido.

A seleção das literaturas foi ampla não ficando restrita a trabalhos realizados no Brasil. Os critérios de inclusão também compreenderam o ano de publicação das literaturas, ficando apto à revisão apenas as obras publicadas de 2000 a 2020. Com isso, as obras publicadas em anos anteriores ao estabelecido foram excluídas, assim também como aquelas que não apresentassem ganho ao estudo por possuir propostas diferentes.

Para a seleção dos materiais bibliográficos para elaboração da revisão foram utilizados publicações e documentos do Ministério dos Transportes, livros, artigos científicos e busca direcionada pelos descritores “Pavimentos; Engenharia de Trânsito; Segurança; Economia” em plataformas como o *Scientific Electronic Library Online* (SCIELO), Revistas Científicas e Scholar Google.

Após a busca nas bases de dados foi incluída na revisão um montante de 35 bibliografias: 11 artigos científicos, 8 monografias, 6 livros, 2 dissertações, 1 tese e 7 normas/publicações institucionais do DNIT. A apresentação dos principais resultados

foi realizada de maneira discursiva. A Tabela 1 apresenta uma síntese das bibliografias utilizadas no estudo, observando o autor, o título e o objetivo da obra.

Tabela 1 – Literaturas utilizadas no estudo

| N | AUTOR(ES)/ANO | TÍTULO | OBJETIVO |
|---|-------------------------|---|---|
| 1 | ALVES, 2019 | Estudo dos impactos socioeconômicos e ambientais para implementação de uma rodovia | Estudar os impactos socioeconômicos e ambientais provocados pela implantação da rodovia BR-153, no trecho Porangatu – Anapolis |
| 2 | ANDRADE et al., 2011 | Abordagem estatística dos acidentes de trânsito fatais ocorridos em rodovia federal do Estado do Pará | Proporcionar subsídios (dados) que orientem a tomada de decisão, contribuindo para a redução dos casos de acidentes de trânsito com vítimas fatais, com base em fatos e dados |
| 3 | BALBO, 2007 | Pavimentação Asfáltica: Materiais, projetos e restauração | Expor os principais conceitos e métodos da Engenharia de Pavimentos |
| 4 | BALBO, 2009 | Pavimentos de Concreto | Tratar dos aspectos tecnológicos e operacionais dos pavimentos de concreto |
| 5 | BENEDETTI, 2013 | Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão | Elaborar uma análise comparativa entre as duas alternativas: Pavimento Rígido e de Pavimento Flexível |
| 6 | BERNUCCI et al., 2010 | Pavimentação Asfáltica – formação básica para engenheiros | Descrever os materiais usados em pavimentação e suas propriedades, apresentar as técnicas de execução, de avaliação e de restauração de pavimentação |
| 7 | BIFFE et al., 2012 | Perfil epidemiológico dos acidentes de trânsito em Marília | Descrever o perfil das vítimas de acidentes e óbitos relacionados ao trânsito em Marília-SP, Brasil. |
| 8 | BONATTO, 2018 | Análise da sinalização na segurança viária: antes e depois do programa BR-Legal | Avaliar a melhoria da segurança nas rodovias federais que receberam a intervenção do Programa BR-LEGAL |
| 9 | BOTTESINI; NODARI, 2008 | O fator humano nos acidentes rodoviários: motivos e possíveis soluções levantados em um grupo focado | Identificar, com base na experiência de diferentes agentes envolvidos, os principais fatores contribuintes para acidentes em rodovias relacionados, especificamente, ao elemento humano |

| | | | |
|----|---|--|--|
| 10 | CAMPOS et al., 2017 | Causas, consequências e soluções na pavimentação asfáltica da cidade de Ceres | Verificar as causas, consequências e soluções na pavimentação asfáltica da cidade de Ceres |
| 11 | CARMO; RAIA, 2019 | Segurança em rodovias inseridas em áreas urbanas na região sul do Brasil | Analisar a segurança viária das rodovias federais inseridas em áreas urbanas na região Sul do Brasil |
| 12 | CARVALHO, 2007 | Pavimento de Concreto: Reduzindo o Custo Social | Avaliar os custos sociais do pavimento de concreto |
| 13 | Confederação Nacional do Transporte, 2019 | Piora a qualidade das rodovias brasileiras | Observar a piora a qualidade das rodovias brasileiras |
| 14 | Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, 2017 | Glossário de termos técnicos rodoviários | Apresentar glossário de termos técnicos rodoviários |
| 15 | Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte, 2004 | Pavimento rígido – Sub-base de concreto de cimento Portland adensado por vibração – Especificação de serviço | Estabelecer os requisitos mínimos a serem adotados na execução de sub-base de concreto de cimento Portland adensado por vibração, com baixo consumo de cimento para construção de pavimentos rígidos de estradas de rodagem. |
| 16 | Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte, 2004 | Manual de Pavimentos Rígidos | Aperfeiçoar metodologias, como também incluir novas tecnologias que estão sendo adotadas na pavimentação rígida |
| 17 | Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte, 2006 | Manual de Pavimentação Rodoviária | Aprimorar o manual dando maior detalhamento de certas questões, sem, contudo, acarretar modificações conceituais significativas no conteúdo técnico. |
| 18 | Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte, 2006 | Pavimentos flexíveis – Concreto asfáltico – Especificações de serviço – Norma DNIT 031/2006–ES | Estabelecer a sistemática a ser empregada na produção de misturas asfálticas para a construção de camadas do pavimento de estradas de rodagem, de acordo com os alinhamentos, greide e seção transversal de projeto. |
| 19 | Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte, 2017 | Glossário de Termos Técnicos Rodoviários. | Apresentar o glossário de termos técnicos rodoviários |
| 20 | FILHO, 2011 | Estudo Comparativo de Viabilidade Técnica e Econômica Entre Pavimentos Rígido e Flexível Aplicados a Rodovia BR-408/PE | Realizar uma comparação entre os custos envolvidos para execução dos pavimentos rígido e flexível |

| | | | |
|----|-------------------------------|--|---|
| 21 | FILHO, 2018 | Estudo comparativo entre pavimentos flexível e rígido na pavimentação rodoviária | Elaborar um estudo comparativo, relacionado à viabilidade técnica e econômica, entre o pavimento flexível e o pavimento rígido |
| 22 | GORDINHO, 2003 | Transportes no Brasil: a opção rodoviária | Apresentar todos os segmentos do transporte rodoviário de forma abrangente, mostrando seu desenvolvimento ao longo da história do Brasil |
| 23 | HAUER, 1997 | Observational before--after studies in road safety: estimating the effect of highway and traffic engineering measures on road safety | Orientar a respeito da segurança viária |
| 24 | HOFFMANN, 2005 | Comportamento do condutor e fenômenos psicológicos | Destacar a convergência de estudos em Psicologia Social e Experimental, para explicação de fenômenos/processos psicológicos que afetam o comportamento do condutor e a segurança viária |
| 25 | LEAL, 2017 | Análise da influência e características das vias no número e na severidade dos acidentes: estudo de caso na autoestrada Grajaú-Jacarepaguá | Analisar a relação de características das vias com os acidentes de trânsito |
| 26 | MEAN; ANANIAS; OLIVEIRA, 2011 | Pavimentação Rígida | Avaliar a viabilidade técnica e econômica da utilização de pavimentos em concreto rígido na restauração de estradas cuja pavimentação atual é asfáltica (pavimento flexível) |
| 27 | NETO, 2011 | Estudo Comparativo entre a Pavimentação Flexível e Rígida | Realizar uma comparação entre pavimento flexível e rígido |
| 28 | NODARI, 2003 | Método de Avaliação da Segurança Potencial de Segmentos Rurais de Pista Simples | Desenvolver e aplicar um método de avaliação da segurança potencial de segmentos rodoviários rurais pavimentados de pista simples com base nas características físicas das rodovias |
| 29 | RIBAS, 2017 | Custo-Benefício na Execução de Pavimentos Rígidos | Mensurar a relação custo-benefício na utilização do pavimento rígido, ou pavimento de concreto, como alternativa de pavimentação na execução em obras de infraestrutura de diversos setores |
| 30 | RIQUETI, 2019 | Estudo de volume de tráfego e nível de serviço na alta e | Obter informações necessárias à determinação do desempenho da |

| | | | |
|----|----------------------|--|--|
| 31 | RODRIGUES, 2010 | <p>baixa temporada da rodovia SC-401</p> <p>Aplicações da técnica de auditoria de segurança viária em segmentos rodoviários no estado de São Paulo - Avaliação crítica e reflexões</p> | <p>rodovia SC-401, no município de Florianópolis</p> <p>Identificar os locais mais perigosos e a aplicar os recursos existentes e aumentar a segurança das vias</p> |
| 32 | SCHUSTER, 2020 | <p>Avaliação da segurança viária em um trecho da rodovia rsc-287 entre Venâncio Aires e Santa Cruz do Sul – RS</p> | <p>Avaliar a segurança viária em um trecho da RSC-287, entre os quilômetros 75+000 e km 98+000, compreendidos entre o perímetro rural de Venâncio Aires - RS e Santa Cruz do Sul - RS.</p> |
| 33 | SILVA, 2017 | <p>Proposição de medidas mitigatórias para redução do risco de choques entre veículos e obstáculos fixos: um estudo de caso na BR-153/TO</p> | <p>Apresentar os conceitos básicos de engenharia de segurança viária e os programas de gestão da malha e de segurança viária do DNIT</p> |
| 34 | SILVA; PEREIRA, 2020 | <p>A rodovia federal BR 307: breves considerações</p> | <p>Apontar algumas considerações sobre a rodovia BR-307 e as atuais condições de trafegabilidade</p> |
| 35 | SIUZA et al., 2020 | <p>Revisão integrativa: o que é e como fazer</p> | <p>Apresentar as fases constituintes de uma revisão integrativa e os aspectos relevantes a serem considerados para a utilização desse recurso metodológico</p> |

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

3 REVISÃO DE LITERATURA

De acordo com Balbo (2007), as estradas pavimentadas proporcionam um incremento operacional ao tráfego de veículos motorizados ao implementar uma superfície mais lisa e conformável, o que garante que os processos de conforto e segurança sejam elevados, tanto em condições secas, quanto em condições molhadas.

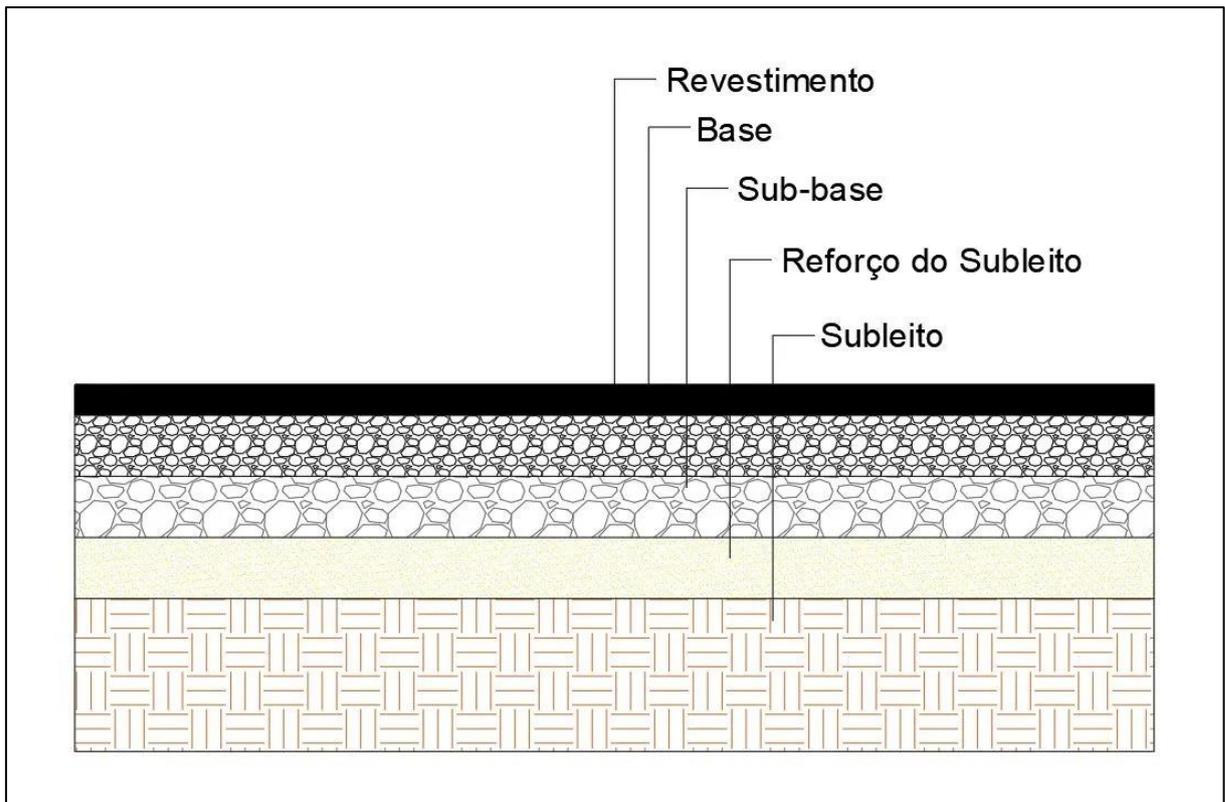
Conforme salienta o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes DNIT (2006), a constituição de um pavimento rodoviário deve abranger a presença de uma estrutura de camadas com espessuras específicas e limitadas para que possa ser eficiente em seu trabalho em resistir e distribuir as forças verticais geradas pelos veículos, em termos de conforto e melhores condições de rolamento em termos de segurança e resistência ao esforço horizontal, tornando a superfície de rolamento mais durável. Estas camadas são fragmentadas em revestimento, base, sub-base, subleito e reforço do subleito. Como vemos a seguir:

O Glossário Técnico Rodoviário (DNER, 2017) os define como:

- **Subleito:** terreno que serve de alicerce para uma estrada ou cobertura;
- **Reforço do subleito:** para melhorar a capacidade de suporte do subleito e reduzir a espessura da camada de base, o pavimento é reforçado com camadas de partículas;
- **Sub-base:** a camada de correção do subleito, que complementa a base, tem a mesma função que a base, e é realizada quando é conveniente reduzir a espessura da base por motivos econômicos;
- **Camada de base:** a camada destinada a resistir às forças verticais do veículo, distribuí-las ao leito da via e construir sobre ela a cobertura;
- **Revestimento:** um revestimento sobre a superfície da estrada que recebe diretamente a ação vertical e horizontal do veículo e é projetado para melhorar as condições de rolamento em termos de conforto e segurança.

A Figura 1 apresenta as camadas de um pavimento.

Figura 1 – Camadas de um pavimento



Fonte: Cava (2021).

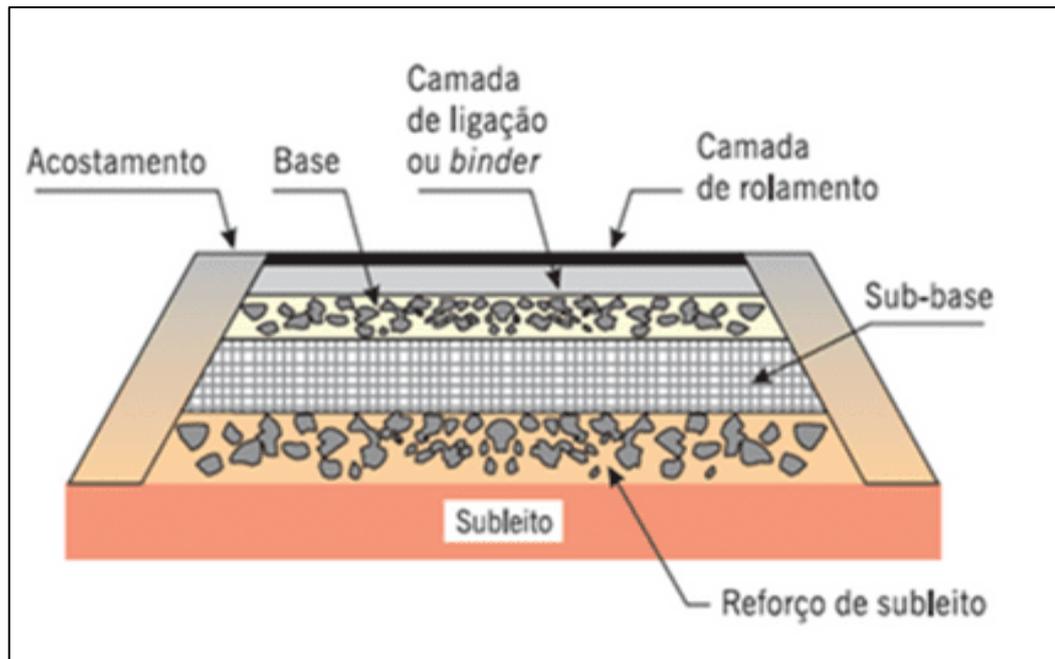
3.1 CLASSIFICAÇÃO DO PAVIMENTO

Atualmente, existem três espécies/classificação dos pavimentos. Tratam-se dos pavimentos flexíveis, pavimentos rígidos e pavimentos semirrígidos. (BENEDETTI, 2013). No entanto, essa pesquisa tem como enfoque os pavimentos flexíveis e rígidos.

3.1.1 Pavimento flexível

Conforme aponta o Manual de Pavimentação do DNIT (2006), pavimento flexível é um pavimento constituído por um revestimento superficial asfáltico, suportado por uma base, sub-base e reforço de leito, constituído por material granular, solo ou mistura de solo, com ou sem cimento, elástico carregado ocorre deformação em cada camada, ou seja, a carga é distribuída em partes aproximadamente iguais e a pressão é concentrada. Vamos dar uma olhada na estrutura do pavimento flexível na Figura 2 abaixo:

Figura 2 – Estrutura do pavimento flexível



Fonte: Bernucci (2010).

No que tange aos constituintes desse tipo de pavimento, os agregados compõem de 90% a 95% do revestimento e são responsáveis por suportar e transmitir as cargas aplicadas pelo veículo e resistir ao desgaste necessário. Por outro lado, o material betuminoso equivale a 5% a 10% do revestimento e tem função adesiva e efeito impermeabilizante. (BERNUCCI et al. 2010).

Para Bernucci *et al.* (2010), a mistura de agregado e ligante é feita em uma planta estacionária e depois enviada ao ponto de uso. Segundo Bernucci et al (2010), o concreto asfáltico processado termicamente (também conhecido como Concreto Asfáltico Usinado a Quente - CAUQ) é um dos tipos mais utilizados no Brasil. O CAUQ pode ser utilizado como revestimento, camada adesiva, nivelamento ou reforço de pisos. O concreto asfáltico só pode ser produzido, transportado e construído quando a temperatura ambiente for superior a 10° C. De acordo com as normas do DNIT, não deve ser construído em períodos chuvosos. (DNIT, 2006).

Conforme a NORMA DNIT 031/2006 - Pavimentos flexíveis - Concreto asfáltico - Especificação de serviço (DNIT, 2006), os materiais constituintes são agregados miúdos, agregados graúdos, ligante asfáltico e fíler. A composição deste concreto asfáltico deve atender a certas tolerâncias de tamanho de partícula e porcentagem de ligante asfáltico determinada no desenho da mistura.

Entre os materiais que se enquadram como agregado miúdo estão: areia, pó de pedra, uma mistura dos dois ou outro material conforme especificado na Especificação Complementar. Suas partículas individuais devem ser resistentes, isentas de grumos de argila e substâncias nocivas, e ser igual ou superior a 55% de areia. Os agregados grosseiros podem ser brita, escória, seixos, preferencialmente brita ou outros materiais especificados na especificação complementar, com taxa de desgaste igual ou superior a 50% (DNIT, 2006).

As figuras abaixo apresentam as etapas a serem executadas nesse tipo de pavimentação, a saber: Etapa 1 – Preparação da base e sub-base; Etapa 2 – Compressão do solo; Etapa 3 – Lançamento do ligante; Etapa 4 – Lançamento da mistura asfáltica; Etapa 5 – Compressão da mistura asfáltica (DNIT, 2006).

Figura 3 – Constituição pavimento flexível (Etapa 1)



Fonte: Rossi (2022).

Figura 4 – Constituição pavimento flexível (Etapa 2)



Fonte: Bahia (2014).

Figura 5 – Constituição pavimento flexível (Etapa 3)



Fonte: Minas Gerais (2021).

Figura 6 – Constituição pavimento flexível (Etapa 4)



Fonte: Vieira (2019).

Figura 7 – Constituição pavimento flexível (Resultado final)



Fonte: Paraná (2019).

De acordo com Filho (2018), o ligante asfáltico possui três tipos de classificação que seguem as especificidades dos tipos de cimentos asfálticos de

petróleo, a saber: CAP-30/45, CAP 50/70 e CAP 85/100, sendo o CAP-30 o mais utilizado.

Conforme DNIT (2006), o “filer” trata-se do material de enchimento, que precisa ser criteriosamente trabalhado, aplicado seco e sem grumos, sendo formado por constituintes como cimento Portland, cal extinta, pós-calcários.

De acordo com Filho (2018) e DNIT (2006) existem várias etapas pelas quais ocorre o processo de execução do CAUQ, a saber:

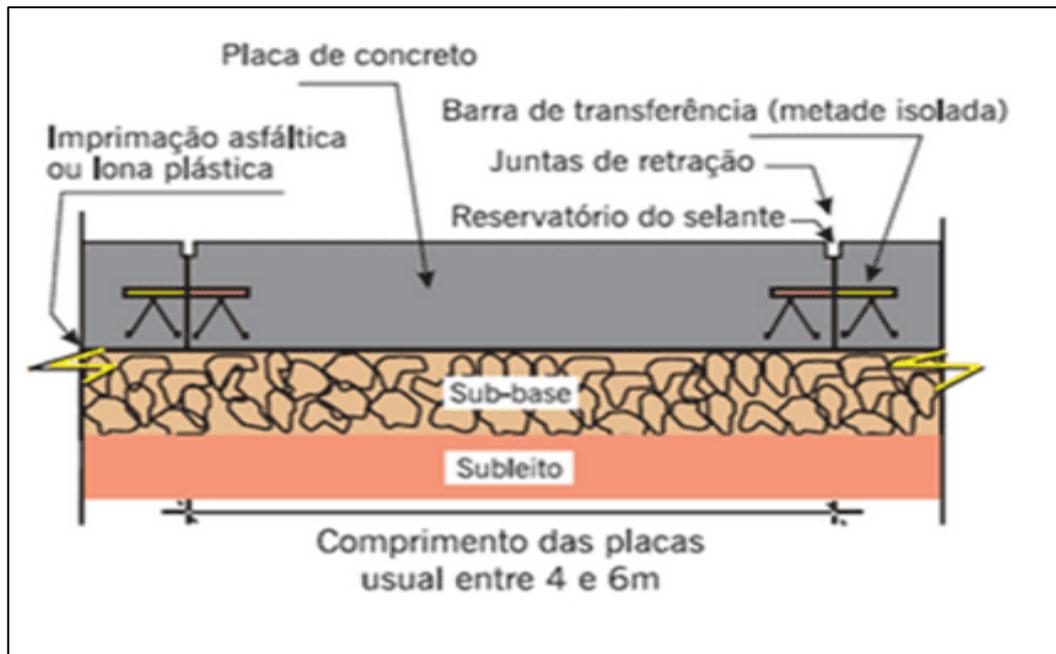
1. Imprimadura: O aglomerante betuminoso, quase sempre é o asfalto fluido, CM-30 e CM-70, este é aplicado por caminhões com bomba reguladora específica que contem pressão e de forma aquecida, depois de feito o espessamento da base e a varredura da face, que é feito com uma vassoura mecânica. Esta etapa tem como objetivo fazer a impermeabilização do solo através do asfalto betuminoso.
2. Pintura de ligação: Depois de passado aproximadamente sete dias da imprimadura e do revestimento, então pode ser feita a pintura de ligação. Este material betuminoso tem uma recomendação feita pelo próprio DNIT de 0,3l/m² a 0,4l/m², e as mais utilizadas são as composições RR-1C e RR-2C.
3. Distribuição do CAUQ: O concreto asfáltico usinado a quente deverá ser distribuído sobre a face já imprimada e com a pintura de ligação, para isso é necessário o auxílio de caminhões próprios para execução, utilizando vibroacabadoras, no entanto estes materiais não podem ultrapassar a temperatura de 177°C.
4. Compactação do CAUQ: Após o final de todas estas etapas deve ser iniciada a compactação do concreto betuminoso, a começar pelas bordas, longitudinais, sendo direcionada ao centro do pavimento. Esta etapa precisa ser feita com o rolo pneumático, que também é utilizado para testar a resistência do concreto asfáltico, e o rolo metálico liso, este tem a finalidade de compactar o CAUQ.

3.1.2 Pavimento rígido

Segundo salienta Balbo (2009), o pavimento rígido é caracterizado pela presença e constituição de placas de concreto simples (PCS), que são produzidas a partir do cimento Portland. De acordo com o autor, essas placas são recebidas pela fundação, onde devem ser assentadas. Além disso, ainda segundo o autor, as placas também podem ser assentadas em uma sub-base, que se trata de uma estrutura da fundação, podendo ser formada por armaduras de aço, que desempenha o papel de revestir a base.

A Figura 8 apresenta a estrutura e as camadas do pavimento rígido.

Figura 8 – Estrutura do pavimento rígido



Fonte: Bernucci (2010).

Da mesma forma, Bernucci *et al.* (2010), reforça que a característica principal desses pavimentos é a presença das placas de concreto em sua formação. Segundo o autor, as placas compreendem um revestimento que apresenta espessura fixa e grande rigidez quando comparada as demais camadas da formação do pavimento, o que garante com que quase toda a tensão oriunda dos usuários da rodovia seja absorvida por ela.

Segundo DNIT (2004), na abrangência da pavimentação existem alguns tipos de cimentos Portland que são os mais corretos para uso na constituição do concreto simples, a saber:

- CP-I: cimento Portland comum;
- CP-II: cimento Portland composto;
- CP-III: cimento Portland de alto forno;
- CP-IV: cimento Portland pozolânico.

Conforme pontua Filho (2018), em relação ao agregado miúdo na composição desse tipo de concreto o mais adequado é a areia natural quartzosa, cujos grãos devem apresentar dimensão não superior a 4,8 mm e não inferior a

0,075 mm. Segundo o autor, em relação ao agregado graúdo o pedregulho ou a pedra britada são os tipos mais comumente utilizados na composição do concreto, além também da mistura desses dois materiais. Em quaisquer uma das utilizações do agregado graúdo é importante que a gradação granulométrica permaneça entre os valores de 50 mm e 4,8 mm (FILHO, 2018).

Outro constituinte desse concreto que precisa de atenção é a água. De acordo com DNIT (2004) a água é trabalhada no processo de amassamento do concreto. Ela deve ser livre de substâncias estranhas, devendo compreender os limites estabelecidos através da norma DNIT 036/2004-ME.

Também podem ser incorporados aditivos químicos, que são opcionais, mas que desenvolvem funções relacionadas ao desempenho, trabalhabilidade e resistência, ou seja, devem promover melhorias nos aspectos químicos e físicos do material. De maneira geral, os aditivos mais utilizados são os que aceleram o endurecimento, os incorporadores de ar e os plastificantes (FILHO, 2018).

O projeto do pavimento também pode incorporar o aço nas barras de transferência, que deve ser apenas o aço liso, obrigatoriamente. Além disso, na área das barras de ligação, caso o cálculo indique necessário podem ser incorporados tanto o aço liso, quanto o aço especial (FILHO, 2018). Conforme DNIT (2004) os aços CA-50, CA-60 e CA-25 podem ser utilizados nesse sentido.

Outro ponto importante é o selante de juntas, que é parte fundamental dos materiais constituintes do pavimento, que além de aderir ao concreto, deve ser resistente à ação de solventes, à penetração de sólidos e à infiltração de água. Quanto ao processo de molda, pode ser a frio, a quente ou pré-moldado e isso dependerá de aspectos como o tipo de aplicação e a natureza (FILHO, 2018).

Segundo DNIT (2013) e Filho (2018), o processo executivo do pavimento de concreto simples obedece a algumas etapas, a saber:

- 1. Preparo da sub-base:** Após deixar o solo livre de matérias orgânicas, vem a preparação da sub-base do pavimento, a sub-base tem que ser aplanada de forma regular a fim de manter a geometria até o lançamento do pavimento.
- 2. Mistura, lançamento e espalhamento do concreto:** O concreto deve ser confeccionado de forma uniformemente homogeneia com equipamentos de pesagem, dosagem e mistura, sem separação. O tempo entre a mistura e a Betonagem não podem ser superiores a 30 minutos, os arremessos podem ser arremessados de frente a pista quanto a sua lateral. Para este espalhamento diversos equipamentos devem ser utilizados, como pás espalhadoras de concreto, pás triangulares e até mesmo trados ou baldes.

3. **Adensamento do concreto:** Para a solidificação do concreto deve ser feita por equipamento do tipo vibradores hidráulicos e elétricos, que são fixos em vergalhões de aço com altura variável. Permitindo assim a execução esperada da espessura.
4. **Acabamento do concreto:** O arrasamento do concreto deve ser realizado com um aparador extenso. Para isso deve-se também ser utilizado a espátula metálica de cabo longo, sendo aplicado no sentido transversal a pista, sendo seguida de espátula de cabo menor para fazer o acabamento mais localizado.
5. **Cura do concreto:** Na cura do concreto deve-se aplicar se necessário produtos químicos para evitar a aceleração da evaporação da água, se por ventura a evaporação da água misturada com a concretagem ocorrer, é importante uma segunda aplicação dos produtos químicos, afim de evitar eventuais fissuras na cura do concreto.
6. **Execução das juntas:** As emendas Longitudinais e transversais precisam estar em consonância com o projeto apresentado, se houver desalinhamento das juntas, estas não podem ultrapassar a distância mínima de 5 mm. As emendas longitudinais são fragmentadas em juntas longitudinais de construção. Já as emendas transversais são fracionadas em juntas transversais cortadas e estruturais. As bielas são postas nas juntas longitudinais e precisam atender as especificações feitas em projeto. As hastes transmissionais devem ser instaladas nas juntas transversais, de acordo com os critérios estabelecidos no projeto.

As abaixo apresentam as ilustrações das etapas do processo de construção do pavimento rígido.

Figura 9 – Constituição pavimento rígido (Etapa 1) Preparo da sub-base



Fonte: Melo (2020).

Figura 10 – Constituição pavimento rígido (Etapa 2) Mistura, lançamento e espalhamento do concreto:



Fonte: Melo (2020).

Figura 11 – Constituição pavimento rígido (Etapa 3) Adensamento do concreto:



Fonte: Múltipla construtora (2022).

Figura 12 – Constituição pavimento rígido (Etapa 4) Acabamento do concreto:



Fonte: Múltipla construtora (2022)

Figura 13 – Constituição pavimento rígido (Etapa 5) Pavimento rígido acabado:



Fonte: CONCREPRAV (2022).

3.2 RODOVIAS BRASILEIRAS

A malha viária brasileira é composta por rodovias federais, estaduais, municipais, concedidas ou não. As políticas de operação e manutenção, bem como suas distintas jurisdições, fazem com que os profissionais administram seu segmento de diferentes maneiras (RODRIGUES, 2010).

Segundo a CNT, o Conselho Nacional de Transporte (2019), 59% da malha viária pavimentada apresentam problemas e foram considerados segmentos regulares, ruins ou péssimos. Conforme a mesma, o principal problema está na geometria da via. O número de pontos críticos aumentou 75% em relação ao ano anterior da pesquisa (2018). Os pontos críticos citados são circunstâncias que podem causar graves acidentes, tais como barreiras, pontes caídas e grandes buracos.

Com o surgimento de demandas emergenciais e a escassez de recursos, o DNIT aprimorou o seu setor de planejamento, com a atualização constante dos dados de levantamento de campo e aplicação de técnicas avançadas de controle e monitoramento da infraestrutura do sistema de transportes, surgindo daí os diversos programas que visam ofertar conforto e segurança aos usuários das rodovias (SILVA, 2017).

3.3 SEGURANÇA VIÁRIA NAS RODOVIAS

O projeto de uma via deve considerar critérios de segurança, mobilidade, impactos sociais e ambientais, além de atender à necessidade dos usuários da via. Outro fator relevante ao desenvolvimento de um bom projeto é aliar os recursos financeiros disponíveis ao melhor grau de segurança possível (RODRIGUES, 2010).

A variabilidade de características físicas e econômicas de cada região faz com que o projetista tenha dificuldades de atender a todos os critérios. Além disso, a falta de flexibilidade local, em algumas situações, torna necessário que o projetista desenvolva soluções consideradas na exceção de projeto, devendo, estas, serem

cuidadosamente ponderada para encontrar as melhores soluções plausíveis em relação às exigências de projeto e as restrições da região (SILVA, 2017).

Apesar de o fator humano ter um peso maior na origem da ocorrência de acidentes, nem sempre a melhor solução, em função do custo-benefício, para melhorar a segurança viária é atuar neste fator (LEAL, 2017).

Normalmente, em casos de acidentes, costuma-se culpar o motorista que falhou ao lidar com o componente viário-ambiental (NODARI, 2003).

Diante disto, pode-se observar que um componente viário-ambiental que desfavorece a possibilidade de falha humana, podendo inclusive corrigi-la, resultaria em uma menor quantidade de acidentes. Então, nesta seção, serão apresentados fatores que evidenciam a influência das características da via na segurança viária.

A definição da “segurança de uma rodovia pode ser definida de modo subjetivo e de modo objetivo” (HAUER, 1997, p. 17).

De maneira mais abrangente, a segurança da rodovia depende da percepção dos seus usuários, ou seja: o quanto eles se sentem seguros com a rodovia? Por ser um resultado subjetivo, quantificar isso pode ser muito difícil. No entanto, vários fatores dão conta e influenciam na segurança, tal como sinalização horizontal adequada, que permite com que o usuário sinta-se mais confortável no trânsito (ALVES, 2019).

Entretanto, somente isso não deve ser fator determinante de segurança, pois hipoteticamente uma via bem sinalizada pode aumentar a segurança do usuário, levando-o a aumentar a velocidade e isso traz exatamente o perigo e a insegurança em seu trajeto. Nesse sentido, de maneira mais objetiva, o índice de segurança de uma via pode ser mensurado a partir da quantidade de acidentes em seu trajeto, bem como da gravidade dos mesmos (ALVES, 2019).

Espera-se, portanto, que quanto menos acidentes uma rodovia tenha, mais segura ela seja e menor a gravidade dos seus acidentes. Assim, de acordo com Hauer (1997), é possível determinar melhor a segurança (no inglês, *safety*) de uma via a partir da avaliação da quantidade de acidentes em tipo e grau (gravidade) esperado em um determinado período de tempo.

O termo 'esperado' é utilizado da mesma maneira que na Teoria da Probabilidade e corresponde à média no longo prazo. Além disso, temos que definir a segurança como uma taxa, pois ela conta o número de acidentes e/ou gravidade por certo período de tempo, por exemplo: acidentes por mês, mortos por ano, etc (ALVES, 2019).

3.4 ESTATÍSTICAS DE ACIDENTES

Observa-se até esse momento que a segurança da estrada depende basicamente de dois sujeitos: a rodovia (sua construção, manutenção e outros) e o usuário a partir de sua consciência no trânsito. Esses sujeitos geram impacto direto na presença ou não de acidentes rodoviários. Nesse sentido, o nível de segurança de uma estrada pode ser mensurado a partir de dados estatísticos (ANDRADE et al, 2011).

Os cálculos estatísticos resultam no índice de risco que uma viagem em determinada estrada pode causar, demonstrando o nível de periculosidade existente no local através da quantidade de acidentes no trecho, causas, entre outros. No entanto, mesmo com cálculos, determinar o nível de segurança é algo bastante relativo, isso porque abrange análises quantitativas e qualitativas. O que deve ser sempre trabalhado diz respeito às ações que garantem o aumento da segurança, exigindo assim investimentos e incentivos nesse sentido (BIFFE et al, 2017).

3.5 CAUSAS DOS ACIDENTES

Grande parte dos acidentes rodoviários tem origem da falha humana. Segundo Hoffmann (2005), estima-se que o fator humano esteja envolvido em cerca de 90% dos acidentes rodoviários. No entanto, vários fatores podem influenciar na redução dos índices, entre eles a boa projeção da estrada, sinalização adequada, visto que grande parte da falha humana se relaciona com a ausência de orientação adequada.

Nesse sentido, observa-se que uma estrada segura traz impacto na diminuição da severidade dos acidentes. Assim, caso hajam tecnologias adequadas de proteção e orientação, certamente haverá redução no índice de acidentes, bem como da gravidade dos mesmos (BIFFE et al, 2017).

De acordo com Botessini e Nodari (2008), os três principais responsáveis pelos acidentes de trânsito são: o veículo, a via e o ser humano, conforme destacado abaixo:

1. **Veículos:** se relaciona com a qualidade do veículo em desempenhar sua função mecânica, isto é, se relaciona com as falhas existentes nas partes constituintes do veículo, tais como freios, pneus, direção, faróis, entre outros;
2. **Via/Meio-Ambiente:** se relaciona com o espaço geográfico em que a estrada está inserida, bem como todo o espaço físico em que a mesma compreende. Assim, nesse item estão incluídos aspectos como patologias asfálticas, pavimentação, buracos, curvas, inclinação, sinalização, árvores, postes, condições climáticas, entre outros;
3. **Fatores humanos:** se relaciona com o comportamento humano na direção do veículo, que é subjetivo e varia de um indivíduo ao outro. O comportamento humano sofre influência e fatores exógenos (como a via e o veículo) e fatores intrínsecos à ele, tais como aspectos socioculturais e socioeconômicos. Assim, o conhecimento da informação adequada, o conhecimento dos significados das sinalizações e as atitudes conscientes no trânsito são aspectos que influenciam no comportamento e, conseqüentemente, no risco de acidentes no trânsito.

Trazendo enfoque aos aspectos da pavimentação, compreende-se que esse fator também pode influenciar nos índices de acidentes. Entre os fatores referidos para isso, observa-se que todo o processo de projeção da obra precisa seguir as normas e recomendações de trânsito adequadas. Além disso, o fator da manutenção do pavimento asfáltico talvez seja o ponto principal de problemática, pois o tempo traz patologias à estrutura, o que exige atenção e correções coerentes (CAMPOS et al, 2017).

3.6 TRAFEGABILIDADE

Para a construção e manutenção de uma malha rodoviária exige-se elevados investimentos estatais, portanto devem existir indicadores e variáveis para se priorizar o emprego de recursos nestas demandas. Uma das variáveis, mais importantes, coletadas a fim de atender esses estudos é o volume de tráfego (RIQUETI, 2019).

A falta dessa informação ou a incerteza quanto à representatividade do dado que porventura exista, podem gerar alterações em estudo da malha rodoviária, dado que esta porção constitui de recurso meramente básico para a elaboração de estratégias, planos diretores rodoviários, exame de efetividade técnica econômica, projetos geométricos, projetos de pavimentos, programas de conservação, análise de segurança de tráfego, capacidade das vias, entre outros (BONATTO, 2018).

Assim a determinação dos volumes de tráfego é extremamente importante, uma vez que da permissão ao agenciador gestor: projetar o conjunto rodoviário; fazer a medição do plano de tarefas por via rodoviária; ajustar as disposições de fluxo no futuro; deliberar as porções de viagens de formato a propiciar a justificativa econômica aos investimentos programados; justificar e planejar o policiamento; avaliar a serventia e a capacidade de ajustar o nível de tarefas; produzir avaliações e levantamentos de acidentes; assentar e planejar instalações de operações rodoviárias (ALVES, 2019).

3.7 ANÁLISE COMPARATIVA DOS PAVIMENTOS

Dentro do processo de análise comparativa dos pavimentos, a literatura referência alguns pontos essenciais a serem observados, a saber: comparativo técnico e comparativo econômico.

3.7.1 Comparativo técnico

Conforme aponta Schuster (2020), na determinação e escolha do tipo de pavimento a ser incorporado na pavimentação, é essencial sistematizar as características e especificidades de cada pavimento, trazendo enfoque para necessidade que a obra deverá atender. Esse processo pode ser denominado de

comparativo técnico, onde alguns pontos principais devem ser observados, tais como a construção, a manutenção, o comportamento, a segurança e a sustentabilidade.

3.7.1.1 Construção

De acordo com Neto (2011), as questões estruturais que são necessárias para constituição da pavimentação flexível são mais complexas que a estruturação rígida, tal fato é dado considerando a maneira pela qual cada pavimento absorve o a força do carregamento. No entanto, o pavimento rígido, mesmo apresentando uma composição de concreto simples é o que pode apresentar mais critérios de execução, pois a metodologia de construção deve ser extremamente rigorosa, respeitando as etapas do processo e também a qualidade dos materiais constituintes.

O autor também salienta que o pavimento rígido trabalha fortemente na dispersão adequada do carregamento na estrutura, algo que influencia diretamente na economia dos processos de manutenção principalmente no subleito, camada essa que na grande maioria das rodovias de pavimento flexível exige manutenções constantes (NETO, 2011).

Ribas (2017) traz uma reflexão a respeito do mercado de trabalho de construção desses pavimentos. Segundo o autor, no Brasil existe um número maior de empresas que trabalham na execução de estruturas de pavimento flexível, com equipamentos e máquinas adequadas, ao contrário do pavimento rígido, que apesar de apresentar bastante crescimento de empresas no país, ainda é baixo em relação ao flexível. Para o autor, esse fenômeno abre espaço para que os pavimentos rígidos apresentem mais erros na construção, ou mesmo ineficiência no controle das etapas e das ferramentas tecnológicas construtivas.

3.7.1.2 Manutenção

Em relação ao processo de manutenção dos pavimentos Mean, Ananias e Oliveira (2011) reforçam que o pavimento rígido é o que apresenta menor

quantidade de manutenção em curto, médio e longo prazo, devido a alta resistência ao desgaste e resistência mecânica. Assim, o pavimento rígido acaba não sofrendo oxidação, deformação e formação de patologias, aumentando sua durabilidade e necessitando de apenas pequenos reparos.

Enquanto isso, o pavimento flexível exige um elevado número de manutenções, pois as patologias atingem facilmente sua estrutura, formando fissuras, buracos e deformação plástica. Normalmente, esse tipo de pavimento exige recapeamento logo após cinco anos de sua vida útil, exigindo assim novos esforços financeiros (MEAN; ANANIAS; OLIVEIRA, 2011).

No entanto, em relação a execução do processo de manutenção, de acordo com Ribas (2017), as operações realizadas em pavimentos flexíveis apresentam tempo de duração mais curtos, impactando menos na finalização do serviço e liberação do tráfego. Ao contrário dos pavimentos rígidos que exigem maior tempo de execução, bem como do processo de cura do concreto.

3.7.1.3 Comportamento

De acordo com Filho (2011), o pavimento rígido pode possuir uma vida útil superior a 20 anos, além de apresentar boas características como a ausência da oxidação e da resistência aos diversos fatores do tráfego e do meio ambiente, tais como a ação do sol, da chuva, dos óleos dos veículos derramados da pista, entre outros. Em contrapartida, o pavimento flexível apresenta vida útil inferior a dez anos, muitas das vezes inferior a cinco anos, estando suscetível à diversas interferências, tais como a temperatura, a chuva excessiva e a baixa resistência ao carregamento que pode acabar deteriorando sua superfície (FILHO, 2011).

Como dito anteriormente, o pavimento rígido apresenta melhor distribuição da força recebida pela carga em sua estrutura, amenizando assim os efeitos negativos desse processo. Quanto ao pavimento flexível, Ribas (2017) destaca que as cargas não apresentam uniformidade em sua distribuição na estrutura, que acaba sendo forçado de maneira vertical e isso impacta fortemente o solo que acaba sofrendo deformações pontuais.

3.7.1.4 Segurança

No aspecto de segurança um ponto importante é reflexão da luz dos veículos e a visibilidade. De acordo com Carvalho (2007) em estudo de revisão sobre as vantagens dos pavimentos rígidos, ressalta que os pavimentos rígidos apresentam melhor desempenho que os flexíveis no quesito de visibilidade, por apresentar superfícies mais claras, o que permite maior reflexão da luz melhorando a visão noturna e a visibilidade horizontal para os motoristas. Além disso, o pavimento rígido também apresenta melhor aderência aos pneus dos veículos, mesmo em dias chuvosos e isso influencia consideravelmente na diminuição da distância de frenagem.

Outro ponto favorável ao pavimento rígido relaciona-se ao processo de texturização, que permite com que a água na pista escoar de maneira mais rápida que o pavimento flexível e isso reduz o acúmulo de água na pista, diminuindo os episódios de derrapagem. No entanto, a textura rugosa característica do pavimento flexível apresenta melhor desempenho na aderência das demarcações viárias em relação ao rígido (RIBAS, 2017).

3.7.1.5 Sustentabilidade

O fator de sustentabilidade também precisa ser compreendido na análise comparativa dos pavimentos. De acordo com Ribas (2017), o pavimento flexível apresenta melhor oportunidade de responsabilidade ecológica e sustentável por permitir que componentes recicláveis possam ser incorporados no processo construtivo, tal como borracha de pneus, além de preservar os recursos naturais que são bastante utilizados nos pavimentos rígidos e geram impacto no meio ambiente.

Em contrapartida, observa-se que o processo de confecção do concreto para constituir o pavimento rígido exige bastante energia quatro vezes menos que o necessário para produzir o asfalto (pavimento flexível). Além disso, outro ponto favorável diz respeito à superfície clara do pavimento rígido, que influencia na

economia de iluminação pública e redução da poluição ambiental (CARVALHO, 2007).

No mais, Filho (2011), também destaca que estudos realizados *pela Portland Cement Association* evidenciaram uma pontual diminuição do consumo de combustível pelos veículos que transitavam por pavimentos rígidos, quando comparado aos flexíveis, gerando assim menos impacto ao meio ambiente.

3.7.2 Comparativo econômico

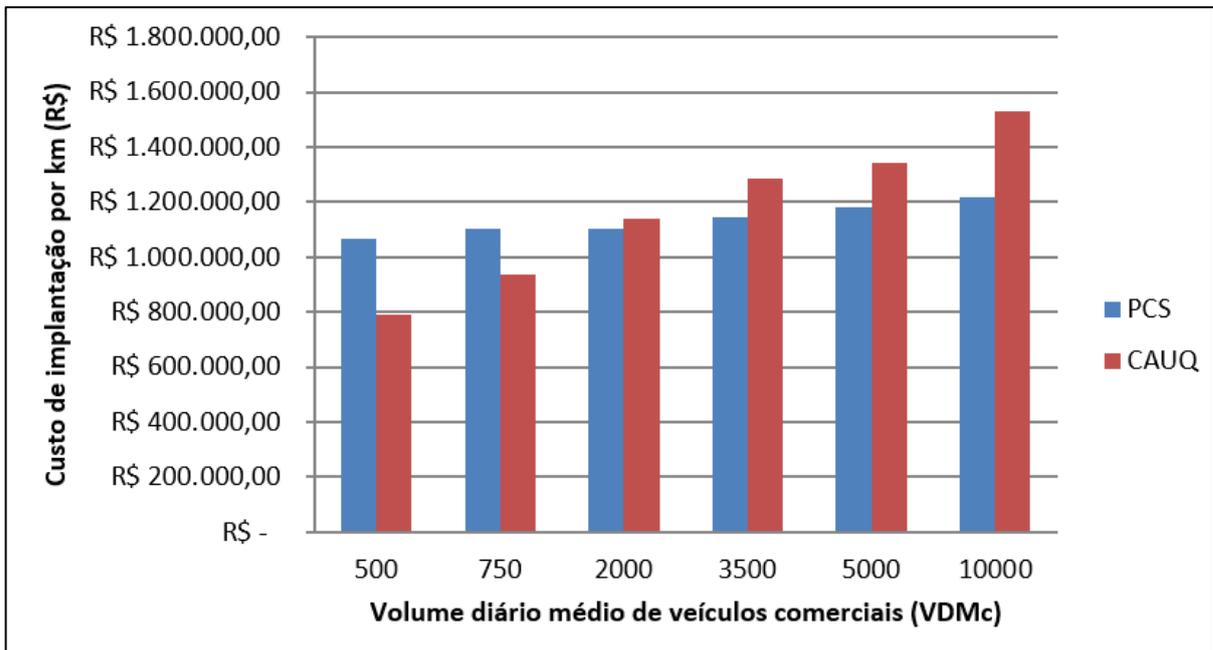
Na abrangência da análise comparativa técnica observa-se que o pavimento rígido apresenta maiores vantagens que o flexível. No entanto, os aspectos econômicos também devem ser sistematizados dentro da avaliação.

Na análise dos custos para execução de uma obra de pavimentação recorreu-se aos dados do DNIT (2017), a partir dos custos médios do processo. Um pavimento flexível com revestimento CAUQ de 10 cm e com dimensões de 3,6 m de comprimento e com um acostamento de 2,5 m apresenta um custo médio de R\$3.159.000,00/km. Enquanto isso, um pavimento rígido constituído por concreto simples e com as mesmas dimensões apresenta um custo médio de R\$5.430.000,00/km (DNIT, 2017).

Observa-se que o custo médio para implementação de uma pavimentação rígida é cerca de 42% mais elevado que o custo médio para implementação de uma pavimentação flexível.

Aprofundando um pouco mais e observando outro método de análise comparativa econômica, conforme a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), observando todo o dimensionamento de uma pavimentação conforme Volume Diário Médio de Veículos Comerciais (VDMc) e com 7,0 m de largura, têm-se os custos médios para o pavimento flexível e rígido conforme Gráfico 1 abaixo.

Gráfico 1 – Custos de Implantação da pavimentação por km



Fonte: Moschetti (2015).

Observando os dados obtidos no gráfico 1, compreende-se que quando o VDMc é baixo, ou seja, entre 500 e 750, a utilização do pavimento flexível se mostra mais adequada. Enquanto em situações onde o VDMc apresenta valores mais altos, ou seja, superior a 2000, a pavimentação rígida se apresenta mais viável.

No que se relaciona aos gastos com manutenção, ainda de acordo com o DNIT (2017) o pavimento rígido apresenta valores de custos entre R\$51.800,00/km e R\$1.200.000,00/km, sendo necessária a realização de manutenções anuais. Enquanto isso, os custos do pavimento rígido não são apresentados pelo DNIT, porém de acordo com Hallack (2008) os custos giram em torno de 4% do valor utilizado para execução da obra do pavimento para as manutenções a cada 10 anos.

Compreende-se que ao relacionar o custo médio da execução da construção com o custo médio que as manutenções exigem, o pavimento rígido acaba obtendo melhor vantagem por apresentar melhor custo/benefício.

3.8 QUAL PAVIMENTO É MAIS VANTAJOSO?

Após a evidenciação comparativa entre o pavimento rígido e flexível a partir de diferentes fatores é importante sintetizar qual dos dois apresenta melhor vantagem. A Tabela 2 apresenta uma síntese comparativa entre os dois tipos de pavimento.

Tabela 2 – Síntese comparativa pavimento flexível e rígido

| PAVIMENTOS RÍGIDOS | PAVIMENTOS FLEXÍVEIS |
|---|--|
| Estruturas mais delgadas de pavimento. | Estruturas mais espessas (requer maior escavação e movimento de terra) e camadas múltiplas. |
| Resiste a ataques químicos (óleos, graxas, combustíveis). | É fortemente afetado pelos produtos químicos (óleo, graxas, combustíveis). |
| Maior distância de visibilidade horizontal, proporcionando maior segurança. | A visibilidade é bastante reduzida durante a noite ou em condições climáticas adversas. |
| Pequena necessidade de manutenção e conservação, o que mantém o fluxo de veículos sem interrupções. | Necessário que se façam várias manutenções e recuperações, com prejuízos ao tráfego e custos elevados. |
| Falta de aderência das demarcações viárias, devido ao baixo índice de porosidade. | Melhor aderência das demarcações viárias, devido a textura rugosa e alta temperatura de aplicação (30 vezes mais durável). |
| Vida útil mínima de 20 anos. | Vida útil máxima de 10 anos (com manutenção). |

Fonte: Araújo (2016).

Dentro do processo da análise comparativa técnica, observa-se que a pavimentação rígida apresenta melhores desempenhos que as flexíveis. Esse fato se relaciona ao papel desempenhado pelo pavimento rígido em trabalhar pontualmente as questões de segurança e conforto aos usuários da estrada, fatores esses essenciais para redução dos riscos e índices de acidentes, bem como dos custos de manutenção veicular.

Além disso, observa-se que a pavimentação rígida apresenta vida útil extremamente superior a flexível, fator esse relacionado ao seu poder em não se

deteriorar facilmente, não desenvolver a oxidação, distribuir a resistência da carga de maneira uniforme e não sofrer grande impacto do clima. Outras vantagens do pavimento rígido estão na apresentação de melhor visibilidade ao motorista, promover melhor aderência aos pneus e exigir poucas manutenções. Todos esses fatores garantem melhores condições de uso ao pavimento rígido.

Na comparação econômica, observou-se que a pavimentação flexível apresenta aproximadamente 42% menos custos de execução do que a rígida. No entanto, ao dimensionar a análise em longo prazo, compreende-se que o pavimento rígido apresenta maiores vantagens, pois exige menos esforços com manutenção, fato que não é observado no pavimento flexível que exige constantes ações operacionais de manutenção.

Na análise econômica levando em consideração o volume de tráfego (VDMc) observou-se que quando o volume é baixo o pavimento flexível se mostra mais adequado. Porém, conforme o volume aumenta, o pavimento rígido mostra-se mais vantajoso.

Em suma, é importante reforçar que as rodovias são estruturas importantes para a sociedade, pois é por delas que pessoas e materiais podem ser transportados e assim permitir com que o sistema continue funcionando. Além disso, salienta-se que a segurança no trânsito é algo que precisa ser constantemente observado nas obras e construção civil, pois a execução adequada das mesmas gera impacto significativo nesse fenômeno.

As estradas e/ou rodovias são essenciais para nossa vida cotidiana. Todos nós os usamos de alguma forma, dirigindo, andando ou viajando como passageiro, e dependemos deles para obter bens e serviços.

Nesse sentido, a análise comparativa realizada por esse estudo determina que o pavimento rígido apresenta menores necessidades de manutenções. No entanto, essa pavimentação é fortemente indicada para vias de tráfego pesado, ou seja, determinar sua utilização deve exigir uma avaliação ampla que deve percorrer a finalidade de uso, pois se trata de uma via com custo de implantação mais elevado. Em suma, deve ser observado o custo/benefício antes de determinar a via mais adequada para execução.

A realização do presente trabalho garante a afirmação de que conforto e segurança viária são fundamentais para assegurar que os transeuntes e veículos possam se deslocar com rapidez, eficiência e segurança.

CONCLUSÃO

Esse estudo buscou realizar uma análise comparativa entre a pavimentação rígida e flexível, reforçando os aspectos de segurança e conforto necessários para utilização das rodovias pelos usuários. A avaliação percorreu a abrangência técnica e econômica que cada pavimento exige.

Observou-se que dentro da análise comparativa técnica o pavimento rígido se mostrou o mais vantajoso, pois entre os pavimentos é o que melhor apresenta bons resultados em longo prazo, relacionados com a baixa necessidade da realização de manutenções, o bom desempenho de resistência e o excelente papel de permitir uma experiência mais segura ao usuário em relação aos aspectos de visibilidade e aderência.

Ainda dentro dessa análise, compreendeu-se que o pavimento flexível exige uma quantidade muito grande de manutenções, além de apresentar uma vida útil bem menor que o rígido. Além disso, o pavimento flexível está mais sujeito aos efeitos do clima e do ambiente, sendo recorrentes episódios de deterioração de sua superfície e presença de patologias asfálticas.

Enquanto isso, na avaliação econômica observou-se que o pavimento flexível possui menor custo de implantação que o rígido. No entanto, a grande necessidade de manutenções do pavimento flexível o coloca em desvantagem econômica em relação ao rígido.

Ainda, de acordo com o volume do tráfego observou-se que em volumes menores o mais adequado economicamente é o pavimento flexível e conforme o tráfego aumenta o pavimento rígido passa a ser mais vantajoso.

Nesse sentido, conclui-se que o pavimento mais adequado para uma rodovia depende de muitos fatores, tais como recursos financeiros disponíveis, extensão da via, análise de custo/benefício. Esses fatores precisam ser considerados na decisão,

tendo em vista que em alguns cenários o rígido é o mais adequado e em outros o flexível ganha destaque.

Assim, espera-se que esse estudo possa servir de base para orientações a respeito das especificidades que cada um desses pavimentos pode apresentar na utilização em vias rodoviárias e urbanas.

REFERÊNCIAS

ALVES, Marco Antônio Moreira. **Estudo dos impactos socioeconômicos e ambientais para implementação de uma rodovia**. 2019. Monografia – Unievangélica. Anápolis, 2019. 89 f. Disponível em: <http://repositorio.aee.edu.br/handle/aee/8715>. Acesso em: 24 abr. 2022.

ANDRADE, Erlon Monteiro de et al. Abordagem estatística dos acidentes de trânsito fatais ocorridos em rodovia federal do Estado do Pará. **Revista Brasileira de Segurança Pública**, v. 5, n. 2, p. 134-151, 2011. Disponível em: <https://www.revista.forumseguranca.org.br/index.php/rbsp/article/view/102>. Acesso em: 30 jul. 2022.

BALBO, José Tadeu. **Pavimentação Asfáltica: Materiais, projetos e restauração**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

BALBO, José Tadeu. **Pavimentos de Concreto**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

BENEDETTI, Leandro et al. Pavimento Rígido x Pavimento Flexível. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 5, n. 2, 2013. Disponível em: <https://periodicos.unipampa.edu.br/index.php/SIEPE/article/view/65947>. Acesso em: 30 jul. 2022.

BERNUCCI, Liedi B et al. **Pavimentação Asfáltica – formação básica para engenheiros**. 3 ed. Rio de Janeiro: Imprinta, 2010.

BIFFE, Carina Rejane Fernandes et al. Perfil epidemiológico dos acidentes de trânsito em Marília, São Paulo, 2012. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 26, n. 2, p. 389-398, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.org/article/ress/2017.v26n2/389-398/pt/>. Acesso em: 30 jul. 2022.

BONATTO, Andrey Zuriel Ebeling. Análise da sinalização na segurança viária: antes e depois do programa BR-Legal. **LUME Repositório Digital**, v. 1, n. 1, p. 1-22, 2018. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/189206>. Acesso em: 22 abr. 2022.

BOTTESINI, Giovani; NODARI, Christine Tessele. O fator humano nos acidentes rodoviários: motivos e possíveis soluções levantados em um grupo focado. In: **22º CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES [Internet]**. 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Christine-Nodari/publication/267862407_O_FATOR_HUMANO_NOS_ACIDENTES_RODOVIARIOS_MOTIVOS_E_POSSIVEIS_SOLUCOES_LEVANTADOS_EM_UM_GRUPO_FOCADO/links/5b3cee9d0f7e9b0df5f3440c/O-FATOR-HUMANO-NOS-ACIDENTES-RODOVIARIOS-MOTIVOS-E-POSSIVEIS-SOLUCOES-LEVANTADOS-EM-UM-GRUPO-FOCADO.pdf. Acesso em: 30 jul. 2022.

CAMPOS, Jacqueline Gomes et al. Causas, consequências e soluções na pavimentação asfáltica da cidade de Ceres. **Anais SNCMA**, v. 8, n. 1, 2017. Disponível em: <http://anais.unievangelica.edu.br/index.php/sncma/article/view/2422>. Acesso em: 30 jul. 2022.

CARMO, Cássio Leandro do; RAIÁ, Archimedes Azevedo. Segurança em rodovias inseridas em áreas urbanas na região sul do Brasil. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, n. 1, p. 1-15, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/urbe/a/btWkSYBvK7Ks8YgTN9d6hkL/?lang=pt>. Acesso em: 20 abr. 2022.

CARVALHO, Marcos Dutra de. **Pavimento de Concreto: Reduzindo o Custo Social**. São Paulo, 2007.

Confederação Nacional do Transporte - CNT. Piora a qualidade das rodovias brasileiras. CNT. Brasília. 2019. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/piora-a-qualidade-das-rodovias-brasileiras>. Acesso em: 30 jul. 2022.

Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – DNER. **Glossário de termos técnicos rodoviários**. DNER. Brasília, 2017.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte - DNIT. **Pavimento rígido – Sub-base de concreto de cimento Portland adensado por vibração – Especificação de serviço**. Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Rio de Janeiro, 2004.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte - DNIT. **Manual de Pavimentos Rígidos**. Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Rio de Janeiro, 2004.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte - DNIT. **Manual de Pavimentação Rodoviária**. Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Rio de Janeiro, 2006.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte - DNIT. **Pavimentos flexíveis – Concreto asfáltico – Especificações de serviço – Norma DNIT 031/2006–ES**. Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Rio de Janeiro, 2006.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte - DNIT. **Glossário de Termos Técnicos Rodoviários**. Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Rio de Janeiro, 2017.

FILHO, Augusto Lins e Silva. **Estudo Comparativo de Viabilidade Técnica e Econômica Entre Pavimentos Rígido e Flexível Aplicados a Rodovia BR-408/PE**. Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdade do Vale do Ipojuca – FAVIP, Caruaru, 2011. Disponível em: <http://repositorio.favip.edu.br:8080/bitstream/123456789/164/1/TCC+II+++Augusto+rev.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2022.

FILHO, José Moacir de Mendonça. Estudo comparativo entre pavimentos flexível e rígido na pavimentação rodoviária. **Revisita Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, 2018. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/pavimentos-flexivel>. Acesso em: 30 jul. 2022.

GORDINHO, Margarida Cintra. **Transportes no Brasil: a opção rodoviária**. 1 ed. São Paulo: Conex, 2003.

HAUER, Erza. **Observational before--after studies in road safety: estimating the effect of highway and traffic engineering measures on road safety**. 1 ed. Pergamon, Oxford, OX, U.K. ; Tarrytown, N.Y., U.S.A. 1997.

HOFFMANN, Maria Helena. Comportamento do condutor e fenômenos psicológicos. **Psicologia: pesquisa e trânsito**, v. 1, n. 1, p. 17-24, 2005. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/ppet/v1n1/v1n1a04.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2022.

LEAL, Bruno Alexandre Brandimarte. **Análise da influência e características das vias no número e na severidade dos acidentes: estudo de caso na autoestrada Grajaú-Jacarepaguá**. 2017. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia de Transportes, Universidade de São Paulo - Usp. São Carlos, 2017. 176 f. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18143/tde-03072017-095129/?gathStatlcon=true>. Acesso em: 30 jul. 2022.

MEAN, Angélica; ANANIAS, Renata; OLIVEIRA, Viviane. **Pavimentação Rígida**. Monografia - Universidade São Francisco, Itatiba, 2011. Disponível em: <http://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/2154.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2022.

NETO, Guilherme Loreto Guimarães. **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 e: 30 jul. 2022.

NODARI, Christine Tessele. **Método de Avaliação da Segurança Potencial de Segmentos Rurais de Pista Simples**. 2003. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003. 221 f. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/3675>. Acesso em: 30 jul. 2022.

RIBAS, Leandro Carlos. **Custo-Benefício na Execução de Pavimentos Rígidos**. 2017. Monografia - Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba, 2017. Disponível em:

<http://tcconline.utp.br/media/tcc/2017/10/CUSTO-BENEFICIO-NA-EXECUCAO-DE-PAVIMENTOS-RIGIDOS.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2022.

RIQUETI, Ana Carolina. **Estudo de volume de tráfego e nível de serviço na alta e baixa temporada da rodovia sc-401**. 2019. Monografia – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2019. 89 f. Disponível em: [https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/197517/ilovepdf_merged.pdf?sequence=1#:~:text=O%20volume%20de%20tr%C3%A1fego%20%C3%A9,ve%C3%ADculos%20hora%20\(vph\)](https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/197517/ilovepdf_merged.pdf?sequence=1#:~:text=O%20volume%20de%20tr%C3%A1fego%20%C3%A9,ve%C3%ADculos%20hora%20(vph)). Acesso em: 30 jul. 2022.

RODRIGUES, José Luiz Fuzaro. **Aplicações da técnica de auditoria de segurança viária em segmentos rodoviários no estado de São Paulo - Avaliação crítica e reflexões**. 2010. Dissertação (Mestrado em Transportes) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. Campinas, 2020. 119 f. Disponível em: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/1315865>. Acesso em: 30 jul. 2022.

SCHUSTER, Anderson Renan. **Avaliação da segurança viária em um trecho da rodovia rsc-287 entre Venâncio Aires e Santa Cruz do Sul – RS**. 2020. Monografia – Universidade do Vale do Taquari. Lajeado, 2020. 77 f. Disponível em: <https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/3029/1/2020AndersonRenanSchuster.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2022.

SILVA, Pedro Alves da. **Proposição de medidas mitigatórias para redução do risco de choques entre veículos e obstáculos fixos: um estudo de caso na BR-153/TO**. 2017. Monografia – Universidade Federal de Santa Catarina. Brasília, 2017. 71 f. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/178571/TCC%20EspecializacaoPedro-F-20170731%20%28com%20assinatura%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 23 abr. 2022.

SILVA, Gloria Rodrigues Arbelaez; PEREIRA, Elsie Pinto. A rodovia federal BR 307: breves considerações. **Revista Geopolítica Transfronteiriça**, v. 2, n. 1, p. 1-12, 2020. Disponível em: <http://periodicos.uea.edu.br/index.php/revistageotransfronteirica/article/view/1869>. Acesso em: 30 jul. 2022.

SOUZA, M. T. et al. **Revisão integrativa: o que é e como fazer**. Revista Einstein. v. 8, p.102-106, 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/eins/v8n1/pt_1679-4508-eins-8-1-0102.pdf. Acesso em: 06 de abr. 2022.

RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DE PLÁGIO

DISCENTE: Willex Alves dos Santos

CURSO: Engenharia Civil

DATA DE ANÁLISE: 08.11.2022

RESULTADO DA ANÁLISE

Estatísticas

Suspeitas na Internet: **1,88%**

Percentual do texto com expressões localizadas na internet 

Suspeitas confirmadas: **0,77%**

Confirmada existência dos trechos suspeitos nos endereços encontrados 

Texto analisado: **92,53%**

Percentual do texto efetivamente analisado (frases curtas, caracteres especiais, texto quebrado não são analisados).

Sucesso da análise: **100%**

Percentual das pesquisas com sucesso, indica a qualidade da análise, quanto maior, melhor.

Analisado por Plagius - Detector de Plágio 2.8.5
quinta-feira, 8 de novembro de 2022 09:40

PARECER FINAL

Declaro para devidos fins, que o trabalho do discente **WILLEX ALVES DOS SANTOS**, n. de matrícula **35463**, do curso de Engenharia Civil, foi aprovado na verificação de plágio, com porcentagem conferida em 1,88%. Devendo o aluno fazer as correções necessárias.

(assinado eletronicamente)
HERTA MARIA DE AÇUCENA DO N. SOEIRO
Bibliotecária CRB 1114/11
Biblioteca Central Júlio Bordignon
Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA