

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
***CAMPUS* PATOS**
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Douglas Cristiano Franco Gonçalves Gouveia

**ANÁLISE DA VIABILIDADE DO PAVIMENTO RÍGIDO EM ÁREAS URBANAS:
UM ESTUDO APLICADO EM PATOS/PB**

PATOS - PB
2025

Douglas Cristiano Franco Gonçalves Gouveia

**ANÁLISE DA VIABILIDADE DO PAVIMENTO RÍGIDO EM ÁREAS URBANAS:
UM ESTUDO APLICADO EM PATOS/PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – *Campus* Patos, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador (a): Profa. Esp. Larissa Layerr
Oliveira de Medeiros e Lima

**PATOS - PB
2025**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CAMPUS PATOS/IFPB

G719a Gouveia, Douglas Cristiano Franco Gonçalves.
Análise Da Viabilidade Do Pavimento Rígido Em Áreas Urbanas: Um Estudo Aplicado Em Patos/PB / Douglas Cristiano Franco Gonçalves Gouveia. - Patos, 2025.
126 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior em Engenharia Civil)-Instituto Federal da Paraíba, Campus Patos-PB, 2025.

Orientador(a): Profa. Esp. Larissa Layerr Oliveira de Medeiros e Lima.

1. Pavimentos de asfalto - Infraestrutura urbana-Patos(PB) 2. Pavimento flexível 3. Pavimentação urbana - Aspectos econômicos e ambientais I. Título II. Lima, Larissa Layerr Oliveira de Medeiros e III. Instituto Federal da Paraíba.

CDU – 625.85

Ficha catalográfica elaborada por Lucikelly Oliveira CRB 15/574

Douglas Cristiano Franco Gonçalves Gouveia

**ANÁLISE DA VIABILIDADE DO PAVIMENTO RÍGIDO EM ÁREAS URBANAS:
UM ESTUDO APLICADO EM PATOS/PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – *Campus* Patos, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Civil.

APROVADO EM: 18/08/2025

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente



LARISSA LAYERR OLIVEIRA DE MEDEIROS E LIMA

Data: 27/08/2025 09:45:56-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Larissa Layerr Oliveira de Medeiros e Lima - Orientadora
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba

Documento assinado digitalmente



VALTESON DA SILVA SANTOS

Data: 28/08/2025 12:22:47-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Valteson da Silva Santos – Examinador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba

Documento assinado digitalmente



DENNIS OLIVEIRA GALDINO

Data: 28/08/2025 14:20:11-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dennis Oliveira Galdino – Examinador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba

Dedico ao meu filho Olavo, que veio para iluminar os meus dias e me ensinar, com doçura, o verdadeiro valor da paciência. À minha esposa, Millena Perônico, por acreditar incansavelmente no meu potencial e caminhar ao meu lado com amor e coragem. E aos meus pais, Cristiano Agnus e Dusimaia Franco, pelo apoio incondicional e por todo o amor que sempre me dedicaram.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, pelo dom da vida e pela sabedoria concedida nos momentos de adversidade ao longo dessa incrível caminhada.

Aos meus pais, Cristiano e Dusimaia, e à minha esposa, Millena, pela parceria incondicional, carinho e apoio. Nos momentos em que me faltaram alicerces, foram vocês que estiveram ao meu lado, sustentando-me com amor e fé.

Aos meus colegas de turma, com quem compartilhei momentos únicos de aprendizado, desafios e conquistas. Que cada um trilhe um caminho de muito sucesso e realizações na carreira profissional.

À minha orientadora, Larissa Layerr, pela paciência, dedicação e valiosa orientação durante todo o desenvolvimento deste trabalho.

Por fim, ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, pela oportunidade oferecida àqueles cujos antepassados não puderam desfrutar dos mesmos caminhos. Que essa conquista represente um avanço não apenas pessoal, mas também coletivo.

RESUMO

Este trabalho aborda a pavimentação urbana como elemento essencial da infraestrutura viária, com foco nas limitações do pavimento flexível em regiões de clima quente. O objetivo é avaliar a viabilidade técnica, econômica e ambiental da substituição do pavimento flexível por pavimento rígido em um trecho urbano da cidade de Patos/PB. Para isso, foi realizado um estudo de caso com levantamento visual contínuo, contagem classificatória de tráfego, dimensionamento dos dois tipos de pavimento e análise comparativa de custos com base na tabela SICRO3. Os resultados indicaram que o pavimento existente apresenta condição estrutural comprometida, classificando-se como “ruim” a “péssimo”, além de contribuir negativamente para o conforto térmico urbano. A solução de pavimento rígido, por sua vez, mostrou maior durabilidade, menor necessidade de manutenção e melhor desempenho térmico, mesmo com investimento inicial superior. Conclui-se que, para o trecho analisado, o pavimento rígido representa uma solução mais eficiente, sustentável e tecnicamente adequada.

Palavras-chave: Pavimentação urbana; Patos-PB; Custo-benefício; Ilhas de calor; Infraestrutura urbana.

ABSTRACT

This work addresses urban pavement as a key component of road infrastructure, focusing on the limitations of flexible pavement in hot climate regions. The objective is to evaluate the technical, economic, and environmental feasibility of replacing flexible pavement with rigid pavement in an urban section of the city of Patos, Paraíba. A case study was carried out, including continuous visual inspection, classified traffic counting, pavement design for both solutions, and a cost comparison based on the SICRO3 table. The results showed that the current flexible pavement is in compromised condition, rated between “poor” and “very poor,” and contributes negatively to urban thermal comfort. Rigid pavement, on the other hand, presented greater durability, lower maintenance demand, and better thermal performance, despite higher initial investment. It is concluded that, for the analyzed section, rigid pavement is a more efficient, sustainable, and technically suitable solution.

Keywords: Urban paving; Patos-PB; Cost-benefit; Heat islands; Urban infrastructure.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1 - Custos de implantação	22
Gráfico 2 - V1 X HORA	61
Gráfico 3 - Custos ao longo da vida útil	71

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ponto de referência	15
Figura 2 – Mapa de localização	15
Figura 3 – Comportamento de cargas	19
Figura 4 – Estruturação do pavimento flexível	20
Figura 5 – Estrutura do pavimento semirrígido	21
Figura 6 – Estruturação do pavimento rígido	21
Figura 7 – Comparação de temperatura em superfícies	23
Figura 8 – Fluxograma de trabalho	30
Figura 9 – R. Felipe Camarão (2011)	31
Figura 10 – R. Felipe Camarão (2011)	31
Figura 11 – R. Felipe Camarão (2011)	32
Figura 12 – R. Felipe Camarão (2011)	32
Figura 13 – Trecho de estudo	33
Figura 14 – Segunda-feira entre 07:00 e 09:00 horas	39
Figura 15 – Terça-feira entre 10:00 e 12:00 horas	40
Figura 16 – Segunda-feira entre 14:00 e 15:00 horas	40
Figura 17 – Terça-feira entre 14:00 e 15:00 horas	41
Figura 18 – Segunda-feira entre 17:00 e 19:00 horas	41
Figura 19 – Terça-feira entre 17:00 e 19:00 horas	42
Figura 20 – Definição dos postos de contagem	43
Figura 21 – Posto de cobertura definido	43
Figura 22 – Ficha de preenchimento	44
Figura 23 – Dias de contagem	44
Figura 24 – Exemplo de identificação de eixos	46

Figura 25 – Fator de equivalência de eixos	46
Figura 26 – Matéria do Patos Online	50
Figura 27 – Fator climático	51
Figura 28 – Fluxograma de apresentação dos resultados	56
Figura 29 – Vgeo PNCT	60
Figura 30 – Modelagem no PNCT	60
Figura 31 – Camadas dimensionadas	66
Figura 32 – Seção transversal do pavimento flexível	66
Figura 33 – Estrutura do pavimento em concreto	68
Figura 34 – Seção transversal do pavimento rígido	68
Figura 35 – Tratamento de juntas	69
Figura 36 – Largura e comprimento recomendados para placas	70

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1 – Levantamento visual contínuo	57
Tabela 2 – Contagem dia 07/04/2025	58
Tabela 3 – Contagem dia 08/04/2025	59
Tabela 4 – Tratamento de dados	60
Tabela 5 – VMD e Vt	62
Tabela 6 – Fatores de equivalência de eixos	63
Tabela 7 – Número N	63
Tabela 8 – Camadas de solo	64
Tabela 9 – Resolução de inequações	65
Tabela 10 – Premissas para o pavimento rígido	67
Tabela 11 – Análise de consumo por fadiga e erosão	67
Tabela 12 – Custo de implantação dos pavimentos	70
Tabela 13 – Custo de reabilitação por 10 pavimento flexível	71
Quadro 1 – Manifestações patológicas em pavimentos flexíveis	24
Quadro 2 – Manifestações patológicas em pavimentos rígidos	26
Quadro 3 – Descrição do trecho	33
Quadro 4 – Classificação de qualidade dos pavimentos	35

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
CAUQ	Concreto Asfáltico Usinado a Quente
CBR	California Bearing Ratio
DER-PB	Departamento de Estradas de Rodagem da Paraíba
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
ESRS	Eixo Simples com Rodas Simples
ESRD	Eixo Simples com Rodas Duplas
ETD	Eixo Tandem Duplo
ETT	Eixo Tandem Triplo
FV	Fator de Veículo
ICPF	Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis
IGGE	Índice de Gravidade Global Expedito
IES	Índice do Estado da Superfície
IFPB	Instituto Federal da Paraíba
IP	Índice de Plasticidade
LL	Limite de Liquidez
N	Número de repetições equivalentes de eixo-padrão
PCA	Portland Cement Association
PNCT	Plano Nacional de Contagem de Tráfego
SICRO	Sistema de Custos Rodoviários
STTRANS	Superintendência de Trânsito e Transportes de Patos
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UFPB	Universidade Federal da Paraíba

VMD	Volume Médio Diário
Vt	Volume total de tráfego
Vgeo	Plataforma de dados geoespaciais do DNIT

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Objetivos	17
1.1.1 Geral	17
1.1.2 Específicos	17
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1 Pavimentação	18
2.1.1 Pavimento Flexível	20
2.1.2 Pavimento Semirrígido	20
2.1.3 Pavimento Rígido	21
2.2 Custos de Implantação e Manutenção	22
2.3 Ilhas de Calor e Pavimentação	23
2.4 Manifestações patológicas em Pavimentos.....	24
3 MÉTODOS	29
3.1 Caracterização e Delimitação do Trecho	30
3.2 Levantamento Visual Contínuo	34
3.2.1 Procedimento	35
3.3 Estudo de Tráfego	37
3.3.1 Amostragem e Período de Contagem	38
3.3.2 Contagem	42
3.4 Elaboração de Projetos	47
3.4.1 Dados Geotécnicos	47
3.4.2 Parâmetros para Dimensionamento	48
3.4.2.1 Fator de Veículo	48
3.4.2.2 Estimativa de Parâmetros de Tráfego	48
3.4.3 Dimensionamento Pavimento Flexível	51
3.4.4 Dimensionamento Pavimento Rígido	52

3.4.5 Geometria	54
3.5 Orçamento	54
3.5.1 Sistema de Referência de Custos	55
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
4.1 Levantamento Visual Contínuo	57
4.2 Tráfego	58
4.2.1 Contagem	58
4.2.2 Estimativa de Volume de Tráfego	59
4.2.3 Fator Veículo e Número N	62
4.2.4 Elaboração de projetos	64
4.3.1 Geotecnia	64
4.3.2 Dimensionamento de pavimento flexível	64
4.3.3 Dimensionamento de pavimento rígido	67
4.3.3.1 Juntas	69
4.4 Orçamentos e comparativos	70
5 CONCLUSÃO/CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
6 LIMITAÇÕES DE ESTUDO E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	74
REFERÊNCIAS	75
APÊNDICE A – Aplicação de regressão linear e porcentagem de veículos	78
APÊNDICE B – Utilização de ábacos para determinação de camadas.....	79
APÊNDICE C – Planilha e ábacos para dimensionamento de pavimento rígido	80
APÊNDICE D – Dados obtidos no Civil 3D	82
APÊNDICE E – Orçamentos e memoriais	83
APÊNDICE F – Projeto básico de implantação	86
ANEXO A – Tabelas para avaliação visual dos pavimentos.....	88
ANEXO B – Tabelas e ábacos para dimensionamento de pavimento flexível	90
ANEXO C – Tabelas para dimensionamento do pavimento rígido	91
ANEXO D – Composições SICRO	95

1 INTRODUÇÃO

A pavimentação permanece como um fator decisivo da infraestrutura urbana: em 2022, 88,5 % da população urbana tinha acesso a vias pavimentadas, mas ainda havia cerca de 19,5 milhões de brasileiros vivendo em locais sem essa estrutura básica (IBGE, 2025). No entanto, apesar dos avanços tecnológicos e investimentos significativos, a qualidade dos pavimentos frequentemente deixa a desejar. Além das falhas funcionais e estruturais observadas ao longo do tempo, surgem também preocupações relacionadas aos impactos ambientais associados aos materiais e técnicas utilizados, sobretudo em áreas urbanas densamente ocupadas.

Nesse sentido, essa discussão torna-se relevante para a situação de Patos onde as temperaturas são elevadas sendo necessárias propostas de pavimentos alternativos. Além disso, a problemática em relação as questões estruturais também são recorrentes surgindo então a necessidade de investigação de substituição do pavimento existente para alternativas vantajosas nos quesitos de desempenho estrutural, conforto térmico e ambiental. De acordo com Maitelli (1994), a intensidade das ilhas de calor¹ está relacionada ao aumento da população, ao crescimento das construções e à retirada da vegetação, fatores presentes nas áreas urbanas em expansão. A composição homogênea do terreno e a alta capacidade de retenção de calor dos pavimentos contribuem para o aumento da temperatura local, como explica Callejas (2015). Paralelamente às questões ambientais, as falhas técnicas observadas nos pavimentos asfálticos urbanos são igualmente preocupantes. Essas falhas, conhecidas como manifestações patológicas, podem ser identificadas por meio de inspeções visuais e análises técnicas detalhadas.

Este estudo propõe uma análise situacional da pavimentação na cidade de Patos, no estado da Paraíba, com foco em um trecho urbano de grande relevância. O trecho selecionado é a Rua Felipe Camarão (7°02'14.2"S 37°16'38.0"W), um ponto essencial para a mobilidade local, servindo como importante via de ligação entre os bairros (Alto da Tubiba, Santa Cecília, Jatobá, Monte Castelo) e o centro de Patos.

A via apresenta o pavimento com diversas manifestações patológicas, como buracos, corrugações, trincas e afundamentos. Essas falhas impactam diretamente o conforto da via,

¹ "Ilha de calor é um fenômeno urbano caracterizado pelo aumento de temperatura em áreas densamente urbanizadas em comparação com as áreas rurais circundantes." Oke, T. R. (1982).

gerando reduções bruscas de velocidade, aumento no tempo de deslocamento e criação de riscos para a segurança no trânsito, tanto para motoristas quanto para pedestres e ciclistas. Além disso, as deformidades na via também resultam na depreciação dos veículos e na necessidade de manutenção.

O trecho foi escolhido devido à sua relevância no fluxo de veículos, ao impacto das patologias da pavimentação na mobilidade e à viabilidade de alternativas considerando durabilidade, manutenção e aspectos ambientais. As figuras 1 e 2 representam o ponto de estudo.

Figura 1 – Trecho em estudo



Fonte: Autoria própria (2025).

Figura 2 – Mapa de localização de trecho em estudo



Fonte: Autoria própria (2025).

Uma alternativa considerada neste estudo é o pavimento rígido, composto por placas de concreto. Segundo o manual de pavimento rígidos do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2005), tais pavimentos apresentam menores gastos de manutenção devido à menor extensão de juntas e maior durabilidade, não estando sujeitos ao problema da fadiga, o que corrobora em favor da alternativa já que a diminuição de reparos e durabilidade se caracterizam como questões positivas em relação a infraestrutura urbana.

Espera-se que os resultados obtidos ao longo deste estudo, fundamentados na análise visual do pavimento atualmente existente, no dimensionamento técnico conforme as diretrizes dos manuais do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) e na estimativa de custos elaborada a partir do Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO), contribuam significativamente para o processo de tomada de decisão por parte dos gestores e profissionais envolvidos. Ao reunir aspectos técnicos, econômicos e ambientais, este trabalho busca indicar soluções de pavimentação que se mostrem não apenas viáveis do ponto de vista financeiro, mas também sustentáveis e adequadas às características específicas do município de Patos. Dessa forma, a pesquisa pretende servir como base para escolhas mais conscientes e eficazes quanto à implantação e manutenção de pavimentos urbanos, promovendo a melhoria da infraestrutura viária local e o bem-estar da população.

Para atender aos objetivos propostos, este trabalho está estruturado em cinco capítulos:

- Capítulo 1 – Introdução apresenta o tema, a problemática e os objetivos da pesquisa.
- Capítulo 2 – Fundamentação Teórica contempla a revisão bibliográfica sobre os tipos de pavimento, custos de implantação e manutenção, o fenômeno das ilhas de calor e as principais manifestações patológicas que acometem os pavimentos.
- Capítulo 3 – Métodos descreve a caracterização do estudo, os procedimentos de coleta de dados e a elaboração dos projetos de pavimentação.
- Capítulo 4 – Resultados e Discussão, são apresentados e analisados os dados obtidos, incluindo o levantamento visual do pavimento e a comparação de custos. Por fim, o Capítulo 5 – Conclusão reúne as considerações finais e apresenta as respostas aos objetivos propostos. O trabalho é complementado por Referências, Apêndices e Anexos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Geral

Avaliar a viabilidade técnica, econômica e ambiental da substituição do pavimento flexível por pavimento rígido em um trecho urbano da cidade de Patos/PB, propondo uma solução que atenda às demandas de tráfego local com maior durabilidade e menor necessidade de manutenção.

1.1.2 Específicos

- Identificar e analisar as manifestações patológicas recorrentes no pavimento flexível do trecho urbano selecionado em Patos/PB;
- Avaliar o desempenho técnico e a vida útil dos pavimentos flexível e rígido em cenários semelhantes de tráfego urbano;
- Investigar os efeitos térmicos de ambos os tipos de pavimento na formação de ilhas de calor urbanas;
- Realizar uma análise comparativa de custo-benefício entre os dois tipos de pavimento;
- Propor um modelo de pavimento rígido adequado às condições de solo e tráfego da via analisada.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta os fundamentos que embasam a análise comparativa entre os pavimentos rígido e flexível, considerando desempenho técnico, impacto ambiental, custos de implantação e vida útil em trechos urbanos do semiárido brasileiro.

Primeiramente, são expostos os conceitos sobre os tipos de pavimento, com foco nas características estruturais e comportamentais de cada sistema. Em seguida, aborda-se o fenômeno das ilhas de calor urbanas e a influência dos materiais de pavimentação no microclima. As manifestações patológicas dos pavimentos são discutidas como indicadores de durabilidade e desempenho.

Por fim, analisam-se os custos de implantação, tomando como referência o sistema SICRO, e os impactos ambientais, fundamentais para o planejamento de obras viárias mais sustentáveis. Essa base teórica dará suporte às análises realizadas nos capítulos seguintes, voltadas à realidade urbana de Patos-PB.

2.1 Pavimentação

O pavimento rodoviário pode ser definido como uma estrutura de múltiplas camadas de espessuras finitas, construída sobre a superfície final de terraplenagem, destinada a resistir aos esforços do tráfego e do clima, e a propiciar aos usuários melhoria nas condições de rolamento, conforto, economia e segurança (Bernucci *et al.*, 2006).

Os tipos de pavimento são classificados de acordo com os materiais utilizados e suas características estruturais. Os mais comuns são o pavimento flexível e o pavimento rígido, sendo esses amplamente utilizados em áreas urbanas. Ambos apresentam vantagens e desvantagens, sendo escolhidos conforme o tipo de uso da via, a intensidade do tráfego e os custos envolvidos. Vale salientar também a existência do pavimento semirrígido.

As camadas do pavimento, de acordo com o glossário de termos técnicos rodoviários do DNER (1997) são definidas como:

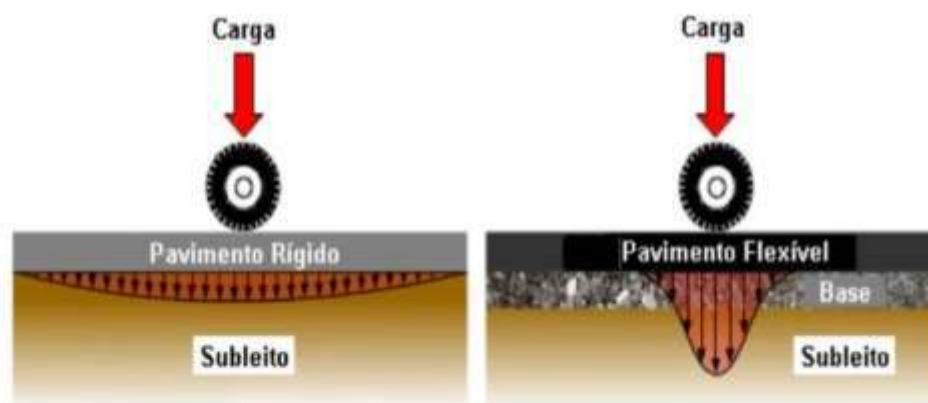
- Base: camada destinada a resistir aos esforços verticais oriundos dos veículos distribuindo-os ao subleito, e sobre a qual se constrói o revestimento ou camada de rolamento;

- Sub-base: camada imediatamente anterior e complementar à base, com as mesmas funções desta, e executada quando, por razões de ordem econômica, for conveniente reduzir a espessura de base;
- Subleito: maciço teoricamente que serve de fundação e recebe todas as camadas do pavimento;
- Reforço de subleito: camada do pavimento executada após ao subleito com o intuito de reduzir espessura da sub-base, por motivos técnicos ou econômicos;
- Revestimento: camada com maior impermeabilidade, que recebe diretamente a ação dos veículos e destinada a melhorar as condições do rolamento, considerando fatores como conforto e segurança, e a suportar aos esforços horizontais que nela atuam, tornando mais duradoura a superfície de rolamento.

A partir dos tipos de pavimentos identificados e mais utilizados em vias urbanas pode-se avaliar o comparativo entre as estruturas sendo objeto de estudo desta pesquisa apenas os pavimentos flexíveis e rígidos.

Segundo Petzold, Bernardi, Matteoni (2021) e conforme demonstra a figura 2, os esforços solicitantes que ambos os pavimentos recebem, tanto diariamente, quanto ao longo da sua vida útil, são distribuídos entre as camadas no pavimento flexível, e no pavimento rígido os esforços são absorvidos em sua maior parte pela placa de concreto.

Figura 3 – Comportamento de cargas



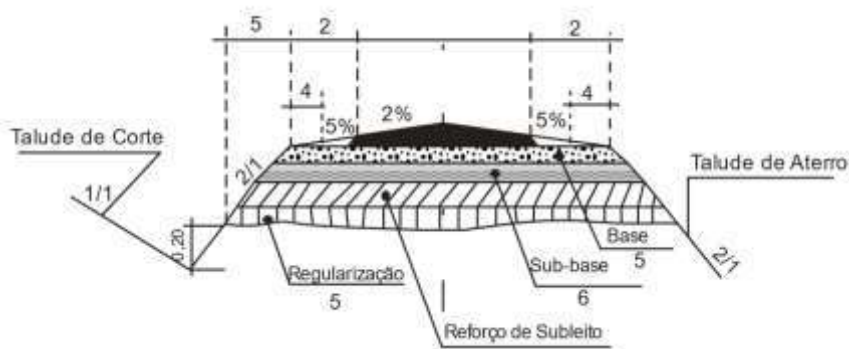
Fonte: Silva e Oliveira (2021).

2.1.1 Pavimento flexível

Conceituado como estrutura de camadas onde todas sofrem deformações elásticas a partir da exigência de um carregamento, portanto todas as camadas recebem parcelas equivalente de acordo com Manual de Pavimentação do DNIT (2006).

O pavimento flexível é composto por uma estrutura estratificada, com uma camada de rolamento formada por material betuminoso e uma base composta por uma ou mais camadas de materiais granulados. A estrutura é projetada para distribuir as cargas de forma eficiente, garantindo durabilidade e resistência. Nesse tipo de pavimento, a camada de rolamento é capaz de se adaptar às deformações da camada base (Bernucci et al., 2006). Na figura 4, está representada a estrutura de um pavimento flexível.

Figura 4: Estruturação do pavimento flexível



Fonte: DNIT (2006).

2.1.2 Pavimento semirrígido

O pavimento semirrígido é uma estrutura mista que combina características de pavimentos rígidos e flexíveis. Ele é composto por uma camada de rolamento asfáltica, geralmente composta por concreto asfáltico usinado a quente (CAUQ), que é aplicada sobre uma base de material estabilizado com cimento como cita o Manual de Pavimentação (IPR, 2006). Essa combinação proporciona resistência e rigidez, ao mesmo tempo que mantém certa flexibilidade para acomodar os movimentos e deformações do solo. Na figura 5, é demonstrada a disposição de camadas na estrutura de um pavimento semirrígido.

Figura 5 – Estrutura do pavimento semirrígido



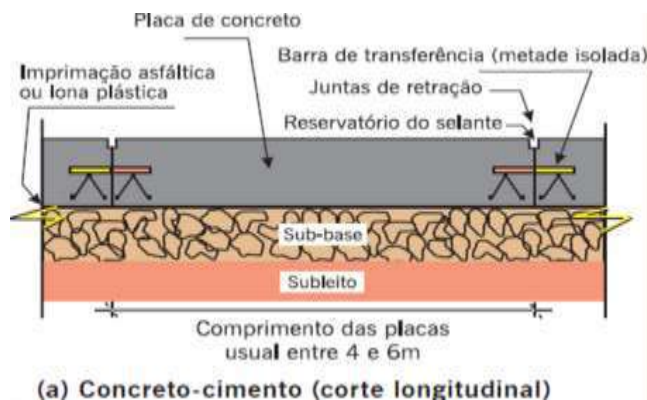
Fonte: Bernucci *et al.*, 2010.

2.1.3 Pavimento rígido

Os pavimentos rígidos, geralmente confeccionados em concreto, apresentam a característica de distribuir as cargas de forma uniforme, com a maior parte dessas tensões sendo absorvida pela placa de concreto, que é composta por barras de ligação e apoios treliçados. O concreto utilizado pode ser simples ou reforçado com a adição de fibras, dependendo das necessidades do projeto.

Segundo o Manual de Pavimentação do DNIT (2006), os pavimentos rígidos são aqueles em que o revestimento tem uma elevada rigidez em relação às camadas inferiores e, portanto, absorvem praticamente todas as tensões provenientes do carregamento aplicado. Na figura 6 observa-se a estrutura do pavimento rígido em placas de concreto podendo ou não serem utilizados com barras de transferências e espaçadores.

Figura 6: Estruturação do pavimento rígido



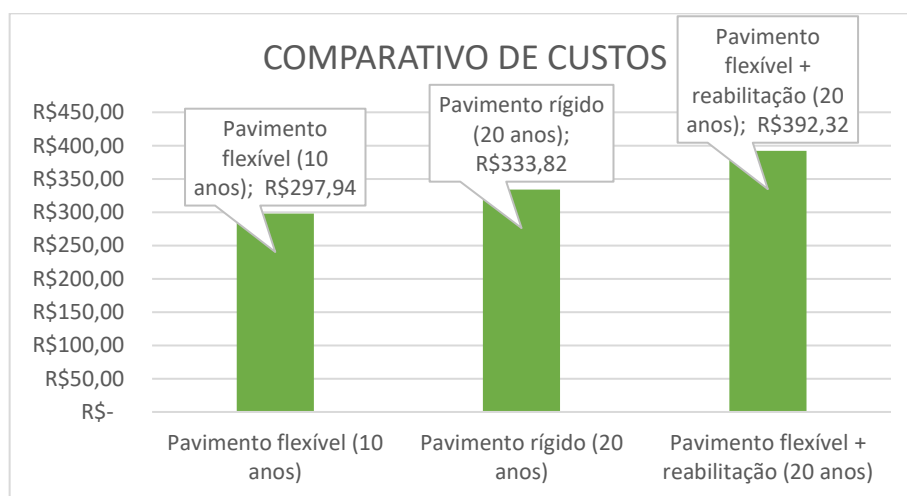
Fonte: Bernucci *et al.*, 2022.

2.2 Custos de implantação e manutenção dos tipos de pavimento em estudo

Os custos de implantação dos pavimentos rígidos e flexíveis variam significativamente devido às diferenças nos materiais empregados, processos de construção, demandas específicas de cada tipo de pavimento e o tipo de tráfego atendido.

De acordo com o estudo de Oliveira, Fernandes e Pacheco (2024, p. 70) em pesquisa intitulada de “Análise comparativa de custos entre pavimentos rígidos e flexíveis”, a implantação de pavimento rígido é mais viável do que o pavimento flexível quando se trata de tráfegos elevados. Em termos de custo direto de implantação, o pavimento flexível apresenta uma economia de 12% (aproximadamente R\$ 36,00/m²) em relação ao pavimento rígido. No entanto, esse valor é moderado, considerando que o pavimento flexível possui metade da vida útil do pavimento rígido de concreto Portland, conforme dados apresentados. No cenário onde foi considerado os custos com manutenção e reabilitação do pavimento flexível, o pavimento rígido apresenta uma economia de 17,5% (aproximadamente R\$ 58,50/m²) como mostra o gráfico 1.

Gráfico 1 – Custos de implantação



Fonte: Adaptado de Oliveira et al. (2024).

Considerando o estudo apresentado e os dados observados no gráfico acima, conclui-se que o pavimento de concreto apresenta um custo de implantação inferior ao do pavimento asfáltico ao longo de sua vida útil. Para que o pavimento flexível alcance a mesma durabilidade do pavimento de concreto, seriam necessárias manutenções que, no final, aumentariam seus custos significativamente, tornando o projeto em asfalto mais oneroso do que o de concreto.

2.3 Ilhas de calor e pavimentação

A pavimentação urbana é reconhecida como um dos principais fatores que contribuem para a intensificação do fenômeno de aumento da temperatura em áreas densamente urbanizadas em comparação com as áreas rurais circundantes, conhecido como “ilhas de calor”. Segundo Anandakumar (1999), os pavimentos aquecem com a incidência de radiação solar, armazenam energia térmica e liberam calor para o ambiente ao seu redor, principalmente no período noturno, através de fluxo de calor sensível e radiação infravermelha. No entanto, ao se analisar a influência dos materiais utilizados na pavimentação, verifica-se que diferentes tipologias impactam de maneira distinta a temperatura do ambiente.

Conforme demonstrado no estudo "Vantagens do Pavimento de Concreto", Maschio (2022), publicado pela Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), o pavimento de concreto apresenta um desempenho mais favorável em relação à redução do aquecimento superficial, quando comparado ao pavimento asfáltico. Segundo o mesmo, a influência benéfica do concreto é relatada no artigo “*Concrete roads help cities reduce the heat*”, publicado pelo “*The Salt Lake Tribune*”, dos EUA, em que mostra uma redução de até 14°C na temperatura medida na superfície do pavimento de concreto, em relação àquelas medidas na superfície de pavimentos de cor mais escura, valor similar aos já obtidos no Brasil. A figura 7 permite verificar a diferença de temperatura aferida para os diferentes tipos de materiais utilizados na pavimentação.

Figura 7 – Comparação de temperatura em superfícies



Fonte: Maschio (2022).

2.4 Manifestações patológicas em pavimentos

Segundo Silva e Oliveira (2021), as manifestações patológicas provenientes dos pavimentos, são classificadas como: defeitos de superfícies; degradações superficiais; deformações. Podem se caracterizar também por: imperfeições funcionais, que é quando o pavimento desempenha seu papel de serventia ao usuário; imperfeições estruturais, que são as provenientes dos danos que surgem na superfície do pavimento, quando submetidas à determinadas cargas.

Os defeitos no pavimento aceleram o desgaste do revestimento e das camadas inferiores, comprometendo a qualidade da rodovia, reduzindo o conforto e a segurança dos usuários, além de gerar custos adicionais e danos aos veículos. A identificação das manifestações patológicas é fundamental para o presente estudo, pois evidencia falhas nos processos de projeto, execução ou manutenção da via. Além disso, esses problemas podem diminuir a vida útil do pavimento, comprometer a segurança dos usuários e elevar os custos de reparo e de operação dos veículos. Dessa forma, o diagnóstico precoce das manifestações patológicas permite a adoção de medidas corretivas eficientes, promovendo maior durabilidade e melhor desempenho da infraestrutura rodoviária. A seguir nos quadros 1 e 2 são representados os tipos de manifestações patológicas em pavimentos flexíveis e rígidos retirados da norma 005/2003 e 061/2004 – TER do DNIT que embasam este estudo.

Quadro 1 – Manifestações patológicas em pavimentos flexíveis

Tipo	Descrição	Imagem
Trinca transversal	Trinca isolada ortogonal ao eixo da via. Curta: até 100 cm. Longa: acima de 100 cm.	
Trinca longitudinal	Trinca isolada paralela ao eixo da via. Curta: até 100 cm. Longa: acima de 100 cm.	

Trinca tipo couro de jacaré	Conjunto de trincas interligadas sem direção preferencial, com ou sem erosão nas bordas.	
Trinca tipo bloco	Trincas interligadas formando blocos definidos, podendo apresentar erosão.	
Afundamento plástico	Afundamento com solevamento, causado por fluência plástica. Local: até 6 m. Trilho de roda: acima de 6 m.	
Afundamento de consolidação	Afundamento sem solevamento, causado por consolidação diferencial. Local: até 6 m. Trilho de roda: acima de 6 m.	
Ondulação ou corrugação	Deformação caracterizada por ondulações ou corrugações transversais.	
Escorregamento	Deslocamento do revestimento com fendas em forma de meia-lua.	

Exsudação	Excesso de ligante betuminoso na superfície, com brilho visível.	
Desgaste	Arrancamento progressivo do agregado, deixando a superfície áspera.	
Panela ou buraco	Cavidade no revestimento, podendo atingir camadas inferiores do pavimento.	

Fonte: DNIT (2004), adaptado pelo autor.

Quadro 2 – Manifestações patológicas em pavimentos rígidos

Tipo	Descrição	Imagem
Alçamento de placas	Desnívelamento das placas nas juntas ou fissuras transversais.	
Fissura de canto	Fissura que intercepta as juntas a $\leq \frac{1}{2}$ do comprimento das bordas, partindo do canto. Atinge toda a espessura da placa.	

Placa dividida	Placa com fissuras que a dividem em quatro ou mais partes.	
Falha na selagem das juntas	Ausência ou deterioração do material de selagem das juntas, permitindo infiltração de água e partículas sólidas.	
Fissuras lineares	Fissuras que atravessam toda a espessura da placa, dividindo-a em duas ou três partes.	
Fissuras superficiais (rendilhado) e escamação	Fissuras capilares superficiais, com profundidade de 6 a 13 mm e padrão em rede (ângulo $\approx 120^\circ$). Pode evoluir para escamação do concreto.	
Quebra de canto	Quebras em forma de cunha próximas aos cantos das placas, geralmente com ≤ 60 cm a partir do canto.	

Placa bailarina	Placa com movimento vertical sob tráfego, visível especialmente nas juntas, indicando perda de apoio.	
Buracos	Reentrâncias côncavas com perda localizada de concreto, com bordas e profundidade bem definidas.	

Fonte: DNIT (2004), adaptado pelo autor.

Como visto nos quadros 1 e 2 acima, as manifestações patológicas em pavimentos se apresentam de diferentes maneiras e trazem uma indicação clara do que deverá ser investigado em uma inspeção de qualidade do pavimento.

3 MÉTODOS

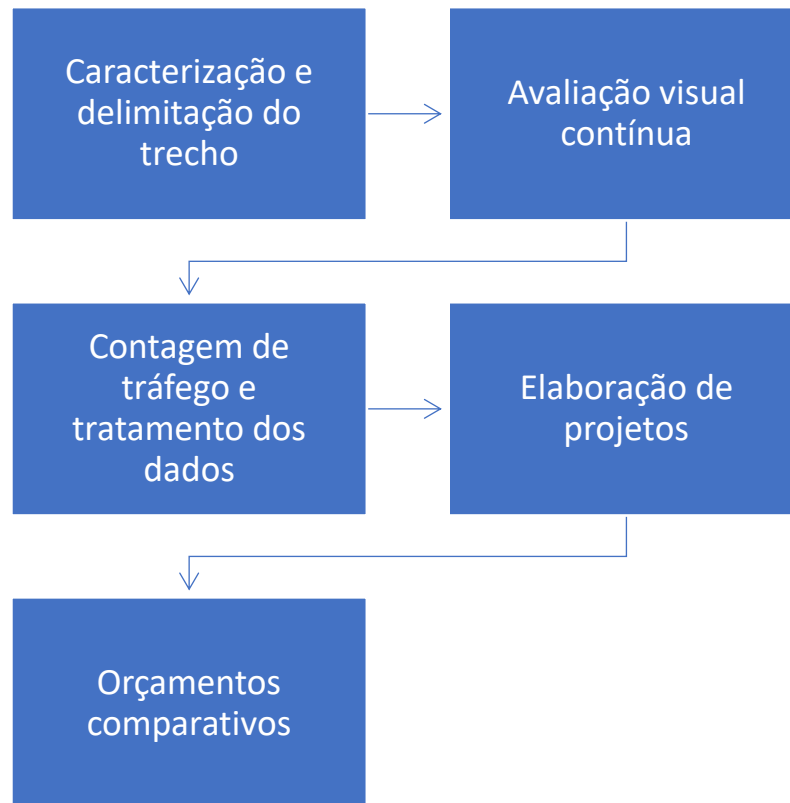
Este trabalho caracteriza-se como um estudo de caso comparativo com abordagem quantitativa, conduzido no município de Patos–PB, entre os meses de março e julho de 2025. O trecho selecionado para análise localiza-se em uma área urbana com expressiva circulação de veículos leves e pesados, sendo considerado de importância estratégica para o município por promover a conectividade entre bairros residenciais, zonas comerciais e equipamentos públicos. Além da conectividade, o trecho foi escolhido por apresentar condições geométricas típicas de vias urbanas locais e estar inserido em uma região que necessita de intervenções recentes em sua infraestrutura viária, o que possibilita uma análise representativa da malha urbana.

A metodologia adotada envolveu as seguintes etapas principais, todas alinhadas aos objetivos específicos do estudo: (i) Escolha do trecho; (ii) avaliação visual das manifestações patológicas do pavimento existente, com base nos critérios estabelecidos pela norma DNIT 008/2003-PRO; (iii) levantamento do fluxo de tráfego diário por meio de contagem manual, seguido da conversão dos dados em número de eixos equivalentes; (iv) Elaboração de projetos a partir caracterização de tráfego garantindo a viabilidade e a replicabilidade da metodologia e (v) elaboração de orçamentos comparativos entre os pavimentos flexível e rígido, utilizando como base os custos fornecidos pelo Sistema de Custos Rodoviários (SICRO)².

Adicionalmente, foram consideradas normas técnicas do DNIT e referências bibliográficas atualizadas para garantir embasamento teórico e normativo à proposta. Os resultados esperados visam não apenas indicar a solução economicamente mais viável, mas também propor um modelo de pavimento adaptado às condições locais, com desempenho técnico satisfatório e maior vida útil. A seguir, na figura 8, observa-se em diagrama o fluxo dos métodos para o presente trabalho.

² “Sistema de referência para custos de obras rodoviárias, desenvolvido para compor a gestão de custos do DNIT.” Costa (2013).

Figura 8 – Fluxograma de trabalho



Fonte: Autoria própria (2025).

3.1 Caracterização e delimitação do trecho

Do ponto de vista construtivo, o trecho da rua Felipe Camarão em estudo apresenta um sistema de pavimento flexível, constituído por uma base de paralelepípedos em uma parte do trecho sobre a qual foi aplicada uma camada de revestimento em Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ), com espessura não uniformemente definida, enquanto outra parte é composta apenas por uma camada de pavimento flexível. Essa análise das camadas inferiores foi possível a partir da utilização da ferramenta Google Maps. Durante consulta às imagens históricas do trecho, em uma foto de 2011, foi possível identificar a antiga estrutura da via em estudo. A via possui faixa de rolamento com largura aproximada de 6,35 metros, além de uma ciclofaixa lateral com cerca de 1,2 metro.

As figuras de 9 a 13 apresentam os pontos de referência utilizados para identificar a estrutura pré-existente e as variações ao longo do trecho analisado, conforme pesquisa datada.

Figura 9 – Rua Felipe Camarão



Fonte: Google Maps (2011)

Figura 10 – Rua Felipe Camarão



Fonte: Google Maps (2025).

Na figura 10, observa-se o mesmo local apresentado na figura 9, servindo como ponto de referência para localização do trecho no cruzamento da Rua Felipe Camarão com a Rua José Jorge.

Figura 11 – Rua Felipe Camarão



Fonte: Google Maps (2011).

Figura 12 – Rua Felipe Camarão



Fonte: Google Maps (2025).

Na figura 12, observa-se o mesmo local apresentado na figura 11, servindo como ponto de referência para localização do trecho no cruzamento da Rua Felipe Camarão com a Rua Nelsom Rodrigues, onde inicia-se um trecho de diferentes camadas estruturais em sua composição em relação aos apresentados nas figuras 9 e 10.

Essas características reforçam a necessidade de intervenções diferenciadas ao longo da via, considerando tanto a infraestrutura existente quanto as condições operacionais de cada

trecho. Esses dados e caracterização do trecho será de suma importância para o auxílio na determinação de pontos de contagem de veículos e demais considerações nos procedimentos de coleta.

Figura 13 – Trecho de estudo



Fonte: Adaptado do Google Earth (2025).

Quadro 3 – Descrição do trecho

RUA FELIPE CAMARÃO		
Dados	TRECHO 1	TRECHO 2
Seção transversal (m)	6,35	6,35
Ciclofaixa (m)	1,2	1,2
Intersecções	1	6
Semáforo	Não	Sim
Estrutura inicial (aparente)	Base granular	Pavimento em paralelepípedo
Sinalização viária	Imperceptível	Imperceptível

Fonte: Autoria própria (2025).

3.2 Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos

Baseado na norma 008/2003 do DNIT o levantamento visual é feito com o objetivo de avaliar a superfície de pavimentos baseando-se na determinação do valor do ICPF (Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis ou semirrígidos), ao mesmo tempo em que proporciona também as informações necessárias para o cálculo do IGGE (Índice de Gravidade Global Expedito) e do IES (Índice do Estado de Superfície), sendo o IES, uma síntese dos dois índices mencionados anteriormente. O procedimento foi conduzido como explicado na norma citada acima e presente no Anexo A. Os resultados buscados nesta etapa contemplam os seguintes procedimentos:

- Procedimento de coleta;
- Tratamento dos dados obtidos;
- Indicação do ICPF;
- Cálculo do IGGE;
- Determinação do conceito IES.

Sendo a fórmula de cálculo para o IGGE:

$$IGGE = (Ft \times Pt) + (Foap \times Poap) + (Fpr \times Ppr) \quad \text{Eq. (1)}$$

Onde:

- Ft, Foap, Fpr: Frequência de trincas, deformações e painéis/remendos;
- Pt, Poap, Ppr: Pesos atribuídos conforme gravidade;
- As demais tabelas da norma fornecem valores dos pesos.

O Anexo A apresenta os roteiros de cálculo e os critérios utilizados para a determinação dos conceitos atribuídos à avaliação do pavimento. No quadro 4, é possível observar os conceitos atribuídos pela norma para classificação da qualidade do pavimento correlacionando IGGE e ICPF.

Quadro 4 – Classificação de qualidade dos pavimentos

Conceito Final	IGGE (Intervalo)	ICPF (Intervalo)	Intervenção Recomendada
Ótimo	≤ 20	$> 3,5$	Conservação rotineira
Bom	≤ 20	$\leq 3,5$	Aplicação de lama asfáltica por conta de desgaste superficial ou trincas leves em áreas restritas
Regular	20 – 40	$\leq 3,5$	Correção localizada ou recapeamento para trincas, remendos esparsos, irregularidades longitudinais ou transversais
Ruim	40 – 90	$\leq 2,5$	Recapeamento com correções prévias em defeitos mais generalizados
Péssimo	> 90	—	Reconstrução para falhas graves, infiltrações, desagregação das camadas, perda estrutural

Fonte: DNIT (2003), adaptado pelo autor.

3.2.1 Procedimento

A pesquisa correspondeu um trecho de 1 km, iniciados na rua Francisco Paulo Licarião e seguindo na rua Felipe Camarão, a uma velocidade de 40 km/h como indica a norma, realizando a inspeção visual contínua em uma faixa de rolamento por tratar-se de uma pista simples. A análise foi realizada no dia 09/03/2025 em um dia ensolarado constando como equipamentos da pesquisa um veículo Volkswagen Gol, celular e prancheta. Todas as tabelas da norma 008/2003 do DNIT estão disponíveis no ANEXO A.

Durante o percurso, foram identificados e registrados os defeitos visíveis na superfície do pavimento com o objetivo de levantar os dados e calcular os índices citados no item 3.2.2. No quadro 5, observam-se algumas imagens retiradas no local de estudo no dia em que foi feito o levantamento visual contínuo do pavimento juntamente com a descrição das manifestações patológicas identificadas.

Quadro 5 – Fotos retiradas no local da avaliação

Descrição	Imagem
Remendos e demais manifestações patológicas	
Trincas interligadas	
Ondulações	

Escorregamento	
Desgaste	

Fonte: Autoria própria (2025).

A partir da avaliação feita e determinação do conceito IES também apresentado na norma, torna-se possível realizar uma avaliação objetiva da condição funcional da via. Com base nessa classificação, é viável discutir e propor as soluções de intervenção mais adequadas, levando em conta a gravidade dos danos, a extensão das falhas e o nível de serviço desejado para o trecho avaliado.

3.3 Estudo de tráfego

O estudo do tráfego foi realizado pelo método de contagens amostrais de tráfego diretamente no local de estudo, mais precisamente no seguimento da rua Felipe Camarão. A metodologia adotada seguiu a recomendação de observação manual em períodos representativos do fluxo viário, contemplando horários de pico matutino (7h às 9h) e vespertino

(17h às 19h), bem como um período intermediário de menor demanda (10h às 12h). As contagens foram classificadas por tipo de veículo (automóveis, veículos pesados e ônibus) e registradas em intervalos de 15 minutos ao longo de dois dias úteis consecutivos.

As contagens amostrais realizadas permitiram uma estimativa da composição do fluxo veicular na área, servindo como base para a aplicação do fator de equivalência veicular (FV). Esse procedimento possibilita a conversão dos diferentes tipos de veículos em unidades equivalentes de automóveis, proporcionando uma melhor estimativa da demanda viária e das condições operacionais da via.

É importante destacar que o foco da análise é voltado para o dimensionamento do pavimento, sendo, portanto, fundamental avaliar as cargas transmitidas por eixo, conforme a configuração dos veículos em circulação. Nesse sentido, a definição do ponto de contagem pode ser enquadrada como posto de cobertura, conforme diretrizes da LabTrans/DNIT (2008). De acordo com essa classificação, o posto de cobertura estima contagens com duração de 48 horas consecutivas ao menos uma vez por ano, considerando a confiabilidade dos dados obtidos.

Por fim, destaca-se também a busca de dados em órgãos como o DNIT que lidera o PNCT (Plano nacional de contagem de tráfego) que fornece dados de VMD (Volume média de tráfego diário) para regiões próximas a de estudo.

3.3.1 Amostragem e período de contagem

A contagem procede-se na rua Felipe Camarão, mais precisamente no cruzamento da mesma com a rua José Jorge nas datas 07/04/2025 e 08/04/2025. A escolha justifica-se estrategicamente pelo posicionamento do contador na via, sendo possível facilitar a contagem manual no local e identificação dos veículos.

Utilizando a ferramenta Google Trânsito, foi realizada uma análise detalhada dos padrões de tráfego na região ao longo de toda a semana. A avaliação considerou os diferentes dias e horários, com base na legenda de cores fornecida pela própria plataforma, que indica o nível de congestionamento nas vias. Essa legenda utiliza tonalidades que variam do verde (trânsito livre) ao vermelho escuro (trânsito intenso), permitindo identificar visualmente os períodos de maior lentidão.

A partir dessa análise, foi possível observar quais dias apresentam maior concentração de veículos e em quais horários o tráfego se intensifica, comprometendo a fluidez da mobilidade

urbana na área estudada. Os dados coletados fornecem uma visão abrangente do comportamento do trânsito, auxiliando na identificação de padrões recorrentes de congestionamento e contribuindo para o planejamento de estratégias de mitigação de tráfego, seja por meio de ajustes na infraestrutura viária, campanhas educativas ou incentivos ao uso de meios de transporte alternativos.

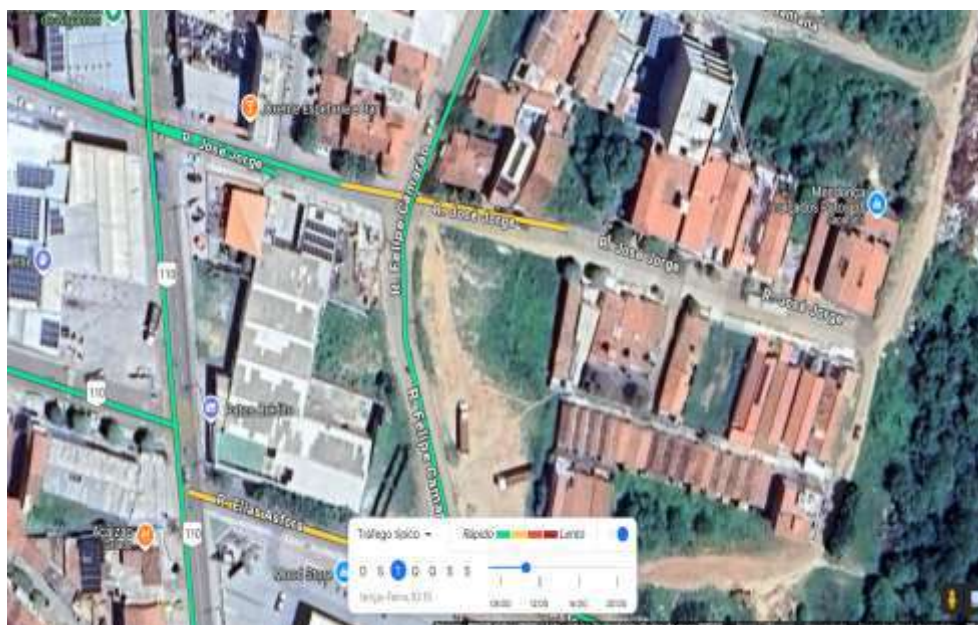
As figuras 14,15,16,17,18 e 19 ilustram as condições de tráfego em diferentes momentos da semana, evidenciando visualmente as áreas e horários mais críticos, conforme destacado pela variação de cores no mapa.

Figura 14 – Condições de tráfego do entorno da rua Felipe Camarão na segunda-feira entre 07:00 e 09:00 horas



Fonte: Google trânsito (2025).

Figura 15 – Condições de tráfego do entorno da rua Felipe Camarão na terça-feira entre 10:00 e 12:00 horas



Fonte: Google trânsito (2025).

Figura 16 - Condições de tráfego do entorno da rua Felipe Camarão na segunda-feira entre 14:00 e 15:00 horas



Fonte: Google trânsito (2025).

Figura 17 - Condições de tráfego do entorno da rua Felipe Camarão na terça-feira entre 14:00 e 15:00 horas



Fonte: Google trânsito (2025).

Figura 18 – Condições de tráfego do entorno da rua Felipe Camarão na segunda-feira entre 17:00 e 19:00 horas



Fonte: Google trânsito (2025).

Figura 19 – Condições de tráfego do entorno da rua Felipe Camarão na terça-feira entre 17:00 e 19:00 horas



Fonte: Google trânsito (2025).

A análise da amostra indica picos de tráfego entre 07:00–09:00, 10:00–12:00 e 17:00–19:00, com menor lentidão entre 14:00–15:00. Os dias de contagem foram definidos em segunda e terça-feira, permitindo quantificar o volume e classificar os tipos de veículos.

Por fim, é possível estimar o volume médio diário de tráfego (VMD) com base em dias representativos, utilizando os dados de fluxo desses dois dias consecutivos como parâmetro para fundamentar o avanço da pesquisa. As planilhas utilizadas para apoio na análise encontram-se disponíveis no APÊNDICE A deste trabalho

3.3.2 Contagem

Seguindo os conceitos do manual de estudos de tráfego do DNIT a contagem é feita a partir de observação direta classificatória e manual. Segundo o órgão, nessa contagem são registrados os volumes para os vários tipos ou classes de veículos.

O objetivo da contagem foi quantificar o volume de veículos que passam na via e qualificar o tipo de veículo, apenas para caráter de dimensionamento do pavimento. Na figura 20, pode-se observar as classificações de acordo com as características do posto de contagem presentes na apostila sobre contagem de tráfego publicado LabTrans (2008).

Figura 20 – Definição dos postos de contagem

Postos	Permanente	Sazonal		Cobertura
		Principal	Secundário	
Estrutura física	Fixa	Variável	Variável	Variável
Tipo de contagem	Mecanizada fixa Classificatória.	Manual ou mecanizada, classificatória.	Manual ou mecanizada, classificatória.	Manual ou mecanizada, classificatória.
Duração	24 horas	1 semana	2 a 5 dias	Depende da necessidade. Pode ser: 16 ou 24 horas; 1, 3 ou 7 dias
Frequência	365 dias	1 vez por mês	1 vez a cada 2 ou 3 meses	1 vez por ano

Fonte: LabTrans (2008).

Considerando as limitações do estudo, como a urgência na obtenção dos dados, a escassez de recursos disponíveis e o período reduzido de observação, o posto analisado pode ser classificado como um posto de cobertura com contagem manual e recorte de 16 horas, conforme os critérios estabelecidos.

Figura 21 – Posto de cobertura definido



Fonte: Autoria própria (2025).

Definido o posto de contagem e a classificação da contagem de coordenadas (7°02'10.8"S 37°16'40.0"W), foi feito acompanhamento *in loco* com o preenchimento do quadro apresentado na figura 22 para contagem volumétrica que consta no manual de estudo de tráfego do DNIT (2006) com a descrição de veículo por eixo.

[illegible]

Na figura 23, são apresentados exemplos de imagens no dia de contagem volumétrica e classificatória em campo.

Left Screenshot Data:

- 7,0364S -37,2777W
- 293° NW
- Altitude: 215.0m
- Velocidade: 0.1km/h
- Contagem

Right Screenshot Data:

- 7,0364S -37,2777W
- 288° V
- Altitude: 215.0m
- Velocidade: 0.1km/h
- Contagem

44

Os dados obtidos na contagem volumétrica e classificatória servirão para etapas futuras como o tratamento de dados para o VMD e determinação de equivalência de cargas dos eixos.

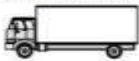
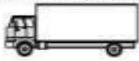
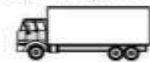
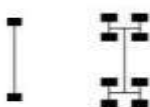
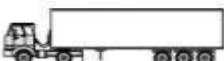
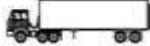
Após a contagem e classificação dos veículos, os mesmo precisam ser convertidos em eixos equivalentes, no caso desta pesquisa, serão levados em conta os eixos comerciais e suas respectivas cargas de roda equivalentes segundo o DNER (1981).

De acordo com o DNIT, carga de roda equivalente é um parâmetro utilizado para avaliar o impacto de diferentes tipos de veículos e cargas sobre as estruturas do pavimento das rodovias. Ele expressa a relação entre o dano causado por um eixo de um veículo específico e o dano causado por um eixo padrão de referência (geralmente um eixo simples com carga de 8,2 toneladas). O DNIT apresenta também os limites máximos de carga por eixo para veículos comerciais, os quais são definidos conforme a configuração dos eixos e o tipo de rodagem.. Esses limites são essenciais para o dimensionamento e conservação das estruturas de pavimento nas rodovias. Os principais tipos de eixo e seus respectivos limites são:

- Eixo Simples com Rodas Simples (ESRS): carga máxima permitida de 6 tf;
- Eixo Simples com Rodas Duplas (ESRD): carga máxima permitida de 10 tf;
- Eixo em Tandem Duplo (ETD): conjunto de dois eixos próximos, com carga máxima de 17 tf;
- Eixo em Tandem Triplo (ETT): conjunto de três eixos próximos, com carga máxima de 25,5 tf.

Esses valores são a referência para a fiscalização por meio de postos de pesagem, para o controle do tráfego de veículos pesados e para o cálculo do desgaste acumulado que o pavimento sofrerá ao longo de sua vida útil. Na figura 24, pode-se observar um quadro que exemplifica visualmente alguns desses tipos de eixos e seus correspondentes limites de carga, facilitando a compreensão da distribuição de peso nos diferentes arranjos de veículos comerciais. A correta aplicação desses conceitos e limites é, em suma, um pilar para a gestão eficiente da malha rodoviária nacional.

Figura 24 – Exemplo de identificação de eixos

Tipo de eixo	Limite legal (por eixo)	Configuração
Simples – rodas simples Ex.: caminhões leves 	6,0 t	
Simples – rodas duplas Ex.: caminhões médios 	10,0 t	
Tandem duplo Ex.: caminhões pesados 	17,0 t	
Tandem triplo Ex.: semi-reboque 	25,5 t	
Usual: Tandem duplo modificado com eixo retrátil à frente ou atrás. Outras combinações Ex.: reboques e semi-reboques   		

Fonte: Costa (2013).

Ao observar a tabela abaixo, é possível ter uma noção mais clara das classificações, configurações, e cargas dos respectivos modelos de eixos. Essa classificação auxilia a análise posterior dos eixos equivalentes na figura 25.

Figura 25 – Fator de equivalência de eixos

Classe de veículo	F.Vi
Automóveis	—
Caminhões leves	—
Caminhões médios	1,67
Caminhões pesados	13,17
Reboques e semi-reboques	10,12
Ônibus	0,76

Fonte: DNER (1981).

A determinação de fatores de equivalência são primordiais para a determinação de fatores de veículo que auxiliaram na determinação de parâmetros como o apresentado no tópico 3.4.2.

3.4 Elaboração de projetos

Neste capítulo serão abordados todos os procedimentos para dimensionamento dos pavimentos. É importante salientar que para representação gráfica de projetos serão utilizados softwares da Autodesk como Civil 3D e InfraWorks.

3.4.1 Dados geotécnicos

Como discussão no presente tópico, é importante mencionar a busca referente aos dados geotécnicos em órgãos como o DER-PB, que em resposta a solicitação feita por meio de ofício feito pelo Instituto Federal de Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) informou a inexistência de dados para a região. Em justificativa, o órgão afirmou que esses estudos são elaborados em eventuais elaborações de projetos.

Diante disso, adotaram-se as recomendações do manual de pavimentação do DNIT (2006) para a classificação dos materiais granulares empregados nas diferentes camadas do pavimento, conforme segue:

- Materiais para subleito: $\text{CBR} \geq 2\%$; $\text{Exp.} \leq 2\%$
- Materiais para reforço do subleito: $\text{CBR} > \text{CBR Subleito}$; $\text{Exp.} \leq 2\%$ (Escolha ligeiramente maior para dimensionamento para o CBR, ou seja, $\text{CBR} = 3\%$)
- Materiais para sub-base: $\text{CBR} \geq 20$; $\text{Exp.} \leq 1\%$
- Materiais para base: $\text{CBR} \geq 80$; $\text{Exp.} 0,5\%$; $\text{LL} \leq 25\%$; $\text{IP} \leq 6\%$

Para tráfegos com número de repetições de carga (N) menor ou igual a 10^6 , podem ser empregados materiais com $\text{CBR} \geq 60$ e granulometrias das faixas E e F da AASHTO, conforme o manual do DNIT.

Essas especificações servem como parâmetros para a seleção dos materiais a serem utilizados no pavimento, considerando a ausência de dados locais oficiais

3.4.2 Parâmetros para o dimensionamento dos pavimentos

Neste capítulo, são apresentados os principais parâmetros de tráfego, cuja análise é essencial para o processo de dimensionamento estrutural dos pavimentos, conforme as diretrizes técnicas e normativas aplicáveis.

3.4.2.1 Fator de veículo

Com os dados de volume e classificação de veículos tratados de acordo com o preenchimento da ficha apresentada na figura 22 e os fatores de equivalência da figura 25, tem-se o fator de veículo (FV) calculado pela seguinte fórmula abaixo:

$$FV = \frac{\sum(P_i) \times (F.v_i)}{100} \quad \text{Eq. (2)}$$

Onde:

- P_i = Porcentagem individual de veículos;
- $F.v_i$ = Fator de equivalência individual.

O fator de veículo tem como objetivo principal fornecer suporte ao dimensionamento viário, quando necessário, além de apresentar dados claros sobre o tráfego na via em estudo.

3.4.2.2 Estimativa de parâmetros de tráfego

Para estimar o volume de conjunto de dados para os dois dias foi utilizado o conceito de média aritmética. Essa metodologia permitiu obter um valor médio que reflete, de forma equilibrada, as variações ocorridas entre os dois períodos considerados, servindo como base para as análises posteriores realizadas ao longo do estudo.

O preenchimento de horários faltantes precisou ser estimado pela inviabilidade de contagem contínua, portanto, se faz necessário seguir a pesquisa estimando os valores embasados nos volumes obtidos em campo. Uma das alternativas é a utilização de modelos matemáticos para simular o tráfego em horários desconhecidos com previsão linear agregada aos dados conhecidos.

A previsão linear é uma técnica matemática que usa a equação de uma reta para prever valores futuros. Ela é baseada na regressão linear, um modelo que descreve a relação entre variáveis. Funcionando como equação da reta, denominada:

$$y = mx + b \quad \text{Eq. (3)}$$

Onde y é a variável dependente, x é a variável independente, m é o coeficiente angular, e b é o coeficiente linear. A regressão linear modela a relação entre as variáveis como uma linha reta. A distância entre a reta e cada ponto é calculada para aproximar o valor desconhecido.

No Microsoft Excel a fórmula procede da seguinte fórmula:

=PREVISÃO.LINEAR(X_DESEJADO;SOMA_DE_INTERVALOS_DE_Y_CONHECIDOS;SOMA_DE_INTERVALOS_DE_X_CONHECIDOS), sendo assim, possível determinar V1:

$$V1 = \frac{QUANT.DIA\ 1 + QUANT.DIA\ 2}{DIAS\ OBSERVADOS} \quad \text{Eq. (4)}$$

De acordo com o método de projetos de pavimentos flexíveis do DNER (1981), sendo V1 o volume médio diário de tráfego no ano de abertura, em um sentido, e admitindo-se uma taxa t% de crescimento anual em progressão aritmética, o volume médio diário de tráfego, Vm, em um sentido, durante o período de P anos será:

$$Vmd = \frac{V1 * [2 + (P-1) * \frac{t}{100}]}{2} \quad \text{Eq. (5)}$$

Admitindo-se uma taxa t% de acréscimo anual em progressão geométrica, o volume total de tráfego, Vt, durante o período de projeto é dado por:

$$Vt = \frac{365 * V1 * \left[\left(1 + \frac{t}{100} \right)^P - 1 \right]}{t/100} \quad \text{Eq. (6)}$$

Para o dimensionamento do pavimento, será adotada uma vida útil de projeto de 10 anos, conforme recomendado pelo método nacional de dimensionamento. A taxa de

crescimento anual do volume de tráfego, utilizada para os cálculos, foi obtida a partir de dados fornecidos pelo DETRAN e publicadas em matéria no site PATOS ONLINE, no ano de 2022, conforme apresentado na figura 26.

Figura 26 – Matéria do PATOS ONLINE sobre crescimento anual de veículos em patos



Fonte: Patos Online (2022).

Na figura acima é possível observar a taxa de crescimento de veículos em Patos de 4,01% ao ano entre 2016 e 2021. Para objetivos de estudo o uso dos dados disponibilizados pelo DETRAN justifica-se por falta de postos de contagem fixos para estimar o crescimento em progressão geométrica. Finalizando esta etapa pode-se obter o número N, que é o número equivalente de operações de eixo padrão durante o período de projeto e os parâmetros obtidos na seção 3.3.2. Sendo assim, o número N será determinado como mostra a fórmula abaixo:

$$N = Vt * FV.FR \quad \text{Eq. (7)}$$

Sendo FR o fator climático regional, obtido pela seguinte fórmula apresentada na figura 27:

Figura 27 – Fator climático

$$FR = \left(\frac{m_s}{12}\right) \times FR_s + \left(\frac{m_c}{12}\right) \times FR_c + \left(\frac{m_t}{12}\right) \times FR_t$$

m_s = número de meses de seca, no ano;
 m_c = número de meses de chuvas, no ano; e
 m_t = número de meses de clima temperado, no ano.

12 meses

FR_s = fator climático para os meses de seca;

FR_c = fator climático para os meses de chuva; e

FR_t = fator climático para os meses de clima temperado.

Fonte: Notas de aula da disciplina de pavimentação, ministrada pelo professor Diego Paiva, no curso de Engenharia Civil, IFPB, 2025.

Após a realização da pesquisa, não foram encontrados fatores de correção específicos para as condições climáticas e geotécnicas da região de Patos, o que evidencia a carência de dados locais para esse tipo de análise. Diante dessa limitação, optou-se por seguir as diretrizes estabelecidas pelo método de dimensionamento de pavimentos flexíveis do DNER (1981), o qual recomenda que o valor do CBR de projeto seja compatível com a umidade de equilíbrio do solo. Essa compatibilidade é geralmente observada entre os valores obtidos antes e após a imersão dos corpos de prova. Para garantir a segurança estrutural do dimensionamento, adota-se, de forma conservadora, (FR) igual a 1, conforme indicado no referido manual.

A definição do valor de N permite estabelecer o número de solicitações equivalentes que o pavimento deverá suportar ao longo de sua vida útil. Esse dado é essencial para o dimensionamento adequado da estrutura e também serve como referência para estudos comparativos e pesquisas futuras.

3.4.3 Dimensionamento de pavimento flexível

O método mais utilizado atualmente para dimensionar pavimentos flexíveis é o método empírico, descrito no Manual de Pavimentação do DNIT (2006). Ele se baseia na experiência do Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos e nos resultados obtidos na pista experimental da AASHTO (Associação Americana de Oficiais de Rodovias Estaduais). Trata-

se de um método consolidado, amplamente aplicado no Brasil, que considera dados práticos e observações de campo para orientar o projeto do pavimento.

O dimensionamento do pavimento flexível foi conduzido em estrita conformidade com as diretrizes estabelecidas pelo método de projeto de pavimentos flexíveis do DNIT/DNER (1981) e pelo Manual de Pavimentação do DNIT (2006). Este processo teve como objetivo a determinação das espessuras adequadas para as camadas estruturantes do pavimento, considerando as premissas geotécnicas e as características dos materiais empregados.

Os principais aspectos considerados no dimensionamento incluem:

- Coeficientes de equivalência estrutural (K): Utilização dos valores de K para os materiais constituintes do pavimento, conforme especificado no Manual de Pavimentação do DNIT (2006). Estes coeficientes refletem a capacidade de cada material em substituir uma camada de base granular padrão.
- Número de solicitações do eixo padrão (N): Determinação do número de repetições do eixo padrão ao longo da vida útil do pavimento, um parâmetro crucial para a previsão do tráfego.
- Capacidade de suporte do solo: Avaliação da capacidade de suporte do subleito, expressa pelo Índice de Suporte (I.S.) ou pelo CBR (*California Bearing Ratio*), indicadores da resistência do solo.
- Ábaco e inequações: Aplicação do ábaco e das inequações fornecidas no Manual de Pavimentação do DNIT (2006) para correlacionar os parâmetros N, I.S./CBR e os coeficientes K, resultando na espessura total do pavimento e das camadas individuais.

As tabelas e dados que embasam esta etapa da pesquisa estão no ANEXO B e APÊNDICE B deste trabalho para dimensionamento de pavimentos flexíveis do DNIT.

3.4.4 Dimensionamento de pavimento rígido

O dimensionamento do pavimento rígido foi realizado com base nas orientações do Manual de Pavimentos Rígidos do DNIT (2005), adotando-se o método da *Portland Cement Association* (PCA) – versão 1984. Este método emprega um modelo de análise estrutural de

elementos finitos, permitindo uma avaliação abrangente do comportamento do pavimento sob diferentes condições de carga e suporte.

Os parâmetros iniciais e as etapas de cálculo essenciais para o dimensionamento foram:

1. Parâmetros Iniciais:

- Tipo de acostamento: Consideração da presença e do tipo de acostamento (em concreto ou não), que influencia a distribuição de tensões na placa;
- Barras de transferência: Definição da adoção ou não de barras de transferência nas juntas, que afetam a capacidade de transferência de carga entre as placas;
- Resistência do concreto à tração na flexão: Utilização da resistência do concreto à tração na flexão aos 28 dias, um indicador fundamental da capacidade de carga do material;
- Coeficiente de recalque (k): Determinação do coeficiente de recalque do subleito, conforme a Norma DNIT 055/2004-ME, que representa a rigidez do suporte do pavimento;
- Fatores de segurança para as cargas (FSC): Aplicação dos fatores de segurança para as cargas, que garantem a segurança estrutural do pavimento diante das solicitações de tráfego;
- Tráfego esperado: Análise do tráfego previsto para cada nível de carga e de acordo com a vida de projeto do pavimento.

2. Etapas de Cálculo:

- Tensão equivalente: Cálculo das tensões equivalentes para cada tipo de eixo e posição da carga, considerando as características da placa;
- Fator de erosão: Determinação do fator de erosão, que avalia a degradação do pavimento devido à ação da água e do tráfego;
- Fator de fadiga: Cálculo do fator de fadiga, que indica a vida útil do pavimento em relação às repetições de carga;
- Repetições admissíveis (Fadiga e Erosão): Estimativa do número de repetições de carga que o pavimento pode suportar antes de atingir a falha por fadiga ou erosão;

- Cálculo de dano e verificação final: Avaliação do dano acumulado por fadiga e erosão, e verificação se a soma dos danos está dentro dos limites aceitáveis, garantindo o bom desempenho do pavimento.

Todas as tabelas e ábacos utilizadas neste capítulo estão disponíveis no ANEXO C e APÊNDICE C deste trabalho.

Uma vez concluída a verificação final da placa de concreto e dimensionamento das camadas do pavimento flexível, a pesquisa pode prosseguir com o desenvolvimento do projeto básico e a elaboração do orçamento correspondente.

3.4.5 Geometria

Para o projeto geométrico da via, considerando que se trata de um perímetro urbano previamente definido, optou-se por manter a mesma geometria horizontal e vertical do traçado existente. Essa decisão se justifica pelo fato de que o presente estudo não contempla o detalhamento de interseções e transições, além da disposição pré-existente de residências e calçadas.

Dessa forma, em conformidade com os itens 2.1 e 3.1, que abordam a geometria dos pavimentos e as características do trecho atual, manter-se-ão as condições existentes. Para a elaboração do projeto básico, será adotada uma inclinação transversal de 2% em cada faixa de rolamento, o que permite compatibilizar o dimensionamento das camadas do pavimento com uma seção transversal adequada às exigências do trecho.

3.5 Orçamento

A metodologia adotada para a comparação de orçamentos entre as soluções de pavimento rígido e flexível foi estruturada em etapas sequenciais. Este procedimento visa garantir uma análise técnico-econômica abrangente e objetiva, aplicada especificamente às condições do trecho em estudo na cidade de Patos, Paraíba. A abordagem sistemática permite não apenas confrontar os custos diretos de implantação, mas também considerar as variáveis de longo prazo que impactam o ciclo de vida de cada alternativa.

3.5.1 Sistema de referência de custos

Foi adotado o Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO) do DNIT, base Paraíba (janeiro/2025), para garantir valores atualizados e regionalizados. Para o estudo em questão, não foi considerado o cálculo de BDI. A principal justificativa para esta decisão baseia-se no objetivo central do estudo: realizar uma comparação técnico-econômica direta entre as estruturas de pavimento, isolando exclusivamente os custos intrínsecos a cada solução construtiva.

A inclusão do BDI poderia introduzir variáveis adicionais não relacionadas às características técnicas dos pavimentos, como diferentes margens de lucro praticadas por empresas executoras ou variações nas estruturas administrativas, que não são objeto desta pesquisa. Além disso, como o estudo tem caráter acadêmico e visa fornecer subsídios para tomada de decisão em nível de planejamento preliminar, a análise concentra-se nos custos diretos de materiais, mão de obra e equipamentos, que representam a parcela mais significativa e tecnicamente relevante para a comparação entre as alternativas. Esta abordagem permite uma avaliação mais clara das diferenças intrínsecas entre os sistemas construtivos.

Para fins de levantamento de custos e viabilidade técnica, serão considerados os principais serviços associados à estrutura do pavimento, com base nos insumos e composições disponíveis na base de dados do SICRO (Sistema de Custos Rodoviários). Esses serviços abrangem as etapas fundamentais da construção ou reabilitação de pavimentos, sendo eles:

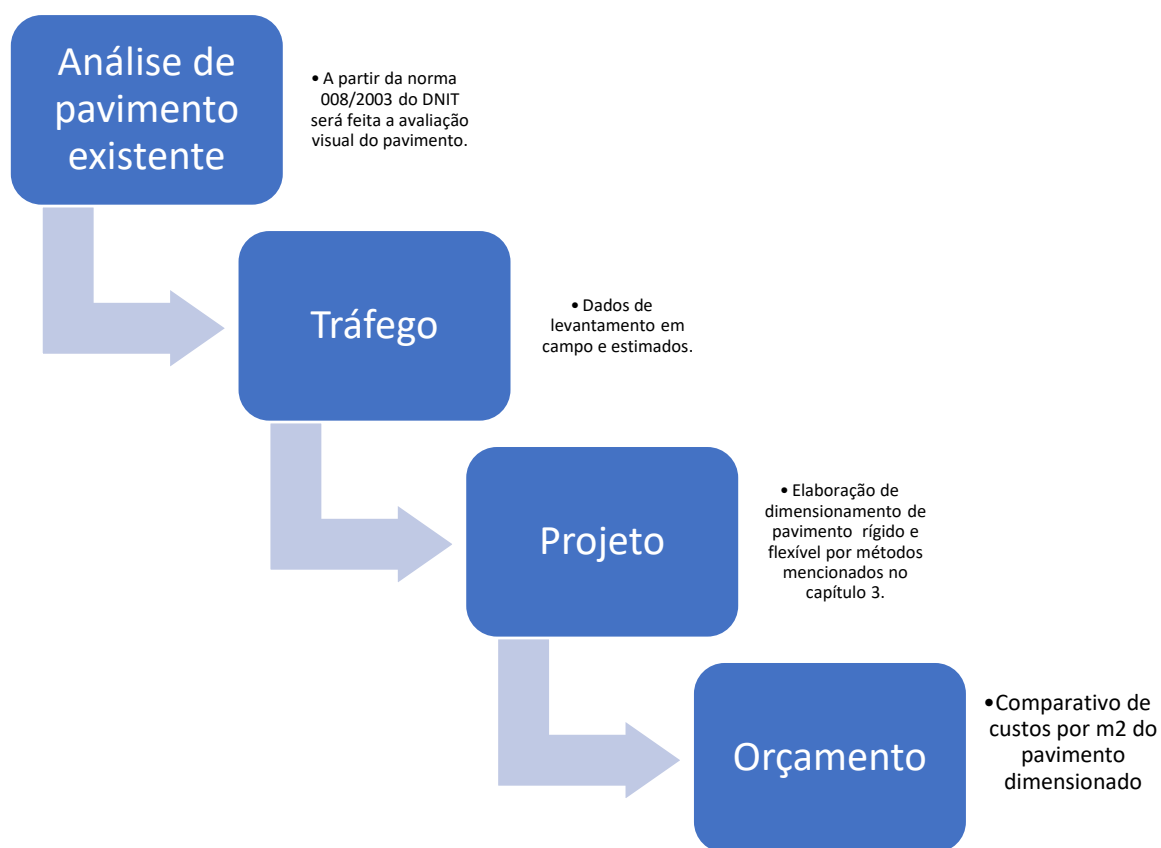
- Remoção da camada asfáltica existente;
- Reforço e regularização do subleito;
- Execução da sub-base;
- Execução da base;
- Execução do revestimento asfáltico ou em concreto, para fins comparativos.

Os resultados obtidos a partir desta análise oferecerão um panorama claro dos custos de implantação de cada solução, fornecendo subsídios técnicos para a tomada de decisão e focado na eficiência construtiva e econômica de cada alternativa para o contexto estudado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção serão apresentados e discutidos os resultados obtidos a partir da aplicação da metodologia descrita no capítulo 3, conforme fluxo de trabalho apresentado na figura 28.

Figura 28 – Fluxograma de apresentação dos resultados



Fonte: Autoria própria (2025).

4.1 Levantamento visual contínuo

Conforme o procedimento da norma DNIT 008/2003-PRO, o levantamento visual contínuo teve como objetivo avaliar a superfície do pavimento, resultando nos seguintes indicadores: o IGGE, que totalizou 102,5 pontos, classificando o pavimento como “PÉSSIMO”, e o ICPF, determinado como “RUIM”, indicando um estado bastante comprometido da estrutura do pavimento. A Tabela 1, apresenta os procedimentos de cálculo adotados, seus respectivos pesos conforme a avaliação, o resultado do IGGE e o conceito atribuído ao pavimento analisado.

Tabela 1 – Levantamento visual contínuo

INFORMAÇÕES			
RUA FELIPE CAMARÃO			
TRECHO DE APROXIMADAMENTE 1 KM AVALIADO			
TIPO DE REVESTIMENTO	ESPESSURA	IDADE	
FLEXÍVEL	VARIÁVEL	DESCONHECIDA	
FREQUENCIA DE DEFEITOS			
PANELAS OU BURACOS	DEMAIS DEFEITOS	FREQ.	CÓD.
>20	PRESENTES EM MAIS DE 50% DO TRECHO.	ALTA	A
Cálculo IGGE			
Fatores	Pesos e fatores	Gravidade	
Ft	50	3	
Pt	0,65	3	
Foap	50	3	
Poap	1	3	
Fpr	20	3	
Ppr	1	3	
Ft x Pt	32,5		
Foap x Poap	50		
Fpr X Ppr	20		
IGGE	102,5		
ICPF	RUIM		
CONCEITO	PÉSSIMO		

Fonte: Autoria própria (2025).

O conceito “péssimo” atribuído à avaliação do pavimento indica a necessidade de reconstrução, devido à presença de defeitos generalizados e correções anteriores ao longo de toda a extensão da via de acordo com o DNIT. Observa-se degradação significativa do revestimento e das demais camadas estruturais.

Esse diagnóstico reforça a urgência de intervenções imediatas, que podem envolver desde ações de manutenção corretiva até a completa reconstrução da camada de rolamento. A implementação dessas medidas é essencial para restaurar as condições adequadas de tráfego, garantir a segurança dos usuários e evitar o agravamento da deterioração estrutural da via.

Com base nesse cenário, torna-se válida a decisão de propor um novo pavimento que atenda às características da região e à importância funcional da via.

4.2 Tráfego

4.2.1 Contagem

Alinhando-se aos objetivos do estudo de tráfego, a contagem veicular foi realizada ao longo de dois dias, em horários previamente definidos como de pico, com base na ferramenta Google Trânsito. Cabe destacar que as motocicletas foram desconsideradas da contagem por não serem contempladas nos critérios de dimensionamento estrutural de pavimentos, que consideram apenas veículos comerciais, como ônibus e caminhões. Assim, sua exclusão não compromete a representatividade dos dados utilizados na análise. Nas tabelas 2 e 3 são apresentados os quantitativos de veículos obtido *in loco*.

Tabela 2 – Contagem dia 07/04/2025

07/04/2024																		
Período (horas)	Veículos leves		Ônibus		Caminhões													Total
	Autos	Camionetas	2C	3C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C7	2C8	3C2	3C3	6 e mais ou mais	
																		
07:00	683	78	23		15	6	2											807
08:00	497	81	3	4	14	13				1		2						615
09:00																		0
10:00	453	50	5		20	12						1						541
11:00	508	62	3		24	7			2		1						2	609
12:00																		0
13:00																		0
14:00																		0
15:00																		0
16:00																		0
17:00	519	48	8	2	10	5												592
18:00	452	47	30	1	16	2		1										549
19:00																		0
20:00																		0
21:00																		0
22:00																		0
23:00																		0

Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 3 – Contagem dia 08/04/2025

Período (horas)	08/04/2024																	Total
	Veículos leves		Ônibus		Caminhões													
	Autos	Camionetas	2C	3C	2C	3C	4C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	6 eixos ou mais	
																		
07:00	675	103	24	3	16	1	2		1		1							826
08:00	422	80	5	2	21			1			1							532
09:00																		0
10:00	457	77	3	1	18	2					1							559
11:00	503	51	4		20	2		1	1									582
12:00																		0
13:00																		0
14:00																		0
15:00																		0
16:00																		0
17:00	542	64	8	1	20		1		1									637
18:00	491	32	15	2	8	3						1						552
19:00																		0
20:00																		0
21:00																		0
22:00																		0
23:00																		0

Fonte: Autoria própria (2025).

Nas tabelas 2 e 3 observa-se que o maior fluxo ocorreu no período das 07:00 às 08:00 da manhã seguido pelos períodos de 08:00 às 09:00 e 11:00 às 12:00. Esses horários refletem os horários de pico, com maior movimentação, associada ao deslocamento matinal para o trabalho, escolas ou centros urbanos. No APÊNDICE A podem ser notados também distribuição de percentuais de classes veiculares que embasaram futuras estimativas.

A separação de dados é importante para futura determinação de fator veículo pelo método do DNIT/DNER que considera os veículos comerciais e suas equivalências de carga.

4.2.2 Estimativa de volume de tráfego

Após a aplicação da metodologia de contagem de tráfego, é possível determinar o volume médio de tráfego diário utilizando os artifícios matemáticos e sugestões do manual de estudos de tráfego do DNIT. Na tabela 4, pode-se observar o tratamento dos dados para proposição dos métodos determinados além de comparativos com o modelo disponibilizado no Plano Nacional de Contagem de Tráfego (PNCT) com os dados de georreferenciamento da ferramenta Vgeo, disponibilizada pelo mesmo, que estima o volume de tráfego para o trecho.

Tabela 4 – Tratamento de dados

Horário	Quantidade de veículos in loco (07/04/2025)	Quantidade de veículos in loco (08/04/2025)	V1 médio
07:00	807	826	816,5
08:00	615	532	573,5
10:00	541	559	550
11:00	609	582	595,5
17:00	592	637	614,5
18:00	549	552	550,5
Total	3713	3688	3700,5

Fonte: Autoria própria (2025).

Na tabela 4 é possível identificar a obtenção do volume médio no intervalo observado. Pode ser notado também a discrepância em relação a dados fornecidos pelo PNCT como mostra a figura 29 e 30 e o VMD encontrado na tabela 5.

Figura 29 – Estimativa de VMD pelo PNCT



Fonte: PNCT, DNIT (2025).

Figura 30 – Modelagem PNCT

VMDa - Modelagem 2021	
Código_BR	110
Região	Nordeste
Unidade_Fe	PB
Extensão	17.92
Superfície	PAV
Coincidenc	PB-262
Jurisdicao	Federal
Tipo_Link	Rodovia
Relevo_Pre	Plano
Velocidade	70
Classifica	null
VMDa_ab	1069
VMDa_ba	1202
VMDa_Total	2271
Legenda	1001-2500

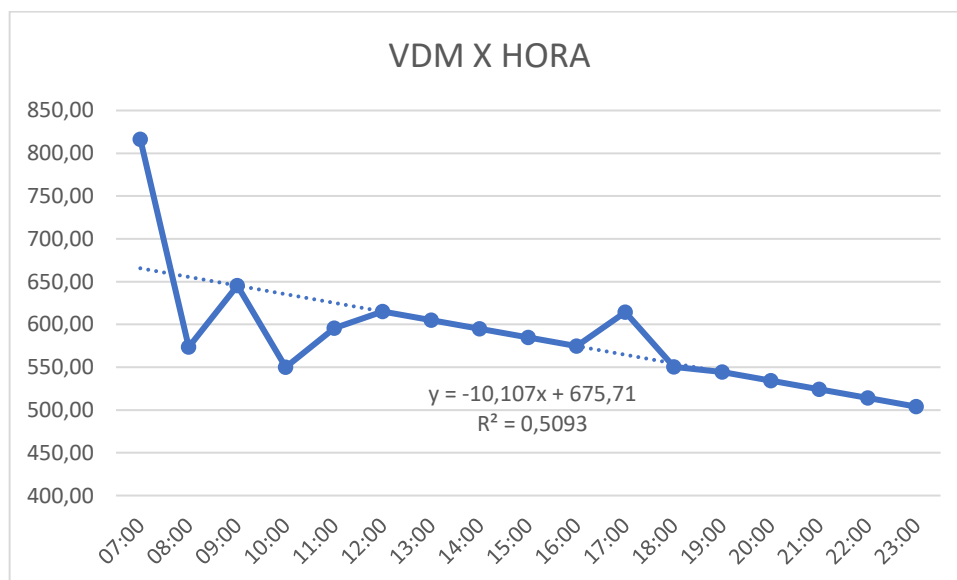
Fonte: PNCT, DNIT (2025).

As figuras 29 e 30 são obtidas a partir do site do PNCT com o modelo de georreferenciamento do programa. Nele foi buscado os dados georreferenciados para a o ponto de estudo desta pesquisa, o mesmo informa um VMD de 2271 veículos, futuramente podendo ser comparado com o VMD obtido nesta pesquisa.

A modelagem foi aplicada a um recorte diário de 16 horas (das 07:00 às 23:00), período que compreende os principais fluxos de tráfego da via analisada e recomendado pela apostila sobre contagens de tráfego do LabTrans/DNIT (2008). Esse procedimento visa não apenas suprir eventuais lacunas nas coletas manuais, mas também fornece uma visão mais abrangente e contínua do comportamento do tráfego ao longo do dia.

Com a utilização da regressão linear, é possível identificar tendências nos dados observados e projetar volumes com base em padrões já registrados, o que fortalece a confiança da estimativa do volume de tráfego (V1) em horários com ausência de observação direta. Os dados obtidos são observados no gráfico 1, abaixo. No APÊNDICE A, como mencionado acima, estão dispostas todas as tabelas que viabilizaram chegar nos valores estimados neste capítulo.

Gráfico 2 – V1 X HORA



Fonte: Autoria própria (2025).

No gráfico 2 pode ser entendida a modelagem do comportamento de tráfego diário na via, percebe-se também que a tendência do tráfego é diminuir no decorrer do dia e ter horários de pico definidos. Sendo assim, o V1 utilizado em projeto será de **9941**.

Alguns fatores expostos também no item 3.4.2.2 como o VMD e Vt (volume total de tráfego durante a vida útil do pavimento) foram calculados. Na tabela 5 podem ser observados os valores de VMD e Vt, a partir os parâmetros adotados na metodologia.

Tabela 5 – VMD e Vt

Parâmetros	
V1	9941
P	10
t (%)	4,01
VMD	11734,85345

Fonte: Autoria própria (2025).

Na tabela 5, os valores elevados explicam-se pelo alto volume de tráfego típico de uma via urbana, pela longa vida útil adotada no projeto do pavimento e pela taxa de crescimento estimada com base no aumento da frota veicular da cidade. Esses números se justificam especialmente pela importância da via, que conecta bairros e municípios da zona sul da cidade.

Além disso, os resultados reforçam a necessidade de um pavimento mais robusto e durável, uma vez que o tráfego projetado é significativo e tende a crescer nos próximos anos. O pavimento flexível atualmente em uso já apresenta falhas recorrentes, como trincas e afundamentos, o que indica que a estrutura não tem suportado adequadamente as cargas a que está submetida. Por fim, ao comparar com os dados das Figuras 29 e 30, observa-se que estes não são adequados para se utilizar no estudo, pois apresentam valores consideravelmente inferiores aos verificados nos dias de contagem, sendo, portanto, desconsiderados na análise.

4.2.3 Fator veículo e número N

Conforme indicado no item 3.2.3.2 e figura 24 e 25 deste estudo, o ajuste de classes de veículos segundo o DNER foi determinado após a contagem. Os resultados obtidos estão na tabela 6.

Tabela 6 – Equivalência e FV

Veículos		Total VMD	%	classe segundo o DNIT
Veículos leves	Autos	3101	83,7995%	94,2440%
	Camionetas	386,5	10,4445%	
Ônibus	2CB	65,5	1,7700%	1,9862%
	3CB	8	0,2162%	
Caminhões	2C	101	2,7294%	2,7294%
	3C	26,5	0,7161%	1,0404%
	4C	2,5	0,0676%	
	2S1	1,5	0,0405%	
	2S2	2,5	0,0676%	
	2S3	0,5	0,0135%	
	3S2	2	0,0540%	
	3S3	2	0,0540%	
	6 eixos ou mais	1	0,0270%	
Total		3700,5	100,0000%	100,0000%

Fonte: Autoria própria (2025).

Com base nos dados apresentados na Tabela 6, foi possível determinar o número “N”, que representa o total de repetições equivalentes de cargas ao longo da vida útil do pavimento. Na Tabela 7, a seguir, é apresentado o cálculo desse parâmetro.

Tabela 7 – Número N

Vt	43583946,42
Somatório FV	0,197696257
N	8,62E+06

Fonte: Autoria própria (2025).

Com o número N em posse é possível prosseguir a pesquisa especialmente com o dimensionamento do pavimento flexível.

4.3 Elaboração de projetos

4.3.1 Geotecnia

Os dados de caracterização de solo bem como sua resistência seguirão as recomendações mínimas do manual de pavimentação do DNIT. Então, para os dados de CBR de reforço de subleito, sub-base e base, as premissas geotécnicas obedecerão às recomendações e o dimensionamento para o tráfego estimado em relação as características mínimas que as camadas estruturantes de um pavimento devem respeitar. Na tabela 8, são apresentadas as características adotadas para o dimensionamento do pavimento flexível e demais utilizações de características do solo.

Tabela 8 – Camadas de solo

CAMADAS ESTRUTURANTES	
CAMADA	CBR
BASE	80%
SUB-BASE	20%
REFORÇO DE SUBLEITO	3%
SUBLEITO	2%

Fonte: Autoria própria (2025).

Portanto, os dados utilizados para esta pesquisa são apenas para fins de obtenção de resultados palpáveis para embasar uma proposta de projeto para região. Em caso de execução e elaboração de projeto executivo, devem ser feitos ensaios de caracterização do solo, bem como a resistência característica do mesmo.

4.3.2 Dimensionamento do pavimento flexível

Para o dimensionamento do pavimento flexível, foram adotadas, conforme recomendado no tópico de Geotecnia deste estudo, camadas constituídas por materiais granulares abaixo do revestimento. Com base no valor do número “N”, é possível determinar a espessura adequada da camada de revestimento e, a partir disso, prosseguir com a resolução das

inequações de verificação estrutural. A tabela 9 apresenta os resultados obtidos para as espessuras das camadas que compõem o pavimento.

Tabela 9 – Resolução de inequações

CAMADA	INEQUAÇÃO	ESPESSURA (cm)	COEFICIENTE DE EQUIVALÊNCIA ESTRUTURAL
REVESTIMENTO	Tabela 12	7,5	2
BASE GRANULAR	$2*7,5+1*B \geq 25$ (1)	10 -> 15 ³	1
SUB-BASE	$2*7,5+15*1+1*h20 \geq 82$ (2)	52	1
REFORÇO DE SUBLEITO	$2*7,5+15*1+1*22+1*Kref.hn \geq 108$ (3)	56	1

Fonte: Autoria própria (2025).

Na Tabela 9, estão expostos os resultados referentes às dimensões mínimas recomendadas para as camadas do pavimento. A espessura da camada de base, composta por material com características granulares, foi determinada por meio da inequação (1) e para as demais camadas sucessivamente como enumerado nas inequações, que estabelece os critérios técnicos para sua definição. As demais camadas foram dimensionadas de forma sequencial, seguindo os mesmos princípios normativos. Em particular, a camada de revestimento foi dimensionada conforme as diretrizes estabelecidas no Manual de Pavimentação do DNIT, resultando em uma espessura de 7,5 cm. Essa espessura foi definida com base no número N, obtido como $8,62 \times 10^6$, valor que orienta a escolha do revestimento adequado para suportar o tráfego previsto.

No APÊNDICE B são demonstradas as utilizações do ábaco de espessura em função de N para determinar a camada necessária para proteção das camadas ligeiramente abaixo da analisada.

Conforme obtido na tabela 9, são conhecidas as espessuras das camadas estruturantes do pavimento representados na figura 31, fornecendo dados necessários para orçamento de implantação.

³ Conforme diretriz do DNIT, adota-se a espessura construtiva mínima de 15 cm para camadas de base e sub-base, mesmo para valores calculados inferiores, a fim de garantir a eficácia da compactação e o desempenho estrutural.

Figura 31 – Camadas dimensionadas

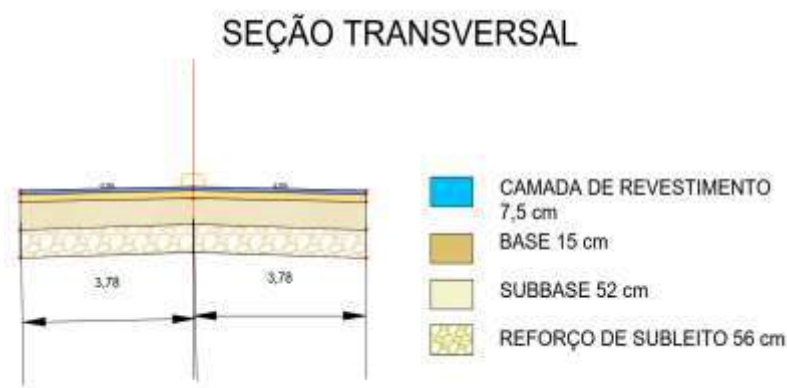


Fonte: Autoria própria (2025).

Portanto, a configuração mínima para que o pavimento suporte as condições de tráfego resulta em uma espessura total de 130,5 cm. Em termos práticos, especialmente em um contexto urbano, uma estrutura tão robusta impõe desafios significativos. O grande volume de material eleva os custos de aquisição e transporte, enquanto os extensos serviços de escavação podem interferir com redes de infraestrutura subterrânea (água, esgoto, drenagem), aumentando a complexidade, o custo e o tempo de implantação do projeto.

Na figura 32, é apresentado o modelo geométrico de seção transversal do pavimento flexível a partir do dimensionamento feito neste capítulo. A representação é feita a partir de criação de uma montagem no software onde é possível determinar características geométricas da estrutura requerida.

Figura 32 – Seção transversal do pavimento flexível



Fonte: Autoria própria (2025).

4.3.3 Dimensionamento do pavimento rígido

Para o dimensionamento do pavimento rígido, foram adotados os parâmetros recomendados pelo Manual de Pavimento Rígido do DNIT, preservando-se as características do solo conforme estabelecido no item 4.3.1. Com base no valor de CBR selecionado para o subleito, determinou-se o fator k. Adotou-se ainda uma sub-base composta por brita tratada com cimento, com espessura de 15 cm, e uma espessura de 21 cm para a placa de ensaio. A partir dessas condições, foram calculados os fatores de fadiga e de erosão, cujos valores estão apresentados nas tabelas 10 e 11.

Todos os dados e procedimentos que viabilizaram esses resultados encontram-se detalhados no APÊNDICE C.

Tabela 10 – Premissas para o pavimento rígido

1	Acostamento	Não
2	Barra de transferências	Não
3	Fctm	4,5
4	k (subleito) Mpa/m	20
5	FSC	1,1
6	Espessura teste	21
7	Vida de projeto (anos)	20

Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 11 – Análise de consumo por fadiga e erosão

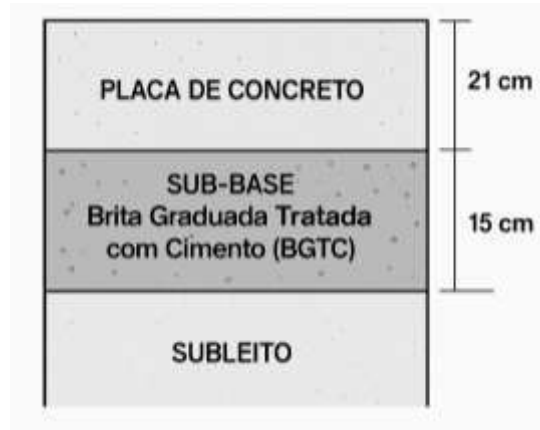
Análise de fadiga		Dano por erosão	
Total	0%	Total	92,51%

Fonte: Autoria própria (2025).

Conforme demonstrado nas tabelas anteriores, com base nas características estimadas, foram realizados todos os processos necessários para a determinação do número de repetições de tráfego no pavimento. Os resultados obtidos para o consumo por fadiga e por erosão encontram-se na Tabela 11, na qual a soma dos percentuais de consumo por fadiga e erosão (%) se aproximam de 100%. Esse resultado indica que a espessura e as características adotadas para

o pavimento são adequadas para suportar o tráfego previsto ao longo de 20 anos de projeto. Na figura 33 é representada a estrutura do pavimento rígido dimensionado.

Figura 33 – Estrutura do pavimento em concreto

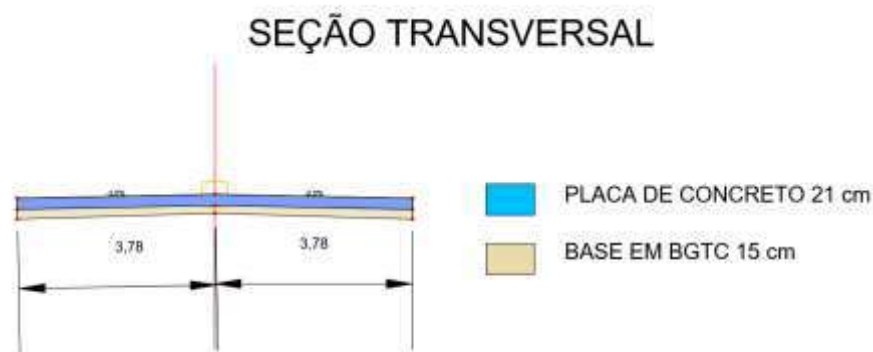


Fonte: Autoria própria (2025).

A solução em pavimento rígido resultou em uma estrutura final com 36 cm de espessura total. Esta configuração, notavelmente mais delgada que os 130,5 cm exigidos pela alternativa flexível, é particularmente vantajosa para o projeto. A diferença de 94,5 cm impacta positivamente os custos ao reduzir drasticamente os volumes de escavação e material, além de simplificar a execução e otimizar o cronograma da obra ao evitar complexas interferências com a infraestrutura urbana.

Na figura 36, é apresentado o modelo geométrico de seção transversal do pavimento rígido a partir do dimensionamento feito neste capítulo.

Figura 34 – Seção transversal do pavimento rígido



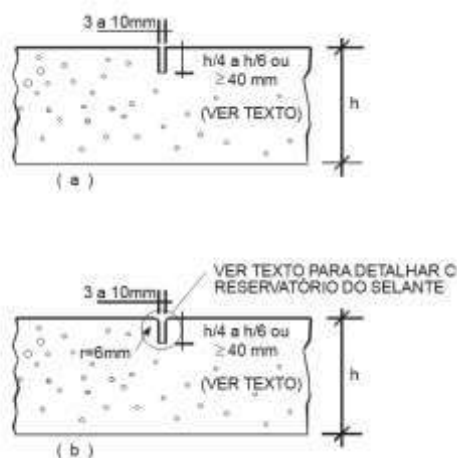
Fonte: Autoria própria (2025).

Determinadas as geometrias transversais para o pavimento, criando o corredor no Civil 3D, tornou-se possível a representação geométrica de todo o pavimento proposto. O projeto básico está disponível no APÊNDICE D deste trabalho.

4.3.3.1 Juntas

As juntas do pavimento rígido seguem também as instruções do Manual de Pavimentos Rígidos do DNIT (2005), essas juntas podem ser de três tipos: serradas de contração, de construção e de dilatação. As juntas serradas de contração têm por finalidade criar um plano de enfraquecimento da seção, de modo a induzir a formação de fissuras de retração neste plano. As de construção são executadas nas interrupções de concretagem. As de dilatação têm por finalidade aliviar as tensões de compressão, que se desenvolvem quando o pavimento se expande. Na figura 34 é possível observar como deve ser o trabalho nas juntas serradas adotadas para o pavimento rígido projetado.

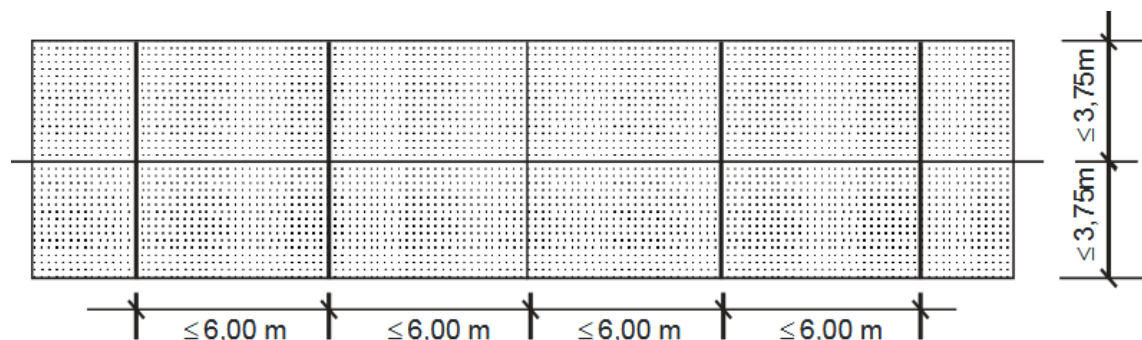
Figura 35 – Tratamento de juntas



Fonte: DNIT (2005).

A disposição das juntas no pavimento também deve obedecer a recomendação do manual com características já consolidadas no Brasil, como mostra a figura 35.

Figura 36 – Largura e comprimento recomendados para placas de pavimento de concreto



Fonte: DNIT (2005).

Como mostrado acima, a disposição das placas deve estar a aproximadamente 6 metros longitudinalmente e 3,75 metros de maneira transversal. Esses dados darão suporte para elaboração de projeto básico e orçamentos.

4.4. Orçamentos e comparativos

Como mencionado no item anterior, a utilização do software Civil 3D permitiu a obtenção dos quantitativos de material para implantação do pavimento, áreas e quadros necessários para orçar os pavimentos dimensionados. Referente ao projeto básico. Nas tabelas 12, 13 e gráfico 3, é possível analisar os valores comparativos dos orçamentos elaborados.

Tabela 12 – Custos de implantação dos pavimentos

CUSTO DE IMPLANTAÇÃO	
PAVIMENTO FLEXÍVEL	PAVIMENTO RÍGIDO
R\$	R\$
753.975,07	1.171.291,61
CUSTO POR M ²	
PAVIMENTO FLEXÍVEL	PAVIMENTO RÍGIDO
R\$	R\$
145,06	225,36

Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 13 – Custo de reabilitação do pavimento flexível por 10 anos

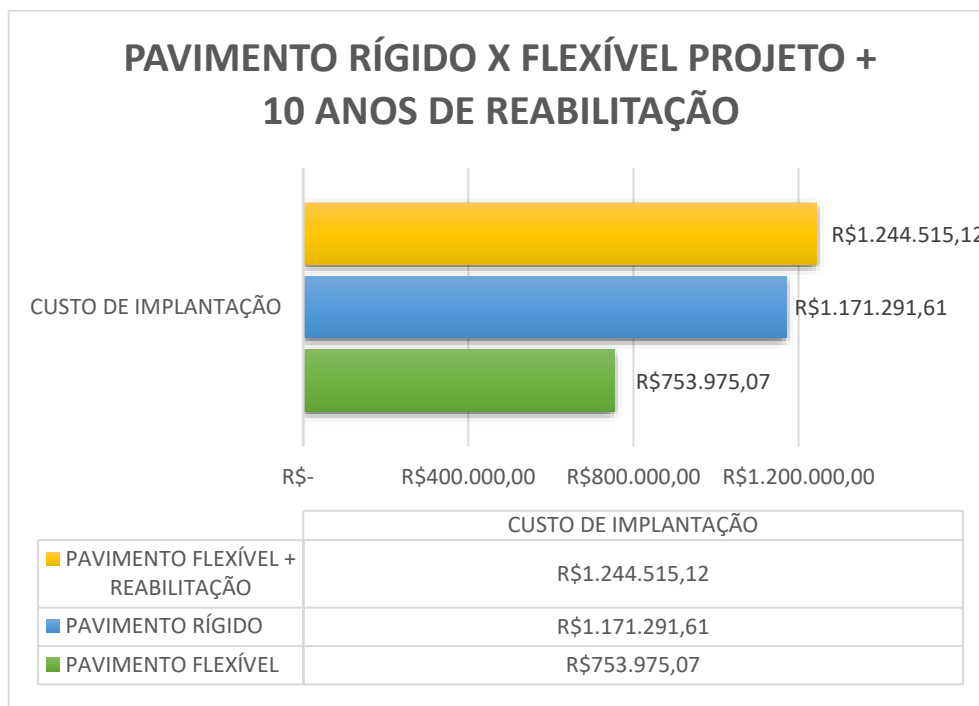
MANUTENÇÃO POR 10 ANOS PAVIMENTO FLEXÍVEL	
CUSTO DE MANUTENÇÃO POR M2 PARA 10 ANOS	TOTAL REABILITAÇÃO (CUSTO DE MANUTENÇÃO POR M2 PARA 10 ANOS * AREA PROJETADA)
R\$	R\$
94,38	490.540,05

Fonte: Autoria própria (2025).

A partir das tabelas 12 e 13 é possível observar os custos obtidos nos orçamentos elaborados. Vale salientar que o custo de manutenção para 10 anos onde seja possível comparar a vida útil dos pavimentos foi obtido do estudo apresentado no gráfico 1 do item 2.2, segundo Oliveira, Fernandes e Pacheco (2024, p. 70).

O pavimento rígido foi projetado para uma vida útil de 20 anos, período no qual a necessidade de manutenções corretivas é mínima. Por essa razão, a estimativa de custos para essa finalidade não foi considerada nesta fase. A seguir, no gráfico 3 pode-se notar a evolução desses custos, ou seja, o custo total em 20 anos (Pavimento Flexível com ciclo de manutenção de 10 anos + grandes reparos).

Gráfico 3 – Custos ao longo da vida útil



Fonte: Autoria própria (2025).

Conforme evidencia o Gráfico 3, a necessidade de manutenções corretivas no pavimento flexível, em um período de 10 anos, eleva consideravelmente seu custo, além de acarretar transtornos inerentes aos processos de reabilitação.

Em uma análise de longo prazo, projetada para 20 anos, a vantagem econômica do pavimento rígido torna-se clara. Seu custo total de R\$ 1.171.291,61 representa uma economia de R\$ 73.223,51 (cerca de 5,9%) em comparação ao pavimento flexível, cujo valor atinge R\$ 1.244.515,12 ao incluir as intervenções necessárias.

Por fim, a Tabela 17 consolida esses dados, apresentando um resumo comparativo entre as duas soluções de acordo com todos os pontos observados neste trabalho.

Quadro 6 – Resumo comparativo

Resumo comparativo entre os pavimentos		
Aspecto Avaliado	Pavimento Flexível (Concreto Asfáltico)	Pavimento Rígido (Concreto de Cimento Portland)
Custo Inicial de Implantação	Menor	Maior
Vida Útil	Menor (mais manutenção)	Maior (menos intervenções)
Custo ao Longo do Tempo	Mais oneroso devido à manutenção frequente	Mais econômico a longo prazo
Composição Estrutural	Múltiplas camadas (sub-base, base, revestimento) 130,5 cm	Menor número de camadas (geralmente duas) 36 cm. Aproximadamente 27,59 % da espessura do pavimento flexível.
Comportamento frente às solicitações	Deformações mais significativas com o tempo	Maior resistência e menor deformação
Impacto no Microclima	Maior absorção de calor (material escuro)	Menor absorção de calor (material claro)
Disponibilidade de Dados Técnicos	Ausência de dados geotécnicos e de tráfego dificultou análise precisa	Mesma limitação, os dados foram estimados por normas e métodos

Fonte: Autoria própria (2025).

Como discutido acima e observado no quadro 6, as características estruturais do pavimento rígido se destacam, mostrando-se como alternativa a ser considerada.

Por fim, todos os orçamentos e memorias que possibilitaram chegar a estes resultados estão dispostos no APÊNDICE E e ANEXO D.

5 CONCLUSÃO/CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho de conclusão de curso propôs-se a realizar uma análise comparativa e multifatorial sobre a viabilidade de substituir o pavimento flexível por pavimento rígido em um trecho urbano da cidade de Patos, Paraíba. A análise partiu da constatação do estado de degradação avançada do pavimento flexível existente, cujo conceito de condição do pavimento a partir de norma foi classificado como "péssimo" devido a manifestações patológicas severas como buracos, trincas e afundamentos, evidenciando a urgência de uma intervenção estrutural.

A avaliação técnica comparativa, baseada no dimensionamento para o tráfego local, demonstrou a superioridade estrutural e a maior vida útil do pavimento rígido. Enquanto a solução flexível exigiria intervenções de manutenção frequentes, comprometendo sua sustentabilidade a longo prazo, o pavimento de concreto se destacou pela robustez e durabilidade.

Do ponto de vista econômico, a análise de custos ao longo de um horizonte de 20 anos foi decisiva. Embora o pavimento rígido demande um investimento inicial superior, sua análise de ciclo de vida revela uma vantagem econômica substancial, atribuída à sua elevada durabilidade e à reduzida necessidade de manutenções corretivas. Este fator torna o custo total de propriedade do pavimento flexível superior ao do rígido no período analisado.

Adicionalmente, o estudo investigou o impacto ambiental sob a ótica do conforto térmico. Os resultados indicaram que o pavimento flexível (asfáltico), devido à sua baixa refletância solar (albedo), intensifica o fenômeno das ilhas de calor urbanas. Em contrapartida, o pavimento rígido, por sua coloração mais clara, apresentou um desempenho térmico superior, contribuindo para a redução da temperatura superficial e, conseqüentemente, para um maior conforto térmico no ambiente urbano.

Diante do exposto, e com base no dimensionamento proposto que atende às normativas do DNIT e às condições de tráfego estimadas, conclui-se que a substituição do pavimento flexível por pavimento rígido no trecho da Rua Felipe Camarão, em Patos/PB, constitui a solução de engenharia mais robusta, economicamente sustentável e ambientalmente consciente. A adoção desta tecnologia não apenas garante uma infraestrutura viária mais durável e segura, mas também promove um avanço na qualidade de vida urbana e na sustentabilidade do município.

6. LIMITAÇÕES DE ESTUDO E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

É imperativo reconhecer as limitações inerentes a esta pesquisa, que podem servir como ponto de partida para futuras investigações. A principal limitação reside na caracterização geotécnica do subleito, que se baseou em estimativas, dada a ausência de ensaios específicos *in loco*. Uma análise geotécnica detalhada influenciaria diretamente a otimização do dimensionamento das camadas do pavimento.

Outra limitação refere-se à análise de tráfego, que foi realizada por amostragem pontual. Tal metodologia pode não capturar com precisão a sazonalidade e o espectro completo de cargas, especialmente de veículos pesados, que impactam a vida útil do pavimento.

Para trabalhos futuros, recomenda-se:

- Aprofundamento geotécnico: Realizar uma campanha de investigações geotécnicas no trecho, incluindo ensaios de capacidade de suporte, como o CBR, para obter parâmetros de solo precisos e refinar o dimensionamento;
- Estudo de tráfego longitudinal: Implementar estudos de tráfego de longa duração, com contagens volumétricas e classificatórias contínuas, a fim de gerar um espectro de carga mais representativo e fidedigno;
- Análise de outras tecnologias: Expandir o escopo comparativo para incluir outras soluções de pavimentação, como pavimentos intertravados, semirrígidos ou tecnologias sustentáveis emergentes, como concretos permeáveis ou fotocatalíticos, avaliando suas aplicabilidades para o contexto de Patos/PB;
- Verificação dos GEE (Gases do efeito estufa) emitidos em cada uma das soluções, tendo em vista o alto consumo de cimento para execução do pavimento rígido em concreto.

REFERÊNCIAS

ALVES, Mauro Di Creddo e BERNUCCI, Liedi Légi Bariani. Estudo comparativo de revestimentos asfálticos no corredor tecnológico. Produção em Iniciação Científica da Escola Politécnica da USP, n. 3, 2006 Tradução. Disponível em: https://repositorio.usp.br/directbitstream/8d9e14a7-78c9-4efc-ba79d84c86e2562f/Bernucci-2006_Estudo_comparativo.pdf. Acesso em: 23 ago. 2025.

ANANDAKUMAR, K. A study on the partition of net radiation into heat fluxes on a dry asphalt surface. *Atmospheric Environment*, v. 33, p. 3911-3918, 1999. DOI: [10.1016/S1352-2310\(99\)00133-8](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(99)00133-8)

BERNUCCI, L. B. et al. Pavimentação asfáltica: Formação básica para engenheiros. 2. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2022

BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Método de projeto de pavimentos flexíveis. Rio de Janeiro: DNER, 1981.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. DNIT 005/2003 – TER: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos – Terminologia. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 2003.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. DNIT 008/2003 – PRO: levantamento visual contínuo – procedimento. Rio de Janeiro: DNIT, 2003. 20 p.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. DNIT 061/2004 – TER: Pavimentos flexíveis – Revestimento com concreto betuminoso usinado a quente – Terminologia. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 2004.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de estudos de tráfego. Rio de Janeiro: DNIT, 2006. 384 p. (Publicação IPR 723).

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de pavimentos rígidos. 2. Ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2005. 234 p. (Publicação IPR 714).

BRASIL. Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de Pavimentação. 3. Ed.

Corr. Com Errata de 13 maio 2022. Rio de Janeiro: IPR/DNIT, 2006. 274 p. (Publicação IPR 719).

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Plano Nacional de Contagem de Tráfego: apostila sobre contagens de tráfego. Florianópolis: UFSC, LabTrans/DNIT, 2008. Disponível em: <https://www.labtrans.ufsc.br/wp-content/uploads/2020/12/Plano-Nacional-de-Contagem-de-Tr%C3%A1fego-Apostila-sobre-Contagens-de-Tr%C3%A1fego.-DNIT-2008.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2025.

CALLEJAS, Ivan Júlio Apolônio; DURANTE, Luciane Cleonice; ROSSETI, Karyna de Andrade Carvalho. Contribuição da pavimentação asfáltica para o aquecimento de áreas urbanas. *E&S – Engineering and Science*, Cuiabá, v. 1, n. 3, p. 64-72, jun. 2015. ISSN 2358-5390. DOI: [10.18607/ES201532555](https://doi.org/10.18607/ES201532555)

COSTA, Jochezan da Silva. *Análise comparativa de alternativas para pavimentação de rodovias: pavimento flexível x pavimento rígido.* 2013. 63 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). Programa Nacional de Controle de Tráfego – PNCT. DNIT, 2023. Disponível em: <https://servicos.dnit.gov.br/dadospnct>. Acesso em: 1 maio 2025.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). Sistema de Custos Rodoviários – SICRO: Manual de utilização. Brasília, DF: DNIT, 2015. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-rodoviaros>. Acesso em: 6 maio 2025.

GOOGLE. Google Maps: Rua Felipe Camarão, Patos PB. Disponível em: <https://www.google.com/maps>. Acesso em: 14 jun. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Censo Demográfico 2022 – Características Urbanísticas do Entorno dos Domicílios.* 17 abr. 2025. Disponível em: <...>. Acesso em: 23 ago. 2025.

MAITELLI, Gilda Tomasini. *Abordagem tridimensional de clima urbano em área tropical continental: o exemplo de Cuiabá-MT.* 1994. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/000740931>. Acesso em: 14 jun. 2025.

MASCHIO, Alexsander; CARVALHO, Marcos Dutra de. *Vantagens do pavimento de concreto.* [S.l.: s.n.], [s.d.]. Disponível em: <https://www.crea-pr.org.br>. Acesso em: 14 jun. 2025.

OKE, T. R. Boundary Layer Climates. 2. Ed. New York: Routledge, 1987. 435 p.

OLIVEIRA, Michele Augusto de; FERNANDES, Rafael Costa Paixão; PACHECO, Ronaldo Feu Rosa. Análise comparativa de custos entre pavimentos rígidos e flexíveis. **Pesquisa e Desenvolvimento & Construções**, Vitória, ed. 113, p. 70-76, jan./mar. 2024. DOI: [10.4322/1809-7197.2024.113.0003](https://doi.org/10.4322/1809-7197.2024.113.0003).

PATOS ONLINE. Frota de veículos em Patos cresceu mais de 20% nos últimos 5 anos. Patos Online, 3 jan. 2022. Disponível em: <https://patosonline.com/noticia/144314/frota-de-veiculos-em-patos-cresceu-mais-de-20-nos-ultimos-5-anos>. Acesso em: 4 jun. 2025.

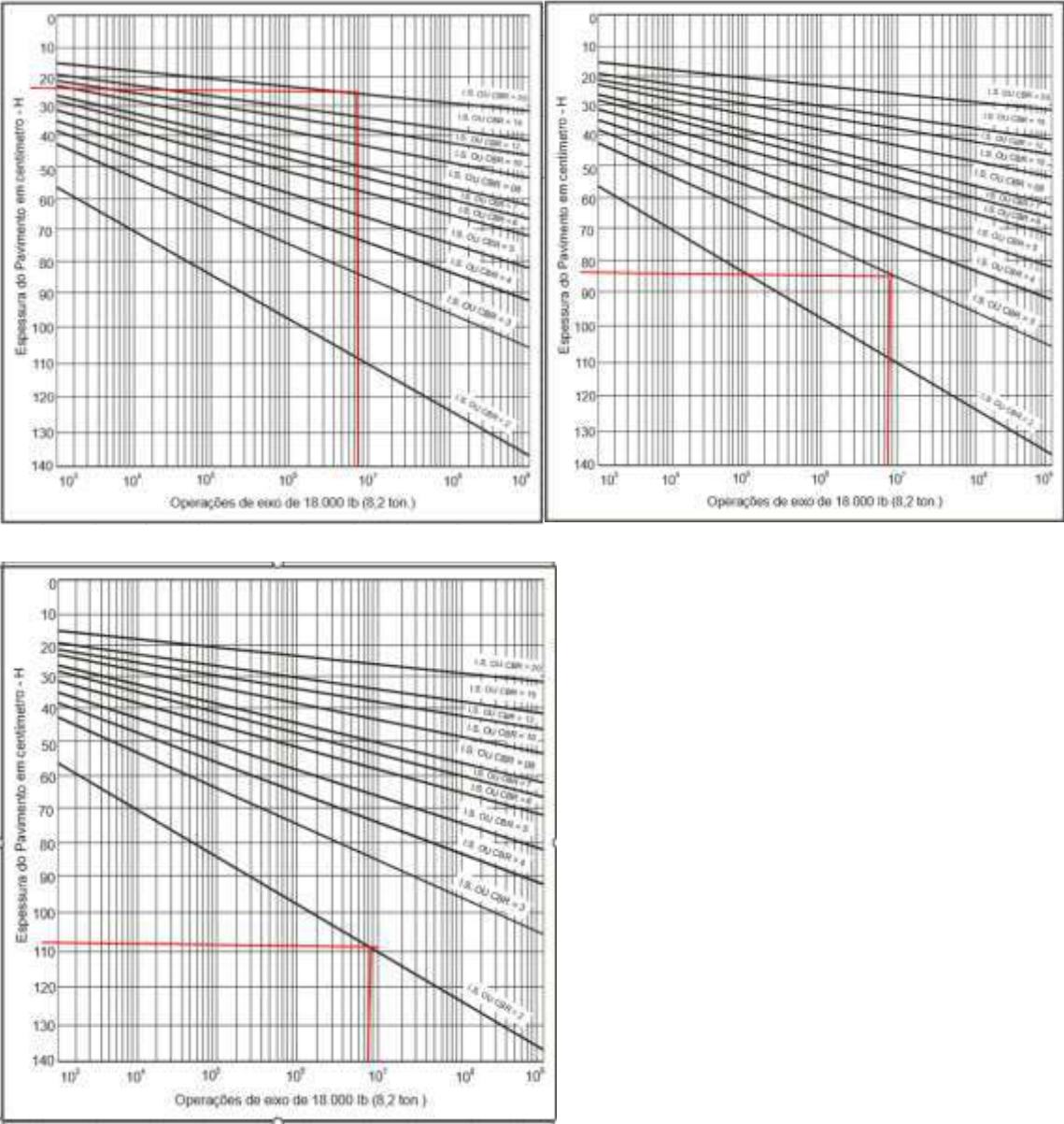
PETZOLD, Augusto dos Santos; BERNARDI, Rickson Marinho; MATTEONI, Stefano. Pavimentos rígidos: o futuro das estradas brasileiras. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v. 1, 2021. ISSN 2178-6925. DOI: [10.17648/2178-6925-v1-2021-27](https://doi.org/10.17648/2178-6925-v1-2021-27)

SILVA, Paulo Otávio Amaral e; OLIVEIRA, Ricardo Fonseca de. Patologias em pavimentos flexíveis. **GETEC: Revista de Engenharia, Tecnologia e Computação**, v. 10, n. 30, p. 35-52, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufop.br/getec>. Acesso em: 14 jun. 2025.

APÊNDICE A – Aplicação de regressão linear e porcentagem de veículos contados

Horário	Volume de veículos in loco (07/04/2025)	Volume de veículos in loco (08/04/2025)	VDM	Dados previstos
07:00	807	826	816,5	816,50
08:00	615	532	573,5	573,50
09:00				645,39
10:00	541	559	550	550,00
11:00	609	582	595,5	595,50
12:00				615,07
13:00				604,96
14:00				594,85
15:00				584,74
16:00				574,64
17:00	592	637	614,5	614,50
18:00	549	552	550,5	550,50
19:00				544,32
20:00				534,21
21:00				524,10
22:00				514,00
23:00				503,89
Total	3713	3688	3700,5	9940,66

APÊNDICE B – Utilização do ábaco para determinar espessura da camada a partir do CBR



APÊNDICE C – Planilhas e ábacos para dimensionamento de pavimento rígido

Figura 27 - Análise de fadiga - número de repetições admissíveis em função do fator de fadiga (com ou sem acostamento de concreto)

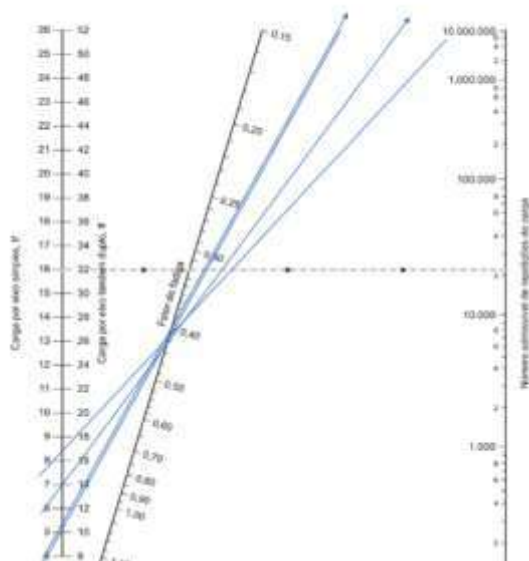
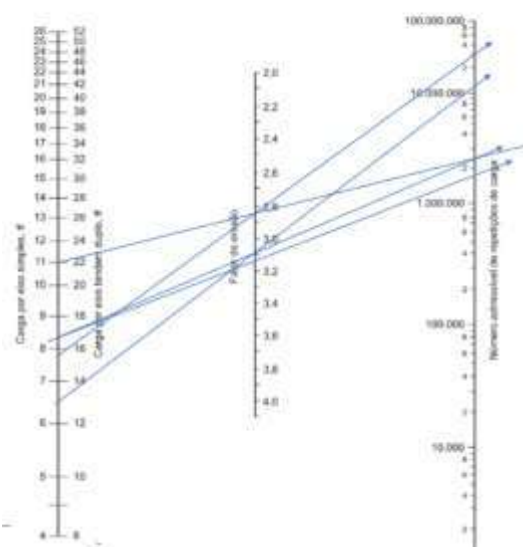


Figura 28 - Análise de erosão - número admissível de repetições de carga com base no fator de erosão (sem acostamento de concreto)



Tensões equivalentes		
1,96	1,85	1,37
Fator de erosão		
3,05	3,3	3,33
Fator de fadiga		
0,44	0,41	0,30

Tipos de Estabilização	Requisitos Mínimos de Granulometria e Outros	Requisitos de Dosagem	Espessuras Usuais
Solo-cimento	Figura 14	1) Resistência mínima à compressão simples, aos 7 dias, entre 1,4 e 2,1 MPa 2) Consumo mínimo de cimento igual a 5% em massa	10cm a 20cm
Brita tratada com cimento	Figura 15	1) Resistência à compressão simples, aos 7 dias, entre 3,5 e 5,0 MPa 2) Consumo mínimo de cimento igual a 3% em massa	10cm a 20cm
Concreto pobre (ou rolado)	Figura 16	1) Resistência característica à compressão simples, aos 7 dias, entre 3,0 e 7,0 MPa. 2) Relação cimento:agregado entre 1:15 e 1:22	7,5cm a 15cm
Solo melhorado com cimento	DNER-ESP09-71	1) Índice de suporte Califórnia igual ou maior que 30% (conforme DNER-ES-P 09-71) 2) Consumo mínimo de cimento igual a 3% em massa	10cm a 20cm

Veículos		Total VMD	%	Correção a partir do V1 ESTIMADO		Sol. Por eixo para 20 anos
Veículos leves	Autos	3101	0,837994866	9940,663807	8330,22523	7961831,403
	Camionetas	386,5	0,104445345		1038,256063	992340,4828
Ônibus	2CB	65,5	0,017700311		175,9528386	168171,5437
	3CB	8	0,00216187		21,49042304	20540,03587
Caminhões	2C	101	0,027293609		271,3165909	259317,9528
	3C	26,5	0,007161194		71,18702631	68038,86881
	4C	2,5	0,000675584		6,715757199	6418,761208
	2S1	1,5	0,000405351		4,02945432	3851,256725
	2S2	2,5	0,000675584		6,715757199	6418,761208
	2S3	0,5	0,000135117		1,34315144	1283,752242
	3S2	2	0,000540468		5,37260576	5135,008967
	3S3	2	0,000540468		5,37260576	5135,008967
	6 eixos ou mais	1	0,000270234		2,68630288	2567,504483
Total		3700,5	1	FE	0,130928253	
1	Acostamento	Não				
2	Barra de transferências	Não				
3	Fctm	4,5				
4	k (subleito) Mpa/m	20				
5	FSC	1,1				
6	Espessura teste	21				
7	Vida de projeto (anos)	20				

FSC 1,1

EXEMPLO DE CÁLCULO DE EIXOS TOTAIS POR CLASSE DE CARGA (20 ANOS)						
Cargas por eixo (tf)	Cargas por eixo (tf) x FSC	n° de repetições previstas	Análise de fadiga		Análise de erosão	
			n° de repetições admissíveis	Consumo de fadiga %	n° de repetições admissíveis	Consumo de fadiga %
1	2	3	4	5	6	7
Eixo simples			8. Tensão equivalente	1,96	10. Fator de erosão	3,05
			9. Fator de fadiga	0,435555556		
6	6,6	7961831,403	ilimitado	0	30000000	26,5394%
10	11	236210,4125	ilimitado	0%	2500000	9,4484%
Eixos duplos			8. Tensão equivalente	1,85	10. Fator de erosão	3,3
			9. Fator de fadiga	0,41		
13	14,3	992340,4828	ilimitado	0	10000000	9,923%
17	18,7	33377,55828	ilimitado	0	2000000	1,669%
Eixos triplos			8. Tensão equivalente	1,37	10. Fator de erosão	3,33
			9. Fator de fadiga	0,304444444		
25	27,5	808763,9122	ilimitado	0	1800000	44,931%
Total				0%	Total	92,5115%

APÊNDICE D – Dados obtidos no Civil 3D

Figura 43 – Volume de escavação e posteriormente recomposição do material para pavimento rígido

BGTC	1.28	17.75	872.00
CONCRETO	1.59	22.07	1084.36

Figura 44 – Volume total de material para pavimento flexível

EST.34+13.92			
TIPO	ÁREA (m2)	VOLUME (m3)	VOLUME ACUMULADO (m3)
CORTE	0.23	1.62	10.33
ATERRO	0.18	3.12	189.04
REESTRUTURAÇÃO FINAL	9.43	131.26	6448.70

APÊNDICE E – ORÇAMENTOS E MEMÓRIAS DE CÁLCULO E COMPOSIÇÕES PARA AMBOS OS PAVIMENTOS

PLANILHA DE ESTIMATIVA DE PREÇO PARA IMPLANTAÇÃO DE PAVIMENTO FLEXÍVEL
LOCAL: PATOS PB
AUTOR: DOUGLAS CRISTIANO FRANCO GONÇALVES GOUVEIA

Item	Base		Serviço	Unid	Quant	Unit (R\$)	Custo Total (R\$)	% Sobre valor total
1			DEMOLIÇÕES				R\$ 92.909,21	12,32%
1.1			PAVIMENTO EXISTENTE					
1.1.1	SICRO	4915667	Remoção mecanizada de revestimento asfáltico	m²	519,75	R\$ 4,8055	R\$ 2.497,66	0,33%
1.1.2	SICRO	5914675	Transporte de revestimento asfáltico - Caminhão basculante 6 m³	tkm	12474,00	R\$ 7,2480	R\$ 90.411,55	11,99%
2			TERRAPLENAGEM				R\$ 573.170,24	76,02%
2.1			ESCOVAÇÃO					
2.1.1	SICRO	5502388	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 2.500 a 3.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	6448,70	R\$ 18,9700	R\$ 122.331,84	16,22%
2.2			SUBLEITO					
2.2.1	SICRO	4011209	Regularização do subleito - 100% Proctor Intermediário	m²	4851,00	R\$ 1,5300	R\$ 7.422,03	0,98%
2.3			REFORÇO DE SUBLEITO					
2.3.1	SICRO	4011211	Reforço do subleito com material de jazida - 100% Proctor Intermediário	m³	2930,00	R\$ 9,5434	R\$ 27.962,20	3,71%
2.3.2	SICRO	4016096	Transporte de escavação e carga de material de jazida com escavadeira hidráulica de 1,56 m³ - Caminhão basculante 10 m³	tkm	43950,00	R\$ 3,8785	R\$ 170.460,08	22,61%
2.4			SUB-BASE					
2.4.1	SICRO	4011227	Sub-base de solo estabilizado granulometricamente sem mistura com material de jazida - 100% Proctor Intermediário	m³	2819,47	R\$ 9,5434	R\$ 26.907,33	3,57%
2.4.2	SICRO	4016096	Transporte de escavação e carga de material de jazida com escavadeira hidráulica de 1,56 m³ - Caminhão basculante 10 m³	tkm	42292,05	R\$ 3,8785	R\$ 164.029,72	21,76%
2.5			BASE					
2.5.1	SICRO	4011219	Base de solo estabilizado granulometricamente sem mistura com material de jazida - 100% Proctor modificado	m³	784,82	R\$ 10,7000	R\$ 8.397,60	1,11%
2.5.2	SICRO	4016096	Transporte de escavação e carga de material de jazida com escavadeira hidráulica de 1,56 m³ - Caminhão basculante 10 m³	tkm	11772,45	R\$ 3,8785	R\$ 45.659,45	6,06%
3			PAVIMENTAÇÃO				R\$ 87.895,61	11,66%
3.1			SUBTRECHO DA RUA FELIPE CAMARÃO					
3.1.1	SICRO	4011352	Imprimação com emulsão asfáltica	m²	5197,5	R\$ 0,4000	R\$ 2.079,00	0,28%
3.1.2	SICRO	4011353	Pintura de ligação	m²	5197,5	R\$ 0,2800	R\$ 1.455,30	0,19%
3.1.3	SICRO	4011464	Concreto asfáltico - faixa C-12,5 - massa comercial	t	941,7038	R\$ 9,9837	R\$ 9.401,69	1,25%
3.1.4	SICRO	5914649	Transporte de massa asfáltica comercial - Caminhão basculante 10 m³	tkm	9417,04	R\$ 7,9600	R\$ 74.959,63	9,94%
TOTAL CUSTOS DIRETOS							R\$ 753.975,07	
TAXA DE BDI							0	
TOTAL GERAL							R\$ 753.975,07	

Serviço	Unid	MEMORIA DE CALCULO	RESULTADO	OBSERVAÇÃO
DEMOLIÇÕES				
PAVIMENTO EXISTENTE				
Remoção mecanizada de revestimento asfáltico	m²	693*7,5*0,1	519,75	10 cm de espessura para o pavimento existente
Transporte de revestimento asfáltico - Caminhão basculante 6 m³	tkm	(2,4t/m³*519,75)*10	12474,00	
TERRAPLENAGEM				
ESCAVAÇÃO				
Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 2.500 a 3.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	RETIRADO DO CIVIL 3D	6448,7	
SUBLEITO				
Regularização do subleito - 100% Proctor intermediário	m²	693*7	4851	
REFORÇO DE SUBLEITO				
Reforço do subleito com material de jazida - 100% Proctor intermediário	m²	4,2280*693	2930,004	RETIRADO DO CIVIL 3D
Transporte de escavação e carga de material de jazida com escavadeira hidráulica de 1,58 m³ - Caminhão basculante 10 m³	tkm	1,5 t/m³ * 2930m³*10km	43950	
SUB-BASE				
Sub-base de solo estabilizado granulometricamente sem mistura com material de jazida - 100% Proctor intermediário	m²	4,0685*693	2819,4705	RETIRADO DO CIVIL 3D
Transporte de escavação e carga de material de jazida com escavadeira hidráulica de 1,58 m³ - Caminhão basculante 10 m³	tkm	1,5 t/m³ * 2819,47m³*10km	42292,05	DENSIDADE DO MATERIAL*VOLUME DE MOVIMENTAÇÃO*DISTANCIA ESTIMADA
BASE				
Base de solo estabilizado granulometricamente sem mistura com material de jazida - 100% Proctor modificado	m²	1,1325*693	784,8225	RETIRADO DO CIVIL 3D
Transporte de escavação e carga de material de jazida com escavadeira hidráulica de 1,58 m³ - Caminhão basculante 10 m³	tkm	1,5t/m³*784,8225*10	11772,45	DENSIDADE DO MATERIAL*VOLUME DE MOVIMENTAÇÃO*DISTANCIA ESTIMADA
PAVIMENTAÇÃO				
SUBTRECHO DA RUA FELIPE CAMARÃO				
Imprimação com emulsão asfáltica	m²	693*7,5	5197,5	
Pintura de ligação	m²	693*7,5	5197,5	
Concreto asfáltico - faixa C-12,5 - massa comercial	t	2,4 t/m³ * (0,5662m³*693m)	941,70384	DENSIDADE DO MATERIAL*VOLUME DE MOVIMENTAÇÃO*DISTANCIA ESTIMADA
Transporte de massa asfáltica comercial - Caminhão basculante 10 m³	tkm	941,70384*10	9417,0384	

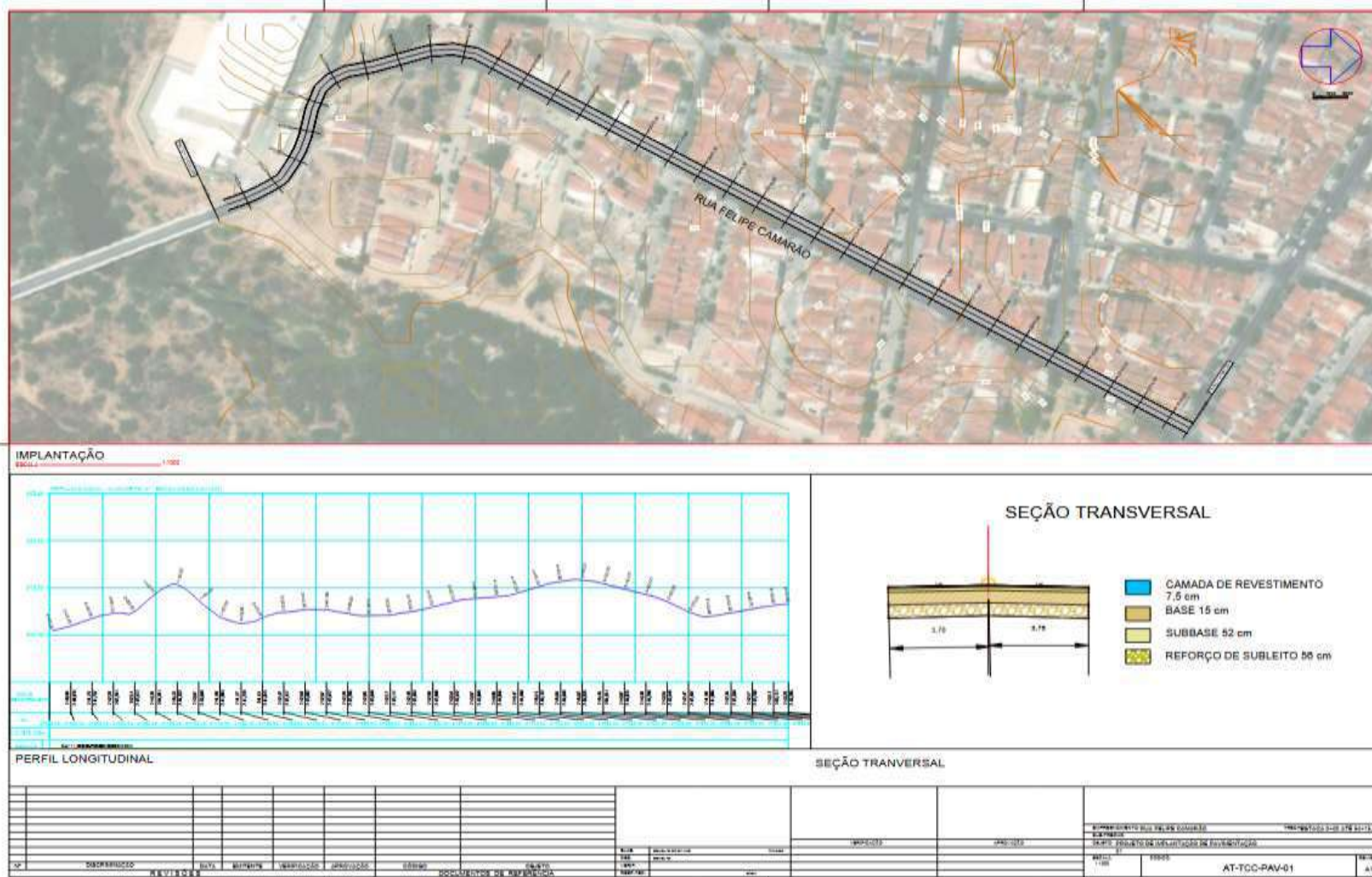
PLANILHA DE ESTIMATIVA DE PREÇO PARA IMPLANTAÇÃO DE PAVIMENTO RÍGIDO
LOCAL: PATOS PB
AUTOR: DOUGLAS CRISTIANO FRANCO GONÇALVES GOUVEIA

Item	Base		Serviço	Unid	Quant	Custo Unit (R\$)	Custo Total (R\$)	% Sobre valor total
1			DEMOLIÇÕES				R\$ 92.909,21	7,93%
1.1			PAVIMENTO EXISTENTE					
1.1.1	SICRO	4915667	Remoção mecanizada de revestimento asfáltico	m²	519,75	R\$ 4,8055	R\$ 2.497,66	0,21%
1.1.2	SICRO	5914675	Transporte de revestimento asfáltico - Caminhão basculante 6 m³	tkm	12474,00	R\$ 7,2480	R\$ 90.411,55	7,72%
2			TERRAPLENAGEM				R\$ 434.158,25	37,07%
2.1			ESCAVAÇÃO					
2.1.1	SICRO	5502388	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 2.500 a 3.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	1956,36	R\$ 18,9700	R\$ 37.112,15	3,17%
2.4			BASE OU SUB-BASE					
2.4.1	SICRO	4011278	Base ou sub-base de brita graduada tratada com cimento com brita comercial - 100% Proctor modificado	m³	872,00	R\$ 295,01	R\$ 257.252,30	21,96%
2.4.2	SICRO	6416042	Transporte usinagem de brita graduada tratada com cimento e brita comercial em usina de 300 t/h - Caminhão basculante 10 m³	tkm	18312,00	R\$ 7,63	R\$ 139.793,81	11,94%
3			PAVIMENTAÇÃO				R\$ 615.417,67	52,54%
3.1			SUBTRECHO DA RUA FELIPE CAMARÃO					
3.1.1	SICRO	4011520	Pavimento de concreto com equipamento de pequeno porte - areia e brita comerciais	m³	1084,36	R\$ 567,54	R\$ 615.417,67	52,54%
4			SERVIÇOS COMPLEMENTARES				R\$ 28.806,47	2,46%
4.1.1			JUNTAS					
4.2.1	SICRO	4011537	Serragem de juntas em pavimento de concreto, limpeza e enchimento com selante a frio	m	1463,00	R\$ 19,69	R\$ 28.806,47	2,46%

TOTAL CUSTOS DIRETOS	R\$ 1.171.291,61
TAXA DE BDI	
TOTAL GERAL	R\$ 1.171.291,61

Serviço	Unid	MEMORIA DE CALCULO	RESULTADO	OBSERVAÇÃO
DEMOLIÇÕES				
PAVIMENTO EXISTENTE				
Remoção mecanizada de revestimento asfáltico	m²	693*7,5*0,1	519,75	10 cm de espessura para o pavimento existente
Transporte de revestimento asfáltico - Caminhão basculante 6 m³	tkm	(2,4t/m³*519,75)*10	12474,00	DENSIDADE DO MATERIAL*VOLUME DE MOVIMENTAÇÃO*DISTANCIA ESTIMADA
TERRAPLENAGEM				
ESCAVAÇÃO				
Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 2.500 a 3.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	RETIRADO DO CIVIL 30	1956,36	
BASE OU SUB-BASE				
Base ou sub-base de brita graduada tratada com cimento com brita comercial - 100% Proctor modificado	m³	RETIRADO DO CIVIL 30	872,00	
Usinagem de brita graduada tratada com cimento e brita comercial em usina de 300 t/h - Caminhão basculante 10 m³	tkm	2,1 t/m³*872*10	18312,00	DENSIDADE DO MATERIAL*VOLUME DE MOVIMENTAÇÃO*DISTANCIA ESTIMADA
PAVIMENTAÇÃO				
SUBTRECHO DA RUA FELIPE CAMARÃO				
Pavimento de concreto com equipamento de pequeno porte - areia e brita comerciais	m³	RETIRADO DO CIVIL 30	1084,36	
SERVIÇOS COMPLEMENTARES				
JUNTAS				
Serragem de juntas em pavimento de concreto, limpeza e enchimento com selante a frio	m	693+((693/6,75)*7,5)	1463,00	comprimento do trecho para uma junta longitudinal. Comprimento dividido pela distancia de juntas transversais multiplicado pelo comprimento transversal

APÊDICE F – PROJETO BÁSICO DE IMPLANTAÇÃO



ANEXO A – Tabelas utilizadas para a avaliação visual contínua do pavimento

Tabela 1 – Frequência de defeitos

Panelas (P) e Remendos (R)		
Código	Frequência	Quant./km
A	Alta	≥ 5
M	Média	2 – 5
B	Baixa	≤ 2
Demais defeitos		
Código	Frequência	% por km
A	Alta	≥ 50
M	Média	50 – 10
B	Baixa	≤ 10

Tabela 2 – Conceitos do ICPF

CONCEITO	DESCRIÇÃO	ICPF
Ótimo	NECESSITA APENAS DE CONSERVAÇÃO ROTINEIRA	5 - 4
Bom	APLICAÇÃO DE LAMA ASFÁLTICA - Desgaste superficial, trincas não muito severas em áreas não muito extensas	4 - 3
Regular	CORREÇÃO DE PONTOS LOCALIZADOS OU RECAPEAMENTO - pavimento trincado, com "panelas" e remendos pouco frequentes e com irregularidade longitudinal ou transversal.	3 - 2
Ruim	RECAPEAMENTO COM CORREÇÕES PRÉVIAS - defeitos generalizados com correções prévias em áreas localizadas - remendos superficiais ou profundos.	2 - 1
Péssimo	RECONSTRUÇÃO - defeitos generalizados com correções prévias em toda a extensão. Degradação do revestimento e das demais camadas - infiltração de água e descompactação da base	1 - 0

Tabela 3 – Determinação do Índice de Gravidade

Painéis (P) e Remendos (R)		
FREQÜÊNCIA	Fator Fpr Quantidade/Km	GRAVIDADE
A - ALTA	≥ 5	3
M - MÉDIA	2 - 5	2
B - BAIXA	≤ 2	1
Demais defeitos (trincas, deformações)		
FREQÜÊNCIA	Fatores Ft e Foap (%)	GRAVIDADE
A - ALTA	≥ 50	3
M - MÉDIA	50 - 10	2
B - BAIXA	≤ 10	1

Tabela 4 – Pesos para cálculo

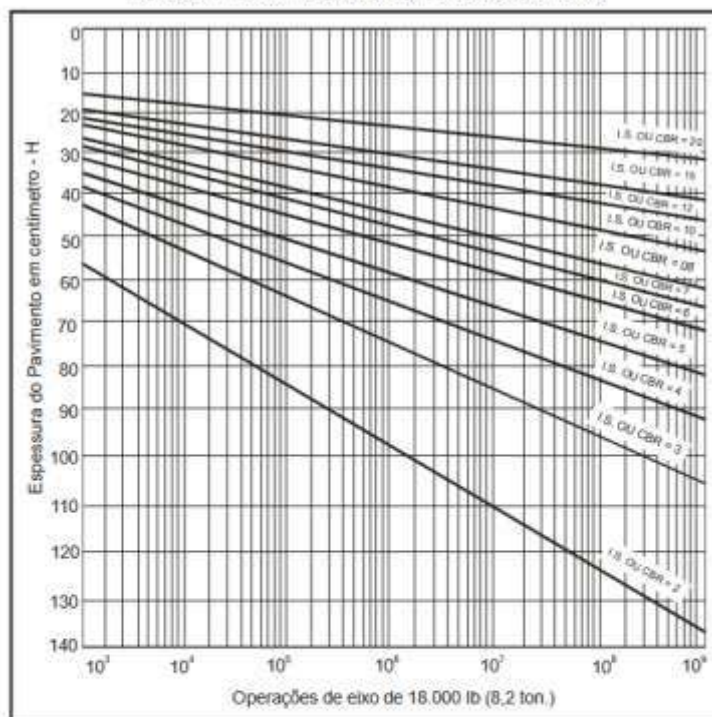
GRAVIDADE	Pt	Poap	Ppr
3	0,65	1,00	1,00
2	0,45	0,70	0,80
1	0,30	0,60	0,70

Tabela 5 – IES – Índice do Estado da Superfície do pavimento

DESCRIÇÃO	IES	CÓDIGO	CONCEITO
$IGGE \leq 20$ e $ICPF > 3,5$	0	A	ÓTIMO
$IGGE \leq 20$ e $ICPF \leq 3,5$	1	B	BOM
$20 \leq IGGE \leq 40$ e $ICPF > 3,5$	2		
$20 \leq IGGE \leq 40$ e $ICPF \leq 3,5$	3	C	REGULAR
$40 \leq IGGE \leq 60$ e $ICPF > 2,5$	4		
$40 \leq IGGE \leq 60$ e $ICPF \leq 2,5$	5	D	RUIM
$60 \leq IGGE \leq 90$ e $ICPF > 2,5$	7		RUIM
$60 \leq IGGE \leq 90$ e $ICPF \leq 2,5$	8	E	PÉSSIMO
$IGGE > 90$	10		

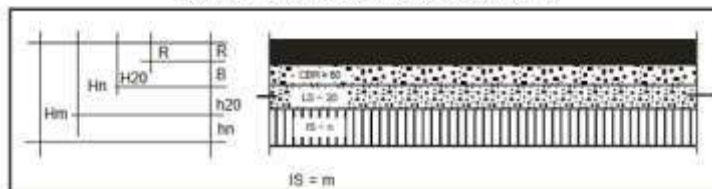
ANEXO B – Tabelas e ábacos utilizados para dimensionamento de pavimento flexível

Figura 43 - Determinação de espessuras do pavimento



$$H_i = 77,67 \cdot N^{0,0482} \cdot CBR^{-0,598}$$

Figura 44 - Dimensionamento do pavimento



Componentes dos pavimentos	Coefficiente de equivalência estrutural (K)
Base ou revestimento de concreto betuminoso	2,00
Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação densa	1,70
Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa	1,40
Base ou revestimento por penetração	1,20
Base granular	1,00
Sub-base granular	0,77 (1,00)
Reforço do subleito	0,71 (1,00)
Solo-cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 Kg/cm ²	1,70
Solo-cimento com resistência à compressão a 7 dias, entre 45 Kg/cm ² e 28 Kg/cm ²	1,40
Solo-cimento com resistência à compressão a 7 dias, entre 28 Kg/cm ² e 21 Kg/cm ²	1,20
Bases de Solo-Cal	1,20

ANEXO C – Tabelas para dimensionamento de pavimento rígido

Espessura da Placa (cm)	k - Coeficiente de recalque (MPa/m)													
	20		40		60		80		100		150		180	
	ES	ETD	ES	ETD	ES	ETD	ES	ETD	ES	ETD	ES	ETD	ES	ETD
12	4,30	3,56	3,78	3,01	3,51	2,81	3,31	2,68	3,17	2,57	2,91	2,43	2,74	2,35
13	3,84	2,33	3,38	2,73	3,14	2,53	2,97	2,40	2,84	2,30	2,61	2,16	2,46	2,08
14	3,46	2,96	3,05	2,49	2,83	2,29	2,68	2,16	2,56	2,08	2,37	1,94	2,23	1,85
15	3,14	2,72	2,27	2,29	2,57	2,09	2,44	1,97	2,33	1,88	2,16	1,75	2,04	1,67
16	2,87	2,52	2,53	2,12	2,35	1,93	2,23	1,81	2,13	1,73	1,97	1,60	1,87	1,52
17	2,63	2,35	2,33	1,97	2,16	1,79	2,05	1,67	1,96	1,60	1,81	1,47	1,72	1,39
18	2,43	2,20	2,15	1,84	1,99	1,66	1,89	1,55	1,81	1,48	1,68	1,36	1,59	1,28
19	2,25	2,07	1,99	1,72	1,85	1,56	1,75	1,45	1,68	1,38	1,56	1,26	1,48	1,19
20	2,10	1,95	1,85	1,62	1,72	1,46	1,64	1,36	1,56	1,29	1,45	1,18	1,38	1,11
21	1,96	1,85	1,73	1,53	1,61	1,38	1,52	1,29	1,46	1,22	1,36	1,11	1,28	1,04
22	1,83	1,75	1,62	1,45	1,50	1,31	1,42	1,22	1,37	1,15	1,28	1,05	1,20	0,98
23	1,72	1,67	1,52	1,38	1,41	1,24	1,33	1,15	1,28	1,09	1,20	0,99	1,13	0,92
24	1,62	1,59	1,43	1,31	1,33	1,18	1,25	1,10	1,21	1,04	1,13	0,94	1,07	0,88
25	1,53	1,52	1,35	1,25	1,26	1,12	1,19	1,05	1,14	0,99	1,07	0,89	1,01	0,83
26	1,45	1,45	1,28	1,20	1,19	1,07	1,13	1,00	1,08	0,94	1,01	0,85	0,95	0,80
27	1,38	1,39	1,21	1,15	1,13	1,03	1,07	0,95	1,03	0,90	0,95	0,81	0,90	0,76
28	1,31	1,34	1,15	1,10	1,07	0,99	1,02	0,91	0,98	0,86	0,90	0,78	0,86	0,73
29	1,25	1,29	1,10	1,06	1,02	0,95	0,97	0,88	0,93	0,83	0,86	0,75	0,82	0,69
30	1,19	1,24	1,05	1,02	0,97	0,91	0,92	0,85	0,89	0,80	0,82	0,72	0,78	0,66
31	1,13	1,20	1,00	0,99	0,93	0,88	0,88	0,81	0,84	0,77	0,78	0,69	0,74	0,64
32	1,09	1,16	0,96	0,95	0,89	0,85	0,84	0,78	0,80	0,74	0,75	0,67	0,71	0,62
33	1,04	1,12	0,92	0,92	0,85	0,82	0,80	0,76	0,77	0,71	0,72	0,64	0,68	0,60
34	1,00	1,08	0,88	0,89	0,81	0,79	0,77	0,73	0,73	0,69	0,69	0,62	0,66	0,58

QUADRO 12
Tensão Equivalente para Eixos Simples e Tandem Duplo (MPa)
PSAC (pavimento sem acostamento de concreto)

Espessura da Placa (cm)	k - Coeficiente de recalque (MPa/m)					
	20	40	60	80	140	180
	ETT	ETT	ETT	ETT	ETT	ETT
12	2,60	2,30	2,20	2,14	2,08	2,07
13	2,35	2,04	1,93	1,87	1,80	1,78
14	2,15	1,83	1,72	1,65	1,58	1,55
15	1,99	1,67	1,55	1,48	1,40	1,37
16	1,85	1,54	1,41	1,34	1,25	1,23
17	1,73	1,43	1,30	1,23	1,14	1,11
18	1,62	1,34	1,21	1,14	1,04	1,01
19	1,53	1,26	1,13	1,06	0,96	0,92
20	1,45	1,19	1,07	0,99	0,89	0,85
21	1,37	1,13	1,01	0,93	0,83	0,79
22	1,30	1,07	0,95	0,88	0,78	0,74
23	1,24	1,02	0,91	0,84	0,73	0,70
24	1,18	0,97	0,87	0,80	0,69	0,66
25	1,13	0,93	0,83	0,76	0,66	0,62
26	1,07	0,89	0,79	0,73	0,63	0,59
27	1,02	0,86	0,76	0,70	0,60	0,57
28	0,98	0,82	0,73	0,67	0,58	0,54
29	0,93	0,79	0,71	0,65	0,55	0,52
30	0,89	0,76	0,68	0,63	0,53	0,50
31	0,85	0,73	0,66	0,60	0,51	0,48
32	0,81	0,70	0,63	0,58	0,50	0,46
33	0,77	0,68	0,61	0,56	0,48	0,45
34	0,73	0,65	0,59	0,55	0,46	0,43

QUADRO 13
Tensão Equivalente para Eixos Tandem Tripos (MPa)
PSAC (pavimento sem acostamento de concreto)

QUADRO 14
Tensão Equivalente para Eixos Simples e Tandem Duplo (Mpa)
PCAC (pavimento com acastamento de concreto)

Espessura da Placa (cm)	k - Coeficiente de recalque (MPa/m)													
	20		40		60		80		100		150		180	
	ES	ETD	ES	ETD	ES	ETD	ES	ETD	ES	ETD	ES	ETD	ES	ETD
12	3,36	2,82	2,95	2,46	2,74	2,31	2,60	2,22	2,49	2,16	2,31	2,08	2,19	2,04
13	3,02	2,56	2,66	2,22	2,47	2,08	2,34	1,99	2,25	1,94	2,09	1,86	1,99	1,81
14	2,74	2,34	2,41	2,02	2,24	1,89	2,13	1,80	2,05	1,75	1,91	1,67	1,82	1,62
15	2,50	2,15	2,20	1,85	2,05	1,72	1,95	1,64	1,88	1,59	1,75	1,51	1,67	1,46
16	2,29	1,99	2,02	1,71	1,88	1,58	1,80	1,51	1,73	1,46	1,61	1,38	1,55	1,33
17	2,11	1,85	1,86	1,58	1,74	1,46	1,66	1,39	1,60	1,34	1,49	1,26	1,43	1,21
18	1,96	1,72	1,73	1,47	1,61	1,35	1,54	1,29	1,48	1,24	1,39	1,16	1,33	1,12
19	1,82	1,62	1,61	1,38	1,50	1,27	1,43	1,20	1,38	1,16	1,29	1,08	1,24	1,04
20	1,70	1,52	1,50	1,29	1,40	1,19	1,34	1,13	1,29	1,08	1,21	1,01	1,16	0,97
21	1,59	1,44	1,40	1,22	1,31	1,12	1,26	1,06	1,21	1,02	1,13	0,95	1,09	0,91
22	1,49	1,36	1,32	1,15	1,23	1,06	1,18	1,00	1,14	0,96	1,07	0,89	1,02	0,86
23	1,40	1,29	1,24	1,09	1,16	1,00	1,11	0,95	1,07	0,91	1,01	0,84	0,97	0,81
24	1,32	1,23	1,17	1,04	1,10	0,95	1,05	0,90	1,01	0,86	0,95	0,80	0,91	0,76
25	1,25	1,18	1,11	0,99	1,04	0,91	0,99	0,85	0,96	0,82	0,90	0,76	0,87	0,73
26	1,19	1,12	1,05	0,95	0,98	0,87	0,94	0,81	0,91	0,78	0,86	0,72	0,82	0,69
27	1,13	1,08	1,00	0,91	0,93	0,83	0,89	0,78	0,86	0,84	0,81	0,69	0,78	0,66
28	1,07	1,03	0,95	0,87	0,89	0,79	0,85	0,74	0,82	0,71	0,78	0,66	0,75	0,63
29	1,02	0,99	0,91	0,84	0,85	0,78	0,81	0,71	0,78	0,68	0,74	0,63	0,71	0,60
30	0,98	0,95	0,87	0,81	0,81	0,73	0,77	0,69	0,75	0,66	0,71	0,61	0,68	0,58
31	0,93	0,92	0,83	0,78	0,77	0,71	0,74	0,66	0,72	0,63	0,68	0,58	0,65	0,55
32	0,90	0,89	0,79	0,75	0,74	0,68,00	0,71	0,64	0,69	0,61	0,65	0,56	0,62	0,53
33	0,86	0,86	0,76	0,92	0,71	0,66	0,68	0,61	0,66	0,59	0,62	0,54	0,60	0,51
34	0,83	0,83	0,73	0,70	0,69	0,63	0,66	0,59	0,63	0,57	0,60	0,52	0,57	0,49

ES: Eixos Simples

ETD: Eixos Tandem Duplos

QUADRO 16
Fator de Erosão para Eixos Simples e Tandem Duplos JSP e PSAC
(Junta sem barras de transferência e pavimento sem acastamento de concreto)

Espessura da Placa (cm)	k - Coeficiente de recalque (MPa/m)													
	20		40		60		80		100		150		200	
	ES	ETD	ES	ETD	ES	ETD	ES	ETD	ES	ETD	ES	ETD	ES	ETD
12	2,72	3,82	3,69	3,74	3,67	3,69	3,65	3,67	3,64	3,65	3,63	3,61	3,59	3,58
13	3,62	3,75	3,59	3,66	3,57	3,61	3,55	3,59	3,54	3,57	3,52	3,52	3,49	3,49
14	3,53	3,68	3,50	3,59	3,48	3,53	3,46	3,51	3,45	3,49	3,43	3,44	3,40	3,41
15	3,45	3,61	3,41	3,52	3,39	3,46	3,37	3,44	3,36	3,42	3,34	3,37	3,31	3,34
16	3,37	3,55	3,33	3,46	3,31	3,40	3,29	3,37	3,28	3,35	3,26	3,30	3,23	3,26
17	3,30	3,50	3,26	3,40	3,23	3,34	3,21	3,31	3,20	3,29	3,18	3,23	3,16	3,20
18	3,23	3,44	3,18	3,34	3,16	3,28	3,14	3,25	3,13	3,23	3,11	3,17	3,09	3,13
19	3,17	3,39	3,12	3,29	3,09	3,23	3,07	3,19	3,06	3,17	3,04	3,11	3,02	3,07
20	3,11	3,35	3,05	3,24	3,03	3,17	3,01	3,14	3,00	3,12	2,98	3,05	2,96	3,02
21	3,05	3,30	2,99	3,19	2,97	3,13	2,95	3,09	2,94	3,07	2,92	3,00	2,90	2,96
22	3,00	3,26	2,94	3,15	2,91	3,08	2,89	3,04	2,88	3,02	2,86	2,95	2,84	2,91
23	2,94	3,22	2,88	3,11	2,85	3,03	2,83	2,99	2,82	2,97	2,80	2,90	2,78	2,86
24	2,90	3,18	2,84	3,07	2,80	2,99	2,78	2,95	2,77	2,93	2,75	2,86	2,73	2,82
25	2,86	3,14	2,78	3,03	2,76	2,96	2,73	2,91	2,72	2,89	2,70	2,82	2,68	2,78
26	2,81	3,11	2,75	2,99	2,71	2,92	2,69	2,88	2,68	2,86	2,65	2,71	2,63	2,74
27	2,77	3,08	2,70	2,96	2,67	2,89	2,64	2,84	2,63	2,82	2,61	2,75	2,59	2,71
28	2,73	3,05	2,66	2,93	2,62	2,85	2,60	2,81	2,59	2,79	2,56	2,71	2,54	2,67
29	2,70	3,02	2,62	2,90	2,58	2,82	2,56	2,78	2,55	2,75	2,52	2,68	2,50	2,64
30	2,66	2,99	2,59	2,86	2,54	2,79	2,51	2,75	2,50	2,72	2,48	2,64	2,46	2,60
31	2,63	2,96	2,55	2,83	2,50	2,76	2,48	2,72	2,47	2,69	2,44	2,61	2,42	2,57
32	2,59	2,93	2,51	2,81	2,47	2,73	2,44	2,69	2,43	2,66	2,40	2,58	2,38	2,54
33	2,56	2,90	2,48	2,78	2,43	2,70	2,40	2,66	2,39	2,63	2,36	2,55	2,34	2,51
34	2,53	2,88	2,45	2,75	2,40	2,67	2,37	2,63	2,36	2,60	2,32	2,52	2,30	2,48

ES: Eixos Simples

ETD: Eixos Tandem Duplos

Espessura da Placa (cm)	k - Coeficiente de recalque (MPa/m)					
	20	40	60	80	140	180
	ETT	ETT	ETT	ETT	ETT	ETT
12	3,85	3,75	3,70	3,66	3,57	3,53
13	3,77	3,68	3,62	3,58	3,50	3,45
14	3,70	3,60	3,55	3,51	3,42	3,38
15	3,64	3,54	3,48	3,44	3,36	3,32
16	3,58	3,47	3,42	3,38	3,29	3,25
17	3,52	3,42	3,36	3,32	3,23	3,19
18	3,47	3,36	3,30	3,26	3,18	3,14
19	3,42	3,31	3,25	3,21	3,13	3,09
20	3,37	3,26	3,20	3,16	3,08	3,04
21	3,33	3,22	3,16	3,11	3,03	2,99
22	3,29	3,18	3,11	3,07	2,99	2,95
23	3,25	3,13	3,07	3,03	2,94	2,91
24	3,21	3,10	3,03	2,99	2,90	2,86
25	3,17	3,06	2,99	2,95	2,87	2,83
26	3,14	3,02	2,96	2,91	2,83	2,79
27	3,10	2,99	2,92	2,88	2,79	2,75
28	3,07	2,96	2,89	2,85	2,76	2,72
29	3,04	2,92	2,86	2,81	2,73	2,69
30	3,01	2,89	2,83	2,78	2,69	2,65
31	2,98	2,87	2,80	2,75	2,66	2,62
32	2,96	2,84	2,77	2,72	2,63	2,59
33	2,93	2,81	2,74	2,70	2,61	2,57
34	2,91	2,81	2,72	2,67	2,58	2,54

ETT: Eixos Tandem Tripos

ETT: Eixos Tandem Tripos

Figura 27 - Análise de fadiga - número de repetições admissíveis em função do fator de fadiga (com ou sem acostamento de concreto)

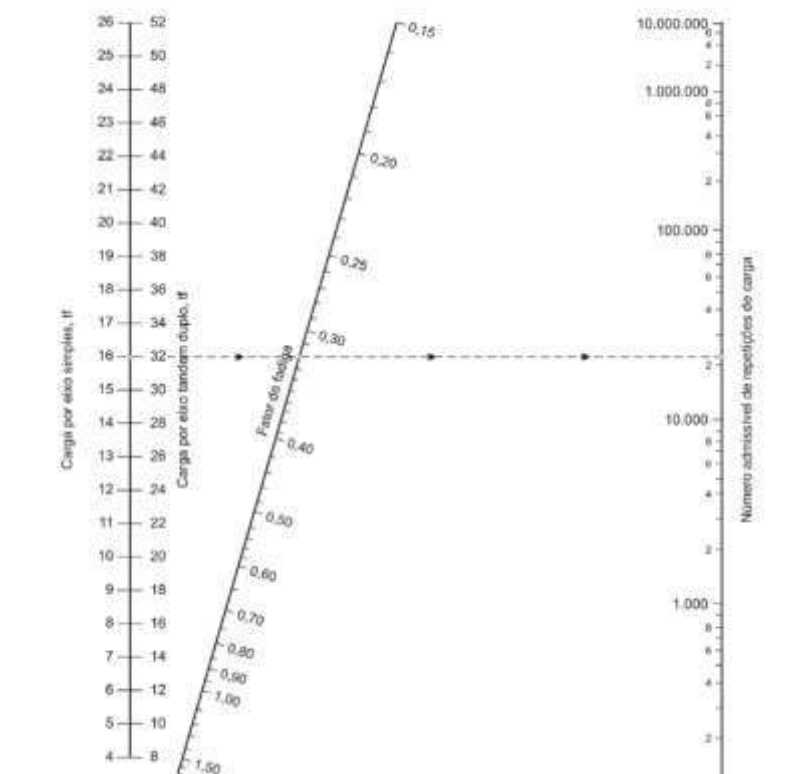
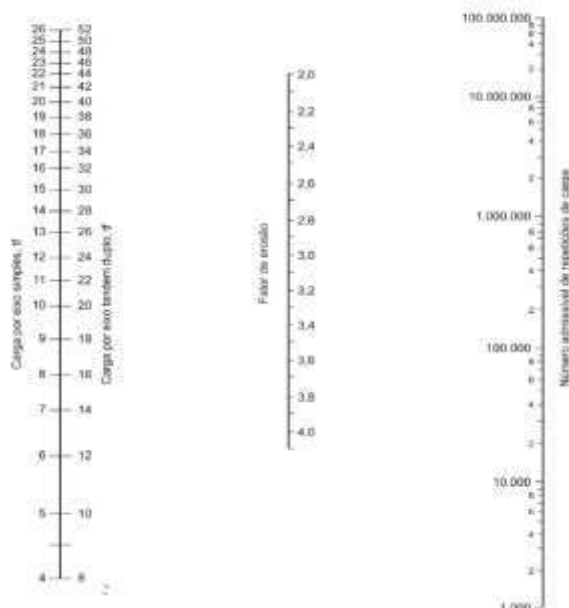


Figura 28 - Análise de erosão - número admissível de repetições de carga com base no fator de erosão (sem acostamento de concreto)



4.4.2 RECOMENDAÇÕES

a) Para evitar a ocorrência do fenômeno de bombeamento:

- adotar obrigatoriamente a intercalação de uma sub-base quando o tráfego for intenso, com mais de 300 a 400 veículos comerciais por dia, por faixa de tráfego;
- utilizar materiais que atendam aos requisitos seguintes:
 - dimensão máxima característica do agregado igual ou inferior a 1/5 da espessura da sub-base;
 - a porcentagem de material passando na peneira ABNT 0,075mm deverá ser igual ou menor do que 35%;
 - o índice de plasticidade (IP) deve ser igual ou menor do que 6%;
 - o limite de liquidez (LL) máximo deve ser de 25%;
 - a granulometria do material deverá permitir que, após executada a sub-base e sob a ação do tráfego, a consolidação do pavimento seja a menor possível.

Quadro 7 – Características usuais de sub-bases estabilizadas com cimento

Tipos de Estabilização	Requisitos Mínimos de Granulometria e Outros	Requisitos de Dosagem	Espessuras Usuais
Solo cimento	Figura 14	1) Resistência mínima à compressão simples, aos 7 dias, entre 1,4 e 2,1 MPa 2) Consumo mínimo de cimento igual a 5% em massa	10cm a 20cm
Brita tratada com cimento	Figura 15	1) Resistência à compressão simples, aos 7 dias, entre 3,5 e 5,0 MPa 2) Consumo mínimo de cimento igual a 3% em massa	10cm a 20cm
Concreto pobre (ou rolado)	Figura 16	1) Resistência característica à compressão simples, aos 7 dias, entre 3,0 e 7,0 MPa 2) Relação cimento/agregado entre 1:15 e 1:22	7,5cm a 15cm
Solo melhorado com cimento	DNER-ESP09-71	1) Índice de suporte Califórnia igual ou maior que 30% (conforme DNER-ES-P 09-71) 2) Consumo mínimo de cimento igual a 3% em massa	10cm a 20cm

Quadro 5 - Tipos de sub-bases para pavimentos de concreto

Sub-base para pavimentos de concreto	Sub-bases granulares	Granulometria fechada	
		Granulometria aberta	
	Sub-bases tratadas	Com cimento	Solo-cimento Solo melhorado com cimento Brita graduada tratada com cimento Concreto rolado
		Com outros aditivos	Asfalto Cal Pozolana

ANEXO D - COMPOSIÇÕES SICRO

CGCIT

DNIT

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO			Paraíba			FIC 0,00264	
Custo Unitário de Referência			Janeiro/2025			Produção da equipe	76,50 m³
4915667	Remoção mecanizada de revestimento asfáltico					Valores em reais (R\$)	
A - EQUIPAMENTOS		Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total
			Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo	
E9524	Motoniveladora - 93 kW	1,00000	1,00	0,00	286,6848	124,2112	286,6848
Custo horário total de equipamentos							286,6848
B - MÃO DE OBRA		Quantidade	Unidade	Custo Horário			Custo Horário Total
P9824	Servente	4,00000	h	19,9906			79,9624
Custo horário total de mão de obra							79,9624
Custo horário total de execução							366,6472
Custo unitário de execução							4,7928
Custo do FIC							0,01270
Custo do FIT							-
C - MATERIAL		Quantidade	Unidade	Preço Unitário			Custo Unitário
Custo unitário total de material							
D - ATIVIDADES AUXILIARES		Quantidade	Unidade	Custo Unitário			Custo Unitário
Custo total de atividades auxiliares							
Subtotal							4,8055
E - TEMPO FIXO		Código	Quantidade	Unidade	Custo Unitário		Custo Unitário
M3507	Revestimento asfáltico - Caminhão basculante 6 m³	5914675	2,40000	t	3,0200		7,2480

Custo unitário total de tempo fixo						7,2480
F - MOMENTO DE TRANSPORTE	Quantidade	Unidade	DMT			Custo Unitário
			LN	RP	P	
M3507	Revestimento asfáltico - Caminhão basculante 6 m³	2,40000	tkm	5914314	5914329	5914344
Custo unitário total de transporte						12,05
Custo unitário direto total						12,05

Obs.

CGCIT

DNIT

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO			Paraíba			FIC 0,00529	
Custo Unitário de Referência			Janeiro/2025			Produção da equipe	177,32 m³
5502388	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 2.500 a 3.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³					Valores em reais (R\$)	
A - EQUIPAMENTOS		Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total
			Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo	
E9667	Caminhão basculante com capacidade de 14 m³ - 210 kW	5,00000	0,96	0,04	306,2257	89,3503	1.487,7534
E9511	Carregadeira de pneus com capacidade de 3,40 m³ - 195 kW	1,00000	1,00	0,00	452,5696	220,0462	452,5696
E9541	Trator sobre esteiras com lâmina - 259 kW	1,00000	1,00	0,00	763,9838	301,5263	763,9838
E9565	Trator sobre esteiras com lâmina e escarificador - 259 kW	1,00000	0,68	0,32	771,1092	305,1041	621,9876
						Custo horário total de equipamentos	3.326,2944
B - MÃO DE OBRA		Quantidade	Unidade	Custo Horário		Custo Horário Total	

P9824	Servente	1,00000	h	19,9906	19,9906	
Custo horário total de mão de obra					19,9906	
Custo horário total de execução					3.346,2850	
Custo unitário de execução					18,8714	
Custo do FIC					0,09980	
Custo do FIT					-	
C - MATERIAL	Quantidade	Unidade	Preço Unitário		Custo Unitário	
Custo unitário total de material						
D - ATIVIDADES AUXILIARES	Quantidade	Unidade	Custo Unitário		Custo Unitário	
Custo total de atividades auxiliares						
Subtotal					18,9712	
E - TEMPO FIXO	Código	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Unitário	
Custo unitário total de tempo fixo						
F - MOMENTO DE TRANSPORTE	Quantidade	Unidade	DMT			Custo Unitário
			LN	RP	P	
Custo unitário total de transporte						
Custo unitário direto total					18,97	

Obs.

CGCIT

DNIT

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO			Paraíba			FIC 0,00529	
Custo Unitário de Referência		Janeiro/2025			Produção da equipe		113,18 m³
4011278	Base ou sub-base de brita graduada tratada com cimento com brita comercial - 100% Proctor modificado					Valores em reais (R\$)	
A - EQUIPAMENTOS		Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total
			Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo	
E9571	Caminhão tanque com capacidade de 10.000 l - 188 kW	1,00000	0,34	0,66	319,1663	79,0592	160,6956

E9514	Distribuidor de agregados sobre pneus autopropelido - 130 kW	1,00000	1,00	0,00	289,4949	106,6214	289,4949
E9762	Rolo compactador de pneus autopropelido de 27 t - 85 kW	1,00000	0,97	0,03	255,3483	123,8067	251,4021
E9530	Rolo compactador liso vibratório autopropelido por pneus de 11 t - 97 kW	1,00000	0,79	0,21	258,7341	112,2047	227,9629
Custo horário total de equipamentos							929,5555
B - MÃO DE OBRA		Quantidade	Unidade	Custo Horário			Custo Horário Total
P9824	Servente	1,00000	h	19,9906			19,9906
Custo horário total de mão de obra							19,9906
Custo horário total de execução							949,5461
Custo unitário de execução							8,3897
Custo do FIC							0,04440
Custo do FIT							-
C - MATERIAL		Quantidade	Unidade	Preço Unitário			Custo Unitário
Custo unitário total de material							
D - ATIVIDADES AUXILIARES		Quantidade	Unidade	Custo Unitário			Custo Unitário
6416042	Usinagem de brita graduada tratada com cimento e brita comercial em usina de 300 t/h	1,00000	m³	286,5800			286,5800
Custo total de atividades auxiliares							286,5800
Subtotal							295,0141
E - TEMPO FIXO		Código	Quantidade	Unidade	Custo Unitário		Custo Unitário

6416042	Usinagem de brita graduada tratada com cimento e brita comercial em usina de 300 t/h - Caminhão basculante 10 m³	5914652	2,20000	t		3,4700	7,6340
Custo unitário total de tempo fixo							7,6340
F - MOMENTO DE TRANSPORTE		Quantidade	Unidade	DMT			Custo Unitário
				LN	RP	P	
6416042	Usinagem de brita graduada tratada com cimento e brita comercial em usina de 300 t/h - Caminhão basculante 10 m³	2,20000	tkm	5914359	5914374	5914389	
Custo unitário total de transporte							
Custo unitário direto total							302,65
CGCIT							DNIT
SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO			Paraíba			FIC	0,00529
Custo Unitário de Referência			Janeiro/2025			Produção da equipe	6,64000 m³
4011520	Pavimento de concreto com equipamento de pequeno porte - areia e brita comerciais						Valores em reais (R\$)
A - EQUIPAMENTOS		Quantidade	Utilização			Custo Horário	Custo Horário Total
			Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo	
E9586	Régua vibratória dupla com 4 m - 4,10 kW	1,00000	1,00	0,00	8,5987	0,6386	8,5987
E9069	Vibrador de imersão para concreto - 4,10 kW	2,00000	1,00	0,00	8,7914	0,8247	17,5828
Custo horário total de equipamentos							26,1815
B - MÃO DE OBRA		Quantidade	Unidade	Custo Horário			Custo Horário Total
P9821	Pedreiro	2,00000	h	25,2805			50,5610

P9824	Servente	8,00000	h	19,9906	159,9248
Custo horário total de mão de obra					210,4858
Custo horário total de execução					236,6673
Custo unitário de execução					35,6427
Custo do FIC					0,18850
Custo do FIT					-
C - MATERIAL					
		Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Unitário
M2152	Aditivo de cura para concreto	1,00000	kg	12,4961	12,4961
Custo unitário total de material					12,4961
D - ATIVIDADES AUXILIARES					
		Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Unitário
1107871	Concreto fctm,k = 4,5 MPa - confecção em central dosadora de 30 m³/h - areia e brita comerciais Fôrma metálica para pavimento de concreto -	1,00000	m³	468,4500	468,4500
3107964	utilização de 100 vezes - confecção, instalação e retirada	0,55556	m²	15,1500	8,4167
Custo total de atividades auxiliares					476,8667
Subtotal					525,1940
E - TEMPO FIXO					
		Código	Quantidade	Unidade	Custo Unitário
1107871	Concreto fctm,k = 4,5 MPa - confecção em central dosadora de 30 m³/h - areia e brita comerciais - Caminhão betoneira 8 m³	5909007	2,40000	t	17,6300
M2152	Aditivo de cura para concreto -	5914655	0,00100	t	31,5500

Caminhão
carroceria 15 t

Custo unitário total de tempo fixo

42,3436

F - MOMENTO DE TRANSPORTE		Quantidade	Unidade	DMT			Custo Unitário
				LN	RP	P	
1107871	Concreto fctm,k = 4,5 MPa - confecção em central dosadora de 30 m³/h - areia e brita comerciais - Caminhão betoneira 8 m³	2,40000	tkm	5914539	5914554	5914569	
M2152	Aditivo de cura para concreto - Caminhão carroceria 15 t	0,00100	tkm	5914449	5914464	5914479	
Custo unitário total de transporte							
Custo unitário direto total							567,54

CGCIT

DNIT

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO

Paraíba

Custo Unitário de Referência

Janeiro/2025

Produção da equipe

41,50 m

4011537 Serragem de juntas em pavimento de concreto, limpeza e enchimento com selante a frio

Valores em reais (R\$)

A - EQUIPAMENTOS		Quantidade		Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total
				Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo	
E9605	Caminhão tanque com capacidade de 6.000 l - 136 kW	1,00000	1,00	0,00		245,7889	68,6562	245,7889
E9646	Compressor de ar portátil de 58,52 l/s (124 PCM) - 27 kW	1,00000	0,10	0,90		43,4486	10,4492	13,7491
E9591	Serra para corte de concreto e asfalto - 10 kW	1,00000	1,00	0,00		21,9201	2,0520	21,9201

					Custo horário total de equipamentos	281,4581
B - MÃO DE OBRA		Quantidade	Unidade	Custo Horário	Custo Horário Total	
P9821	Pedreiro	2,00000	h	25,2805	50,5610	
P9824	Servente	8,00000	h	19,9906	159,9248	
					Custo horário total de mão de obra	210,4858
					Custo horário total de execução	491,9439
					Custo unitário de execução	11,8541
					Custo do FIC	-
					Custo do FIT	-
C - MATERIAL		Quantidade	Unidade	Preço Unitário	Custo Unitário	
M1136	Cordão de polietileno expandido de baixa densidade - D = 10,0 mm	1,00000	m	0,2075	0,2075	
M1385	Disco de corte diamantado para concreto e asfalto - D = 350 mm	0,00667	un	504,8004	3,3670	
M2150	Selante elástico à base de poliuretano e asfalto	0,07920	kg	53,7482	4,2569	
					Custo unitário total de material	7,8314
D - ATIVIDADES AUXILIARES		Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Unitário	
					Custo total de atividades auxiliares	
					Subtotal	19,6855
E - TEMPO FIXO		Código	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Unitário
M2150	Selante elástico à base de poliuretano e asfalto - Caminhão carrocera 15 t	5914655	0,00008	t	31,5500	0,0025

Custo unitário total de tempo fixo						0,0025	
F - MOMENTO DE TRANSPORTE		Quantidade	Unidade	DMT			Custo Unitário
				LN	RP	P	
M2150	Selante elástico à base de poliuretano e asfalto - Caminhão carroceria 15 t	0,00008	tkm	5914449	5914464	5914479	
Custo unitário total de transporte							
Custo unitário direto total						19,69	
Obs.							

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO			Paraíba		FIC 0,00264	
Custo Unitário de Referência			Janeiro/2025		Produção da equipe	76,50 m³
4915667	Remoção mecanizada de revestimento asfáltico					Valores em reais (R\$)
A - EQUIPAMENTOS		Quantidade	Utilização		Custo Horário	Custo
			Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo
E9524	Motoniveladora - 93 kW	1,00000	1,00	0,00	286,6848	124,2112
					Custo horário total de equipamentos	286,6848
B - MÃO DE OBRA		Quantidade	Unidade	Custo Horário		Custo Horário Total
P9824	Servente	4,00000	h	19,9906		79,9624
					Custo horário total de mão de obra	79,9624
					Custo horário total de execução	366,6472
					Custo unitário de execução	4,7928
					Custo do FIC	0,01270
					Custo do FIT	-
C - MATERIAL		Quantidade	Unidade	Preço Unitário		Custo Unitário
					Custo unitário total de material	
D - ATIVIDADES AUXILIARES		Quantidade	Unidade	Custo Unitário		Custo Unitário
					Custo total de atividades auxiliares	
					Subtotal	4,8055
E - TEMPO FIXO		Código	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Unitário
M3507	Revestimento asfáltico - Caminhão basculante 6 m³	5914675	2,40000	t	3,0200	7,2480
					Custo unitário total de tempo fixo	7,2480
F - MOMENTO DE TRANSPORTE		Quantidade	Unidade	DMT		

				LN	RP	P	Custo Unitário
M3507	Revestimento asfáltico - Caminhão basculante 6 m³	2,40000	tkm	5914314	5914329	5914344	
Custo unitário total de transporte							
Custo unitário direto total							12,05

Obs.

CGCIT

DNIT

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO		Paraíba	FIC 0,00529
Custo Unitário de Referência		Janeiro/2025	Produção da equipe 177,32 m³
5502388	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 2.500 a 3.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³		Valores em reais (R\$)

A - EQUIPAMENTOS		Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total
			Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo	
E9667	Caminhão basculante com capacidade de 14 m³ - 210 kW	5,00000	0,96	0,04	306,2257	89,3503	1.487,7534
E9511	Carregadeira de pneus com capacidade de 3,40 m³ - 195 kW	1,00000	1,00	0,00	452,5696	220,0462	452,5696
E9541	Trator sobre esteiras com lâmina - 259 kW	1,00000	1,00	0,00	763,9838	301,5263	763,9838
E9565	Trator sobre esteiras com lâmina e escarificador - 259 kW	1,00000	0,68	0,32	771,1092	305,1041	621,9876
Custo horário total de equipamentos							3.326,2944

B - MÃO DE OBRA		Quantidade	Unidade	Custo Horário	Custo Horário Total
P9824	Servente	1,00000	h	19,9906	19,9906
Custo horário total de mão de obra					19,9906

				Custo horário total de execução	3.346,2850	
				Custo unitário de execução	18,8714	
				Custo do FIC	0,09980	
				Custo do FIT	-	
C - MATERIAL	Quantidade	Unidade	Preço Unitário		Custo Unitário	
Custo unitário total de material						
D - ATIVIDADES AUXILIARES	Quantidade	Unidade	Custo Unitário		Custo Unitário	
Custo total de atividades auxiliares						
Subtotal					18,9712	
E - TEMPO FIXO	Código	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Unitário	
Custo unitário total de tempo fixo						
F - MOMENTO DE TRANSPORTE	Quantidade	Unidade	DMT			Custo Unitário
			LN	RP	P	
Custo unitário total de transporte						
Custo unitário direto total					18,97	

Obs.

CGCIT

DNIT

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO			Paraíba			FIC 0,01587	
Custo Unitário de Referência			Janeiro/2025			Produção da equipe	672,80 m²
4011209	Regularização do subleito - 100% Proctor intermediário					Valores em reais (R\$)	
A - EQUIPAMENTOS		Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total
			Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo	
E9571	Caminhão tanque com capacidade de 10.000 l - 188 kW	1,00000	0,61	0,39	319,1663	79,0592	225,5245
E9518	Grade de 24 discos rebocável de D = 60 cm (24")	1,00000	0,41	0,59	5,0679	3,5292	4,1601

E9524	Motoniveladora - 93 kW	1,00000	0,43	0,57	286,6848	124,2112	194,0748
E9762	Rolo compactador de pneus autopropelido de 27 t - 85 kW	1,00000	0,96	0,04	255,3483	123,8067	250,0866
E9685	Rolo compactador pé de carneiro vibratório autopropelido por pneus de 11,6 t - 82 kW	1,00000	1,00	0,00	222,1917	99,0070	222,1917
E9577	Trator agrícola sobre pneus - 77 kW	1,00000	0,41	0,59	150,7841	54,7270	94,1104
Custo horário total de equipamentos							990,1481
B - MÃO DE OBRA		Quantidade	Unidade	Custo Horário			Custo Horário Total
P9824	Servente	1,00000	h	19,9906			19,9906
Custo horário total de mão de obra							19,9906
Custo horário total de execução							1.010,1387
Custo unitário de execução							1,5014
Custo do FIC							0,02380
Custo do FIT							-
C - MATERIAL		Quantidade	Unidade	Preço Unitário			Custo Unitário
Custo unitário total de material							
D - ATIVIDADES AUXILIARES		Quantidade	Unidade	Custo Unitário			Custo Unitário
Custo total de atividades auxiliares							
Subtotal							1,5252
E - TEMPO FIXO		Código	Quantidade	Unidade	Custo Unitário		Custo Unitário
Custo unitário total de tempo fixo							
F - MOMENTO DE TRANSPORTE		Quantidade	Unidade	DMT			Custo Unitário
				LN	RP	P	

Custo unitário total de transporte

Custo unitário direto total

1,53

CGCIT**DNIT****SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS -
SICRO**

Paraíba

FIC 0,01587

Custo Unitário de Referência

Janeiro/2025

Produção da equipe

134,56 m³

4011211

Reforço do subleito com material de jazida - 100% Proctor intermediário

Valores em reais (R\$)

A - EQUIPAMENTOS		Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo
			Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo	Horário Total
E9571	Caminhão tanque com capacidade de 10.000 l - 188 kW	1,00000	0,74	0,26	319,1663	79,0592	256,7385
E9518	Grade de 24 discos rebocável de D = 60 cm (24")	1,00000	0,41	0,59	5,0679	3,5292	4,1601
E9524	Motoniveladora - 93 kW	1,00000	0,59	0,41	286,6848	124,2112	220,0706
E9762	Rolo compactador de pneus autopropelido de 27 t - 85 kW	1,00000	0,96	0,04	255,3483	123,8067	250,0866
E9685	Rolo compactador pé de carneiro vibratório autopropelido por pneus de 11,6 t - 82 kW	1,00000	1,00	0,00	222,1917	99,0070	222,1917
E9577	Trator agrícola sobre pneus - 77 kW	1,00000	0,41	0,59	150,7841	54,7270	94,1104
Custo horário total de equipamentos							1.047,3579
B - MÃO DE OBRA		Quantidade	Unidade	Custo Horário		Custo Horário Total	
P9824	Servente	1,00000	h	19,9906		19,9906	
Custo horário total de mão de obra							19,9906
Custo horário total de execução							1.067,3485

				Custo unitário de execução		7,9321	
				Custo do FIC		0,12590	
				Custo do FIT		-	
C - MATERIAL		Quantidade	Unidade	Preço Unitário		Custo Unitário	
Custo unitário total de material							
D - ATIVIDADES AUXILIARES		Quantidade	Unidade	Custo Unitário		Custo Unitário	
4016096	Escavação e carga de material de jazida com escavadeira hidráulica de 1,56 m³	1,10027	m³	1,3500		1,4854	
Custo total de atividades auxiliares						1,4854	
Subtotal						9,5434	
E - TEMPO FIXO		Código	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Unitário	
4016096	Escavação e carga de material de jazida com escavadeira hidráulica de 1,56 m³ - Caminhão basculante 10 m³	5914354	2,06301	t	1,8800	3,8785	
Custo unitário total de tempo fixo						3,8785	
F - MOMENTO DE TRANSPORTE		Quantidade	Unidade	DMT			Custo Unitário
				LN	RP	P	
4016096	Escavação e carga de material de jazida com escavadeira hidráulica de 1,56 m³ - Caminhão basculante 10 m³	2,06301	tkm	5914359	5914374	5914389	
Custo unitário total de transporte							
Custo unitário direto total							13,42

SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO			Paraíba		FIC 0,01587		
Custo Unitário de Referência			Janeiro/2025		Produção da equipe		134,56 m³
4011227	Sub-base de solo estabilizado granulometricamente sem mistura com material de jazida - 100% Proctor intermediário					Valores em reais (R\$)	
A - EQUIPAMENTOS		Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total
			Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo	
E9571	Caminhão tanque com capacidade de 10.000 l - 188 kW	1,00000	0,74	0,26	319,1663	79,0592	256,7385
E9518	Grade de 24 discos rebocável de D = 60 cm (24")	1,00000	0,41	0,59	5,0679	3,5292	4,1601
E9524	Motoniveladora - 93 kW	1,00000	0,59	0,41	286,6848	124,2112	220,0706
E9762	Rolo compactador de pneus autopropelido de 27 t - 85 kW	1,00000	0,96	0,04	255,3483	123,8067	250,0866
E9685	Rolo compactador pé de carneiro vibratório autopropelido por pneus de 11,6 t - 82 kW	1,00000	1,00	0,00	222,1917	99,0070	222,1917
E9577	Trator agrícola sobre pneus - 77 kW	1,00000	0,41	0,59	150,7841	54,7270	94,1104
						Custo horário total de equipamentos	1.047,3579
B - MÃO DE OBRA		Quantidade	Unidade	Custo Horário		Custo Horário Total	
P9824	Servente	1,00000	h	19,9906		19,9906	
						Custo horário total de mão de obra	19,9906
						Custo horário total de execução	1.067,3485
						Custo unitário de execução	7,9321
						Custo do FIC	0,12590

Custo do FIT							-
C - MATERIAL		Quantidade	Unidade	Preço Unitário		Custo Unitário	
Custo unitário total de material							
D - ATIVIDADES AUXILIARES		Quantidade	Unidade	Custo Unitário		Custo Unitário	
4016096	Escavação e carga de material de jazida com escavadeira hidráulica de 1,56 m³	1,10027	m³	1,3500		1,4854	
Custo total de atividades auxiliares						1,4854	
Subtotal						9,5434	
E - TEMPO FIXO		Código	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Unitário	
4016096	Escavação e carga de material de jazida com escavadeira hidráulica de 1,56 m³ - Caminhão basculante 10 m³	5914354	2,06301	t	1,8800	3,8785	
Custo unitário total de tempo fixo						3,8785	
F - MOMENTO DE TRANSPORTE		Quantidade	Unidade	DMT			Custo Unitário
				LN	RP	P	
4016096	Escavação e carga de material de jazida com escavadeira hidráulica de 1,56 m³ - Caminhão basculante 10 m³	2,06301	tkm	5914359	5914374	5914389	
Custo unitário total de transporte							
Custo unitário direto total						13,42	
CGCIT							DNIT
SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO			Paraíba	FIC 0,01587			

Custo Unitário de Referência			Janeiro/2025		Produção da equipe		112,13 m³
4011219	Base de solo estabilizado granulometricamente sem mistura com material de jazida - 100% Proctor modificado					Valores em reais (R\$)	
A - EQUIPAMENTOS		Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo Horário Total
			Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo	
E9571	Caminhão tanque com capacidade de 10.000 l - 188 kW	1,00000	0,62	0,38	319,1663	79,0592	227,9256
E9518	Grade de 24 discos rebocável de D = 60 cm (24")	1,00000	0,34	0,66	5,0679	3,5292	4,0524
E9524	Motoniveladora - 93 kW	1,00000	0,50	0,50	286,6848	124,2112	205,4480
E9762	Rolo compactador de pneus autopropelido de 27 t - 85 kW	1,00000	0,96	0,04	255,3483	123,8067	250,0866
E9685	Rolo compactador pé de carneiro vibratório autopropelido por pneus de 11,6 t - 82 kW	1,00000	1,00	0,00	222,1917	99,0070	222,1917
E9577	Trator agrícola sobre pneus - 77 kW	1,00000	0,34	0,66	150,7841	54,7270	87,3864
Custo horário total de equipamentos							997,0907
B - MÃO DE OBRA		Quantidade	Unidade	Custo Horário		Custo Horário Total	
P9824	Servente	1,00000	h	19,9906		19,9906	
Custo horário total de mão de obra							19,9906
Custo horário total de execução							1.017,0813
Custo unitário de execução							9,0706
Custo do FIC							0,14400
Custo do FIT							-
C - MATERIAL		Quantidade	Unidade	Preço Unitário		Custo Unitário	

Custo unitário total de material							
D - ATIVIDADES AUXILIARES		Quantidade	Unidade	Custo Unitário		Custo Unitário	
4016096	Escavação e carga de material de jazida com escavadeira hidráulica de 1,56 m³	1,10027	m³	1,3500		1,4854	
Custo total de atividades auxiliares						1,4854	
Subtotal						10,7000	
E - TEMPO FIXO		Código	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Unitário	
4016096	Escavação e carga de material de jazida com escavadeira hidráulica de 1,56 m³ - Caminhão basculante 10 m³	5914354	2,06301	t	1,8800	3,8785	
Custo unitário total de tempo fixo						3,8785	
F - MOMENTO DE TRANSPORTE		Quantidade	Unidade	DMT			Custo Unitário
				LN	RP	P	
4016096	Escavação e carga de material de jazida com escavadeira hidráulica de 1,56 m³ - Caminhão basculante 10 m³	2,06301	tkm	5914359	5914374	5914389	
Custo unitário total de transporte							
Custo unitário direto total						14,58	
CGCIT							
SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO			Paraíba	FIC			0,00264
Custo Unitário de Referência			Janeiro/2025	Produção da equipe			1.038,46 m²
4011352	Imprimação com emulsão asfáltica					Valores em reais (R\$)	

A - EQUIPAMENTOS		Quantidade	Utilização		Custo Horário		Custo
			Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo	Horário Total
E9509	Caminhão tanque distribuidor de asfalto com capacidade de 6.000 l - 7 kW/136 kW	1,00000	1,00	0,00	257,1521	71,0666	257,1521
E9558	Tanque de estocagem de asfalto com capacidade de 30.000 l	2,00000	1,00	0,00	59,2099	40,4447	118,4198
Custo horário total de equipamentos							375,5719
B - MÃO DE OBRA		Quantidade	Unidade		Custo Horário		Custo Horário Total
P9824	Servente	2,00000	h		19,9906		39,9812
Custo horário total de mão de obra							39,9812
Custo horário total de execução							415,5531
Custo unitário de execução							0,4002
Custo do FIC							0,00110
Custo do FIT							-
C - MATERIAL		Quantidade	Unidade		Preço Unitário		Custo Unitário
M2092	Emulsão asfáltica para imprimação	0,00130	t		0,0000		0,0000
Custo unitário total de material							
D - ATIVIDADES AUXILIARES		Quantidade	Unidade		Custo Unitário		Custo Unitário
Custo total de atividades auxiliares							
Subtotal							0,4013
E - TEMPO FIXO		Código	Quantidade	Unidade		Custo Unitário	Custo Unitário
Custo unitário total de tempo fixo							
F - MOMENTO DE TRANSPORTE		Quantidade	Unidade		DMT		

		LN	RP	P	Custo Unitário		
Custo unitário total de transporte							
Custo unitário direto total					0,40		
CGCIT					DNIT		
SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO		Paraíba	FIC 0,00264				
Custo Unitário de Referência		Janeiro/2025	Produção da equipe		1.500,00 m²		
4011353	Pintura de ligação	Valores em reais (R\$)					
A - EQUIPAMENTOS		Quantidade	Utilização		Custo Horário	Custo Horário Total	
			Operativa	Improdutiva	Produtivo		Improdutivo
E9509	Caminhão tanque distribuidor de asfalto com capacidade de 6.000 l - 7 kW/136 kW	1,00000	1,00	0,00	257,1521	71,0666	257,1521
E9558	Tanque de estocagem de asfalto com capacidade de 30.000 l	2,00000	1,00	0,00	59,2099	40,4447	118,4198
Custo horário total de equipamentos						375,5719	
B - MÃO DE OBRA		Quantidade	Unidade	Custo Horário		Custo Horário Total	
P9824	Servente	2,00000	h	19,9906		39,9812	
Custo horário total de mão de obra						39,9812	
Custo horário total de execução						415,5531	
Custo unitário de execução						0,2770	
Custo do FIC						0,00070	
Custo do FIT						-	
C - MATERIAL		Quantidade	Unidade	Preço Unitário		Custo Unitário	
M1946	Emulsão asfáltica - RR-1C	0,00045	t	0,0000		0,0000	

Custo unitário total de material							
D - ATIVIDADES AUXILIARES	Quantidade	Unidade	Custo Unitário			Custo Unitário	
Custo total de atividades auxiliares							
Subtotal						0,2777	
E - TEMPO FIXO	Código	Quantidade	Unidade	Custo Unitário		Custo Unitário	
Custo unitário total de tempo fixo							
F - MOMENTO DE TRANSPORTE	Quantidade	Unidade	DMT			Custo Unitário	
			LN	RP	P		
Custo unitário total de transporte							
Custo unitário direto total						0,28	
CGCIT						DNIT	
SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO		Paraíba		FIC 0,00264			
Custo Unitário de Referência		Janeiro/2025		Produção da equipe		99,60 t	
4011464	Concreto asfáltico - faixa C-12,5 - massa comercial					Valores em reais (R\$)	
A - EQUIPAMENTOS	Quantidade	Utilização			Custo Horário	Custo	
		Operativa	Improdutiva	Produtivo	Improdutivo	Horário Total	
E9762	Rolo compactador de pneus autopropelido de 27 t - 85 kW	1,00000	0,71	0,29	255,3483	123,8067	217,2012
E9681	Rolo compactador liso tandem vibratório autopropelido de 10,4 t - 82 kW	1,00000	0,82	0,18	292,8030	111,2771	260,1283
E9545	Vibroacabadora de asfalto sobre esteiras - 97 kW	1,00000	1,00	0,00	354,4998	151,9875	354,4998
Custo horário total de equipamentos						831,8293	
B - MÃO DE OBRA	Quantidade	Unidade	Custo Horário			Custo Horário Total	
P9824	Servente	8,00000	h	19,9906		159,9248	

					Custo horário total de mão de obra	159,9248	
					Custo horário total de execução	991,7541	
					Custo unitário de execução	9,9574	
					Custo do FIC	0,02630	
					Custo do FIT	-	
C - MATERIAL		Quantidade	Unidade	Preço Unitário		Custo Unitário	
M0785	Massa asfáltica comercial	1,00000	t	0,0000		0,0000	
					Custo unitário total de material		
D - ATIVIDADES AUXILIARES		Quantidade	Unidade	Custo Unitário		Custo Unitário	
					Custo total de atividades auxiliares		
					Subtotal	9,9837	
E - TEMPO FIXO		Código	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo Unitário	
M0785	Massa asfáltica comercial - Caminhão basculante 10 m³	5914649	1,00000	t	7,9600	7,9600	
					Custo unitário total de tempo fixo	7,9600	
F - MOMENTO DE TRANSPORTE		Quantidade	Unidade	DMT			Custo Unitário
				LN	RP	P	
M0785	Massa asfáltica comercial - Caminhão basculante 10 m³	1,00000	tkm	5914359	5914374	5914389	
					Custo unitário total de transporte		
					Custo unitário direto total	17,94	

Obs.

	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
	Campus Patos - Código INEP: 25281925
	Br 110, S/N, Alto da Tubiba, CEP 58700-000, Patos (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0006-80 - Telefone: None

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

ENTREGA DE TCC

Assunto:	ENTREGA DE TCC
Assinado por:	Douglas Franco
Tipo do Documento:	Anexo
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência:	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- Douglas Cristiano Franco Gonçalves Gouveia, DISCENTE (202116550023) DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL - PATOS, em 28/08/2025 14:35:13.

Este documento foi armazenado no SUAP em 28/08/2025. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1589379
Código de Autenticação: 364572740b

