

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

RAFAEL STADLER

REVISÃO SISTEMÁTICA DA VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICA DE
PAVIMENTO URBANO DE CONCRETO

Jataí
2023

RAFAEL STADLER



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico/Tecnológico - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Rafael Stadler

Matrícula: 20181020260166

Título do Trabalho: Revisão sistemática da viabilidade técnico-econômico de pavimento urbano de concreto.

Autorização - Marque uma das opções

- ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
- ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
- ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
☐ Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Jato, - 60
Local

26 / 01 / 2024
Data

Rafael Stadler

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

REVISÃO SISTEMÁTICA DA VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICA DE PAVIMENTO URBANO DE CONCRETO

Projeto de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.
Orientador(a): Prof^a. Dr^a. Marina Augusta Malagoli de Almeida

Jataí
2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)

Stadler, Rafael.

Revisão sistemática da viabilidade técnico-econômica de pavimento urbano de concreto [manuscrito] / Rafael Stadler. - Jataí: IFG, Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, 2023.

61 f.; il.

Orientadora: Profa. Dra. Marina Augusta Malagoli de Almeida.
Bibliografias.

1. Pavimento. 2. Pavimento de concreto. 3. Viabilidade. 4. Revisão sistemática. I. Almeida, Marina Augusta Malagoli de. II. IFG, Câmpus Jataí. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Téc.: Aquisição e Tratamento da Informação.
Bibliotecária – Rosy Cristina O. Barbosa – CRB 1/2380 – C. Jataí. Cód. F005/2024-1.



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS JATAÍ

Folha de Aprovação

RAFAEL STADLER

REVISÃO SISTEMÁTICA DA VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICA DE PAVIMENTO URBANO DE CONCRETO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado, em 09 de dezembro de 2023, pela banca examinadora constituída pelos seguintes membros:

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Marina Augusta Malagoli de Almeida
Presidente da banca / Orientadora
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Ronan de Oliveira Lopes Junior
Coorientador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Me. Jerônimo Otoni de Carvalho Neto
Membro Interno
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Diana Nascimento Lins
Membro Externo

Jataí - GO
2023

Documento assinado eletronicamente por:

- **Diana Nascimento Lins**, **Diana Nascimento Lins** - 214205 - Engenheiro civil - Votoran (01637895000132), em 25/01/2024 12:53:11.
- **Jeronimo Otoni de Carvalho Neto**, **PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 13/12/2023 12:34:48.
- **Ronan de Oliveira Lopes Junior**, **PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 12/12/2023 14:16:35.
- **Marina Augusta Malagoli de Almeida**, **PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 12/12/2023 14:16:04.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 22/11/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 479825

Código de Autenticação: 404b093dd5



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Av. Presidente Juscelino Kubitschek, nº 775, Residencial Flamboyant, JATAÍ / GO, CEP 75804-714
(64) 3514-9580 (ramal: 9580)

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Gisele Vanat Koscianski Stadler e David Justilino Stadler, por todo conforto e suporte dado ao longo de toda a minha graduação, pelo amor e cuidado vindos de vocês. Obrigado por tudo!

À minha orientadora, Profa. Dra. Marina Augusta Malagoli de Almeida, pelos valiosos ensinamentos, apoio durante toda a pesquisa, incentivos, compreensão e tempo dedicado. Obrigado.

Ao meu coorientador Prof. Ronan Oliveira Lopes Junior, por todo o conhecimento ensinado a mim ao longo do curso e estágio.

À minha tia Patrícia Vanat Koscianski, por todo o tempo e ajuda durante este trabalho e por toda amizade e carinho ao longo dessa fase. Obrigado tia Paty.

Ao Instituto Federal de Goiás (IFG) – Câmpus Jataí e todo o corpo docente da instituição que contribuíram grandiosamente para essa conquista.

Aos meus amigos, Ana Fraga, Alexandre Freita e Felipe Teixeira. Obrigado pelo apoio e companheirismo nesses muitos anos de nossas vidas, obrigado pelos incentivos e risadas. Obrigado por me acompanharem nessa jornada.

Aos meus amigos da turma das 17h15 do cross, que todos os dias me alegravam e tornavam meus dias mais leves, me fazendo esquecer dos problemas. Obrigado a todos vocês!

RAFAEL STADLER

**REVISÃO SISTEMÁTICA DA VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICA DE
PAVIMENTO URBANO DE CONCRETO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel e Engenharia Civil.

Monografia defendida e aprovada, em 09 de dezembro de 2023, pela banca examinadora constituída pelos seguintes membros:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Jerônimo Otoni de Carvalho Neto
Membro Interno
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Me^a. Diana Nascimento Lins
Membro Extenerno
Votorantim Cimentos

Jataí
2023

RESUMO

Com a proposta de ser uma estrutura capaz de suportar as cargas provenientes de diferentes tráfegos de veículos, maior durabilidade com manutenções reduzidas, execução rápida e custo a longo prazo inferior à de estruturas mais usuais, o pavimento urbano de concreto vem tomando lugar nas vias do Brasil. Este trabalho apresenta uma revisão sistemática da viabilidade técnico-econômica do pavimento urbano de concreto. Através da análise bibliométrica de artigos, revistas e publicações foram coletados dados e identificadas as linhas de pesquisas dos autores. O resultado da pesquisa apontou as áreas carentes de investigação para desenvolvimento do pavimento urbanos de concreto e sua aplicação em áreas urbanas.

PALAVRAS-CHAVE:

Pavimento, pavimento de concreto, viabilidade, revisão sistemática.

ABSTRACT

With the proposal to be a structure capable of supporting loads from different vehicle traffics, providing greater durability with reduced maintenance, quick execution, and long-term cost lower than that of more common structures, concrete urban pavement is becoming present on Brazilian roads. This work presents a systematic review of the technical and economic viability of concrete urban pavement. Through bibliometric analysis of articles, journals, and publications, data were collected and the authors' research lines were identified. The research results pointed out areas lacking investigation for the development of urban concrete pavement and its application in urban areas.

KEYWORDS:

Pavement, concrete pavement, feasibility, systematic review.

LISTA DE ABREVIATURAS

ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CAP – Concreto Asfáltico de Petróleo

CBUQ – Concreto Betuminoso Usinado a Quente

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes

DER/PR – Departamento de Estradas e Rodovias do Paraná

EAP – Emulsão Asfáltica de Petróleo

PVA – Poliacetato de vinila

PUC – Pavimento Urbano de Concreto

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Início do Caminho do Mar, 26 de junho de 1968	14
Figura 2 – Preço do CAP 50/70	15
Figura 3 – Composição do pavimento flexível	16
Figura 4 – Comparação da composição do pavimento rígido com o pavimento flexível	17
Figura 5 – Juntas de dilatação em pavimento rígido	18
Figura 6 – Fissuração em pavimento de concreto simples.....	19
Figura 7 – Aplicação de pintura e CBUQ	21
Figura 8 – Vibroacabadora de formas deslizantes.....	Erro! Indicador não definido.
Figura 9 – Barras de transferência.....	23
Figura 10 – Texturização com vassoura.....	25
Figura 11 – Gráfico comparativo custo/vida útil.....	28
Figura 12 – Afundamento do pavimento.....	29
Figura 13 – Trinca longitudinal.....	30
Figura 14 – Fluxo do trabalho de revisão.....	31
Figura 15 – Co-citation and bibliographic coupling	33
Figura 16 – Mapa de calor co-citation	34
Figura 17 – Mapa bibliographic coupling	35
Figura 18 – Publicações anuais	36
Figura 19 – Mapa bibliométrico.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparativo entre pavimento flexível e pavimento rígido.....	26
Tabela 2 – Análise científica dos trabalhos.....	38
Tabela 3 – Cluster vermelho: Desempenho geral do pavimento de concreto.....	38
Tabela 4 – Cluster verde: Comparação entre o pavimento de asfalto e de concreto.....	44
Tabela 5 - Cluster azul: Desempenho estrutural do pavimento de concreto em relação ao de asfalto.....	46
Tabela 6 – Cluster amarelo: Durabilidade do pavimento de concreto sobre influência de esforços externos.....	49
Tabela 7 – Cluster roxo: Dimensionamento do pavimento de concreto.....	53
Tabela 8 - Quantitativo de publicações.....	56

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	8
CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 JUSTIFICATIVA.....	12
1.2 OBJETIVOS	13
1.2.1 Objetivo Geral.....	13
1.2.2 Objetivos Específicos.....	13
CAPÍTULO 2 REVISÃO DA LITERATURA.....	14
2.1 TIPOS DE PAVIMENTO.....	15
2.1.1 Pavimento Flexível.....	15
2.1.2 Pavimento Rígido.....	17
2.1.3 Pavimento de concreto simples	19
2.1.4 Pavimento de concreto com fibras	19
2.2 Execução dos diferentes tipos de pavimento.....	20
2.2.1 Execução do pavimento flexível	20
2.2.2 Execução do pavimento rígido	22
2.3 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O PAVIMENTO RÍGIDO E O PAVIMENTO FLEXÍVEL.....	26
2.3.1 Custo de construção e manutenção	27
2.3.2 Vida útil.....	28
2.3.3 Afundamento	28
2.3.4 Fissuras e trincas	29
CAPÍTULO 3 METODOLOGIA.....	31
3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA	31
3.1.1 PESQUISA BIBLIOMÉTRICA	32
3.1.2 ANÁLISE CIENCIOMÉTRICA.....	32
3.1.3 ANÁLISE SISTEMÁTICA	32
3.1.4 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	33
CAPÍTULO 4 RESULTADOS	36
4.1 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA	36
4.2 ANÁLISE CIENCIOMÉTRICA – MAPA DE PALAVRAS-CHAVE.....	37
4.3 ANÁLISE SISTEMÁTICA	38
CAPÍTULO 5 CONCLUSÃO.....	57
REFERÊNCIAS	58

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO

“Fazer boas estradas, para todo ano, que permitem o trânsito de automóveis, é um dever nesse momento de progresso”
(Washington Luiz, 1913).

No contexto rodoviário, segundo o DNIT (2005) o pavimento é a camada estrutural construída sobre o solo natural ou subleito, destinada a suportar a carga do tráfego de veículos e distribuí-la de forma adequada ao solo subjacente. O pavimento é composto por diversas camadas de materiais diferentes, cada uma desempenhando uma função específica.

Os dois tipos principais de pavimentos podem ser: rígido e flexível, os quais diferem-se quanto aos materiais utilizados, tipo de camada base, custo e eficiência. Determinar em que circunstâncias cada tipo de pavimento deve ser escolhido afeta diretamente o custo de construção e manutenção da via urbana (MATIAS, 2022).

Seja pelo custo ou pela cultura, os pavimentos flexíveis estão presentes na maioria das vias urbanas brasileiras (Schvaickardt, Charles Miguel; Mattos, João Rodrigo Guerreiro, 2018). Ainda segundo Bernucci (2010), este tipo de pavimento necessita manutenções recorrentes devido a maneira como se comporta diante dos esforços recebidos pelos veículos que transitam sobre ele e sua composição.

Nos últimos anos, houve o aumento significativo dos preços de materiais para a produção do pavimento flexível (Silva, 2009). Com base nesse dado, a aplicação deste tipo pavimento em vias urbanas começa a ser questionada. Operações de manutenção, conhecidas como “tapa-buracos” geram grandes custos e são ineficazes (Schvaickardt, Charles Miguel; Mattos, João Rodrigo Guerreiro, 2018).

Uma outra solução viável seria o pavimento urbano de concreto (PUC). O seu uso remonta ao início do século XX, quando o concreto armado começou a ser utilizado como um material de construção resistente e durável. Nos Estados Unidos, o primeiro trecho de rodovia com pavimento de concreto foi construído em 1909, na cidade de Detroit. Na década de 1920, o pavimento de concreto se tornou popular em todo o mundo e, durante a Segunda Guerra Mundial, a sua utilização foi intensificada em razão da escassez de asfalto (Carvalho e Vizzoni, 2011).

A partir da década de 1950, o desenvolvimento de técnicas de misturas e dosagem do concreto, bem como a utilização de novos aditivos, permitiu aprimorar as propriedades mecânicas e estéticas do pavimento de concreto.

Hoje, o pavimento urbano de concreto é amplamente utilizado em todo o mundo, graças as suas vantagens em relação a outros tipos de pavimentos, como a sua alta durabilidade, resistência mecânica, facilidade de manutenção e baixo impacto ambiental em relação ao de asfalto (Silva, 2009).

1.1 JUSTIFICATIVA

No Brasil, 99% das estradas são feitas de asfalto, segundo a Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2016). Isso deve-se ao seu menor custo e cultura, todavia, analisando sistematicamente, o pavimento rígido apresenta um maior custo benefício a longo prazo.

A função de um pavimento é fornecer uma superfície segura, resistente e adequada para o tráfego de veículos e pedestres. Desempenhando várias funções essenciais incluindo suporte de carga, drenagem, durabilidade, conforto e segurança, acessibilidade e economia.

A escolha do tema deste trabalho surge da relevância de compreender o desempenho dos pavimentos em condições extremas, a fim de alcançar a melhor solução para cada cenário, além de examinar suas principais propriedades, benefícios e limitações em relação ao seu custo-benefício.

Tendo em vista o atual estado das vias urbanas de Jataí – GO, o presente trabalho de conclusão de curso apresenta uma comparação entre o pavimento flexível, também conhecido como pavimento asfáltico, comumente aplicado na região, com o pavimento rígido, também conhecido como pavimento de concreto. Tal análise irá demonstrar o custo-benefício a longo prazo do pavimento rígido em relação ao flexível, visando sua possível execução na região.

Sendo uma opção viável e amplamente utilizada em várias aplicações, o pavimento de concreto apresenta uma viabilidade que depende de alguns fatores tais como tipo de tráfego, disponibilidade de materiais e custos de execução.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do presente trabalho é realizar uma revisão crítica da literatura sobre a aplicação do pavimento urbano de concreto.

1.2.2 Objetivos Específicos.

Abaixo estão descritos os objetivos específicos do presente trabalho.

- Examinar as temáticas primordiais de estudos referentes à utilização do pavimento urbano de concreto;
- Detectar as áreas de pesquisa atuais carentes de investigação na aplicação do pavimento urbano de concreto;
- Analisar o custo-benefício a longo prazo do pavimento urbano de concreto em relação ao pavimento de asfalto;
- Direcionar pesquisas futuras quanto ao uso do pavimento de concreto na construção civil.

CAPÍTULO 2 REVISÃO DA LITERATURA

Em 1909 surgiu a ideia de criar uma superfície resistente o suficiente para suportar o peso dos veículos pesados que se tornavam cada vez mais comuns na época. Foi em 1913, em Bellefontaine - Ohio, nos Estados Unidos, que se construiu a primeira estrada pavimentada com concreto (Carvalho e Vizzoni, 2011).

Segundo Carvalho e Venozzi (2011), com a chegada dos automóveis no Brasil, em 1916, houve a necessidade da construção de estradas pavimentadas (Figura 1). A primeira estrada de pavimento rígido foi construída na década 20, ligando São Paulo e Cubatão. Ainda segundo Carvalho e Vizzoni, essa tecnologia entrou em desuso com o desenvolvimento do pavimento flexível nos Estados Unidos, na década de 70.

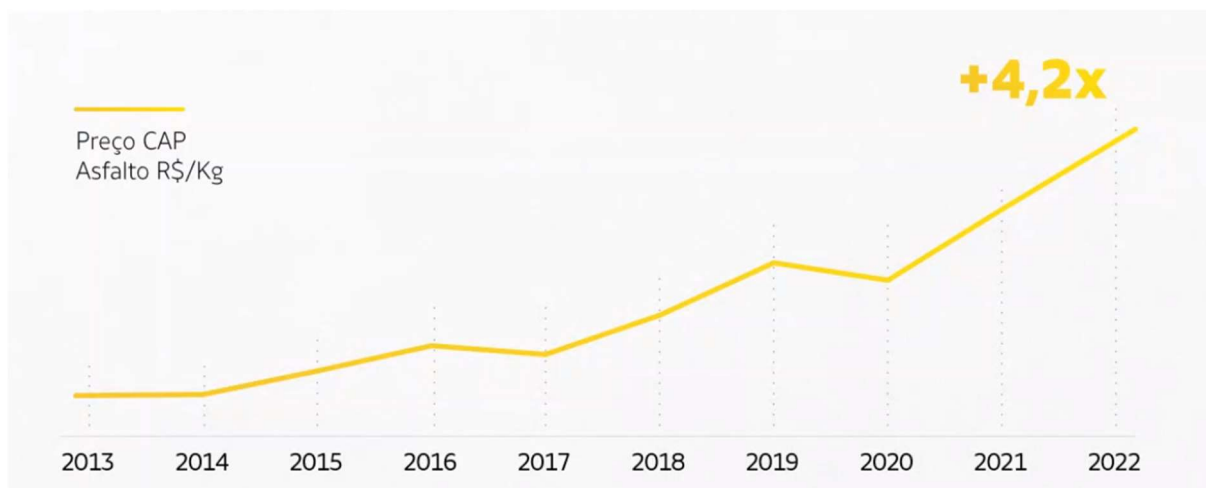
Figura 1 - Início do Caminho do Mar, 26 de junho de 1968



Fonte: Estradas (2020)

No entanto, verifica-se que no Brasil, o Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP) sofreu aumentos significativos nos últimos anos (Figura 2), fator que ter tornado o pavimento de concreto uma solução com o custo benefício cada vez mais atrativo, podendo trazer até mesmo economia no custo de implementação do pavimento.

Figura 2 - Preço do CAP 50/70



Fonte: ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás e Biocombustíveis (2023)

A seguir são apresentados os diferentes tipos de pavimento existentes atualmente.

2.1 TIPOS DE PAVIMENTO

De acordo com DNIT (2004), o pavimento é uma superestrutura constituída por camadas assentadas sobre uma infraestrutura ou terreno de fundação. Sendo divididos em pavimentos flexíveis, semirrígidos e rígidos.

O pavimento deve apresentar requisitos funcionais e estruturais. Segundo Reis (2009), o pavimento deve promover segurança e conforto ao usuário. Durante seu período de vida útil, a estrutura do pavimento é capaz de resistir aos esforços verticais e horizontais do tráfego.

Ainda segundo Reis (2009) a natureza do local, tipo de tráfego previstos e condições do terreno, são os critérios a determinarem o dimensionamento para a solução de pavimentação escolhida.

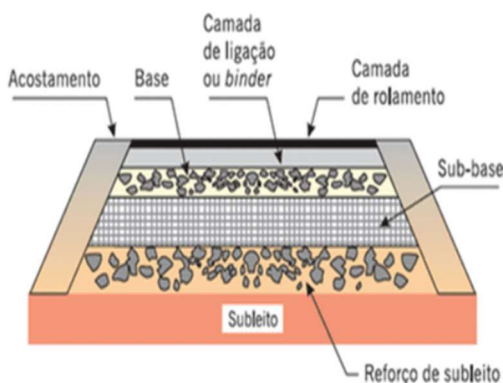
2.1.1 Pavimento Flexível

O pavimento flexível é composto por várias camadas (ver Figura 3), as quais devem ser executadas conforme as normas e mantendo o grau de compactação de projeto (Júnior, 2004). A estrutura do pavimento flexível é capaz de suportar deformações elásticas quando submetido

a carregamentos. O tipo mais comum de camada de rolamento flexível aplicada nas vias do Brasil é o CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado a Quente).

O procedimento para executar o CBUQ envolve a utilização de uma camada de imprimação, que é composta de ligante asfáltico e tem como objetivo principal impermeabilizar a base. Após um período de 24 horas, é aplicada uma camada de pintura de ligação, que serve para garantir a aderência entre a base e a camada de rolamento. Em seguida, o asfalto é aplicado a uma temperatura que varia entre 107°C e 177°C, com uma espessura adequada de acordo com o projeto, no fim a camada de CBUQ é compactada (Júnior, 2004).

Figura 3 - Composição do pavimento flexível



Fonte: Instituto Brasileiro de Concreto (2008)

Segundo Reis (2009), a absorção dos esforços recebidos pela camada superior do pavimento é realizada pela camada base. Após a base padronizar as tensões sofridas e as transfere para a sub-base. A espessura e rigidez são características que determinam a resistência estrutural deste tipo de pavimento.

Esse tipo de pavimento é composto por um ligante asfáltico, agregados e revestimento asfáltico. Bernucci (2010) aponta a ocorrência da aplicação do pavimento flexível em 95% das estradas no Brasil, justificando-se devido a característica de alta flexibilidade controlável do material.

Segundo Baptista (1974), a escolha do ligante é influenciada por fatores como: umidade e vento, temperatura ambiente, tipo e estado dos agregados, temperatura superficial do betume aplicado, equipamento usado. Para a pavimentação de vias, o asfalto aplicado é produzido através da destilação do petróleo (DNIT, 2006). Ele é um material com propriedades elásticas a temperatura ambiente, semissólido a temperaturas baixas e líquido a altas temperaturas,

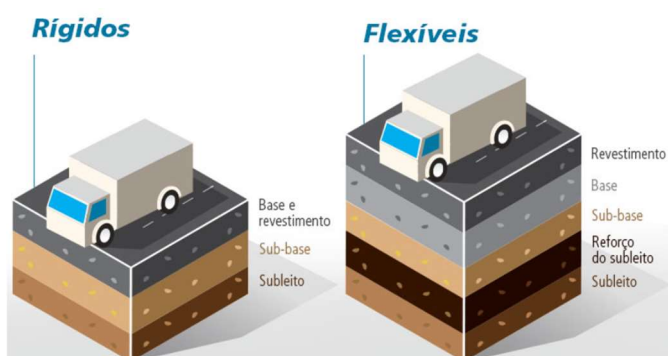
impermeável e pouco reativo. Entretanto, segundo Bernucci (2010), ao longo do seu tempo de vida o ligante asfáltico perde algumas de suas propriedades e adquire enrijecimento.

Os agregados aplicados no Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) ou concreto asfáltico são divididos em três níveis de granulometria: filler, agregado miúdo e agregado graúdo (DNIT, 2006). Senço (2001) discorre que o agregado graúdo é, comumente, pedra britada ou seixo rolado, o agregado miúdo é areia, pó de brita ou ambos e o filler é composto por finos, como cimento. As especificações granulométricas são determinadas através de ensaios conforme a norma de pavimentação do DNIT (2019).

O revestimento pode ser produzido *in loco* ou de origem usinada, sendo uma usina estacionária. Junior (2014) classifica os revestimentos conforme o tipo de ligante: CAP (Concreto Asfáltico de Petróleo) caso produzido a quente e EAP (Emulsão Asfáltica de Petróleo) caso a produção seja a frio. No Brasil é usualmente utilizado o CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado a Quente), em que a mistura dos agregados juntamente com o ligante é aquecida a altas temperaturas gerando assim o revestimento (BERNUCCI et al, 2007).

2.1.2 Pavimento Rígido

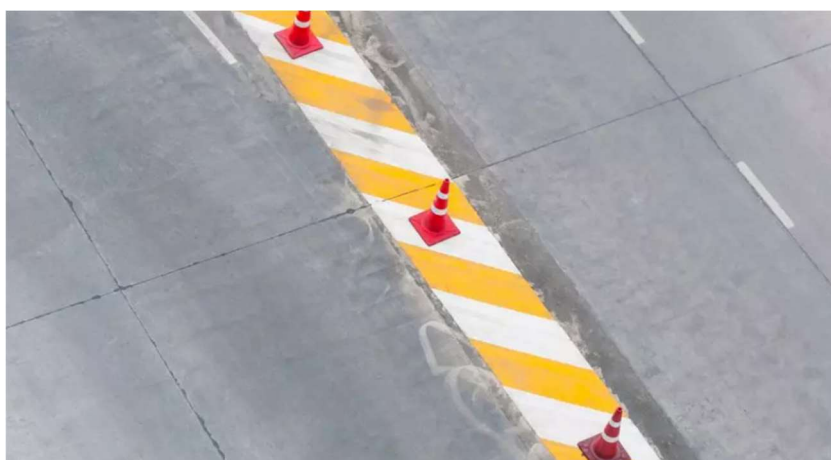
O pavimento rígido possui como uma das suas principais características a elevada rigidez, se comparado com as suas demais camadas. Ele absorve e distribui as tensões dos carregamentos sobre ele. Dessemelhante ao pavimento flexível, que necessita de uma base reforçada para absorver os esforços do pavimento, sofrendo uma deformação proveniente da ação da carga (Oliveira, 2000). A Figura 4 apresenta uma comparação entre as camadas dos pavimentos de tipo rígido e de tipo flexível.



Fonte: Mapa da Obra (2016)

O pavimento rígido é constituído por placas de concreto, moldadas *in loco* ou pré-moldadas, as quais recebem barras de transferência. A base do pavimento é formada por uma sub-base, geralmente composta por solo-cimento e subleito, conforme mostra a Figura 4. Juntas de dilatação são executadas ao fim da execução do pavimento rígido (Figura 5) possibilitando que as extremidades das placas de concreto se aproximem à medida que elas expandem em volume.

Figura 5 - Juntas de dilatação em pavimento rígido



Fonte: Quartzolit (2015)

Esse pavimento reduz a necessidade de iluminação das vias por causa de sua coloração, que melhora a visibilidade. O pavimento rígido apresenta alta resistência à tração, resultando em uma maior durabilidade e menor deformação, segundo Moscatelli (2011).

De acordo com o DNIT (2005), o pavimento de concreto é constituído por cimento Portland, agregados graúdos e miúdos, água, aditivos e materiais selantes de junta. Nas obras rodoviárias, são fabricados agregados para uma variedade de propósitos e cada um deles demanda características tecnológicas particulares.

2.1.3 Pavimento de concreto simples

Constituído por placas de concreto armado, as quais opõe-se aos esforços proporcionados pelo tráfego ao se apoiarem na fundação, este é o pavimento de concreto simples. O concreto deve ser capaz de resistir aos esforços de tração na flexão.

Segundo Oliveira (2000), a patologia mais recorrente é a fissuração (Figura 6), originária da grande área exposta, a qual sofre retração, dilatação ou empenamento. Para prevenir essa patologia, as placas de concreto devem ser separadas por juntas de dilatação. A título de exemplo, a Figura 6 apresenta um pavimento fissurado.

Figura 6 - Fissuração em pavimento de concreto simples



Fonte: DNIT (2004)

2.1.4 Pavimento de concreto com fibras

O diferencial do concreto com fibras é dispensar a necessidade do posicionamento da armadura no pavimento, sendo um processo simplificado, pois ocorre a substituição da armadura pela fibra de aço. As fibras melhoram o desempenho referente à resistência à tração, reduzindo a espessura da camada de concreto (Figueiredo, 2000). A fibra se torna uma ponte de transferência de tensões, reduzindo as concentrações de tensões ao unir as fissuras. Segundo Moscatelli (2011) a resistência à tração do concreto aumenta ao adicionar-se fibra, sendo este propício para uma utilização em pátios industriais e pavimentos aeroportuários. Além disso, o

autor ressalta que o período de vida do pavimento asfáltico é projetado para durar 10 anos, enquanto o pavimento de concreto é projetado para 20 anos.

A fissuração é uma manifestação patológica que pode ocorrer em pavimentos de concreto, no entanto, estas são provenientes de projetos subdimensionados, excesso de carga prevista ou falha executiva. O rompimento do concreto se deve à união das fissuras. Segundo Rodrigues (2010), em pavimentos de concreto, o excesso de peso pode causar tensões significativas na estrutura. Isso pode resultar em efeitos de tração na parte inferior do pavimento, especialmente devido à direção da fissura que é transversal à direção da tensão aplicada. Conforme a fissura aumenta, a área de suporte diminui, o que aumenta ainda mais as tensões nas bordas das fissuras.

2.2 EXECUÇÃO DOS DIFERENTES TIPOS DE PAVIMENTO

A seguir serão descritos os métodos construtivos dos pavimentos de tipo flexível e rígido.

2.2.1 Execução do pavimento flexível

A primeira etapa da execução do pavimento flexível envolve a preparação do leito da estrada de terra já existente ou após a terraplanagem onde será construído o pavimento. Em seguida é importante garantir que o subleito seja compactado e nivelado adequadamente para proporcionar uma base sólida e uniforme. Para isso são utilizados rolos compactadores de 10 a 12 toneladas para compressão, conforme a norma eles devem ser aplicados nos trechos em tangente, da borda para o centro, da borda interna para a externa nas curvas e em passadas longitudinais (GOINFRA, 2019).

A constituição da sub-base é o agregado graúdo, material de enchimento e o ligante, segundo o GOINFRA (2019). Segundo Lima (2003), para se obter a espessura de projeto é necessário espalhar o agregado graúdo uniformemente após a sua compressão com o uso de rolos compressores metálicos que realizam o trajeto das bordas para o centro ao longo de toda a largura do pavimento. A compressão é realizada até obter-se uma superfície uniforme livre de ondas.

Para preencher os vazios deixados pelo agregado graúdo após a compressão é utilizado o material de enchimento (agregado miúdo ou areias), saturando assim os vazios das camadas.

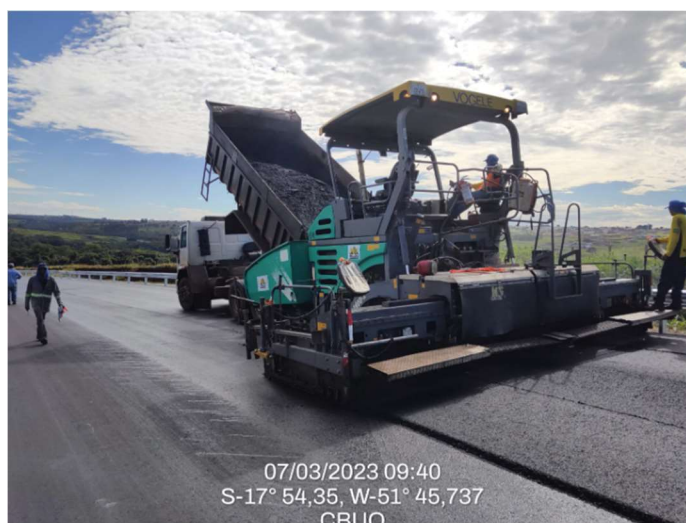
Utilizando vassouras na primeira demão para preencher superficialmente e para penetrar a camada inferior do arregado graúdo é utilizado água, deixando aparente novamente as frestas (BERNUCCI et al, 2010).

O procedimento é repetido até a união completa do agregado graúdo (LIMA, 2003). A sub-base deve ser impermeabilizada, sendo que no período de 7 a 15 dias deve ser realizada a cura úmida. E em seguida é realizada a impressão da base, a qual é constituída por agregados, material de enchimento e água (GOINFRA, 2019).

A umidade relativa da base deve respeitar os parâmetros de tolerância das normas construtivas, segundo Lima (2003). Após a finalização da base é necessário garantir a aderência entre o asfalto e a camada inferior, através da pintura de ligação, impermeabilização e aglomeração de partículas soltas (GOINFRA, 2019).

Para realizar a pintura de ligação, a base deve estar limpa e úmida conforme orientação da GOINFRA (2019). A dosagem de asfalto é obtida regulando-se o deslocamento do caminhão distribuidor (Figura 7). Após 24 horas da realização do serviço, aplica-se uma camada superficial de areia ou pó de pedra, liberam o tráfego sobre a via antes da execução do asfalto e antes da execução aplicar uma camada de segurança do ligante (BERNUCCI, 2010). O transporte do material de revestimento é realizado por caminhões basculantes com caçambas metálicas, a descarga é direta na vibro acabadora onde é aquecido, espalhado na largura e espessura planejada.

Figura 7 - Aplicação de pintura e CBUQ



Fonte: Próprio autor (2023)

2.2.2 Execução do pavimento rígido

A sequência executiva mais usual para o pavimento rígido será descrita a seguir, de acordo com a análise feita por Júnior (2014).

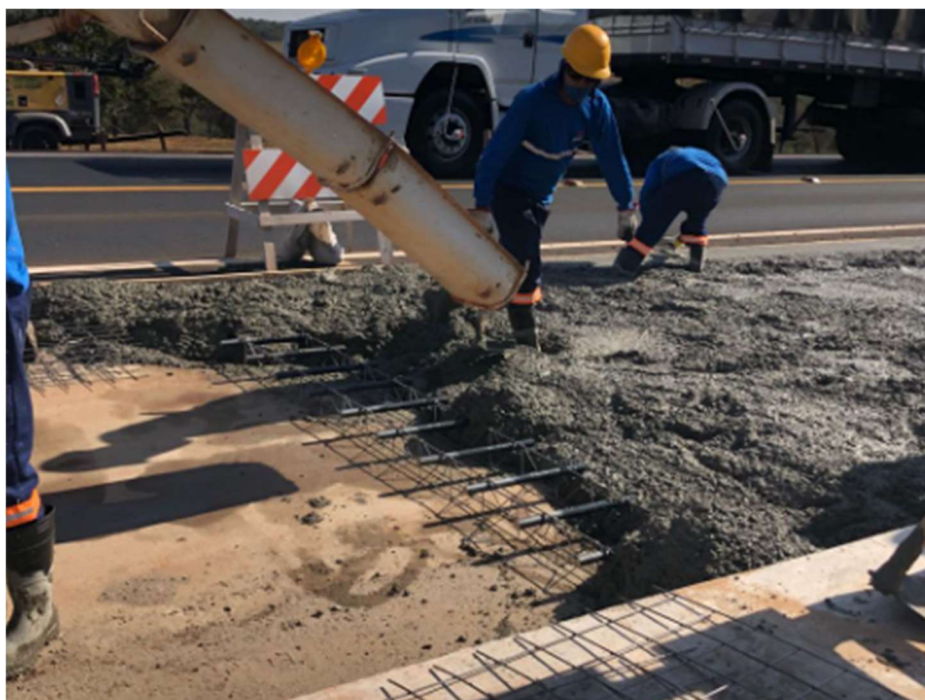
A execução do pavimento urbano de concreto inicia com o fazimento da fundação, sendo composta pela sub-base e subleito. É importante garantir a homogeneidade e verificar o coeficiente de recalque do solo. A sub-base do pavimento rígido possui espessura significativamente inferior em comparação com o pavimento flexível (Júnior, 2014).

De acordo com Júnior (2014), são necessários equipamentos mínimos para a execução do pavimento rígido. A vibro acabadora, um equipamento automotriz, é responsável por espelhar, vibrar e nivelar o concreto recebido dos caminhões. A ponte de serviço é uma plataforma de apoio utilizada para a execução dos serviços complementares, realizados durante a construção do pavimento.

Além desses equipamentos principais, também são úteis equipamentos auxiliares, como ferramentas pneumáticas e vibradores a gasolina para garantir a compactação adequada do material. É importante ressaltar que a quantidade de equipamentos varia conforme o tamanho do projeto e das condições específicas do local de execução do pavimento.

Antes da execução do pavimento de concreto, é imprescindível o preparo prévio das barras de transferência (Figura 8). Essas barras devem ser fixadas na camada de rolamento nos locais onde serão localizadas as juntas transversais das placas, de acordo com as especificações do projeto. Além disso, as barras devem ser posicionadas em uma profundidade adequada (Júnior, 2014).

Figura 8 - Barras de transferência



Fonte: Próprio autor (2020)

É necessário obter o concreto de uma central dosadora próxima à obra, de forma a garantir que o tempo entre a dosagem e o lançamento não ultrapasse 30 minutos. Caso não seja viável, o concreto pode ser transportado em um caminhão betoneira, permitindo um prazo máximo de 90 minutos (Júnior, 2014).

Após marcar as cotas do pavimento, de acordo com Júnior (2014), um fio guia lateral orienta o percurso da vibro acabadora. O concreto é despejado através da acabadora ou direto da bica do caminhão betoneira e, caso haja falhas, uma equipe deve corrigi-las com concreto adicional. Após a conclusão da concretagem, ranhuras são criadas com pentes metálicos para melhorar a aderência dos pneus (Figura 9).

Figura 9 - Texturização com vassoura



Fonte: PUC Goiás - Terraplanagem e Pavimentação (2019)

Com no máximo 24 horas após a concretagem, deve-se executar as juntas. São realizados cortes nos pontos marcados, após a cura do concreto é feita a limpeza e selagem das juntas. Por fim, a cura é realizada, a qual pode ser úmida, química ou térmica, ao longo de 7 dias (Júnior, 2014).

2.2.2.1 Cura do pavimento rígido

Segundo DER/PR (2005) os materiais utilizados para a cura podem ser: água, tecido de juta, lençol plástico ou betumado e composto químico líquido capaz de formar uma camada protetora. Os compostos químicos devem possuir base de PVA ou polipropileno, a pigmentação sendo branca ou clara e respeitar as especificações da norma ASTM-C 309 (2011).

A cura do concreto deve englobar todas as áreas da peça, superior e lateral. Após a remoção das formas laterais das placas devem ser lhe proporcionados condições de cura semelhantes às da superfície do pavimento (DER/PR, 2005). A cura é realizada ao longo de 7 dias, iniciada após 24 horas que realizado o acabamento. No período inicial não é admitido o trânsito sobre o pavimento. Ainda no início da cura para evitar perdas bruscas de umidade ou a exposição do concreto às adversidades, a superfície do pavimento deve ser coberta com quaisquer materiais citados anteriormente (DER/ PR, 2005). Caso ocorra a necessidade de retirada do material de algum local deve-se ser realizado dentro de 30 minutos.

Segundo DER/PR (2005), as juntas de dilatação devem ser limpas e secas para a aplicação do material selante, empregando ferramentas capazes de penetrar os espaços sem danificá-los. A quantidade e profundidade de aplicação do material é definida por projeto, qualquer excesso deve ser removido e a superfície limpa.

2.3 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O PAVIMENTO RÍGIDO E O PAVIMENTO FLEXÍVEL

Carvalho (2007) aponta as principais vantagens do pavimento de concreto como sendo, por exemplo, redução no número de acidentes, alta resistência às condições climáticas, considerável diminuição no consumo de combustível, redução nos gastos com iluminação pública, baixa deformação, segurança ao usuário, durabilidade(baixo índice de manutenções corretivas) e entre outras.

Já de acordo com Balbo (2007), o pavimento flexível atende os requisitos, flexibilidade e versatilidade, para a construção de pavimentos de qualidade. Entre suas características destaca-se a aderência ente os agregados, durabilidade e resistência. Ambos os pavimentos possuem vantagens e desvantagens, que devem ser analisadas caso a caso. A seguir é feita uma comparação entre esses dois tipos de pavimentos (Tabela 1), segundo alguns critérios mais encontrados na literatura.

Tabela 1 - Comparativo entre pavimento flexível e pavimento rígido

PAVIMENTOS FLEXÍVEIS	PAVIMENTOS RÍGIDOS
Formado por estrutura complexa, requer escavações e movimentação de terra	Formado por estrutura mais simples
É extremamente sensível a produtos químicos (óleo, graxas, combustíveis)	Devido à sua composição, este pavimento é muito resistente aos ataques químicos.
Deve ser feitas manutenções frequentemente.	Pequena necessidade de manutenção
Muita aderência para demarcações	Devido ao baixo nível de porosidade, este apresenta falta de aderência em demarcações
Vida útil estimada em 10 anos	Vida útil estimada em 20 anos

Apresenta custo inferior se comparado ao rígido	Apresenta custo de investimento elevado, mas o custo a longo prazo se torna compensatório
Quando necessário manutenções, este pavimento admite o conserto apenas no local afetado	Este pavimento, quando necessário manutenções, deve refazer toda a placa de concreto afetada

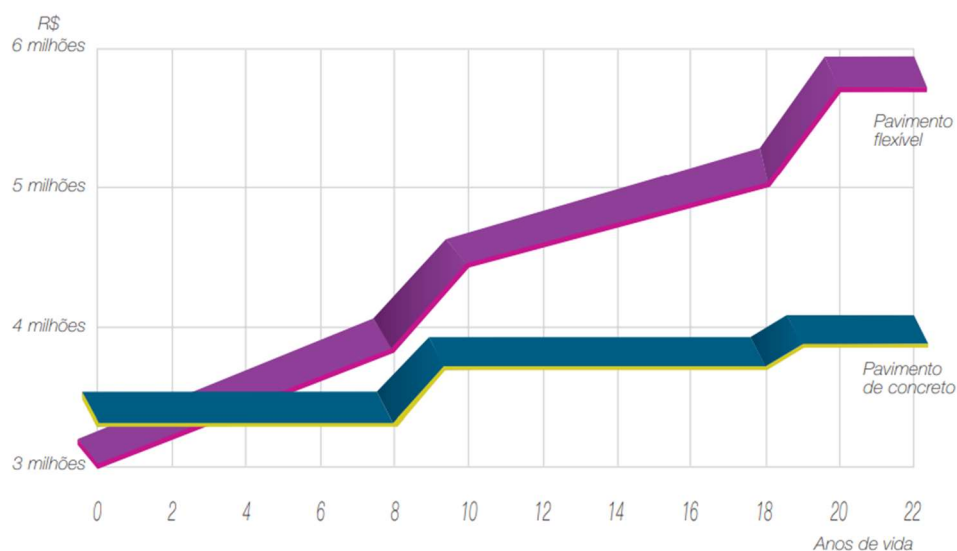
Fonte: Associação de Ensino Superior Unificada do Centro Leste, 2008.

2.3.1 Custo de construção e manutenção

O pavimento flexível apresenta, a curto prazo, melhor custo/benefício. O investimento inicial para a execução do pavimento rígido é maior em comparação ao pavimento flexível, entretanto, ao analisar a longo prazo, levando-se em conta as manutenções do revestimento asfáltico, o revestimento de concreto pode ser considerado mais viável economicamente (CNT, 2017).

A Figura 10 apresenta a comparação do custo ao longo da vida útil entre o pavimento flexível e o pavimento de concreto. Ele evidencia a superioridade econômica do concreto como estrutura de trânsito.

Figura 10 - Gráfico comparativo custo/vida útil



Fonte: ABCP (2015)

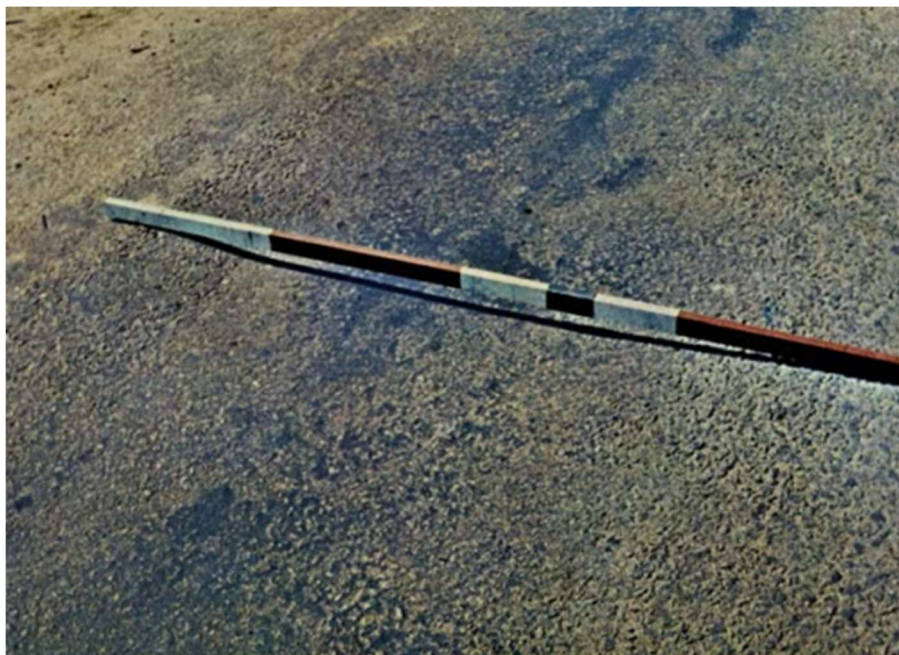
2.3.2 Vida útil

O pavimento flexível consegue atender 10 anos sem apresentar problemas estruturais, já o pavimento rígido tem a vida útil estimada em 20 anos, segundo Guimarães Neto, Santos Filho (2011). A vida útil de um pavimento varia conforme as cargas dos veículos que são submetidas, período de manutenção, execução adequada, dentre outros fatores.

2.3.3 Afundamento

Sendo uma patologia recorrente no pavimento flexível, o afundamento se manifesta devido à tendência desse tipo de pavimento de se deformar com facilidade. Segundo o DNIT (2006), esse tipo de deformação é a depressão do pavimento, ocorrendo permanentemente, podendo ou não ter o sollevamento da superfície (Figura 11). Nos pavimentos rígidos, devido à sua elevada rigidez, não ocorre a patologia de afundamento (DNIT, 2006).

Figura 11 - Afundamento do pavimento



Fonte: DNIT (2003)

2.3.4 Fissuras e trincas

Fissuras e trincas são problemas comuns encontrados em pavimentos. Essas patologias são caracterizadas como aberturas lineares ou estreitas que se formam na superfície do pavimento, podendo ter várias origens como movimentação do solo, envelhecimento do material, carga excessiva ou deficiência no projeto ou execução (DNIT, 2006). A Figura 12 mostra um exemplo dessa patologia.

Segundo Silva (2005), no pavimento de concreto, as patologias podem advir de falhas estruturais e funcionais. As patologias estruturais podem se originar de um fluxo de carga extravasante causando trincas. Já as patologias funcionais afetam o usuário diretamente, impedindo o uso seguro da estrutura de concreto.

As patologias, fissuras e trincas, são comuns tanto no pavimento rígido e flexível, entretanto manifestam-se de formas diferentes. No pavimento rígido, este problema está normalmente vinculado à execução incorreta, não respeitando a cura do concreto. Em pavimentos flexíveis, a compactação impropria das camadas pode ocasionar a patologia (Balbo, 2007).

Figura 12 -Trinca longitudinal



Fonte: DNIT (2004)

CAPÍTULO 3 METODOLOGIA

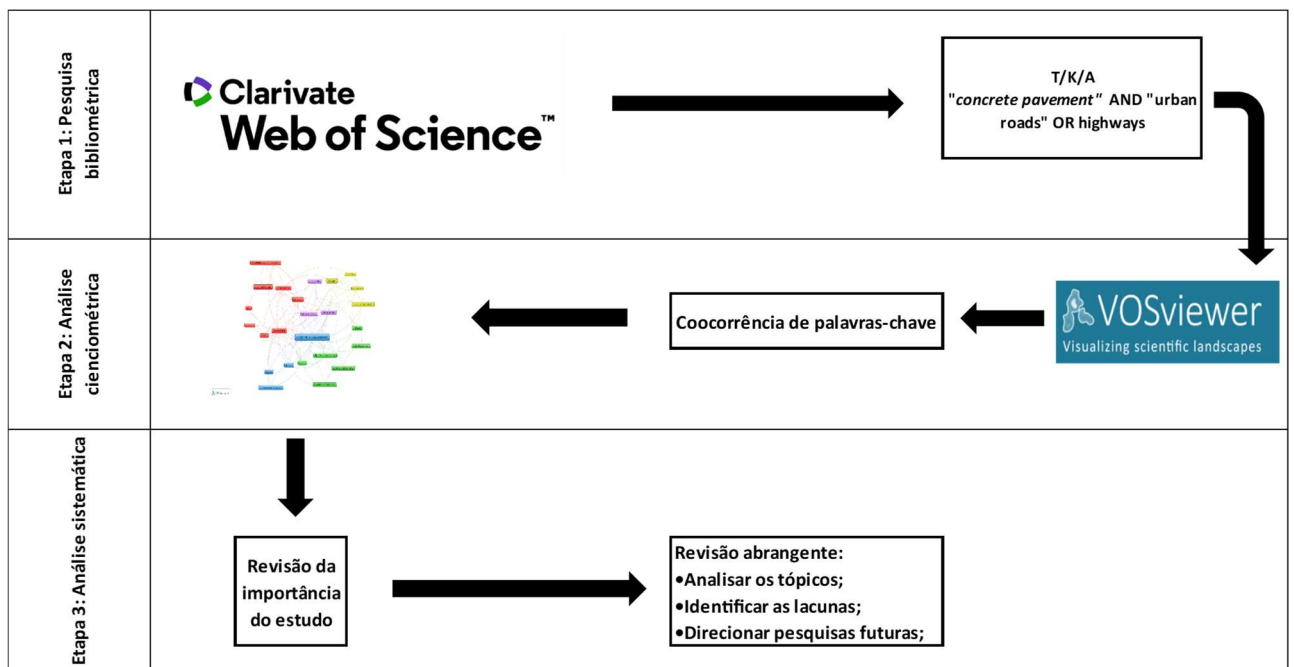
Neste segmento, será apresentado o procedimento para a condução da pesquisa, o qual está estruturado em três fases. Estas etapas incluem a investigação bibliográfica, devidamente delineada nas próximas seções, com o intuito de coletar informações de natureza quantitativa e qualitativa acerca da implementação do PUC.

3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Este estudo se desdobrará através de uma abordagem de revisão sistemática da literatura, com o propósito de mapear o acervo de conhecimentos já estabelecidos referentes ao tópico em discussão. Isso permitirá a identificação das lacunas de pesquisa existentes, proporcionando assim uma orientação mais precisa para futuras investigações nessa esfera de conhecimento.

Iniciado a partir da revisão bibliométrica de artigos de periódicos, congressos, capítulos de livros, o estudo realizou o mapeamento científico das amostras “*concrete pavement*” AND “*urban roads*” OR *highways*, subseqüentemente será discutido os temas de pesquisa PUC de forma qualitativa. As etapas do trabalho estão ilustradas na Figura 13.

Figura 13 - Fluxo do trabalho de revisão



3.1.1 PESQUISA BIBLIOMÉTRICA

A primeira fase compreende a seleção do banco de dados bibliométricos, e nesse contexto, optou-se pelo *Web of Science* como a alternativa mais adequada para investigações no campo da engenharia, conforme apontado por Mongeon e Paul-Hus (2016). Além da disponibilizar publicações mais atualizadas, o *Web of Science* demonstrou uma velocidade superior de indexação em comparação com outras bases de dados, como destacado por Hosseini *et al.* (2018).

3.1.2 ANÁLISE CIENCIOMÉTRICA

Para esse propósito, a ferramenta VOSviewer foi empregada para a pesquisa de textos, visando a produção de um mapa de visualização no domínio da pesquisa sobre PUC. Conforme ORAEE *et al.* (2017), os mapas gerados pelo VOSviewer são construídos com base na distância entre nós, sendo que essa métrica reflete o grau de proximidade temática entre eles.

Os dados obtidos do *Web of Science* foram transferidos para o VOSViewer com o intuito de criar uma rede entre as palavras-chave. Isso aprimorar a análise bibliométrica, ao apresentar as co-ocorrências entre as palavras-chave, o que revela as interconexões nas publicações. Além disso, o software se concentra em identificar as direções de pesquisa em curso e seus aspectos-chave, contribuindo assim para facilitar as discussões qualitativas e orientar as abordagens de pesquisa dentro das categorias predefinidas, segundo Park; Nagy (2018).

Das bibliografias pesquisadas, extraiu-se os termos dos títulos, resumo e palavras-chave e através do software VOSViewer filtrou-se, com no mínimo 27 ocorrências, termos relevantes.

3.1.3 ANÁLISE SISTEMÁTICA

No VOSviewer, as palavras-chave são agrupadas com base na concomitância, ou seja, elas são reunidas com base na frequência com que aparecem no mesmo documento. Cada agrupamento resultante é chamado de “*cluster*” e representa uma temática ou abordagem específica relacionada a pesquisa em questão (PARK; NAGY, 2018).

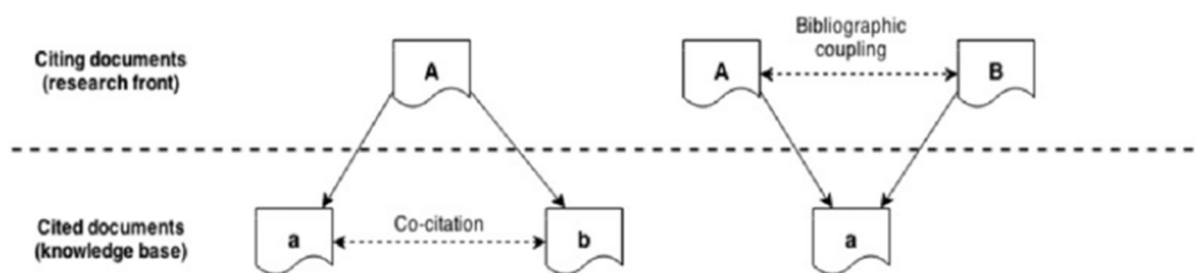
A partir dos agrupamentos temáticos (“*clusters*”), o software cria um mapa de concomitância que visualiza os termos-chave predominantes e suas interconexões. Esse processo envolve a análise automatizada de uma ampla variedade de publicações, resultando na apresentação organizada dos resultados de forma sistemática.

Através da análise dos títulos e resumos dos artigos, foram identificadas as pesquisas em destaque, juntamente com seus tópicos e conclusões. Isso proporcionou uma base de investigação mais aprofundada em abordagens metodológicas mais eficazes na utilização do PUC.

3.1.4 METODOLOGIA DA PESQUISA

As estratégias de mapeamento científico baseadas em citações são: *bibliographic coupling* e *co-citation analysis*. Segundo Boyack; Klavans (2010), *bibliographic coupling* e *co-citation analysis* são metodologias utilizadas a muitos anos, entretanto *co-citation analysis* foi adotada como padrão. A Figura 14 apresenta os modelos de co-citation e de bibliographic coupling.

Figura 14 - Co-citation and bibliographic coupling

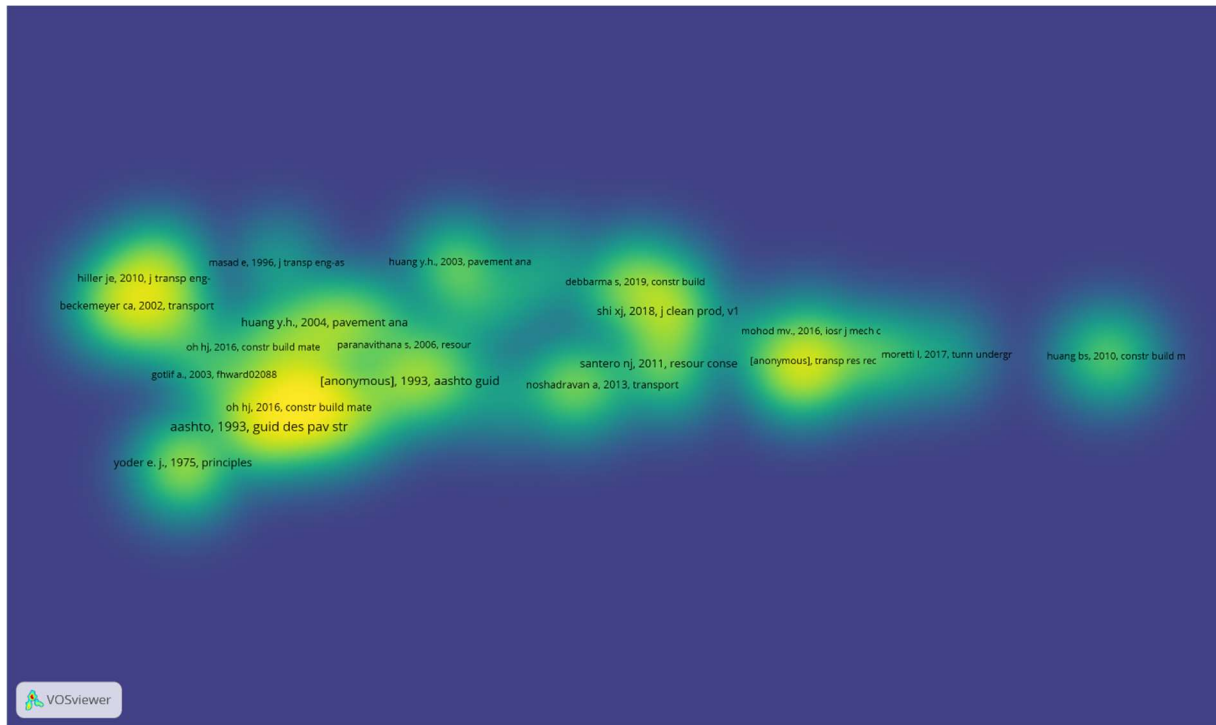


Fonte: Vogel & Güttel (2033)

Co-citation parte da análise da citação de artigos em comum. Na figura 15 o artigo “A” cita os artigos “a” e “b” juntos, ambos os artigos podem tratar da mesma abordagem. Esses artigos criam núcleos de abordagem representados no mapa de calor (Figura 15), tornando a visualização dos temas mais pesquisados no passado.

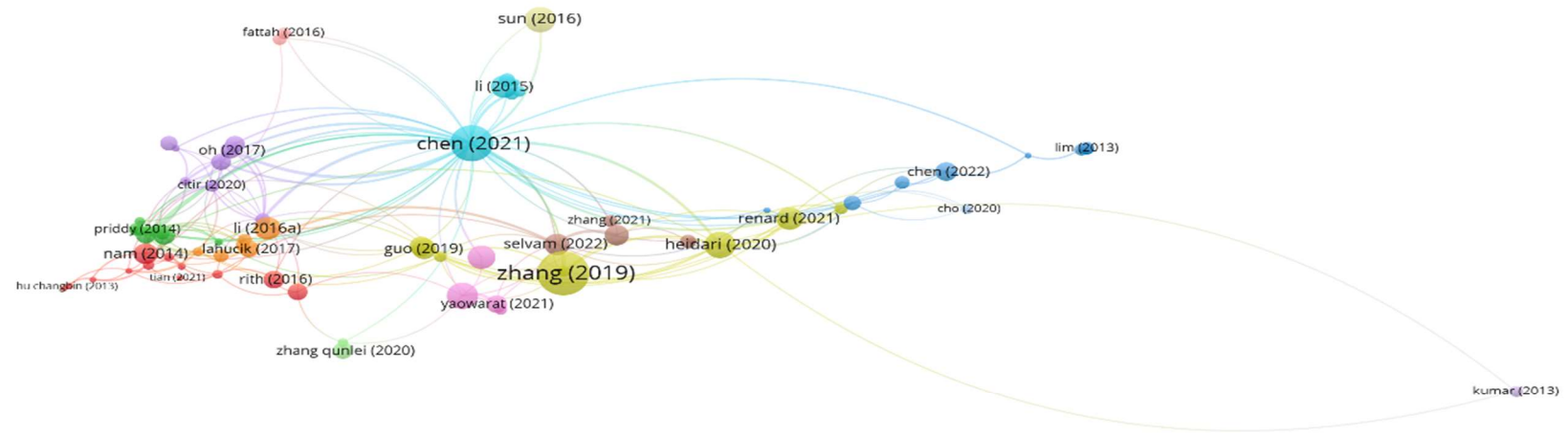
Já o *bibliographic coupling* verifica o artigo em comum citado pelos demais trabalhos. A Figura 15 ilustra os artigos “A” e “B” citando um artigo “a” em comum. Desta forma essa é abordagem que está indo adiante nas pesquisas. A Figura 16 ilustra o mapa dos artigos mais citados.

Figura 15 - Mapa de calor co-citation



Fonte: Autor (2023)

Figura 16 - Mapa bibliographic coupling



Fonte: Autor (2023)

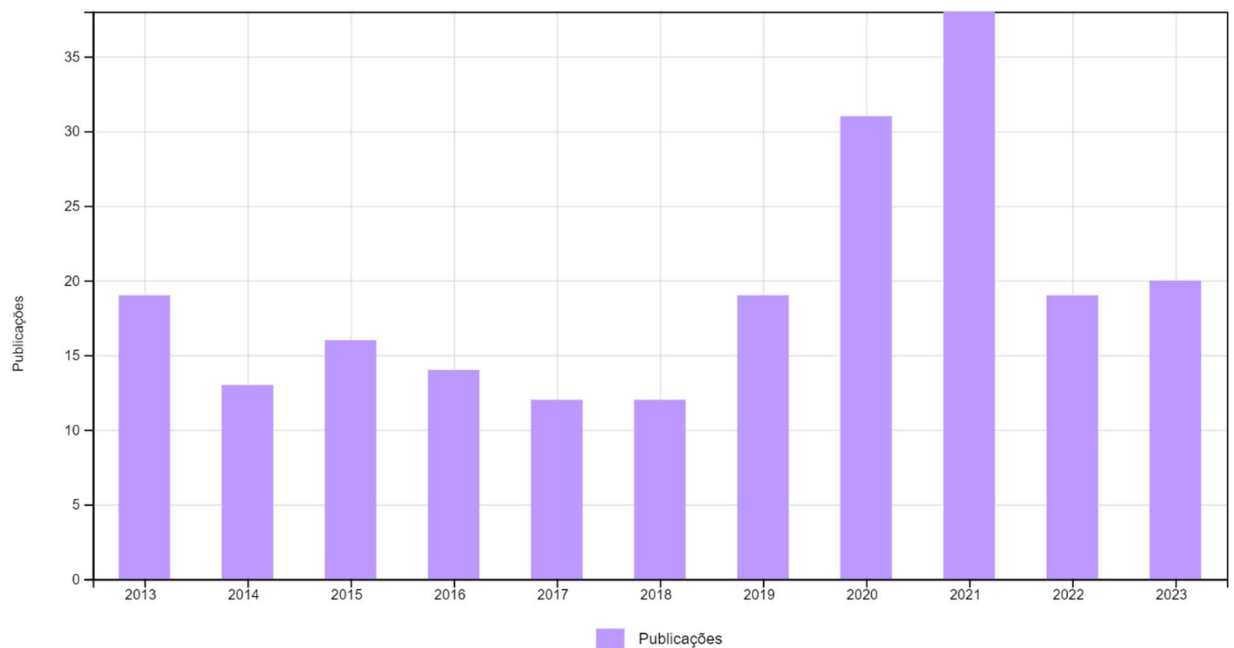
CAPÍTULO 4 RESULTADOS

No seguinte tópico será discutido os resultados obtidos ao longo da pesquisa bibliométrica, análise cienciométrica e análise sistemática.

4.1 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Inicialmente realizou-se a pesquisa dos artigos, revistas e trabalhos publicados com o tema pesquisado. Identificou-se 213 trabalhos, constituídos por artigos de periódicos, de conferência, de revisão e revistas. Nos últimos dez anos houve uma variação na quantidade de pesquisas da área (ver Figura 17).

Figura 17 - Publicações anuais



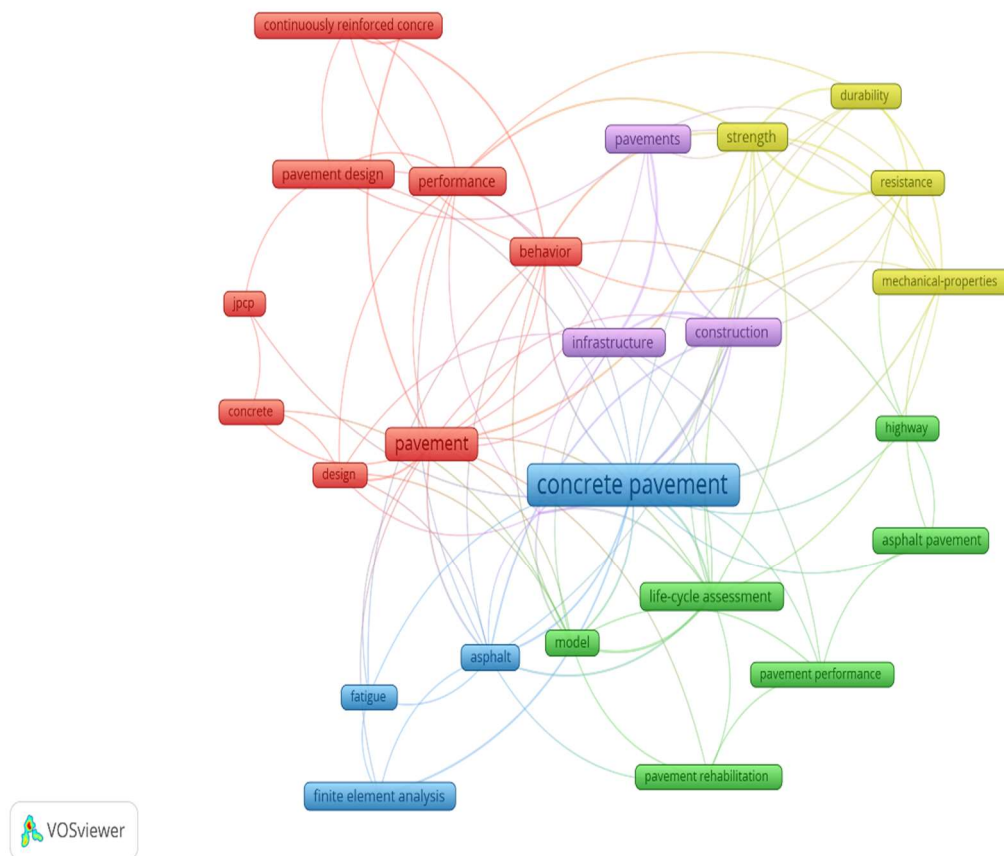
Fonte: Autor (2023)

4.2 ANÁLISE CIENCIOMÉTRICA – MAPA DE PALAVRAS-CHAVE

A pesquisa bibliográfica resultou em diversos estudos sobre a aplicação do pavimento de concreto, através do software *VOSviewer*, foi traçado o mapa bibliométrico de palavras-chave resultando na visualização da variedade de pesquisas sobre o tema.

A Figura 18 apresenta a concorrência das palavras chave dos 213 trabalhos analisados, dos quais obteve-se 844 palavras-chave dos artigos até outubro de 2023.

Figura 18 - Mapa bibliométrico



Fonte: Autor (2023)

Destacam-se no mapa 5 clusters, indicados por cores distintas. Cada tonalidade simboliza uma área de pesquisa relacionada à aplicação do pavimento de concreto em vias urbanas ou estradas. Fornece-se uma síntese de cada agrupamento através da Tabela 2, juntamente com seus temas

centrais, que foram determinados por meio de uma análise manual das palavras-chave associadas, consideram a frequência de suas ocorrências.

Tabela 2 - Análise científica dos trabalhos

Tonalidade do cluster	Tópico de pesquisa	Principais palavras-chave	Número de palavras-chave
Vermelho	Desempenho geral do pavimento de concreto.	<i>Behavior, concrete, continuously rein forced concrete, design, jointed plain concrete, pavement, pavement design, performance, temperature.</i>	9
Verde	Comparação entre o pavimento de asfalto e de concreto.	<i>Asphalt pavement, highway, life-cycle assessment, mode, pavement performance, pavement rehabilitation.</i>	6
Azul	Desempenho estrutural do pavimento de concreto em relação ao de asfalto	<i>Asphalt, concrete pavement, fatigue, finite element analysis.</i>	4
Amarelo	Durabilidade do pavimento de concreto sobre influência de esforços externos	<i>Durability, mechanical-properties, resistance, strenght.</i>	4
Roxo	Dimensionamento do pavimento de concreto.	<i>Constructio, infrastructure, life cycle assessment, pavement.</i>	4

Fonte: Autor (2023)

4.3 ANÁLISE SISTEMÁTICA

Ao todo identificou-se 69 trabalhos no *cluster* vermelho (Tabela 3) com a temática em desempenho geral do pavimento de concreto. Os trabalhos estudam uma avaliação abrangente que consideram uma variedade de fatores para determinar como o pavimento se comporta ao longo do tempo em condições específicas de tráfego, climáticas e ambientais. Sendo uma tarefa multidisciplinar os trabalhos envolvem conhecimentos de engenharia civil, materiais de construção, geotecnia e outros campos relacionados. Os estudos analisam as várias propriedades e características com intuito de garantir que os requisitos de durabilidade, resistência e segurança sejam atendidos pelo pavimento.

Tabela 3 - Cluster vermelho: Desempenho geral do pavimento de concreto

CLUSTER VERMELHO		
Title	Authors	Publication Year
Survival Analysis of Concrete Overlays on Low-Volume Roads in Iowa	King, Daniel; Taylor, Peter	2023

Skid resistance of cement concrete pavement in highway tunnel: A review	Zhao, Wencai; Zhang, Jiang; Lai, Jinxing; Shi, Xinghao; Xu, Zexin	
Road Roughness Detection Based on Discrete Kalman Filter Model with Driving Vibration Data Input	Li, Junqing; Wang, Linbing; Miao, Yinghao; Tong, Xinlong; Ye, Zhoujing	
First Experiences with Continuously Reinforced Concrete Pavement in National Highway of Bangladesh	Abadin, Md. Joynul; Kadir, Asik; Roy, Santosh Kumar; Wei, Zhang Zhong; Rahman, Md. Waliur	
Automated Concrete Pavement Slab Joint Detection Using Deep Learning and 3D Pavement Surface Images	Hsieh, Yung-An; Clark, Scott; Yang, Zhongyu; Tsai, Yichang James	
Development of Pavement Performance and Remaining Service Life Prediction Tools for Iowa Jointed Plain Concrete Pavement Systems	Kaya, Orhan; Citir, Nazik; Ceylan, Halil; Kim, Sungwan; Waid, Danny R.	
How Increasing Industry Competition Benefits the Pavement Market And How Agencies Can Use It to Lower Their Pavement Expenditures	Mack, James; Wathne, Leif G.	
Vehicle fleet electrification and its effects on the global warming potential of highway pavements in the United States	Barkh, Hamed; Yu, Alanna; Friend, Devon; Shani, Parsa; Tu, Qingshi; Sweil, Omar	2022
Design, application and performance improvement of Eco-Permeable pavement materials (Eco-PPMs): A review	Fang, Mingjing; Wang, Xiao; Liu, Jianjun; Xu, Zhouying; Chen, Yiming	
Cement concrete pavement responses considering part-fill and part-cut subgrade characteristics	Gu, Hanyan; Jiang, Xin; Fu, Yongguo; Wang, Xin; Zuo, Jianzhong; Qiu, Yanjun	
Natural Rubber Latex Modified Concrete Pavements: Evaluation and Design Approach	Suddepong, Apichat; Buritatum, Apinun; Hoy, Menglim; Horpibulsuk, Suksun; Takaikaew, Thaworn; Horpibulsuk, Jitwadee; Arulrajah, Arul	
Field experiments and numerical analysis of curling behavior of cast-in-situ short paneled concrete pavement on lean concrete base	Kasu, Sridhar Reddy; Patel, Sandesh; Muppireddy, Amaranatha Reddy	
Numerical Analysis of the Mechanical Responses and Transition Section Design of Pavement Structures in the Entrance and Exit Sections of Highway Tunnel	Zhao, Xueying; Shen, Aiqin; Ma, Baofu	

CHARACTERIZING POROUS CONCRETE MIXTURES FOR RIGID PAVEMENT	Al-Busaltan, Shakir; Alameer, Sara Alaa Abed; Mahmmod, Laith Mohammed Ridha; Kadhim, Mustafa Amoori; Aljawad, Ola; Al-Kafaji, Muna	
Evaluating the Effect of Climate Change in Pavement Performance Modeling Using Artificial Neural Network Approach	Salma, S.; Hakan, Y.; Rulian, B.; Jacob, N.	
Developing specifications for precast concrete highway pavements	Offenbacher, Daniel; Cleary, Douglas; Ali, Ayman; Mehta, Yusuf	
Performance evaluation of construction and demolition waste aggregates as an alternative base course material in highway construction	Sheikh, Ishfaq Rashid; Shah, M. Y.	2021
Performance Evaluation of Jointed Concrete Pavements on Mississippi Highways via Artificial Neural Network	Yasarer, Hakan; Andrews, William	
A mechanistic approach to predict built-in temperature in concrete pavements	Sok, Tetsya; Lee, Seung Woo	
Non-destructive ultrasonic evaluation of construction variability effect on concrete pavement performance	de Salles, Lucio Salles; Conway, Ryan; Khazanovich, Lev; Barnes, Randal; Hoegh, Kyle; da Silva Pereira, Deividi; Burnham, Thomas	
Effect of environmental factors on performance of jointed concrete pavements	Kim, Dong-Hyuk; Lee, Jun-Hyeok; Moon, Ki-Hoon; Jeong, Jin-Hoon	
THERMO-MECHANICAL MODEL FOR CONCRETE PAVEMENT	Vesely, Jakub; Smilauer, Vit	
Modeling of international roughness index in seasonal frozen area	Zhang, L. N.; He, D. P.; Zhao, Q. Q.	
Comparison of CRCP and JCP based on a 30-year performance history	Suh, Young-Chan; Jung, Dong-Hyuk; Park, Kyoung-Won	
Punchout evaluations and classification of continuously reinforced concrete pavement to improve pavement design	Jeon, Sung-III; Choi, Pangil; Won, Moon	
Comparison of Predicted versus Actual Performance of the Arkansas SPS-2 Test Site	Meadors, Alan	
Alkali-Silica Reactivity of Aggregates from Airfield Pavements and Its Correlation with Historic Field Performance	Munoz, Jose F.; Balachandran, Chandni; Arnold, Terence S.	

Design, Construction, and Performance of Continuously Reinforced Concrete Pavement Reinforced with GFRP Bars: Case Study	Benmokrane, Brahim; Bakouregui, Abdoulaye Sanni; Mohamed, Hamdy M.; Thebeau, Denis; Abdelkarim, Omar, I	2020
Effect of Concrete Grinding Residue on Roadside Soil Properties	Yang, Bo; Zhang, Yang; Luo, Chenyi; Cetin, Bora; Ceylan, Halil; Kim, Sung-hwan; Horton, Robert	
Approaches for local calibration of mechanistic-empirical pavement design guide joint faulting model: a case study of Ontario	Dong, Shi; Zhong, Jian; Tighe, Susan L.; Hao, Pei-wen; Pickel, Daniel	
Long-Term Performance Benefits of the Design-Build Delivery Method Applied to Road Pavement Projects in the US	Cho, Namho; El Asmar, Mounir; Underwood, Shane; Kamarianakis, Yiannis	
Performance Assessment of Unbonded Concrete Overlays of Concrete Pavements in Ohio: A Forensic Practice	Zhu, Junqing; Sargand, Shad; Green, Roger; Khoury, Issam	
Contribution of MnROAD Research to Improvements in Concrete Pavement Technology from 1994-2019	Burnham, Thomas; Worrel, Benjamin; Izevbekhai, Bernard	
Life cycle evaluation of greenhouse gas emissions of a highway tunnel: A case study in China	Guo, Chun; Xu, Jianfeng; Yang, Lu; Guo, Xiong; Liao, Jixuan; Zheng, Xin; Zhang, Zhenhua; Chen, Xiaofeng; Yang, Kun; Wang, Mingnian	2019
Precast Concrete Pavement Case Studies	Tayabji, Shiraz; Tyson, Samuel	
ASSESSMENT OF DESIGNED AND MEASURED MECHANISTIC PARAMETERS OF CONCRETE PAVEMENT FOUNDATION	Zhang, Yang; Vennapusa, Pavana; White, David Joshua	
Effect of Concrete Mixture and Strength Properties on Concrete Pavement Design	Islam, Shuvo; Hossain, Mustaque; Jones, Christopher	
Precast Concrete Pavement Current Practices-2019	Tayabji, Shiraz	2018
Damage prediction model for concrete pavements in seasonally frozen regions	Zhao, Q.; Cheng, P.; Wang, J.; Wei, Y.	
Field and Laboratory Properties of Roller-Compacted Concrete Pavements	LaHucik, Jeffrey; Roesler, Jeffery	2017
Development of a simple asphalt concrete overlay design scheme based on mechanistic-empirical approach	Le, Van Phuc; Lee, Hyun Jong; Flores, Julius Marvin; Baek, Jongeun; Park, Hee Mun	

Forensic Investigation of Pavement: Practices in North America and a Pilot Investigation	Johnson, Catherine; Chorzepa, Mi G.; Durham, Stephan; Kim, S. Sonny	
Laboratory Investigation on the Effects of Natural Fine Aggregates and Recycled Waste Tire Rubber in Pervious Concrete to Develop More Sustainable Pavement Materials	Bonicelli, Alessandra; Fuentes, Luis G.; Bermejo, Ibrahim Khalil Dawd	
The analyses of environmental factors for curing concrete pavements inside tunnels	Jabonero, Christopher; Ryu, Sung Woo; Park, Jun Young; Cho, Yoon-Ho; Kim, In Tai	
Using neutron radiography to assess water absorption in air entrained mortar	Li, Wenting; Pour-Ghaz, Mohammad; Trtik, Pavel; Wyrzykowski, Mateusz; Muench, Beat; Lura, Pietro; Vontobel, Peter; Lehmann, Eberhard; Weiss, W. Jason	2016
Validation of Staged Construction Pavement Design with the Falling Weight Deflectometer	Harrell, Michael J.; Gilen, Steven L.; Yaede, Joseph	
The Temperature in Xinjiang-Tibet Roadbed Variation Analysis	Wang, Liyun; Mao, Xuesong; Luo, Shuguang	
Novel Pattern Detection Algorithm for Monitoring Phase Change of Moisture on Concrete Pavement Using Surface Temperature Data	Yun, Hae-Bum; Sundaresan, Ganesh; Jung, Youngwoo; Kim, Jong-Woo; Parkl, Ki-Tae	2015
Estimation of the deterioration for highway bridge RC slab by impact acoustics method	Kitagawa, S.; Kimura, S.; Moriyama, M.; Nabetani, M.; Utagawa, N.	
Disease and Numerical Analysis of Cement Concrete Overlay of a Second-level Road⁴	Liu, Yacan; Yang, Jianming; He, Chao	
Correlation of Noise Measurement Types in the Arizona Quiet Pavement Pilot Program	Donavan, Paul R.	
Effect of daily temperature variations on the continuous deflection profiles of airfield jointed concrete pavements	Nam, Boo Hyun; Yeon, Jung Heum; Behring, Zachary	2014
A workability test for slip formed concrete pavements	Cook, Marllon Daniel; Ley, M. Tyler; Ghaeezadah, Ashkan	
In-situ experimental and numerical investigation on the cooling effect of a multi-lane embankment with combined crushed-rock interlayer and ventilated ducts in permafrost regions	Dong, Yuanhong; Pei, Wansheng; Liu, Ge; Jin, Long; Chen, Donggen	
Development of Performance Criteria for Korean Pavement Warranty Specification	Jeong, Jin-Hoon; Lim, Jin-Sun; Suh, Young-Chan; Nam, Jeong-Hee	

New and Innovative Concrete Pavements with Structural Dome Formwork System	Kivi, Aleks; Tighe, Susan L.; Hein, David K.	
Investigation of the effects of air temperature and speed on performance of piezoelectric weigh-in-motion systems	Vaziri, Shahram Hashemi; Haas, Carl T.; Rothenburg, Leo; Haas, Ralph C.; Jiang, Xiaohua	2013
Development of Mode-Wise Noise Prediction Models for the Noise Generated Due to Tyre-Pavement Surface Interaction	Syamkumar, Arnepalli; Aditya, Kamineni; Chowdary, Venkaiah	
Fundamental Study of Traffic Noise Characteristic due to Change Transverse Rumble Strip Shape	Lee, Jaejun; An, Deoksoon; Lim, Jaekyu; Kwon, Sooahn; Son, Hyeon-Jang; Eo, Myongso	
Acoustic enhancement of concrete pavement surface through diamond grinding	Izevbekhai, Bernard Igbafe; Khazanovich, Lev	
Characteristics of Jointed Plain Concrete Pavement (JPCP) Built-in Temperature in Different Climate Conditions	Hu Changbin; Sun Zenghua; Wang Lijuan	
Research of Zero Stress Temperature Gradient in Cement Concrete Pavement	Hou, Xiang-Shen; Li, Xinkai; Peng, Bo; Deng, Guang-Hui	
TOTAL: 69 TRABALHOS		

Fonte: Autor (2023)

Vinte e cinco trabalhos englobam o *cluster* verde, indicado na Tabela 4. Eles abordam a comparação entre os pavimentos flexíveis e rígidos, desde a execução até as patologias ao fim da obra. Os trabalhos comparam o pavimento de asfalto, uma tecnologia mais usual, com o pavimento de concreto a fim de apresentar uma nova alternativa que compete em desempenho, custo e execução. O pavimento executado com concreto apresenta-se superior diante de estresses externos recebidos ao longo da sua vida útil, com manutenção adequada o pavimento rígido realizará sua função anos a mais que o pavimento de asfalto. Ao comparar o custo a curto prazo, o pavimento flexível se sobressai, todavia ao observarmos o sistema de pavimento de concreto, fundação, execução, material, este demonstra-se mais econômico. E se tratando dos métodos construtivos, o pavimento de concreto mostra-se mais ágil e rápido, resultado de sua fundação menos composta e trabalhabilidade do concreto.

Tabela 4 - Cluster verde: Comparação entre o pavimento de asfalto e de concreto

CLUSTER VERDE		
Title	Authors	Publication Year
Effect of Multiple-Walled Carbon Nanotubes (MWCNTs) on Asphalt Binder Rheological Properties and Performance	Ezzat, Estabraq N.; Al-Saadi, Israa F.; Jasim, Abbas F.	2023
Comparative Analysis of Jointed Plain Concrete Pavement and Roller-Compacted Concrete Pavement	Selvam, M.; Kumar, Major Nitesh; Singh, Suren-der	
Sensitivity Evaluation of Short Jointed Bonded Concrete Overlay of Asphalt Pavement in AASHTOWare Pavement ME Design	Gopiseti, Leela Sai Praveen; Ceylan, Halil; Kim, Sunghwan; Cetin, Bora	
Life-cycle assessment and multi-criteria performance evaluation of pervious concrete pavement with fly ash	Chen, Xiaodan; Wang, Hao	2022
Life cycle assessment of asphalt and cement pavements: Comparative cases in Shanxi Province	Zhou, Xinxing; Zhang, Xiaorui; Zhang, Yuan; Adhikari, Sanjeev	
Decision Support Framework for Project-Level Pavement Maintenance and Rehabilitation through Integrating Life Cycle Cost Analysis and Life Cycle Assessment	He, Song; Salem, Osama; Salman, Baris	2021
Machine Learning Approach to Predict International Roughness Index Using Long-Term Pavement Performance Data	Damirchilo, Farshid; Hosseini, Arash; Parast, Mahour Mellat; Fini, Elham H.	
Maximum Likelihood Estimation of Parameters for Advanced Continuously Reinforced Concrete Pavement (CRCP) Punchout Calibration Model	Chen, Liangliang; Zhang, Feng; Zhou, Changjun	
STUDY OF ASPHALT-CONCRETE PAVEMENT FATIGUE MODELING	Skels, Peteris; Haritonovs, Viktors; Akishin, Pavel; Freimanis, Andris	
Integrating life-cycle assessment and life-cycle cost analysis to select sustainable pavement: A probabilistic model using managerial flexibilities	Heidari, Mohammad Reza; Heravi, Gholamreza; Esmaeeli, Asghar Nezhadpour	2020
Statistics and Artificial Intelligence-Based Pavement Performance and Remaining Service Life Prediction Models for Flexible and Composite Pavement Systems	Kaya, Orhan; Ceylan, Halil; Kim, Sunghwan; Waid, Danny; Moore, Brian P.	
Use of Natural Rubber Latex (NRL) in Improving Properties of Reclaimed Asphalt Pavement (RAP)	Paotong, Prawit; Jaritngam, Saravut; Taneerananon, Pichai	
Economic risk assessment of concrete and asphaltic pavements in freeways and highways	Abbasianjahromi, Hamidreza; Aghevli, Shahryar; Ravanshadnia, Mehdi	

Comparison of Mechanistic-Empirical and Traditional Rigid Pavement Design Methods: Afyon-Emirdag Trial Section	Sengun, Emin; Ozturk, Hande, I; Yaman, I. Ozgur	
Modeling the Development of Permanent Deformation in Asphalt Interlayers of Unbonded Concrete Overlays of Concrete Pavements	Souder, Nicole C.; De-Santis, John W.; Vandenbossche, Julie M.; Sachs, Steven G.	
STUDY ON THE PERFORMANCE OF HIGH-MODULUS ASPHALT CONCRETE PAVEMENT IN EXTREME CURVES OR STEEP SLOPES OF TRUNK HIGHWAY	Zhang, Honglei; Yang, Mingrui; Ma, Youcheng	
Repeatability and Agreement of Various High-Speed Macrotecture Measurement Devices	Bongioanni, Vincent, I; Maeger, Kyle; Katicha, Samer W.; Izeppi, Edgar D. de Leon; Flintsch, Gerardo W.	2019
Performance of Fiber-Reinforced Asphalt Concretes with Various Asphalt Binders in Thailand	Takaikaew, Thaworn; Tepsriha, Promma; Horpibulsuk, Suksun; Hoy, Menglim; Kaloush, Kamil E.; Arulrajah, Arul	2018
Determining the age and Smoothness of Asphalt and Concrete Pavements at the Time of First Rehabilitation using Long-Term Pavement Performance Program Data	Robbins, Mary; Tran, Nam; Copeland, Audrey	
Study of ravelling failure on dense graded asphalt pavement	You, Qinglong; Zheng, Nanxiang; Ma, Jinglian	
Modeling of Cyclic Strength for the Asphalt Concrete Considering Damage Accumulation	Iskakbayev, Alibai; Teltayev, Bagdat; Rossi, Cesare Oliviero	2017
Weighted Neighborhood Pixels Segmentation Method for Automated Detection of Cracks on Pavement Surface Images	Sun, Lu; Kamaliardakani, Mojtaba; Zhang, Yongming	2016
Impacts of pavement types on in-vehicle noise and human health	Li, Qing; Qiao, Fengxiang; Yu, Lei	
Influence of tyre inflation pressure on measured pavement strain responses and predicted distresses	Xue, Wenjing; Weaver, Eric; Wang, Linbing; Wang, Yaqiong	
Cause analysis on permanent deformation for asphalt pavements using field cores	Li, Qiang; Yang, Huanhuan; Ni, Fujian; Ma, Xiang; Luo, Lihong	2015
ASSESSMENT OF ASPHALT CONCRETE PAVEMENT QUALITY BY USING INFRARED THERMAL IMAGING TECHNOLOGY	Chen, Lisa Y.; Wang, Mei-Yun; Chao, Chien-Chiao; Lo, Wei	
Study on Pavement Structures in Qingyang Rural Areas in Gansu Province Based on the Elastic Multilayer System	Rui, Wang	

Asphalt Pavement Preventive Maintenance Technology Overview	Liu Zhengbing	2014
Study on Design Method for Asphalt Overlay on Old Cement Concrete Pavement in Shanxi Province on Trunk Highway	Wang, Hui; Zhang, Jiu-peng	
Research on Shear Performance of Asphalt Mixture based on RSCH	Guo, Fang; Gu, Wei	
SASW evaluation of asphaltic and cement concrete pavements using different heights of fall for a spherical mass	Kumar, Jyant; Rakaraddi, Prabhu G.	2013
The Investigation of Colored Normal-Temperature Asphalt Concrete	Liang, Chou-Fu; Wang, Hung-Yu; Lu, Jun-Kai; Chen, Hsien-Chou	
Long term performance of existing asphalt concrete pavement sections	Sargand, Shad M.; Vega-Posada, Carlos A.; Arbolada-Monsalve, Luis G.	
Assessing the Quality of Asphalt Concrete Pavement at Special Location with Infrared Thermal Imager	Chen, Lisa Y.; Wang Mei-Yun; Lin, Deng-Fong; Trsi, Shi-Rong	
Discussion on Repair Method of Concrete Highway Pavement	Xia Chunyan	
TOTAL: 25 TRABALHOS		

Fonte: Autor (2023)

A Tabela 5 lista vinte e nove literaturas que buscam avaliar as propriedades estruturais do pavimento rígido em relação ao pavimento flexível. Seja em substituição parcial de materiais ou reforço estrutural em alguma das camadas do pavimento, as pesquisas apontam como cargas externas, originárias do tráfego de veículos na sua maioria, afetam os pavimentos. Os materiais se comportam de forma distinta ao receber os esforços do tráfego de veículos, o asfalto recebe pontualmente diferente do concreto que distribui ao longo das placas. A avaliação do desempenho estrutural envolve considerações sobre a capacidade de carga, resistência a fadiga, durabilidade em condições adversas e comportamento sob variações térmicas.

Tabela 5 - Cluster azul: Desempenho estrutural do pavimento de concreto em relação ao de asfalto

CLUSTER AZUL		
Title	Authors	Publication Year
A systematic review on performance of reclaimed asphalt pavement (RAP) as sustainable material in rigid pavement construction: Current status to future perspective	Rout, M. K. Diptikanta; Biswas, Sabyasachi; Shubham, Kumar; Sinha, Abdhesh Kumar	2023

Improvement of the method for increasing roughness of asphalt and cement-concrete surfaces of highways and airfields	Yang, Shilin; Krayushkina, Kateryna; Skrypchenko, Oleksandra; Ji, Junwen; Bieliatynskyi, Andrii	
Rest Period Characteristics under Highway Truck Traffic for Mechanistic-Empirical Design of Asphalt Concrete Pavement	Yang, Shuo; Kim, Changmo; Wu, Rongzong; Harvey, John T.	
Structural and Fatigue Analysis of Jointed Plain Concrete Pavement Top-Down and Bottom-Up Transverse Cracking Subjected to Superloads	Koh, Yongsung; Ceylan, Halil; Kim, Sunghwan; Cho, In-Ho	2022
Effects of Pavement Texture Characteristics on Tire-Pavement Noise from Dense-Graded Asphalt Concrete Pavement	Chhay, Lyhour; Kim, Young Kyu; Sok, Tetsya; Nam, Jeong Hee; Lee, Seung Woo	
Damage Mechanism of Asphalt Concrete Pavement under Different Immersion Environments	Jiang, Zaiyang	
Implementation of Finite Element and Fracture Mechanics Based Reflection Cracking Models for Asphalt Concrete Overlay of Existing Asphalt Concrete Pavement in AASHTOWare Pavement ME Design	Titus-Glover, Leslie; Bhattacharya, Biplab B.; Raghunathan, Deepak	
Predicting Marshall parameters of flexible pavement using support vector machine and genetic programming	Zhang, Weiguang; Khan, Adnan; Ju, Huiyan; Zhong, Jingtao; Peng, Ti-anyi; Cheng, Hanglin	2021
Physical and Mechanical Properties of Rural-Road Pavement Concrete in South Korea Containing Air-Cooled Blast-Furnace Slag Aggregates	Ahn, Byung-Hwan; Lee, Su-Jin; Park, Chan-Gi	
Assessment of California's Continuously Reinforced Concrete Pavement Practice and Performance	Stempihar, Jeffrey; Weitzel, Nick; Van Dam, Thomas; Schmalzer, Pete; Pierce, Linda	2020
Reliability Analysis of Minnesota's Unbonded Concrete Overlay Performance	Izevbekhai, Bernard Igbafe; Farah, Norma; Engstrom, Glenn M.	
Assessment of the mechanical properties of concrete pavement containing crumb rubber of tires	Al-Khuzai, Muhaned G.; Al-Humeidawi, Basim H.; Al-Sa'idi, Ra'id F.	
Crack Junction Detection in Pavement Image Using Correlation Structure Analysis and Iterative Tensor Voting	Wang, Yanli; Huang, Yuchun; Huang, Weihong	2019
Influence of Surface Texture Characteristics on the Noise in Grooving Concrete Pavement	Wei, Dingbang; Li, Bo; Zhang, Zhengwei; Han, Feng; Zhang, Xingjun; Zhang, Man; Li, Li-angying; Wang, Qicai	2018

Evaluating the Ride Quality of Asphalt Concrete Pavements Delivered Using Design-Build	Sanboskani, Hala; Cho, Namho; El Asmar, Mou-nir; Underwood, Shane	
Impact of high recycled mixed on HMA overlay crack development rate	Al-Qadi, Imad L.; Wu, Shenghua; Lippert, David L.; Ozer, Hasan; Barry, Maxwell K.; Safi, Fazal R.	2017
Experimental evaluation of crack width movement of continuously reinforced concrete pavement under environmental load	Oh, Han Jin; Cho, Young Kyo; Kim, Seong-Min	
The Contrast analysis of BRT road and platform section	Yin, Shaofei; Peng, Hui; Li, Xuehao; Yu, Xian-gzhong; Zhang, Wei; Wang, Jingyan	
Structural Response of a Low-Fill Box Culvert under Static and Traffic Loading	Acharya, Raju; Han, Jie; Brennan, James J.; Parsons, Robert L.; Khatri, Deep Kumar	2016
Experimental analysis of curling behavior of continuously reinforced concrete pavement	Oh, Han Jin; Cho, Young Kyo; Seo, Youngguk; Kim, Seong-Min	
Experimental evaluation of longitudinal behavior of continuously reinforced concrete pavement depending on base type	Oh, Han Jin; Cho, Young Kyo; Seo, Youngguk; Kim, Seong-Min	
Structure Optimization and Numerical Analysis of Cement Concrete Overlay of Some Secondary Road overlay	Li Moshu; Yang Jian-ming; He Chao	
Laboratory Fatigue and Toughness Evaluation of Fiber-Reinforced Concrete	Mulheron, Matthew; Kevern, John T.; Rupnow, Tyson D.	2015
Lattice modelling of fracture in composite concrete pavements and overlays	Tompkins, D.; Khazanovich, L.; Bolander, J. E.	
Construction of Roller-Compacted Concrete Pavement in the Fayetteville Shale Play Area, Arkansas	Williams, Stacy G.	2014
Performance and Utilization of Recycled Aggregates for Airport Cement Concrete Pavement	Ling, Jian-Ming; Zhu, Li-Guo; Yuan, Jie; Chai, Zhen-Lin; Luo, Yong; Chen, Shi-Chang	2013
The Interface bonding performance experiment analysis of slag base cement concrete pavement repair material	Li, Ming; Zhi, Xilan; Yao, Ailing; Jia, Rui	
The Cause of Cracks in the Cement Concrete Pavement of county-highway and Precautionary Measures	Guo, Zhidong; Yi, Lijing; Liu, Jingyi; Xu, Dongqiang	
Three-Dimensional Finite Element Analysis of Doweled Joints in Concrete Pavements	Sii, How Bing; Chai, Gary W.; van Staden, Rudi; Guan, Hong	

TOTAL: 29 TRABALHOS

Fonte: Autor (2023)

Uma grande diversidade de temas fora abordada nos 42 trabalhos classificados no *cluster* amarelo, exemplificado na Tabela 6, que buscam avaliar a durabilidade do pavimento de concreto, ao ser submetido por esforços externos. Observou-se trabalhos focados em avaliar a capacidade deste tipo de pavimento de resistir ao desgaste deterioração e outros efeitos adversos causados por fatores externos. Para avaliar a durabilidade do pavimento rígido, foram utilizados métodos de projeto que consideram as características do tráfego previsto, as condições climáticas locais e a resistência do material.

Tabela 6 - Cluster amarelo: Durabilidade do pavimento de concreto sobre influência de esforços externos

CLUSTER AMARELO		
Title	Authors	Publication Year
Measuring Joint Movement on Rigid Pavements Using the Traffic Speed Deflectometer	Nielsen, Christoffer P.; Nahoujy, Mahdi Rahimi; Jansen, Dirk	2023
Macrotexture deterioration for micromilled tunnel concrete pavement using 3D laser data	Yang, Xinyi; Lu, Bin; Jing, Qingsong; Li, Yang; Zhou, Yukun	
Structural Behavior of Fiber Reinforced Concrete Overlays Over Asphalt Concrete Substrate: Experimental Results and Numerical Simulation	Forti, Nadia Cazarim da Silva; Kunz, Fernanda de Oliveira; Forti, Tiago Luis Duarte; Carnio, Marco Antonio; Jacintho, Ana Elisabete Paganelli Guimaraes de Avila; Pimentel, Lia Lorena	
Evaluating the impact of overweight trucks on rigid pavement performance using AASHTOWare pavement ME design	Citir, Nazik; Gopiseti, Praveen; Ceylan, Halil; Kim, Sunghwan	
Study of the Influence of the Composition of Hydrophobic Preventive Protect-01 on the Physical and Mechanical Properties of Asphalt Concrete Pavement Materials	Petrusevich, V. V.	
Utilization of alternative aggregates for roller compacted concrete pavements - A state-of-the-art review	Selvam, M.; Debbarma, Solomon; Singh, Suren-der; Shi, Xijun	2022
Evaluation of crack width in roller-compacted concrete pavement	Sok, Tetsya; Kim, Young Kyu; Oh, Heung-Un; Lee, Seung Woo	

Investigation of climate change impacts on early-age cracking of jointed plain concrete pavements in canada	Shafiee, Mohammad; Maadani, Omran	
Comprehensive evaluation of transverse joint spacing in jointed plain concrete pavement	Kaya, Orhan	
Curling of Cast-in-Situ Short Slabs on Lean Concrete Base: Measured Versus Theoretical Analysis	Kasu, Sridhar Reddy; Patel, Sandesh; Chandrappa, Anush K.; Muppireddy, Amaranth Reddy	
Improvement of flexural strength of concrete pavements using natural rubber latex	Yaowarat, Teerasak; Sudddeepong, Apichat; Hoy, Menglim; Horpibulsuk, Suksun; Takaikaew, Thaworn; Vichitcholchai, Nopparat; Arulrajah, Arul; Chinkulkijniwat, Avirut	2021
Dynamic Quality Monitoring System to Assess the Quality of Asphalt Concrete Pavement	Ma, Ziyuan; Zhang, Jingxiao; Philbin, Simon P.; Li, Hui; Yang, Jie; Feng, Yunlong; Ballesteros-Perez, Pablo; Skitmore, Martin	
Characterization of Curling and Warping Influence on Smoothness of Jointed Plain Concrete Pavements	Tian, Kexin; Yang, Bo; King, Daniel; Ceylan, Halil; Kim, Sungwhan	
Measurement data based load analysis of precast concrete pavements of motorways	Prammer, Dominik; Vorkwagner, Alois; Kwapisz, Maciej	
Determination of Sample Size and Influencing Factors to Characterize Faulting in Jointed Concrete Pavements	Li, Ruohan; Prozzi, Jorge A.	
Bending fatigue characteristics of fiber grid reinforced cement concrete pavement	Ding, Diandian	
Classification-Based Regression Models for Prediction of the Mechanical Properties of Roller-Compacted Concrete Pavement	Ashrafian, Ali; Amiri, Mohammad Javad Taheri; Masoumi, Parisa; Asadi-shiadeh, Mahsa; Yaghoubi-chenari, Mojtaba; Mosavi, Amir; Nabipour, Narjes	2020
Investigation of concrete pavement cracking under multi-head impact loading via the continuum-discontinuum element method	Zhang Qunlei; Zhi Zihan; Feng Chun; Cai Yingchun; Pang Guanhong; Yue Jinchao	
Investigation of Factors Affecting Distresses on Continuously Reinforced Concrete Pavement using Ground Penetrating Radar	Citir, Nazik; Durham, Stephan A.; Chorzepa, Mi G.; Sonny Kim, S.	

Structural analysis of transverse cracks in short continuously reinforced concrete pavements	de Salles, Lucio Salles; Khazanovich, Lev; Balbo, Jose Tadeu	
Life cycle cost analysis of Portland cement slurry seal and microsurfacing to correct rutting	Pittenger, Dominique M.; Gransberg, Douglas D.	
Joint performance evaluation for a Canadian precast concrete inlay panel trial	Pickel, Daniel; Tighe, Susan L.	
The Experimental Study of Precast Concrete Panel Connection System for Rigid Pavement in Indonesia	Nurjaman, Hari Nugraha; Faizal, Lutfi; Suaryana, Nyoman; Dharmawan, Yudhi; Suwito	
Recycled Concrete Aggregate Modified with Polyvinyl Alcohol and Fly Ash for Concrete Pavement Applications	Yaowarat, Teerasak; Horpibulsuk, Suksun; Arulrajah, Arul; Mohamadinia, Alireza; Chinkulkijniwat, Avirut	2019
Forensic Investigation of Distresses Found in Jointed Plain Concrete Pavements	Chorzepa, Mi G.; Johnson, Catherine; Kim, S. Sonny; Durham, Stephan	
Durability of Latex Modified Concrete Mixed with a Shrinkage Reducing Agent for Bridge Deck Pavement	Lee, Byung Jae; Kim, Yun Yong	2018
Displacement and Stress Analysis of Thin Plate for Cement Concrete Pavement	Jia, Liang; Zhang, Li; Guo, Jian; Yao, Kai; He, Shikai	
Optimization. of Impregnating Composition for Protection of Concrete Pavement of Highways	Pshembaev, M. K.; Kovaliev, Ya. N.	
Improved Infiltration Modeling for Partially Sealed Joints in Concrete Pavement Design	Neshvadian, Keivan; Speakmon, Tyler; Zollinger, Dan G.	2017
GPR Data Processing for Evaluation of the Subsurface Cracks in Road Pavements	Batratkov, Dmitry O.; Antyufeyeva, Mariya S.; Antyufeyev, Alexandr V.; Batratkova, Angelika G.	
Analysis of in situ bond strength of bonded concrete overlay	Rith, Makara; Kim, Young Kyu; Lee, Seung Woo; Park, Jun Young; Han, Seung Hwan	2016
Prediction models for fatigue resistance of local hot mix asphalt	Fattah, Mohammed Y.; Al Helo, Karim H. Ibrahim; Qasim, Zaynab I.	
A new frost salt scaling mechanism for concrete pavements based on brine rejection from ice layer adhered to concrete surface	Yener, Engin	2015
TOUGHNESS ENHANCEMENT OF AIRFIELD CONCRETE PAVEMENT BY USING SHORT FIBER	Mubaraki, Muhammad	

CRITICAL ASSESSMENT OF JOINTED PLAIN CONCRETE PAVEMENT PERFORMANCE USING 40-YEARS OF CONDITION EVALUATION DATA	Tsai, Yichang (James); Wu, Yiching; Lai, James	
Dynamic Load Testing in an Instrumented Experimental Short Continuously Reinforced Concrete Pavement	Salles, L.; Balbo, J. T.; Pereira, D. S.	
Load Transfer Characteristics of Precast Portland Cement Concrete Panels for Airfield Pavement Repairs	Priddy, Lucy P.; Pittman, David W.; Flintsch, Gerardo W.	2014
Performance of Glass Fiber-Reinforced Polymer-Doweled Jointed Plain Concrete Pavement under Static and Cyclic Loadings	Benmokrane, Brahim; Ahmed, Ehab A.; Montagu, Mathieu; Thebeau, Denis	
Premature distresses at transverse construction joints (TCJs) in continuously reinforced concrete pavements	Zhou, Wujun; Choi, Pangil; Saraf, Sureel; Ryu, Sung Woo; Won, Moon C.	
High-strength High-porosity Pervious Concrete Pavement	Lim, Emiko; Tan, Kiang Hwee; Fwa, Tien Fang	2013
Sensitivity quantification of jointed plain concrete pavement mechanistic-empirical performance predictions	Ceylan, Halil; Kim, Sunghwan; Gopalakrishnan, Kasthurirangan; Schwartz, Charles W.; Li, Rui	
Study on Risk Early Warning System of Asphalt Concrete Pavement Design	Zhou Zhi; Dai Chong-si; Guo Song-ying	
TOTAL: 42 TRABALHOS		

Fonte: Autor (2023)

Os quarenta trabalhos integrantes do *cluster* roxo, avaliam o dimensionamento do pavimento de concreto, uma análise crítica que envolve a determinação das espessuras e características estruturais necessárias para suportar as cargas do tráfego e as condições ambientais ao longo do tempo. Observou-se trabalhos discorrendo sobre a complexidade da prática deste dimensionamento que exige conhecimento técnico especializado e a aplicação de normas e diretrizes específicas. A abordagem geral é assegurar que o pavimento seja robusto o suficiente para suportar as condições operacionais e ambientais esperadas.

Tabela 7 - Cluster roxo: Dimensionamento do pavimento de concreto.

CLUSTER ROXO		
Title	Authors	Publication Year

System Framework for Digital Monitoring of the Construction of Asphalt Concrete Pavement Based on IoT, BeiDou Navigation System, and 5G Technology	Zhang, Jingxiao; Zhu, Zhe; Liu, Hongyong; Zuo, Jian; Ke, Yongjian; Philbin, Simon P.; Zhou, Zhendong; Feng, Yunlong; Ni, Qichang	2023
Asset Valuation Model for Highway Rigid Pavements Applicable in Public-Private Partnerships Projects	Arce, Luis; Delgadillo, Rodrigo; Osorio-Lird, Aleli; Araya, Felipe; Wahr, Carlos	
Insights into Increasing the Implementation of Concrete Overlay Rehabilitation Methods for Highway Pavements	Sheffield, Matthew T.; Cavalline, Tara L.; Dean, Greg	
Mapping Unmanned Aerial System Data onto Building Information Modeling Parameters for Highway Construction Progress Monitoring	Samsami, Reihaneh; Mukherjee, Amlan; Brooks, Colin N.	2022
Characterisation of the climatic temperature variations in the design of rigid pavements	Bayraktarova, Kristina; Eberhardsteiner, Lukas; Zhou, David; Blab, Ronald	
Construction of a Composite Pavement (Asphalt over Concrete) in Virginia	Shabbir Hossain, M.; Nair, Harikrishnan; Celik Ozyildirim, H.	
Application of Unmanned Aerial System (UAS) in Highway Construction Progress Monitoring Automation	Samsami, Reihaneh; Mukherjee, Amlan; Brooks, Colin N.	
Quality control of micro-milling treatment on tunnel concrete pavement using 3D range data	Hui, Bing; Liang, Haimei; Li, Shuqi; Guo, Mu; Liu, Xiaofang	
Redesigning Highway Infrastructure Systems for Connected Autonomous Truck Lanes	Jehanfo, Hameed; Hu, Sheng; Kaparias, Ioannis; Preston, John; Zhou, Fujie; Stevens, Alan	
Incorporating Maintenance and Rehabilitation History into Pavement Performance Modeling for Jointed Plain Concrete Pavement	Salma, S.; Hakan, Y.; Rulian, B.; Jacob, N.	

New innovations in pavement materials and engineering: A review on pavement engineering research 2021	Chen, Jiaqi; Dan, Hancheng; Ding, Yongjie; Gao, Yangming; Guo, Meng; Guo, Shuaicheng; Han, Bingye; Hong, Bin; Hou, Yue; Hu, Chichun; Hu, Jing; Huyan, Ju; Jiang, Jiwang; Jiang, Wei; Li, Cheng; Liu, Pengfei; Liu, Yu; Liu, Zhuan-gzhuang; Lu, Guoyang; Ouyang, Jian; Qu, Xin; Ren, Dongya; Wang, Chao; Wang, Chaohui; Wang, Dawei; Wang, Di; Wang, Hainian; Wang, Haopeng; Xiao, Yue; Xing, Chao; Xu, Huining; Yan, Yu; Yang, Xu; You, Lingyun; You, Zhanping; Yu, Bin; Yu, Huayang; Yu, Huanan; Zhang, Henglong; Zhang, Jizhe; Zhou, Changhong; Zhou, Changjun; Zhu, Xingyi	2021
Minimizing the global warming impact of pavement infrastructure through reinforcement learning	Renard, Sophie; Corbett, Benjamin; Swei, Omar	
Risk-Based Prioritization Approach to Construction Inspections for Transportation Projects	Mohamad, Mamdouh; Tran, Dai Q.	
A mechanistic and economic analysis of two-lift concrete pavements	Swarna, Surya T.; Hos-sain, Kamal; Reddy, Muppireddy A.; Pandey, Braj B.	
Full Scale Evaluation of Surface Treatments for Airfield Concrete Pavement Repair	Doyle, Jesse D.; Jefcoat, Jennifer A.; Ordaz, Margarita; Rutland, Craig A.	
Results of the 10-Year Arizona Quiet Pavement Pilot Program	Donavan, Paul R.; Jannello, Carrie J.	
Characterizing the impacts of highway pavement in a newly planned greater bay area economic belt in China	Liu, Qian; Wang, Zinuo; Zhang, Ning; Zuo, Jian; Feng, Haibo; Duan, Huabo	
Research and Application of Post-Doped Fire-retardant Epoxy Asphalt Tunnel Pavement	Ma, Yong; Zhao, Yanbin; Zhang, Linyan; Zhao, Yinqing; Yuan, Guangxue; Wang, Yongjun; Feng, Jiliang	

Environmental Effects of Accelerated Pavement Repair Using 3D Printing: Life Cycle Assessment Approach	Yeon, Jaeheum; Rew, Younho; Choi, Kunhee; Kang, Julian	2020
Developing a Higher Performance and Less Thickness Concrete Pavement: Using a Nonconventional Concrete Mixture	Hassouna, Fady M. A.; Jung, Yeon Woo	
Saw cutting (or not) of joint spacing in roller-compacted concrete pavement	Sok, Tetsya; Hong, Seong Jae; Kim, Young Kyu; Lee, Seung Woo	
Laboratory testing, field construction, and decade long performance evaluation of jointed plain concrete pavement with FRP dowels	Vijay, P. V.; Li, Hui; Gan-gaRao, V. S. Hota	
Use of building-related construction and demolition wastes in highway embankment: Laboratory and field evaluations	Zhang, Junhui; Gu, Fan; Zhang, Yuqing	2019
THE USE OF CEMENT CONCRETE PAVEMENTS FOR ROADS, DEPENDING ON CLIMATIC CONDITIONS	Solonenko, Iryna	
A modified foam drainage test protocol for assessing incompatibility of admixture combinations and stability of air structure in cementitious systems	Wang, Xin; Wang, Xu-hao; Sadati, Seyedhamed; Taylor, Peter; Wang, Kejin	
Introduction and Application of Rotational Abrasion Device to Determine Concrete Pavement Abrasion	Kamali, Jalal M. H.; Hassani, A.; Sodagari, J.	
Challenges of uniform production of road concretes and possibilities of rheology-based mixing process control	Garrecht, Harald; Baumert, Christian; Hampel, Simon; Lisin, Wladimir; Lazik, Piotr	
Potential Technical and Cost Benefits of Two-Lift Concrete Paving	Hu, Jiong; Siddiqui, Md. Sarwar; Fowler, David W.; Whitney, David	
Economic Analysis of Crack Treatment Methods Using HDM-III Modeling	Mazumder, Mithil; Kim, Hyun Hwan; Lee, Soon-Jae; Lee, Moon-Sup	2018
Empirical-Markovian model for predicting the overlay design thickness for asphalt concrete pavement	Abaza, Khaled A.	
Tire-Pavement Noise Prediction using Asphalt Pavement Texture	Hong, Seong Jae; Park, Sung-Wook; Lee, Seung Woo	
Investigation of significant inputs for pavement rehabilitation design in the Pavement-ME	Harsini, Iman; Haider, Syed Waqar; Brink, Wouter C.; Buch, Neeraj; Chatti, Karim	2017
PROTOTYPING A REMOTELY-CONTROLLED MACHINE FOR CONCRETE SURFACE GRINDING OPERATIONS	Moon, Sungwoo; Kim, Jeonghwan; Seo, Jongwon	

Environmental, Economic, and Social Implications of Highway Concrete Rehabilitation Alternatives	Choi, Kunhee; Lee, Hyun Woo; Mao, Zhuting; Lavy, Sarel; Ryoo, Boong Yeol	2016
Use of a Hybrid Bidding Method for Costs and Risk Reduction in Highway Construction	Fontan-Pagan, Jose J.; Gonzalez-Quevedo, Sergio L.; Gonzalez-Quevedo, Antonio	
EVALUATION OF STEEL BRIDGE DECK MA MIXTURE PROPERTIES DURING CONSTRUCTION	Zou Guilian; Zhang Xiaoning; Chung Wu	2015
Testing of Dowel Alignment and Development of a Dowel Bar Alignment Specification for Illinois Tollways	Gancarz, Daniel J.; Tayabji, Shiraz D.; Vavrik, William R.	
Calibration of HDM-4 Fuel Consumption Model to Field Measurement on I-95 in Florida	Bienvenu, Michael; Jiao, Xin	
Effect of Input Source Energy on SASW Evaluation of Cement Concrete Pavement	Kumar, Jyant; Hazra, Sutapa	2014
International Roughness Index Prediction for Rigid Pavements: An Artificial Neural Network Application	Abd El-Hakim, Ragaa; El-Badawy, Sherif	2013
TOTAL: 40 RESULTADOS		

Fonte: Autor (2023)

A Tabela 8 resume a temática de cada *cluster* e os resultados derivados da classificação manual das publicações provenientes da pesquisa bibliométrica, realizada pelo sistema de busca *Web of Science*. Os textos foram selecionados através da leitura dos seus resumos.

Tabela 8 - Quantitativo de publicações

Tonalidade do cluster	Tópico de pesquisa	Número de publicações
Vermelho	Desempenho geral do pavimento de concreto.	69
Verde	Comparação entre o pavimento de asfalto e de concreto.	25
Azul	Desempenho estrutural do pavimento de concreto em relação ao de asfalto	29
Amarelo	Durabilidade do pavimento de concreto sobre influência de esforços externos	42
Roxo	Dimensionamento do pavimento de concreto.	40

Fonte: Autor (2023)

CAPÍTULO 5 CONCLUSÃO

Entender o pavimento urbano de concreto implica compreender os elementos que o constituem, bem como os acessórios essenciais para seu funcionamento eficaz. Diante das dificuldades e implicações inerentes à construção do PUC, tornando-se crucial compreender suas ramificações. Nesse contexto, esta pesquisa buscou investigar as aplicações do pavimento urbano de concreto. Os resultados indicaram que as organizações precisam, em primeiro lugar, estabelecer uma gestão de processos eficiente, incorporando conhecimento do dimensionamento, execução e trabalhabilidade do material concreto. Além desses pontos, destaca-se a impotência da formação e capacitação das pessoas para esse pavimento em específico.

A pesquisa atingiu plenamente seus objetivos por meio da revisão sistemática da literatura e da análise bibliométrica das publicações encontradas. Os dados obtidos foram posteriormente submetidos a uma análise textual utilizando o software VOSViewer.

Foi metodologicamente delineado uma análise bibliográfica das publicações e determinado linhas de pesquisas afim de expor as áreas carentes de aplicação do PUC. No escopo dos objetivos específicos, identificou-se cinco domínios de estudo, denominados *cluster*: Desempenho geral do pavimento de concreto; Comparação entre o pavimento de asfalto e de concreto; Desempenho estrutural do pavimento de concreto em relação ao de asfalto; Durabilidade do pavimento de concreto sobre influência de esforços externos e Dimensionamento do pavimento de concreto.

Ao comparar e analisar as contribuições entre as literaturas foi possível determinar a superioridade do pavimento de concreto, especificamente em vias urbanas, no quesito de durabilidade, economia a longo prazo e conforto aos usuários. Ademais notou-se a carência de pesquisas que abordam temáticas como: adições e aditivos melhoradores de propriedades de concreto, aplicação de tecnologias inovadoras na construção do pavimento e desenvolvimento de métodos de manutenção eficiente. Sendo assim recomenda-se para pesquisas futuras o aprofundamento destas três linhas de pensamento.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES. **Especificação de Serviços – Pavimentação – Imprimação asfáltica**, 2019.

AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES. **Especificação de Serviços – Pavimentação – Pintura de ligação**, 2019.

AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES. **Especificação de Serviços – Pavimentação – Regularização do subleito**, 2019.

AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES. **Especificação de Serviços – Pavimentação – Sub-base e base estabilizada granulometricamente com ou sem mistura**, 2019.

AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES. **Especificação de Serviços – Pavimentação – Pintura de ligação**, 2019.

BAPTISTA, CYRO NOGUEIRA. **Pavimentação. 2 ed.** Porto Alegre. Editora Globo, 1976, v.III.

BALBO, JOSÉ TADEU. **Pavimentação Asfáltica: Materiais, projeto e restauração.** São Paulo, Oficina de Textos, 2007.

BERNUCCI, LIEDI B.; MOTTA, LAURA M. G.; CERATTI, JORGE A. P.; SOARES, JORGE B. **Pavimentação Asfáltica – formação básica para engenheiros. 3ª Edição.** Rio de Janeiro, Imprinta, 2010.

BOYACK, KEVIN W.; KLAVANS, RICHARD. **Co-Citation Analysis, Bibliographic Coupling, and Direct Citation: Which Citation Approach Represents the Research Front Most Accurately?** Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2010.

CARVALHO, D.M.; VIZZONI, R. **Histórico do pavimento de concreto no Brasil. Rodovias e Vias, Seção Vias Concretas.** Associação Brasileira de Cimento Portland, p.85- 88, 2011.

CARVALHO, M. D. "Pavimento de Concreto: reduzindo o custo social", Associação Brasileira de Cimento Portland, 2019.

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

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DO PARANÁ. **Pavimentação: pavimento rígido.** Curitiba, Paraná, 2005.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURAS E TRANSPORTE. **Manual de pavimentação.** 3 ed – Rio de Janeiro 2006

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURAS E TRANSPORTE. **Manual de pavimentos rígidos, 2ª edição,** Rio de Janeiro, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURAS E TRANSPORTE. **Pavimentação - Misturas asfálticas – Análise granulométrica de agregados graúdos e miúdos e misturas de agregados por peneiramento – Método de ensaio,** 2019.

FIGUEIREDO, A. D. **Concreto com fibras de aço. Boletim Técnico (BT/PCC/260).** São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia de Construção Civil, 2000.

AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES. **Especificação de Serviços – Pavimentação – Regularização do subleito,** 2019.

AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES. **Especificação de Serviços – Pavimentação – Sub-base e base estabilizada granulometricamente com ou sem mistura,** 2019.

AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES. **Especificação de Serviços – Pavimentação – Pintura de ligação,** 2019.

HOSSEINI, M.R., PAPADONIKOLAKI, E., PALLIYAGURU, R., ARASHPOUR, M. **Collaboration in BIM-based construction networks, A bibliometricqualitative literature review. Int. J. Proj. Manag,** 2017.

HOSSEINI, M. R. et al. **Critical evaluation of off-site construction research: A Scientometric analysis. Automation in Construction**, v. 87, n. October 2017, p. 235–247, 2018.

ITAMBÉ. **Apostila de ensaio de concretos e agregados**. 3. ed. – Curitiba PR, 2011. 199

JÚNIOR, E. P. **Manual de obras rodoviárias e pavimentação urbana: execução e fiscalização**. São Paulo: PINI, 2014.

LIMA, D. A. S. **Pavimento flexíveis para tráfego leve**. Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2003.

MATIAS, RUBENS FEITOSA. **Revisão bibliográfica sobre pavimento rígido e pavimento flexível considerando dimensionamento e custos**. – 2022.

MONGEON, P.; PAUL-HUS, A. **The journal coverage of Web of Science and Scopus: a comparative analysis. Scientometrics**, v. 106, n. 1, p. 213–228, 2016.

MOSCATELLI, I. **Fibras de aço em concreto de cimento Portland aplicados a pavimento**. Dissertação. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 133p., 30 de agosto de 2011.

OLIVEIRA, L.P. **Projeto estrutural de pavimentos rodoviários e de pisos industriais**. Dissertação. Universidade de São Carlos, São Carlos, 246p., 2000.

PARK, J. Y.; NAGY, Z. **Comprehensive analysis of the relationship between thermal Comfort and Building control research – A data-driven literature review. Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 82, n. October 2017, p. 2664-2679, 2018.

REIS, N., F., S. **Análise estrutural de pavimentos rodoviários: aplicação a um pavimento reforçado com malha de aço**. Dissertação. Universidade Técnica de Lisboa, 119 p., novembro, 2009.

RODRIGUES, P. P. F. **Manual de pisos industriais: fibras de aço e protendidos**. São Paulo: Editora PINI, 148 p., 2010.

SENÇO, Wlastermiller de. **Manual de Técnicas de Pavimentação**. 1 ed. São Paulo: Editora Pini, 2001, v. II.

SILVA FILHO, Augusto Lins e. **Estudo Comparativo de Viabilidade Técnica e Econômica entre Pavimentos Rígido e Flexível Aplicados a Rodovia BR- 408/PE**, 2011.

SILVA, OZIEL GOMES DA. **Acompanhamento de recuperação de pavimento urbano de concreto e análise dos materiais empregados** – 2009.

SCHVAICKARDT, CHARLES MIGUEL; MATTOS, JOÃO RODRIGO GUERREIRO. **Proposta de traço para bloco de concreto de pavimento intertravado**. -2018.

YIN, X. et al. **Building information modelling for off-site construction: Review and future directions**. *Automation in Construction*, v. 101, n. October 2018, p. 72–91, 2019.