

Análise Comparativa entre Pavimento de Concreto X Pavimento Flexível Estudo de Caso: Implantação da Rodovia MS-380 (Município de Ponta Porã - MS)

Millena Tamiozzo Kertis ^a; David Alex Arancibia Suarez ^b

^a Aluna de Graduação em Engenharia Civil, m.tamiozzo@ufms.br

^b Professor Orientador, Professor Mestre, alex.arancibia@ufms.br

Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Av. Costa e Silva, s/nº | Bairro Universitário | 79070-900 | Campo Grande, MS, Brasil.

RESUMO

Estudo Técnico de Caso: Análise que visa apresentar comparações entre a viabilidade econômica e o desempenho estrutural, entre duas alternativas para a implantação da pavimentação: Pavimento Rígido (concreto-cimento) e Pavimento Flexível (CBUQ). As soluções apresentadas tiveram como base, os levantamentos, estudos e ensaios realizados para o projeto de Pavimentação da Rodovia MS-380, localizada entre o entroncamento com a BR-163 e MS-164, no município de Ponta Porã – MS, foram efetuados dois comparativos entre as soluções estudadas, o primeiro analisando a viabilidade econômica e o segundo o desempenho estrutural. A análise dos custos iniciou-se nos levantamentos de quantitativos e teve suas composições orçamentárias baseadas no Sistema de Custos Referencias de Obras – SICRO, concluindo que a solução em Pavimento Rígido apresentou maior viabilidade econômica. Por sua vez, a análise do desempenho estrutural estudou o comportamento de ambas alternativas, propondo crescimento do tráfego da rodovia e simultaneamente registrando o comportamento dos limitantes estruturais (tensões, deformações, deflexões, consumo de fadiga e erosão) comparando os resultados com diversas bibliografias de referência, apontando ao final das análises, que a alternativa em pavimento rígido terá melhor durabilidade e desempenho estrutural após crescimento de tráfego proposto.

Palavras-chave: Pavimento Rígido, Pavimento Flexível, Viabilidade Econômica, Análise de Desempenho.

ABSTRACT

This study aims to present comparisons between economic viability and structural performance for two alternatives in pavement implementation: Rigid Pavement (cement-concrete) and Flexible Pavement (CBUQ). The solutions analyzed were based on surveys, studies, and tests conducted for the Pavement Project of MS-380 Highway, located between the junction with BR-163 and MS-164, in the municipality of Ponta Porã – MS. Two comparisons were conducted, the first focusing on economic viability and the second on structural performance. The cost analysis began with quantity surveys, and budget compositions were based on the Reference Cost System for Construction Works – SICRO. The conclusion drawn was that the Rigid Pavement solution exhibited greater economic viability. Simultaneously, the analysis of structural performance examined the behavior of both alternatives, considering proposed traffic growth on the highway. It concurrently recorded the behavior of structural limitations (stresses, deformations, deflections, fatigue consumption, and erosion), comparing the results with various reference sources. The final analysis indicates that the Rigid Pavement alternative will have superior durability and structural performance following the proposed traffic growth.

Keywords: Rigid Pavement, Flexible Pavement, economic feasibility, performance analysis.

1. INTRODUÇÃO

No cenário nacional, o setor de transportes empenha um papel vital no crescimento e desenvolvimento econômico, sendo ferramenta crucial para a integração de regiões e transporte de mercadorias e insumos, dessa maneira apresenta grande impacto na qualidade de vida da população. Atualmente se faz predominante as rodovias na composição da infraestrutura do país, sendo necessário assim alcançar alternativas que apresentem qualidade e durabilidade para as vias.

Dessa maneira, a definição da solução de um projeto de pavimentação, ou seja, a escolha entre Pavimento Rígido ou Pavimento Flexível, é um fator determinante para a qualidade do projeto, uma vez que é necessário definir um projeto que supra os aspectos técnicos, econômicos e estruturais da maneira mais satisfatória, segura e multidisciplinar possível, visto que esse é o principal objetivo de um projeto de engenharia.

Este trabalho teve como seu objeto de estudo a Rodovia MS-380 (que possuirá uma extensão total de 36,40 Km), e conduziu uma análise comparativa entre duas opções de pavimentação: Pavimento Rígido e Pavimento Flexível. Foram propostas duas análises comparativas: análise de custo da implantação e análise estrutural do pavimento, com a finalidade de determinar alternativa que apresente melhor desempenho para a rodovia em questão.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Considerações de Tráfego

Para determinação dos esforços atuantes no pavimento em um determinado período, quantifica-se, através dos estudos de tráfego, o número equivalente “N” de solicitações. Este pode ser definido como o somatório do número de repetições de solicitações, ou seja, a passagem de veículos, transformando as classes de veículos observadas em um veículo de eixo simples, com rodagem dupla, carregado com 8,2tf.

A padronização da contagem, ou em outros termos, a transformação da quantidade de veículos com outras configurações de eixo, quantidade de rodas e carga, para conversão ao eixo padrão, é realizada utilizando-se de fatores de equivalência, referenciados a normativas. Além disso, o número “N” refere-se a previsão das solicitações durante todo o período de vida útil esperado para o pavimento, logo, deve-se aplicar também taxas de crescimento anuais, as quais são definidas de acordo com estatísticas econômicas da região a ser estudada.

2.2 Considerações Geotécnicas

Em paralelo ao tráfego, é importante definir a capacidade estrutural do subleito (camada de solo do terreno natural), isto é, a capacidade em suportar cargas sem sofrer deformações excessivas ou falhas. Uma maneira para avaliação dessa propriedade é o Índice de Suporte Califórnia ISC, que é a relação percentual entre a resistência à penetração de um cilindro, padronizado com as amostras de solo (coletas pela extensão da rodovia), e a resistência do mesmo cilindro, porém, contendo brita. O índice de suporte Califórnia, seguindo as diretrizes da normativa IS-206 (DNIT, 1999), é dado através das equações (1) a (3):

$$\overline{ISC} = \frac{\sum ISC_i}{n} \quad (1)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (ISC_i - \overline{ISC})^2}{n}} \quad (2)$$

$$ISC_p = \overline{ISC} - \frac{\sigma t_{0,90}}{\sqrt{n-1}} \quad (3)$$

Onde:

$\overline{ISC}$: Média Aritmética dos valores ISC (das “n” amostras ensaiadas);

$t_{0,90}$: Coeficiente de *Student*, relativo ao intervalo de confiança de 90%;

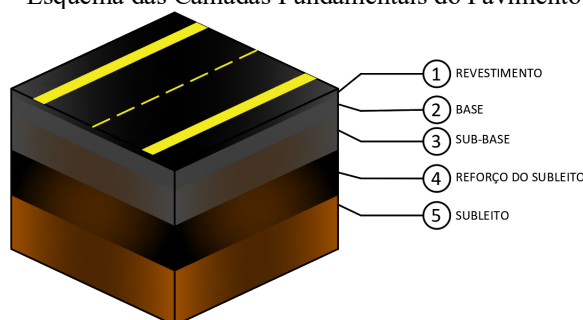
n: Número de amostras ensaiadas; e

σ : Desvio Padrão dos valores de ISC das “n” amostras ensaiadas.

2.3 Pavimento Flexível

Conforme descrito por Bernucci e Ceratti (2008), os *Pavimentos Flexíveis*, também conhecidos como Pavimentos Asfálticos, são compostos pela combinação de agregados e ligantes asfálticos, podendo ser estruturados com até quatro camadas fundamentais: revestimento asfáltico, base, sub-base e, quando necessário, reforço do subleito. Com relação ao comportamento estrutural do pavimento, a carga se distribui em parcelas proporcionais à rigidez de cada camada, e as camadas são projetadas de maneira que, durante sua vida útil, o sistema consiga responder com rigidez estrutural satisfatória às solicitações provenientes do tráfego e as condições climáticas do local.

Figura 1 – Esquema das Camadas Fundamentais do Pavimento Flexível.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Segundo o Departamento de Estradas de Rodagem (DER-SP), na IPR-DE-P00-001: Projeto de Pavimentação, as espessuras finais das camadas são definidas através das inequações a seguir, as quais são solucionadas adotando uma espessura para o revestimento (R), e em sequência calculando a altura total mínima necessária das camadas (H_m), através da equação (4). De posse do (H_m), substitui-se os valores encontrados em (4) nas inequações, até todas as espessuras estarem determinadas.

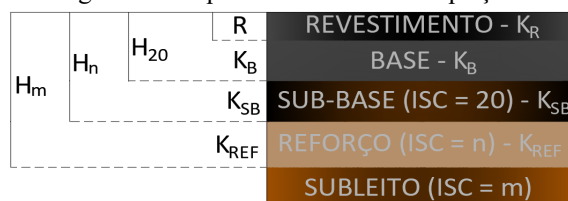
$$H_m = 77,67 \times N^{0,0482} \times ISC^{-0,598} \quad (4)$$

$$R \times K_R + B \times K_B \geq H_{20} \quad (5)$$

$$R \times K_R + B \times K_B + SB \times K_{SB} \geq H_n \quad (6)$$

$$R \times K_R + B \times K_B + SB \times K_{SB} + Ref \times K_{REF} \geq H_m \quad (7)$$

Figura 2 – Esquema Gráfico das Inequações.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Onde:

R: Espessura do Revestimento;

B: Espessuras da Base;

SB: Espessura da Sub-base;

Ref: Espessura do Reforço; e

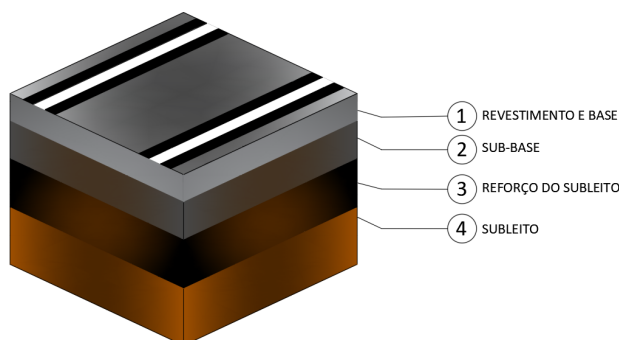
$K_R, K_B, K_{SB}, K_{REF}$: Coeficientes Estruturais.

2.4 Pavimento Rígido

Pavimento Rígido pode ser conceituado como uma estrutura formada por placas de concreto (de cimento Portland) assentes sobre uma camada de sub-base, granular ou cimentada. Sua composição conta com uma quantidade menor de camadas do que o Pavimento Flexível devido as camadas de base e revestimento, que são combinadas em uma, necessitando de uma camada para sub-base e, quando necessário, o reforço do subleito da via.

Estruturalmente, a alta rigidez da placa de concreto, em relação às outras parcelas da estrutura, ocasiona que grande parte da tensão seja absorvida pela camada de revestimento e, que por consequência, a distribuição de carga ocorra em uma área menos concentrada, exigindo menos das camadas inferiores.

Figura 3 – Esquema das Camadas Fundamentais do Pavimento Rígido.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

A teoria de dimensionamento da Portland Cement Association – PCA (1984), parte das definições de projeto: espessuras das camadas, resistência da camada de subleito, parâmetros de projeto e conceitos que definem o suporte das camadas adotadas. Um conceito utilizado na teoria que define o dimensionamento é o de módulo de reação do subleito, quantificado segundo o modelo estrutural proposto por Emil Winkler (1867). Neste modelo caracterizou-se o pavimento em placas isotropas, considerando o solo como uma série de molas

lineares-elásticas desconectadas, também conhecido como modelo líquido denso, e definiu que a deformação ocorre somente onde o carregamento existe. Essa propriedade foi categorizada pela Associação Brasileira de Cimento Portland, na especificação técnica 97 (1998), onde apresenta tabelas e ábacos para a correlação do Índice de Suporte Califórnia com o módulo de reação do subleito. Do conceito de módulo de reação do subleito deriva-se o módulo do sistema de apoio, formado pelo conjunto do suporte oferecido pelo subleito, sub-base/base e revestimento.

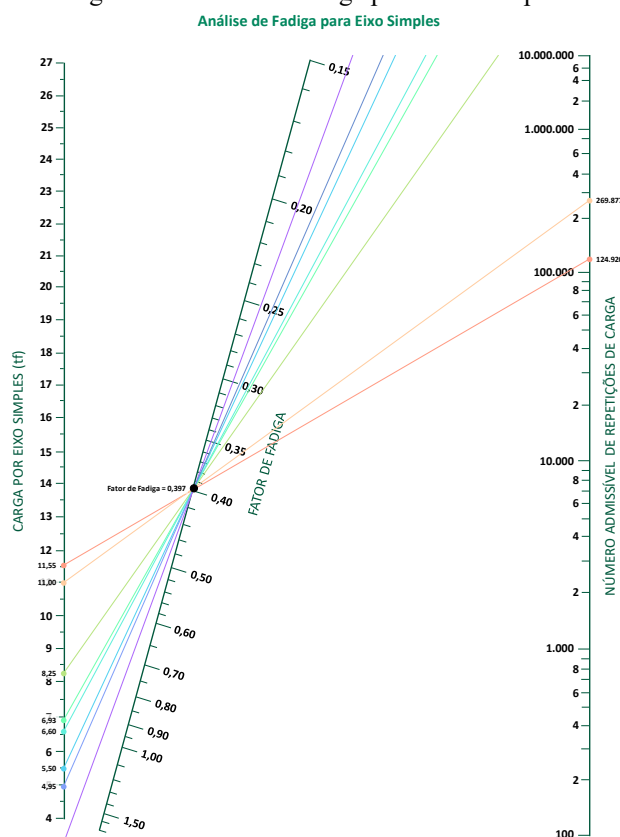
A teoria proposta no estudo técnico abrange a descrição e quantificação (dispondo também de ábacos e tabelas) do aumento do módulo de reação conforme a espessura de base para os principais materiais utilizados, permitindo quantificar, de acordo com a espessura de capa, o módulo de reação do sistema de apoio, que é, em outras palavras, o módulo de reação do conjunto todo.

Uma vez definidos os conceitos de projeto e quantificado o módulo de reação do sistema de apoio, a teoria conta com ábacos que relacionam as cargas por tipo de eixo, provenientes dos estudos de tráfego, com os fatores de fadiga ou erosão, que são definidos de acordo com as tabelas fornecidas pela teoria, levando em conta critérios de projeto. Os critérios a se considerar são: presença ou não de acostamento de concreto e juntas de transversais com barras de transferência.

A partir da relação definida, os ábacos permitem quantificar qual o número de repetições admissíveis para cada medida de carregamento por eixo observado, sendo exposto também o número de repetições previstas, também categorizadas em cargas por eixo, originário dos estudos de tráfego. Dessa maneira, uma vez determinado as repetições admissíveis (por tipo de carga e eixo), relaciona-se este valor com as repetições previstas correspondentes, de maneira percentual, tanto para o critério de fadiga quanto para o de erosão. Essas relações percentuais são chamadas de consumo de fadiga e consumo de erosão.

Após a quantificação dos consumos por tipo de carregamento por eixo, o somatório de todos os consumos é então realizado e, se o valor final for menor que 100% em ambas as análises (fadiga e erosão), conclui-se que a espessura de placa de concreto adotada em projeto é suficiente para as configurações de solicitações medidas para a via em questão.

Figura 4 – Ábaco de Fadiga para Eixo Simples.



Fontes: Adaptado de *Portland Cement Association – PCA (1984)*.

A falha do pavimento rígido por fadiga é definida como falha devido a ação repetitiva de cargas; por sua vez, a falha por erosão ocorre quando há ação elevada nos cantos, bordas ou juntas da placa, o que

juntamente com presença de água, resulta em deformações verticais nessas regiões, ocasionando erosão dos materiais das camadas inferiores.

2.5 Análise Mecanicista

A análise estrutural empregada na teoria mecanicista estuda o comportamento do pavimento no tocante a tensões, deformações e deslocamentos das camadas principais, e conta com modelos de previsão, provenientes de literatura, para realizar a verificação dos parâmetros de fadiga e deformações permanentes. Neste trabalho, usou-se das definições e conceitos definidos pelo método de análise MeDiNa, um programa computacional que realiza a verificação do dimensionamento de estruturas de pavimentos mecanístico-empírico, por meio da rotina de análise de camadas de múltiplas camadas - AEMC.

O programa, que permite prever os danos em um pavimento ao longo de sua vida útil, foi idealizado pelo Termo de Execução Descentralizado, TED 682/2014, uma colaboração entre o Instituto de Pesquisas Rodoviárias – IPR e o Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade do Rio de Janeiro – COPPE. A seguir, estão apresentados brevemente os conceitos dos parâmetros de entrada para análise, com suas devidas fundamentações teóricas e citações, bem como os parâmetros utilizados para realizar a verificação estrutural empregue neste trabalho.

2.5.1 Parâmetros de Entrada

O Módulo de Resiliência (M_r) é a relação entre a tensão vertical aplicada repetidas vezes e a deformação axial recuperável correspondente após determinados ciclos de carga. Essa propriedade necessita de ensaios laboratoriais para ser fielmente mensurada, porém, existe em bibliografias e normativas, estimativas para os principais materiais e solos utilizados nas estruturas de pavimentação. Segundo José Tadeu Balbo (2007), o M_r (MPa) referente ao subleito pode ser estimado utilizando a correlação (conforme tipo de solo) com a capacidade de suporte do subleito (ISC_p). Para o tipo de solo observado na rodovia em questão, a relação é a equação 8.

$$M_r = 18 \times ISC^{0,64} \quad (8)$$

O Coeficiente de *Poisson* é a razão da deformação lateral ou radial pela deformação vertical ou axial recuperável e, assim como o Módulo de Resiliência, essa propriedade é quantificada durante ensaios, porém existe em literatura valores usuais de referência, como por exemplo o definido na tabela 6 da Instrução de Projeto IP-DE-P000-001 – Projeto de Pavimentação, pelo Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo – DER/SP (2006).

2.5.2 Verificação dos Critérios de Ruptura

No que diz respeito à camada de capa são analisados dois critérios, sendo: a deflexão na superfície da camada de capa e a fadiga do revestimento asfáltico. A deflexão do pavimento deve ser mantida abaixo de um determinado valor máximo admissível para evitar o surgimento de trincas no revestimento, por isso, nessa análise, é seguido o modelo de deflexão (que mede o esforço do deslocamento no eixo z) apresentado pelo DNER-PRO 011, na Norma de Avaliação Estrutural de Pavimentos Flexíveis, de 1979.

Para a fadiga, considerou-se a metodologia proposta pelo *Federal Highway Administration* FHWA de 1976, que analisa a deformação da fibra inferior do revestimento. Destaca-se que, na metodologia de análise de deflexão, foi considerado o número “N” proposto pela USACE, enquanto na análise de fadiga do revestimento utilizou-se o número “N” proposto pela AASTHO.

Para camada de base, a recomendação do DER-SP é de que, caso sejam compostas por solo-cimento, se utilize o modelo de fadiga quanto a flexão no subleito, pesquisado por Ceratti em 1991, onde é proposta uma relação entre a porcentagem da resistência à flexão aplicada e a vida de fadiga da mistura solo-cimento (RF%). Tal análise permite relacionar as tensões, tanto atuantes quanto resistentes, na fibra inferior da camada cimentada, usando de coeficientes determinados por funções logarítmicas para cada tipo de mistura, de acordo com o solo, e do número “N” (USACE).

A verificação da camada do subleito, por sua vez, considera e quantifica a deformação específica vertical de compressão como critério de verificação estrutural. Nesse estudo, o modelo seguido para os cálculos foi o desenvolvido por Dormon & Metcalf em 1965, que o número “N” segundo método USACE.

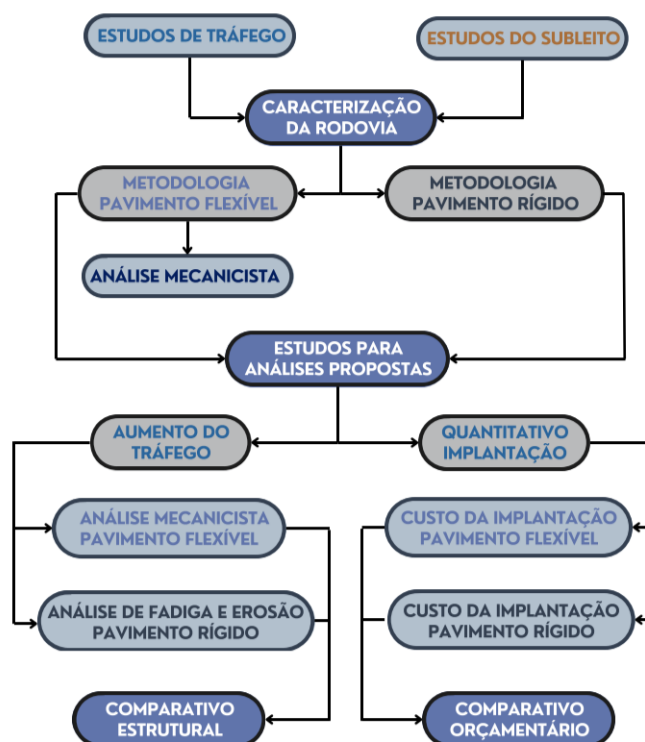
3. MÉTODO

Neste estudo, a análise orçamentária desenvolvida propôs comparar o custo da implantação das duas alternativas, de maneira a estimar o custo das macros atividades necessárias, como: os serviços de pavimentação (equipamentos, mão de obra, momento de transporte, material e tempo fixo dos equipamentos), a aquisição do material betuminoso (preço médio do material betuminoso praticado pelos distribuidores) e o transporte do material betuminoso para o canteiro. Obtendo assim, o custo total de implantação para cada alternativa.

Por sua vez, a análise estrutural almejou estudar o comportamento de ambas as estruturas quando expostas ao aumento das solicitações advindas do crescimento do tráfego (verificando os parâmetros, grandezas e teorias de falha correspondentes a cada tipo de estrutura), e assim verificar quais os limitantes para cada alternativa, definindo qual opção melhor responde a expansão do tráfego rodoviário.

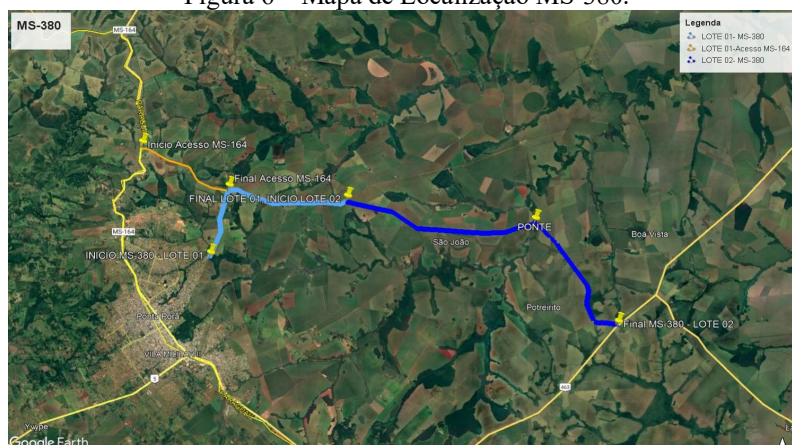
O fluxograma apresentado na figura 1 tem como finalidade ilustrar de maneira gráfica e sequencial os processos e métodos que serão abordados neste capítulo. Em sequência a figura 2 representa o mapa de localização do objeto de estudo desse trabalho, a rodovia MS-380, formada pelo Lote 1 e Lote 2.

Figura 5 – Fluxograma da Metodologia.



Fonte: Elaboração do próprio Autor.

Figura 6 – Mapa de Localização MS-380.



Fonte: Elaboração do próprio Autor.

3.1 Estudos de Tráfego

As pesquisas de tráfego da região foram conduzidas através de métodos de contagem sistemáticos, realizados de maneira manual, classificando os veículos por tipo, sendo eles: automóveis de passeio, ônibus, caminhões e motocicletas. A contagem volumétrica classificatória seguiu às normativas indicadas no Manual de Tráfego do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte, IPR-DNIT-723, 2006.

Encontra-se no Anexo 1 - Estudos de Tráfego, informações referentes à padronização da classificação dos veículos, assim como tabelas de contagem de tráfego contínuo auxiliares, que abrangem as vias próximas à rodovia MS-380 (Tabela 3 – Volume Médio por Dia da Semana, ano de 2019, BR-267/MS Km 469 e Tabela 4 – Volume Médio Diário Mensal, ano de 2019, BR-267/MS Km469), de autoria do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), disponibilizadas publicamente no Plano Nacional de Contagem.

Além disso, no Apêndice 1 - Análise de Tráfego, estão apresentados: a localização dos postos de contagem, os fatores de correção determinados e a tabela resumo. A Tabela 4 – Tabela Resumo da Contagem Volumétrica e Classificatória, por sua vez, apresenta um panorama final, incorporando todas as correções de dados efetuadas para obtenção dos fatores de adequação de tráfego necessários.

Ressalta-se que, apesar do método de dimensionamento de cada solução de pavimentação ser distinto, ou seja, necessitar de parâmetros diferentes no que diz respeito ao tráfego (número “N” e o volume de repetições previstas por classe, para Pavimento Flexível e Pavimento Rígido, respectivamente), os estudos de tráfego utilizados serão os mesmos, visto que a principal diferença entre o tratamento de dados de tráfego para cada solução é que, para o pavimento rígido, só são considerados os dados referentes a categoria de veículos pesados e sua respectiva porcentagem em relação ao tráfego total.

3.1.1 Determinação do Tráfego Posterior

Para determinar a previsão da demanda de tráfego futuro, foi calculado o Volume Médio Diário (VDM), utilizando de fatores de correção (fator de expansão sazonal, semanal e mensal), com intuito de estabelecer uma quantificação mais próxima da realidade possível. As tabelas com os dados processados e os resultados obtidos estão disponíveis no Apêndice 2 – Memória de Cálculo do Número “N”. Considerando o escoamento da produção nacional para a direção leste, onde são encontrados portos de exportação de grãos, a expansão urbana e o aumento da capacidade produtiva de soja e milho, fatores que indicam um grande desenvolvimento econômico no entorno da rodovia em questão, foram considerados as seguintes taxas de crescimento anuais:

- Veículos de Passeio: 5% a.a.;
- Veículos Coletivos: 5% a.a.; e
- Veículos de Carga: 5% a.a.

3.1.2 Determinação do Número “N”

O número “N” considerado para a realização do dimensionamento do pavimento, teve como método de cálculo o definido pelo Corpo de Engenheiros dos U.S.A (USACE). As tabelas auxiliares, parâmetros de cálculo, fórmulas e coeficientes adotados estão demonstrados no Apêndice 2 – Cálculo do Número “N”. Assim, o número utilizado para o dimensionamento do pavimento foi o valor “N Acumulado”, calculado para o último ano da vida útil previsto para o pavimento flexível, apresentado na tabela abaixo.

Tabela 2 – Determinação do número “N”.

TAXA DE CRESC.	ANO	N USACE	N ACUMULADO USACE
5,00%	2024	2,03E+06	2,03E+06
5,00%	2025	2,13E+06	4,16E+06
5,00%	2026	2,24E+06	6,39E+06
5,00%	2027	2,35E+06	8,74E+06
5,00%	2028	2,46E+06	1,12E+07
5,00%	2029	2,59E+06	1,38E+07
5,00%	2030	2,72E+06	1,65E+07
5,00%	2031	2,85E+06	1,94E+07
5,00%	2032	3,00E+06	2,24E+07
5,00%	2033	3,15E+06	2,55E+07
5,00%	2034	3,30E+06	2,88E+07

Fonte: Elaboração do próprio autor.

3.2 Estudos do Subleito

O principal objetivo dos estudos do subleito é determinar o tipo de solo presente e o Índice de Suporte Califórnia, catalogando as informações necessárias para o dimensionamento, considerados tanto para opção de Pavimento Rígido quanto a de Pavimento Flexível. Informações adicionais sobre a metodologia adotada para coleta, transporte, preparação e ensaio das amostras extraídas podem ser encontradas na IS-206 Estudos Geotécnicos - Manual de Ensaios do DNIT.

As tabelas resumo, contendo os resultados dos ensaios do subleito, estão localizadas no Anexo 2 – Estudos do Subleito. Posteriormente, a análise dos resultados dos ensaios geotécnicos constatou que o solo predominante na extensão da via é de material do tipo A-2-4, segundo a tabela de classificação dos solos *Transportation Research Board (TRB), Highway Capacity Manual*, 2010. Concluiu-se que o solo presente no leito estradal apresentou suficiência para material de subleito, segundo a normativa supracitada.

3.2.1 Determinação do Índice de Suporte Califórnia de projeto

Os gráficos 1 – ISC do Subleito (Lote I) e 2 – ISC do Subleito (Lote II) apresentam os Índices de Suporte Califórnia do Subleito da MS-380, com extensão de 16,84 Km e 19,56 Km, respectivamente. Onde, no gráfico do Lote I, os pontos **ST-01** a **ST-56** referem-se amostras coletadas na extensão da Rodovia MS-380, e os pontos de **ST-3** a **ST-29** as amostras do trecho MS-164.

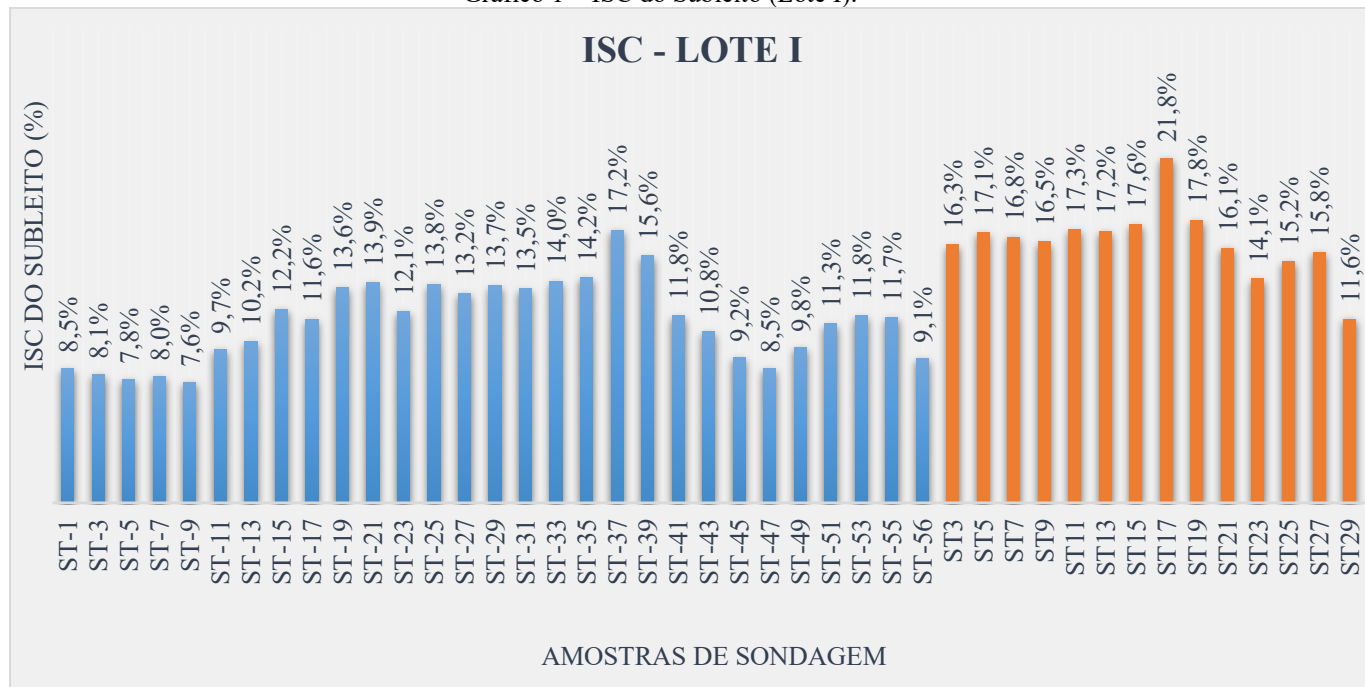
De posse dos dados do ISC do Subleito, o tratamento estatístico e o cálculo do ISC_p ocorreram conforme as equações (1) a (3). Os valores obtidos estão apresentados na Tabela 1 – Cálculo do ISC do Lote I e na Tabela 2 – Cálculo do ISC do Lote II, abaixo.

Tabela 1 – Cálculo do ISC (Lote I).

ANÁLISE ESTATÍSTICA			CÁLCULO DO ISC_p		
Número de Amostras (n)	Média (ISC)	Desvio Padrão (σ)	n – 1	$t_{0,90}$	ISC_p
43	13,1%	3,40%	42	1,30	12,43%

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Gráfico 1 – ISC do Subleito (Lote I).



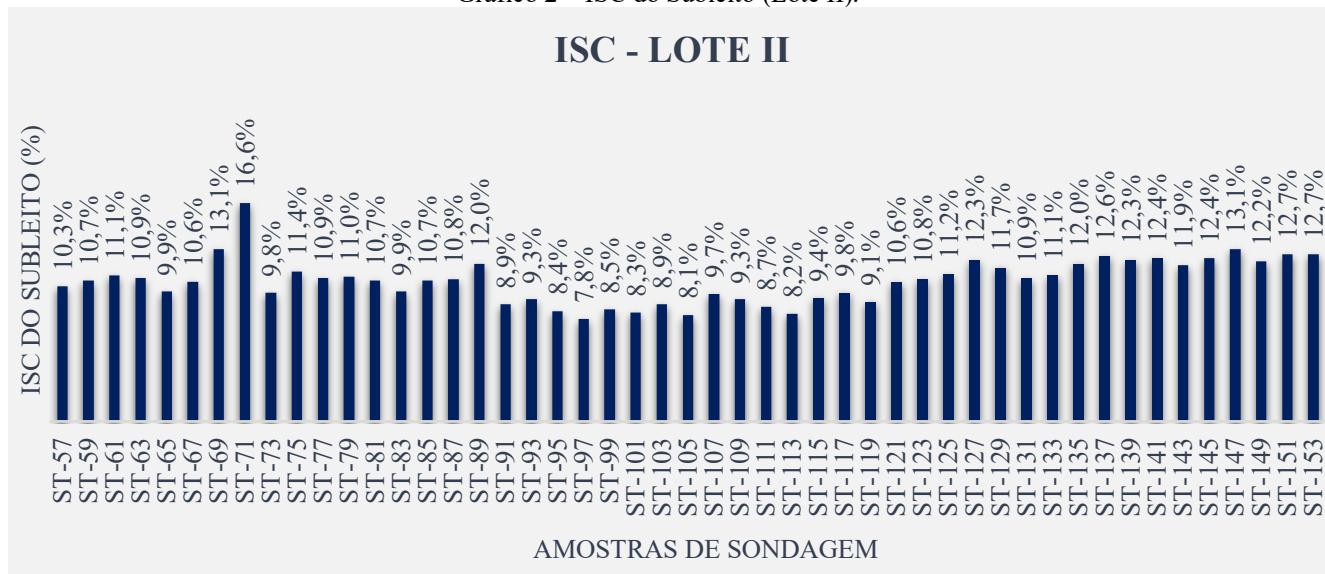
Fonte: Elaboração do próprio autor.

Tabela 2 – Cálculo do ISC (Lote II). Fonte: Autor.

ANÁLISE ESTATÍSTICA			CÁLCULO DO ISC_p		
Número de Amostras (n)	Média (ISC)	Desvio Padrão (σ)	n – 1	$t_{0,90}$	ISC_p
49	10,7%	1,70%	48	1,30	10,41%

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Gráfico 2 – ISC do Subleito (Lote II).



Fonte: Elaboração do próprio autor.

3.3 Dimensionamento do Pavimento Flexível

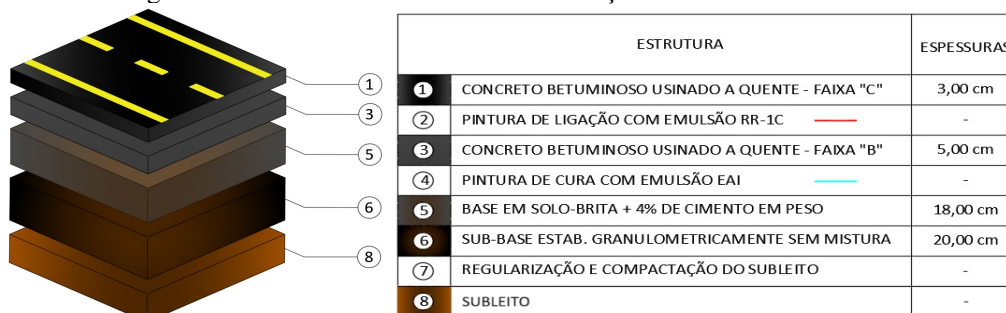
Neste trabalho, a metodologia utilizada para realização do dimensionamento do pavimento flexível foi a apresentada pelo Departamento de Estradas de Rodagem (DER-SP), na IPR-DE-P00-001: Projeto de Pavimentação, São Paulo: 2005. Consoante a teoria exposta na IPR, o objetivo do método é a proteção contra ruptura por tensões de cisalhamento da camada de subleito. Portanto, a determinação das camadas será iniciada a partir da capacidade suporte do subleito, quantificada pelo ISC de projeto e pelo número “N” de solicitações de eixos padrões equivalentes ao período de projeto definido, de 10 anos.

A Tabela 1 – Características Mínimas de Suficiência do Solo do Anexo 3 – Pavimento Flexível, contém os valores mínimos para os parâmetros do solo recomendados, a Tabela 2 – Coeficientes de Equivalência Estrutural, os coeficientes utilizados no cálculo, e a Tabela 3 – Espessuras Mínimas de Revestimento Betuminoso em Função do Número “N”, por sua vez, apresenta as espessuras mínimas recomendadas em função do número de solicitações esperado.

De posse do número “N” = $2,88 \times 10^7$ e do ISCP = 10,41% (menor valor entre os dois lotes) anteriormente apresentados, considerando o período de projeto de 10 anos, o dimensionamento do pavimento flexível foi realizado conforme a metodologia acima mencionada, e inequações (1) até (4). Em relação à escolha dos materiais que compõem o pavimento, priorizaram-se aqueles que apresentam maior disponibilidade do ponto de vista econômico e geográfico.

Vale realçar que, apesar da recomendação do DNIT IPR-719 (2014) sobre a espessura do revestimento conforme o respectivo número “N”, de 10cm, será adotado na estrutura a espessura de 8 cm, visto que, após a análise mecanicista conforme o método DER, posteriormente demonstrada no Apêndice 4 – Análise Mecanicista, verificou-se que o pavimento resistirá as solicitações com a espessura de capa reduzida. Com a espessura do revestimento definida, aplicou-se o valor nas inequações (4) a (7) para definição das demais espessuras. A composição da solução utilizada para as análises deste trabalho é apresentada na Figura 6:

Figura 6 – Detalhamento da estrutura da solução em Pavimento Flexível.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

3.4 Dimensionamento do Pavimento Rígido

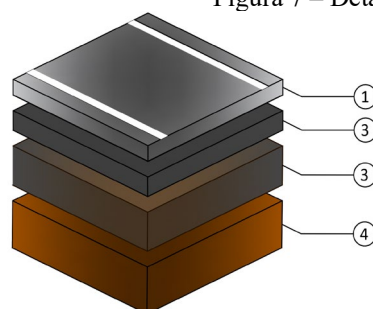
A solução em Pavimento Rígido proposta para a MS-380 considerou placas de concreto de cimento Portland, dimensionadas segundo a metodologia de cálculo da Portland Cement Association – PCA (1984), que considera a falha da estrutura por dois critérios: fadiga e erosão.

A metodologia de cálculo utilizada na proposta dessa solução levou em consideração os conceitos e diretrizes expostas no Estudo Técnico da ABCP ET 97 – Dimensionamento de Pavimentos Rodoviários e Urbanos de Concreto pelo Método da PCA/1984, para um período de projeto de 20 anos.

Em síntese, o dimensionamento foi realizado com propósito de manter os esforços devido à repetição cíclica de carga dentro dos limites definidos pela falha por fadiga, limitando simultaneamente os efeitos de deflexão das bordas, juntas e cantos dentro dos limites definidos pelo critério de falha por erosão. Assim, de posse dos estudos do subleito, estudos de tráfego e classificação da resistência do concreto utilizado, calculou-se a espessura necessária da placa de concreto.

A análise de tráfego utilizada é similar a realizada para o Pavimento Flexível, apresentada no Anexo 1 – Estudos de Tráfego, onde a principal diferença se deve ao fato de que, pelo método PCA/1984, são consideradas as repetições por tipo de eixo e hipótese de carga máxima legal, apenas dos veículos pesados, assim, obtendo o total de repetições previstas para cada configuração eixo-carga solicitantes. Os resultados dessa consideração são apresentados no Anexo 4 – Pavimento Rígido. Os demais quadros, ábacos e recomendações de projeto, seguem o previsto no Manual de Pavimento Rígido - IPR- 714. O memorial de cálculo da espessura de concreto, e por fim, a definição da solução, que segue abaixo, estão declaradas no Apêndice 3 – Memória de Cálculo do Pavimento Rígido.

Figura 7 – Detalhamento da estrutura da solução em Pavimento Rígido.



ESTRUTURA		ESPESSURAS
①	PAVIMENTO RÍGIDO	20,00 cm
②	PINTURA DE CURA COM EMULSÃO RR-2C	-
③	SUB-BASE CCR (CONCRETO COMPACTADO A ROLO)	10,00 cm
④	SUBLEITO	

Fonte: Elaboração do próprio autor.

3.5 Método de Análise Mecanicista do Pavimento Flexível

Dispondo do dimensionamento, da composição da solução do pavimento, dos parâmetros de projeto (suporte do solo e dados de tráfego) e do período de projeto determinado, foi possível realizar uma análise mecanicista que permitiu quantificar, através de uma simulação utilizando software, as tensões e deformações em cada camada do pavimento, resultantes dos esforços de uma roda do eixo simples padrão (8,2t) em movimento. A análise fez uso do software MeDiNa, seguindo as normativas e conceitos contidos no Manual de Utilização, realizado pelo DNIT em 2020 e na IP-DE-OP00/001 de 2006 do DER/SP, e considerou aderência total entre as camadas.

Segundo a normativa, a recomendação para interpretação e comparação dos resultados provenientes da análise mecanicista, é que se usem modelos experimentais, onde constam diferentes adoções de valores e equações para determinação dos resultados, segundo cada literatura técnica. É demonstrado no Apêndice 4 – Análise Mecanicista, tabelas com as equações e seus valores, para cada análise (deflexão, fadiga ou deformação).

3.5.1 Software – Análise Elástica de Múltiplas Camadas (AEMC)

O Software para Análise Elástica de Múltiplas Camadas – AEMC, foi desenvolvido pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, e permite calcular tensões e deformações em estruturas de pavimentos sobre o carregamento de rodas do eixo rodoviário. Para a análise realizada nesse trabalho, o Coeficiente de *Poisson* foi estimado conforme valores usuais de referência (as tabelas completas para os parâmetros estão contidas no Anexo 6 – Análise Mecanicista). Os parâmetros de entrada adotados para a análise, as coordenadas dos pontos analisados e a configuração do carregamento estão apresentados nas tabelas a seguir:

Tabela 3 – Parâmetros adotados para Análise do Pavimento Flexível.

Nº	CAMADA	ESP. DA CAMADA (cm)	COEF. DE POISSON	MÓDULO DE RES. (Mpa)
1	CAPA - BINDER/CBUQ	8,00	0,30	3500
2	BASE – SOLO BRITA + 4% DE CIMENTO	18,00	0,20	6500
4	SUB-BASE – ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE	20,00	0,35	200,00
5	SUBLEITO	-	0,40	82,05

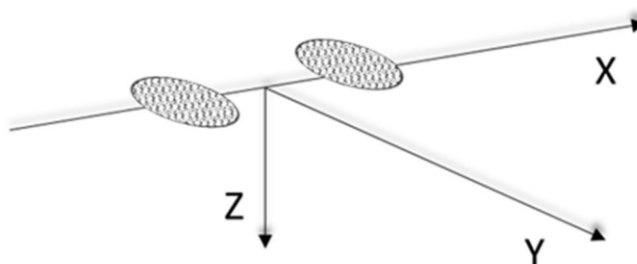
Fonte: Elaboração do próprio autor.

Tabela 4 – Coordenadas dos pontos analisados.

PONTO	x (cm)	y (cm)	z (cm)
1	0	0	0,01
2	16,2	0	0,01
3	0	0	7,99
4	16,2	0	7,99
5	0	0	25,99
6	16,2	0	25,99
7	0	0	46,01
8	16,2	0	46,01

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Figura 8 – Sistemas de Coordenadas do Programa.



Fonte: Manual de Utilização do Programa MeDiNa (2020).

Tabela 5 – Configuração do Carregamento Solicitante.

DADOS DO CARREGAMENTO	
Tipo:	Eixo padrão rodoviário
Número de rodas:	4
Carga de roda (t):	2,05
Pressão de Pneus (MPa):	0,56
Raio do Carregamento (m):	10,79
Distância entre rodas - Tx (m):	32,4
Distância entre eixos - Ty (m):	0
Bitola - Lx (m):	181

Fonte: Software AEMC.

Ou seja, a análise foi conduzida de maneira a considerar o carregamento de um eixo padrão rodoviário, considerando quatro rodas, com carga equivalente a 2,05t por roda, e pressão de 0,56 Mpa, para cada profundidade z (cm), foram consideradas duas posições (no centro da aplicação de carga de cada roda, a 0 cm e 16,2 cm) no eixo x. Após a análise realizada pelo programa, que exportou os esforços solicitantes, foi possível conduzir a verificação estrutural do pavimento flexível. Consultou-se equações das diversas fontes bibliográficas (citadas no Anexo 6 – Análise Mecanicista e no Apêndice 4 – Memória de Cálculo da Análise Mecanicista) estudos e normativas para essa avaliação.

Todos os parâmetros e equações utilizados para a verificação estrutural estão detalhados a seguir. É relevante ressaltar que, devido a algumas equações recomendarem o número “N” calculado através do método da AASTHO, este será apresentado nessa seção, apesar de os demais cálculos previamente apresentados estarem efetuados com o número “N” segundo método USACE, já que este apresentava maior valor.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Orçamento do Custo de Implantação da Pavimentação

O comparativo orçamentário que será apresentado, seguiu as preconizações do Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes – DNIT (2017), e usou dados da última atualização do Relatório Analítico do Sistema de Custos Rodoviários (SICRO), para a região de Mato Grosso do Sul, em abril de 2023. É importante ressaltar que, o orçamento de uma solução de implantação de uma rodovia, leva em conta diversas disciplinas e existem inúmeros fatores a serem considerados, porém, devido ao escopo deste trabalho abranger apenas o comparativo entre as soluções de pavimentação, o custo total estimado da obra não será apresentado. Dito isso, após definidos os quantitativos utilizados para cada solução, as composições de custo de pavimentação foram aplicadas, desconsiderando a desoneração, ou seja, sem considerar a redução dos encargos trabalhistas e os benefícios e despesas indiretas (BDI).

O orçamento dos custos da implantação do pavimento, se iniciou com o levantamento dos quantitativos de materiais e de serviços a serem realizados, apresentados em resumo na Tabela 5 - Resumo Quantitativo da Implantação do Pavimento Flexível e na Tabela 7 - Resumo Quantitativo da Implantação do Pavimento Rígido. A Tabela 6 - Orçamento da Implantação do Pavimento Flexível e Tabela 8 - Orçamento da Implantação do Pavimento Rígido, por sua vez, sintetizam o custo por tópico principal, onde se reúne as macros atividades (serviço de pavimentação, aquisição e transporte de material betuminoso). Uma tabela completa contendo as composições, código SICRO, descrição, valores unitários e valores totais, é explicitada no Anexo 5 – Orçamento das Soluções.

4.1.1 Custo da Implantação em Pavimento Flexível

Tabela 5 – Resumo Quantitativo da Implantação do Pavimento Flexível.

RESUMO QUANTIDADE IMPLANTAÇÃO DO PAVIMENTO FLEXÍVEL				
MATERIAL/SERVIÇO	QUANT. LOTE I	QUANT. LOTE II	TOTAL	UNID.
REGULARIZAÇÃO DE SUBLEITO	202.490,16	233.471,00	435.961,16	m ²
SUB-BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE	36.056,45	41.585,57	77.642,02	m ³
BASE EM SOLO-BRITA + 4% DE CIMENTO EM PESO	30.726,54	35.353,18	66.079,72	m ³
PINTURA DE CURA COM EAI	157.504,80	180.180,00	337.684,80	m ²
CAMADA DE LIGAÇÃO EM CBUQ - FAIXA "B"	20.119,50	23.016,19	43.135,69	t
PINTURA DE LIGAÇÃO COM RR-1C	157.504,80	180.180,00	337.684,80	m ²
CAMADA DE ROLAMENTO EM CBUQ - FAIXA "C"	12.034,78	13.809,71	25.844,49	t

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Tabela 6 – Orçamento da Implantação do Pavimento Flexível.

RESUMO DO ORÇAMENTO – IMPLANTAÇÃO PAVIMENTO FLEXÍVEL			
DESCRIÇÃO	LOTE I (R\$)	LOTE II (R\$)	TOTAL (R\$)
Serviços de Pavimentação	22.887.397,700	28.931.717,450	51.819.115,150
Aquisição de Material Betuminoso	7.790.809,680	8.923.095,740	16.713.905,420
Transporte de Material Betuminoso	536.167,970	614.047,710	1.150.215,680
			69.683.236,25

Fonte: Elaboração do próprio autor.

4.1.1 Custo da Implantação em Pavimento Rígido

Tabela 7 – Tabela Resumo Quantitativo da Implantação do Pavimento Rígido.

RESUMO QUANTIDADE IMPLANTAÇÃO DO PAVIMENTO RÍGIDO				
MATERIAL/SERVIÇO	QUANT. LOTE I	QUANT. LOTE II	TOTAL	UNID.
REGULARIZAÇÃO DE SUBLEITO	202.490,16	233.471,00	435.961,16	m ²
SUB-BASE DE CONCRETO COMPACTADO COM ROLO	18.028,22	20.792,77	38.820,99	m ³
CURA COM PINTURA ASFÁLTICA	180.282,33	207.927,85	388.210,18	m ³
APLICAÇÃO DE LONA PLÁSTICA PARA EXECUÇÃO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO	180.282,33	227.504,00	407.786,33	m ²
PAVIMENTO DE CONCRETO COM FORMAS DESLIZANTES	38.558,88	45.500,80	84.059,68	m ³
SERRAGEM DE JUNTAS, LIMPEZA E ENCHIMENTO COM SELANTE A FRIO	37.832,91	53.968,87	91.801,79	m ²

Tabela 8 – Resumo do Orçamento da Implantação do Pavimento Rígido.

RESUMO DO ORÇAMENTO – IMPLANTAÇÃO PAVIMENTO RÍGIDO			
DESCRIÇÃO	LOTE I (R\$)	LOTE II (R\$)	TOTAL (R\$)
Serviços de Pavimentação	31.472.703,470	35.585.395,570	67.058.099,040
Aquisição de Material Betuminoso	674.271,680	777.668,350	1.451.940,030
Transporte de Material Betuminoso	65.568,500	75.623,150	141.191,650
			68.651.230,72

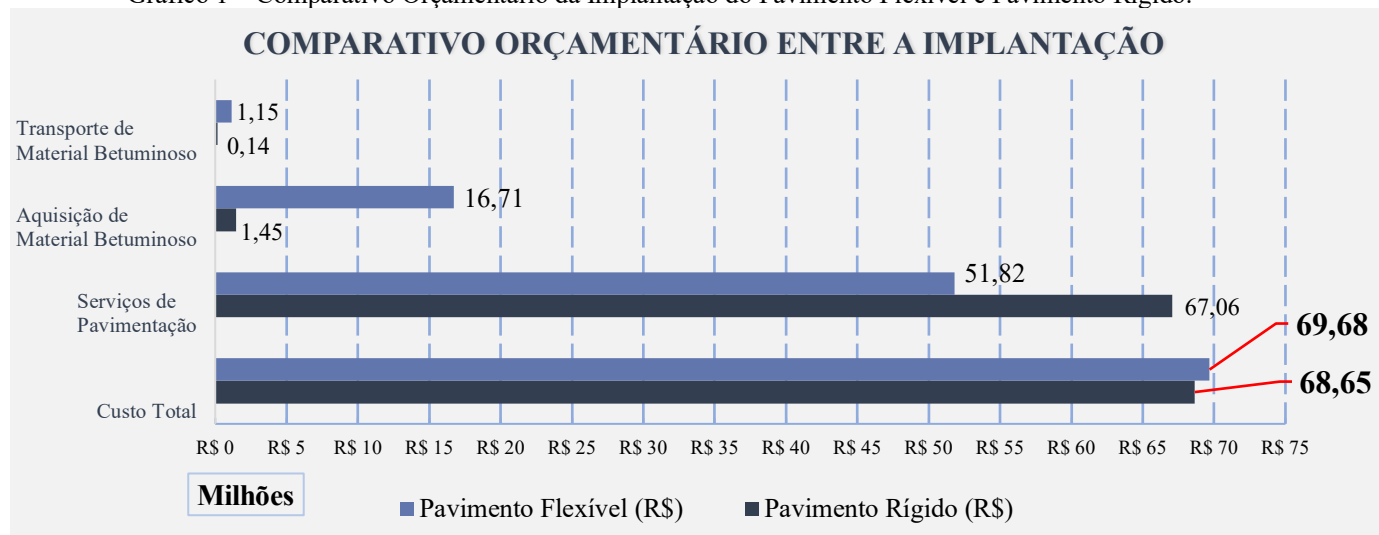
Fonte: Elaboração do próprio autor.

4.2 Comparativo do Custo de Implantação da Pavimentação

Com os valores contidos nas tabelas da seção acima, reuniu-se as informações necessárias para realizar um comparativo de custos de implantação. O gráfico a seguir, Gráfico 1 – Comparativo Orçamentário entre a Implantação das Soluções, apresenta tanto o comparativo entre macro atividades, quanto o comparativo entre o valor total. É possível observar que, a solução em Pavimento Rígido, se mostrou mais economicamente vantajosa, no que diz respeito a implantação, do que a solução em Pavimento Flexível.

Ao analisar o comparativo de custos por categoria, é possível reparar que, apesar dos serviços de pavimentação para o Pavimento Rígido apresentarem custo maior, no tocante ao transporte e aquisição do material betuminoso, a alternativa em Pavimento Rígido apresenta custo menor que o Flexível. Por fim, ao considerar o valor total para implantação, a solução em Flexível, se mostrou mais custosa, em 1,03 milhões.

Gráfico 1 – Comparativo Orçamentário da Implantação do Pavimento Flexível e Pavimento Rígido.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

4.3 Manutenção do Pavimento

No que diz respeito à manutenção de pavimentos, conforme estabelecido na norma TER-02/79, as intervenções possíveis podem ser categorizadas em três grupos: conservação, restauração e aprimoramento. Para determinar a intervenção adequada e estimar os custos de manutenção dos pavimentos analisados, é necessária a quantificação de vários fatores que classificam a condição atual da via. No entanto, levando em consideração o período de projeto atribuído a cada uma dessas duas soluções, o *Pavimento Flexível* (10 anos) demandará manutenção no tocante à pavimentação, previamente ao *Pavimento Rígido* (20 anos), que requer mais tempo para apresentar patologias de grande porte.

Em geral, pavimentos de concreto possuem grande resistência mecânica a desgaste, não oxidam ou deformam plasticamente, não apresentam formação de buracos ou trilhas de roda, e possuem grande durabilidade, com vida útil geralmente maior que a pavimentação flexível. (MEAN et al, 2011).

4.4 Análise Estrutural

4.4.1 Análise Mecanicista do Pavimento Flexível

Em seguida, são apresentados os resultados da Análise Mecanicista, realizada para o Pavimento Flexível, constando os valores para os esforços solicitantes e admissíveis em cada camada, segundo os modelos

considerados (apresentados anteriormente no tópico 2.5 Análise Mecanicista), assim como os valores de entrada utilizados para os cálculos, os valores para o número “N” aplicados em cada modelo de falha de acordo com a recomendação da teoria, já que cada teoria é embasada em uma metodologia de cálculo, entre a USACE e AASTHO.

A tabela que vem a seguir, contém o resumo dos resultados provenientes da análise realizada pelo programa computacional AEMC, que quantificam quais os valores solicitantes para as respectivas camadas do pavimento, os valores para os parâmetros e dados de entrada considerados no programa, estão apresentados no tópico 3.5.1 – Software – Análise Elástica de Múltiplas Camadas (AEMC).

Tabela 9 – Dados de Entrada da Análise Mecanicista.

COMPOSIÇÃO DO PAVIMENTO	CAMADA	ESP. (cm)	VALORES	SOLICITAÇÕES	UNID.
CBUQ COM POLÍMERO	CAPA	8	2,67E+02	DEFLEXÃO	Uz (μm)
CBUQ COM POLÍMERO	CAPA	8	3,90E-05	DEFORMAÇÃO	Ex (m/m)
SOLO+BRITA+CIMENTO	BASE	18	-5,38E-01	TENSÃO	Sx (MPa)
SOLO NATURAL	SUBLEITO	-	1,90E-04	DEFORMAÇÃO	Ez (m/m)

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Tabela 10 – Dados de Entrada do Número “N” para Análise da camada.

METODOLOGIA	NÚMERO “N”	ANÁLISE DA CAMADA
USACE		CAPA
AASTHO		CAPA
USACE		BASE
USACE		SUBLEITO

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Tabela 11 – Resultados da Análise Mecanicista.

VERIFICAÇÃO ESTRUTURAL						
CAMADA	ANÁLISE	MODELO	ESFORÇOS/ DEFORMAÇÕES		UNID.	VERIFICAÇÃO
			Solicitante	Admissível		
CAPA	DEFLEXÃO	DNER-PRO 011 (1979)	26,69	49,79	Uz ($\times 10^{-2}$ mm)	Suficiente
CAPA	DEFORMAÇÃO	FHWA (1976)	3,90E-05	2,23E-04	Ex (m/m)	Suficiente
BASE	TENSÃO	CERRATI (1991)	-5,38E-01	-8,97E-01	Sx (MPa)	Suficiente
SUBLEITO	DEFORMAÇÃO	DORMON E METCALF (1965)	1,90E-04	2,19E-04	Ez (m/m)	Suficiente

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Por sua vez, a tabela 11 reúne informações sobre a Análise Mecanicista propriamente dita, que compara os valores solicitantes da tabela 9, com os valores admissíveis, obtidos de acordo com a teoria de análise adotada para cada verificação. Mais informações sobre o cálculo empregue na análise podem ser encontradas no Apêndice 2 – Memória de Cálculo da Análise Mecanicista, a respeito das teorias, fórmulas e conceitos das teorias utilizadas, bem como as referências dos trabalhos consultados, estão localizadas no tópico 2.5.2 - Verificação dos Critérios de Ruptura, deste trabalho.

Após a análise dos valores expostos pela tabela acima, observa-se suficiência para todos os critérios de ruptura considerados, demonstrando que a configuração de pavimento utilizada para o estudo, se apresenta satisfatória. Um adendo a espessura de camada de capa, que para a solução foi considerada em 8 cm, mesmo a normativa do DNIT na IPR-719, recomendando a espessura de 10 cm, o revestimento apresentou suficiência estrutural na análise empregada.

4.4.2 Aumento do Tráfego e Resposta Estrutural do Pavimento Flexível

Com a finalidade de estudar o comportamento das estruturas propostas, quando são submetidas a mais ciclos de solicitações de carga, ou seja, quando ocorre o aumento do número “N”, a análise segundo os modelos de falha mencionados acima foi efetuada novamente para os seguintes valores:

Tabela 12 – Aumento do Número “N”.

MÉTODO	NÚMERO “N”							
N USACE	2,88E+07	3,00E+07	3,50E+07	4,00E+07	4,50E+07	5,50E+07	5,50E+07	6,00E+07
N AASTHO	7,30E+06	7,80E+06	8,30E+06	8,80E+06	9,30E+06	9,80E+06	1,30E+07	1,80E+07

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Logo, a tabela 13 a seguir, contém os mesmos parâmetros de entrada, com a exceção do número “N” de solicitações, que a análise empregada anteriormente. Ao acompanhar a mudança dos valores admissíveis, constata-se que os mesmos são inversamente proporcionais ao número “N”, ou seja, reduziram com o aumento do número de solicitações de tráfego, resultado já esperado. Também se observa que todas as verificações das camadas de capa e base, continuaram a ser inferiores as os valores limitantes, por outro lado, a camada de subleito foi reprovada, uma vez que o esforço solicitante é maior do que o valor admissível obtido ao aumentar o número “N”.

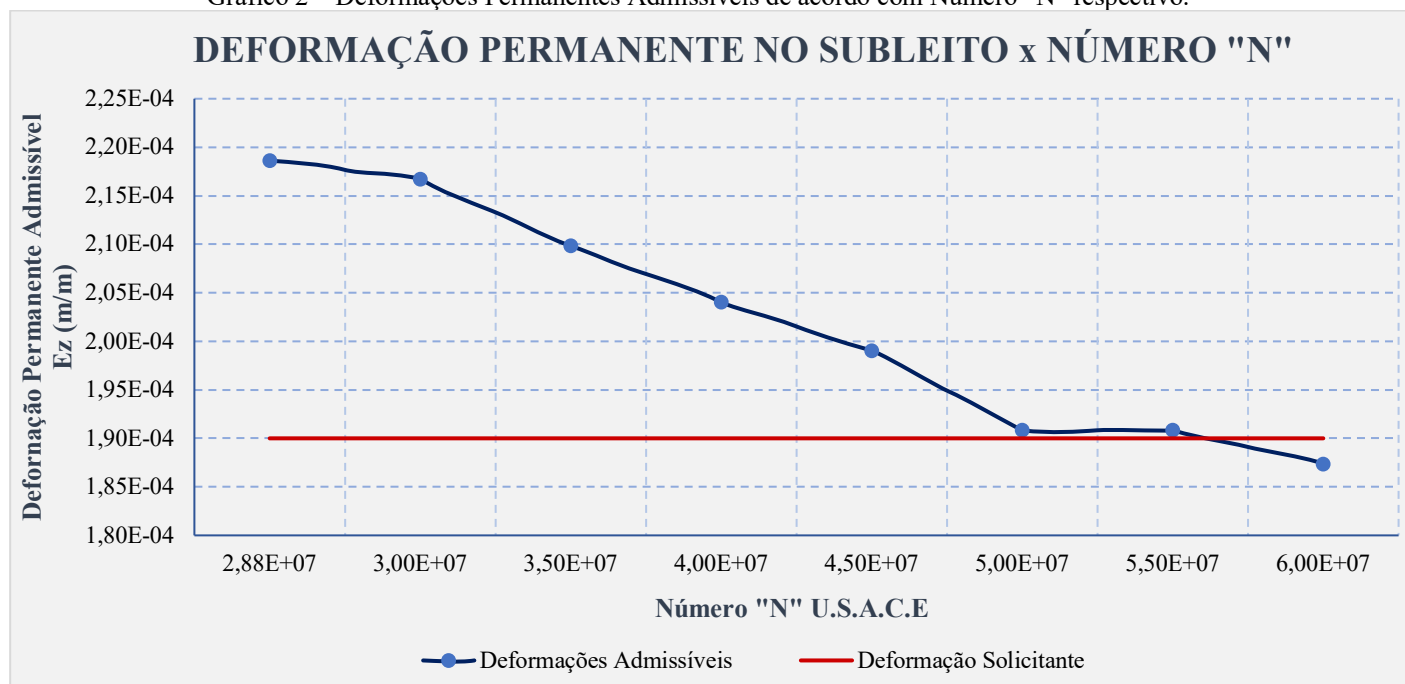
Tabela 13 – Verificação das Camadas utilizando o número “N”

Tabela 15 - Verificação das Camadas utilizando o número "N"								
CAMADA	NÚMERO "N"		ANÁLISE	SOLICITANTE		ADM.	UNID.	VERIFICAÇÃO
CAPA	6,00E+07	USACE	DEFLEXÃO	D_{adm}	26,69	43,76	$U_z (x 10^{-2} mm)$	ATENDE
CAPA	1,80E+07	AASHTO	DEFORMAÇÃO	ε_v	3,90E-05	1,72E-04	Ex (m/m)	ATENDE
BASE	6,00E+07	USACE	CONSUMO FADIGA	RF (%)	59,58%	0%	%	ATENDE
SUBLEITO	6,00E+07	USACE	DEFORMAÇÃO	ε_T	1,90E-04	1,87E-04	Ez (m/m)	REPROVADO

Fonte: Elaboração do próprio autor.

A análise gráfica do limitante ao aumento de tráfego, levou-se em conta o critério que quantifica as deformações permanentes no subleito, uma vez que os esforços solicitantes apresentados acima. Assim, com o propósito de analisar o comportamento das deformações permanentes admissíveis no subleito e ao aumento do número de solicitações acrescido correspondente, tendo em visualização simultânea a deformação permanente causada pela solicitação inicial, obtida através da análise mecanicista, acima apresentada, o gráfico 2 foi confeccionado.

Gráfico 2 – Deformações Permanentes Admissíveis de acordo com Número “N” respectivo.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Com o gráfico acima, observa-se que, a partir do número “N” correspondente a 5,50E+07, a deformação permanente admissível pelo pavimento, se torna menor que a deformação permanente solicitante, ou seja, o pavimento é reprovado no critério limitante segundo a metodologia de verificação adotada, enquanto os parâmetros referentes as demais camadas, continuaram a retornar valores suficientes de acordo com limitantes propostos pelas respectivas bibliografias de referência.

4.4.2 Aumento do Tráfego e Resposta Estrutural do Pavimento Rígido

Seguindo a mesma premissa, de avaliar o comportamento do pavimento diante do aumento do número “N” de solicitações do eixo padrão rodoviário, aplicou-se um aumento percentual, de maneira mais semelhante possível, ao aumento adotado para o pavimento flexível. No caso dimensionamento e verificação estrutural do pavimento rígido, não se adotou diretamente do valor de “N”, mas sim, o volume de tráfego, calculado para

cada tipo de classe de veículos, que é uma medida diretamente proporcional ao número de solicitações. Portanto, estabeleceu-se o aumento conforme a tabela 14:

Tabela 14 – Aumento do Volume de Veículos.

VOLUME ORIGINAL DE TRÁFEGO	CLASSE	VOLUME DE TRÁFEGO ACRESCIDO	% DA CLASSE
10	2CB	21	1,06%
2	3CB	4	0,20%
68	2C	141	7,09%
97	3C	202	10,16%
40	2S1	83	4,17%
53	2S2	110	5,53%
41	2S3	85	4,27%
41	3S2	85	4,27%
104	3S3	216	10,86%
55	2C2	114	5,73%
59	2C3	123	6,18%
3	3C2	6	0,30%
7	3C3	15	0,75%
341	BIT.	709	35,65%
36	ROD.	75	3,77%
957	TOTAL	1989	100,00%

Fonte: Elaboração do próprio autor.

A metodologia de dimensionamento, descrita no Apêndice 3 – Memória de Cálculo do Pavimento Rígido, foi novamente aplicada, porém dessa vez considerando o aumento do volume de tráfego, o resultado que segue na tabela abaixo, indicou aumento considerável do consumo de erosão, (de 30,63% para 63,62%), porém o pavimento permaneceu estruturalmente suficiente, segundo os critérios de fadiga e erosão.

Tabela 14 – Comportamento Estrutural do Pavimento Rígido, após aumento do Volume de Tráfego.

Tabela 17 - Comportamento Estrutural do Pavimento Rígido, após aumento de 7,00% de Fadiga.						
Cargas por eixo (tf)	Carga por eixo (x) FSC (tf)	Nº de repetições previstas	ANÁLISE DE FADIGA		ANÁLISE DE EROSAO	
			Nº de repetições admissíveis	Consumo de Fadiga (%)	Nº de repetições admissíveis	Consumo de Erosão (%)
EIXO SIMPLES			1,227	Tensão Equivalente		
			0,273	Fator de Fadiga	2,323	Fator de Erosão
10,50	12,60	1.418.983	Ilimitado	0,00	8.552.833	34,46
10,00	12,00	2.601.470	Ilimitado	0,00	18.884.732	28,61
7,50	9,00	472.994	Ilimitado	0,00	Ilimitado	0,00
6,30	7,56	2.625.904	Ilimitado	0,00	Ilimitado	0,00
6,00	7,20	4.814.158	Ilimitado	0,00	Ilimitado	0,00
5,00	6,00	236.497	Ilimitado	0,00	Ilimitado	0,00
4,50	5,40	875.301	Ilimitado	0,00	Ilimitado	0,00
3,00	3,60	437.651	Ilimitado	0,00	Ilimitado	0,00
EIXO TANDEM DUPLO			1,033	Tensão Equivalente		
			0,230	Fator de Fadiga	2,340	Fator de Erosão
17,85	21,42	4.659.482	Ilimitado	0,00	Ilimitado	0,00
17,00	20,40	8.542.384	Ilimitado	0,00	Ilimitado	0,00
14,18	17,01	5.902	Ilimitado	0,00	Ilimitado	0,00
13,50	16,20	10.820	Ilimitado	0,00	Ilimitado	0,00
12,75	15,30	1.553.161	Ilimitado	0,00	Ilimitado	0,00
10,13	12,15	1.967	Ilimitado	0,00	Ilimitado	0,00

Cargas por eixo (tf)	Carga por eixo (x) FSC (tf)	Nº de repetições previstas	ANÁLISE DE FADIGA		ANÁLISE DE EROSIÃO	
			Nº de repetições admissíveis	Consumo de Fadiga (%)	Nº de repetições admissíveis	Consumo de Erosão (%)
6,00	7,20	776.580	Ilimitado	0,00	Ilimitado	0,00
5,50	6,60	984	Ilimitado	0,00	Ilimitado	0,00
EIXO TANDEM TRIPLO			0,837	Tensão Equivalente		
			0,186	Fator de Fadiga	2,360	Fator de Erosão
26,78	32,13	427.882	Ilimitado	0,00	161.677.531	0,26
25,50	30,60	784.449	Ilimitado	0,00	Ilimitado	0,00
19,13	22,95	142.627	Ilimitado	0,00	Ilimitado	0,00
9,00	10,80	71.314	Ilimitado	0,00	Ilimitado	0,00
TOTAIS			0,00		63,62	

Fonte: Elaboração do próprio autor.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No que diz respeito ao comparativo de custos de implantação entre Pavimento Rígido e Pavimento Flexível, mensurou-se que, a solução em Pavimento Rígido apresentou maior viabilidade econômica. Esse resultado pode ser atribuído a diversos fatores, dentre eles o aumento sucessivo de materiais asfálticos, como o apresentado por Paes Leme (2022), a evolução de preços dos insumos no período de 10 anos (maio de 2012 a abril de 2022) reportou um aumento de 394% para CAP 50-70 e um aumento de 59% para Cimento Portland. Segundo Modesto, L (2022), a evolução de preços das composições de custo unitário do SICRO, componente deste estudo, apresentaram (no período de janeiro 2017 a outubro de 2021) um aumento de 113% para o Concreto Asfáltico – Faixa C e apenas 33% para o Pavimento de Concreto com Fôrmas Deslizantes.

É notável que, quando se trata de uma obra de engenharia, os custos de implantação não são os custos totais, visto que, há necessidade de manutenção. Detalhar os custos de manutenção de uma obra futura com precisão, apresenta diversos desafios, uma vez que, a manutenção estará ligada diretamente com o aumento do tráfego e condições ambientais do pavimento, porém, dado o período de projeto das soluções serem diferentes (10 anos para o Pavimento Flexível e 20 anos para o Pavimento Rígido), a solução em Pavimentação Flexível demandará manutenção previamente a solução em Pavimento Rígido.

No tocante a análise estrutural, ambas as soluções se apresentaram suficientes dentro do tempo previsto em projeto, de acordo com sua respectiva metodologia, bibliografia e normativas vigentes. No entanto, ao supor aumento do tráfego, com o propósito de analisar a respostas das estruturas, de maneira simultânea, a um maior nível de estresse estrutural, concluiu-se através dos cálculos, que o Pavimento Rígido, apesar considerável aumento do consumo de erosão, continua respondendo apropriadamente, à medida que, o Pavimento Flexível demonstra falha no parâmetro que limita as deformações encontradas no subleito.

Infere-se que, como esperado, devido a distribuição de tensões no Pavimento Rígido, solicitar menos das camadas inferiores a capa, com um campo de tensões disperso, que implica menores pressões sobre a fundação e que o subleito se encontra preservado. O oposto ocorre no Pavimento Flexível, onde os esforços são distribuídos de maneira proporcional a capacidade de resistência de cada camada, e o campo de tensões é concentrado, logo, o subleito é a primeira camada a apresentar falha estrutural, enquanto as demais camadas respondem de maneira satisfatória.

Em síntese, o Pavimento Rígido, demonstrou resguardar, de maneira superior, a camada do terreno natural rodoviário, sugerindo uma durabilidade aprimorada e maior capacidade de lidar com o aumento do tráfego na região, sem impactar significativamente a estrutura. Isso evita possíveis readequações e manutenções precoces da via, resultando em uma redução significativa no custo final da obra.

É importante ressaltar que, a ausência de falha estrutural diante de solicitações superiores às adotadas no dimensionamento, não significa superdimensionamento, uma vez que, um projeto de pavimentação leva em conta diversos critérios como: conforto, defeitos da pista de rolamento, formação de “painéis” e trilhas de roda, desgaste do clima e ambiente, recomendações de espessuras mínimas segundo normativas, e principalmente, o tempo de projeto previsto. Baseando-se nas análises expostas nesse estudo, conclui-se que, em termos de

desempenho estrutural, o Pavimento Rígido demonstrou preservar melhor as camadas inferiores ao revestimento e resiste ao aumento do tráfego, de maneira mais eficaz do que o Pavimento Flexível.

Portanto, ao considerar os parâmetros analisados nesse estudo comparativo: desempenho estrutural, economia, durabilidade e vida útil do pavimento, a conclusão encontrada indica uma superioridade do Pavimento Rígido para atender as necessidades de projeto da implantação da rodovia MS-380, apresentando resultados mais vantajosos para o projeto.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. **AASHTO – Guide for Design of Pavement Structures**. Washington, 1986. 280 p

CERATTI, Jorge et al. **Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros**. 2. ed. Petrobras: Abeda. Rio de Janeiro, 2008. 759. p. ISBN 978-85-69658-02-3.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **IPR 723: Manual de Estudos de Tráfego**. Rio de Janeiro, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). Instituto de Pesquisas Rodoviárias (IPR). **DNIT IPR-719: Manual de Pavimentação**. Rio de Janeiro, 2006.

US ARMY CORPS OF ENGINEERS (USACE). **Official Publications of HQ - USACE Website**. Disponível em: <https://www.publications.usace.army.mil/USACE-Publications/Engineer-Forms/>. Acesso em 20/11/2023.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Plano Nacional de Contagem de Tráfego – PNCT**. Disponível em: <https://servicos.dnit.gov.br/dadospnct/DadosTrafego>. Acesso em 20/11/2023.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). Diretrizes Básicas para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários: Escopos Básicos/Instruções de Serviço, **IS-206: Estudos Geotécnicos - Manual de Ensaios**. Rio de Janeiro, 2006.

BEZERRA, F.S.C; BEZERRA, F.A.C; OLIVEIRA, OLIVEIRA, F.H.L; **Análise Mecanicista-Empírica de Materiais de Base em Pavimentos Intertravados para Tráfego Pesado** (ANPET). Ceará, 2021. Disponível em: https://www.anpet.org.br/anais35/documentos/2021/Infraestrutura/Dimensionamento%20de%20Pavimentos/2_128_AC.pdf. Acesso em: 20/11/2023.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD (TRB) - **Highway Capacity Manual**. Washington - D.C, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). PITTA, Márcio. **Estudo Técnico: Dimensionamento de Pavimentos Rodoviários e Urbanos de Concreto pelo Método da PCA/1984**. 3. ed. São Paulo, 1998

PORTLAND CEMENT ASSOCIATION (PCA). PACKARD, Robert. **Thickness Desing For Concrete Highway And Street Pavements**.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT - **Manuais de Custos de Infraestrutura de Transportes**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/sistemas-de-custos/sicro_antiga/manuais-de-custos-de-infraestrutura-de-transportes/manuais-de-custos-de-infraestrutura-de-transportes. Acesso em: 22/11/2023.

DORMON, G. M. e C. T. METCALF. **Design Curves for Flexible Pavements Based on Layered System Theory. Highway Research Record 71**, Highway Research Board. Washington, D.C., 1965.

CERATTI, J.A.P. - **Estudo do Comportamento à Fadiga de Solos Estabilizados com Cimento para Utilização em Pavimentos**. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Rio de Janeiro, 1991.

BALBO, J.T. **Pavimentos asfálticos – Patologia e manutenção**. Ed. Plêiade. São Paulo, 1997.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS E RODAGENS. **DNER-PRO 011/79**. Avaliação Estrutural dos Pavimentos Flexíveis. Rio de Janeiro, 1979. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/procedimento-pro/DNER_PRO_011_79.pdf. Acesso em: 22/11/2023.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Execução de Estudos e Pesquisa Para Elaboração de Método de Análise Mecânico - Empírico de Dimensionamento de Pavimentos Asfálticos**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/medina/medina-1-1-4-manual-de-utilizacao.pdf>. Acesso em: 22/11/2023.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM, Secretaria dos Transportes. **IP-DE-P00/001**. Projeto de Pavimentação, Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: http://www.der.sp.gov.br/WebSite/Arquivos/normas/IP-DE-Q00-001_A.pdf. Acesso em: 22/11/2023.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **IPR-714: Manual de pavimentos rígidos**. Rio de Janeiro, 2005.

PITTA, M. R. **Dimensionamento de pavimentos rodoviários e urbanos de concreto pelo método da PCA/84 (ET-97)**: Associação Brasileira de Cimento Portland, 1998.

DNIT. IS-206. DIRETRIZES BÁSICAS PARA ELABORAÇÃO DE ESTUDOS E PROJETOS RODOVIÁRIOS. **INSTRUÇÃO DE SERVIÇO PARA ESTUDOS GEOTÉCNICOS**, p. 01-07, 19

ANEXO 1 – ESTUDOS DE TRÁFEGO

Tabela 1 - Classificação de Veículos pela Configuração de Eixos.

CLASSE	CARACTERIZAÇÃO	CLASSE	CARACTERIZAÇÃO
2CB	ÔNIBUS E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton. E2 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton.	2S3	CAMINHÃO TRATOR + SEMIREBOQUE E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton. E2 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton. E3, E4 e E5 = Eixo tandem triplo (ETT); carga máxima 25,5 ton.
3CB	ÔNIBUS TRUCADO MISTO E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton. E2 e E3 = Eixo traseiro misto (ETM); carga máxima 13,5 ton. E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton. E2 e E = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton.	3S1	CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI-REBOQUE E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton. E2 e E3 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton. E4 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton.
4CB	ÔNIBUS DUPLO DIRECIONAL MISTO E1 e E2 = Eixo duplo direcional (EDD); carga máxima 12 ton. E3 e E4 = Eixo traseiro misto (ETM); carga máxima 13,5 ton.	3S2	CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI-REBOQUE E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton. E2 e E3 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton. E4 e E5 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton.
2C	CAMINHÃO E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton. E2 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton.	3S3	CAMINHÃO TRATOR TRUCADO + SEMI-REBOQUE E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton. E2 e E3 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton. E4, E5 e E6 = Eixo tandem triplo (ETT); carga máxima 25,5 ton.
3C	CAMINHÃO TRUCADO E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton. E2 e E3 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton.	3T4	BI TREM ARTICULADO (caminhão trator trucado + dois semi-reboques) E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton. E2 e E3 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton. E4 e E5 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton. E6 e E7 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton.
4C	CAMINHÃO SIMPLES E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton. E2, E3 e E4 = Eixo tandem triplo (ETT); carga máxima 25,5 ton.	3T6	RODOTREM (caminhão trator trucado + semi-reboques + reboque com dolly) E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton. E2 e E3 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton. E4 e E5 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton. E6 e E7 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton. E8 e E9 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton.
2S1	CAMINHÃO TRATOR + SEMIREBOQUE E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton. E2 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton. E3 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton.		
2S2	CAMINHÃO TRATOR + SEMIREBOQUE E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton. E2 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton. E3 e E4 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton.		

CLASSE	CARACTERIZAÇÃO
3R6	TRI TREM (caminhão trator trucado + três semi-reboques) E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton. E2 e E3 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton. E4 e E5 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton. E6 e E7 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton. E8 e E9 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton.
3Q4	TREMINHÃO (caminhão trucado + dois reboques) E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton. E2 e E3 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton. E4 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton. E5 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton. E6 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton. E7 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton.
2C2	CAMINHÃO + REBOQUE E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton. E2 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton. E3 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton. E4 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton.

CLASSE	CARACTERIZAÇÃO
2C3	CAMINHÃO + REBOQUE E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton. E2 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10,0 ton. E3 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10,0 ton. E4 e E5 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton.
3C2	CAMINHÃO TRUCADO + REBOQUE E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton. E2 e E3 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton. E4 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10,0 ton. E5 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10,0 ton.
3C3	ROMEUE JULIETA (caminhão trucado + reboque) E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton. E2 e E3 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton. E4 = Eixo simples de rodagem dupla (ESRD); carga máxima 10 ton. E5 e E6 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton.
3D4	ROMEUE JULIETA (caminhão trucado + reboque) E1 = Eixo simples de rodagem simples (ESRS); carga máxima 6,0 ton. E2 e E3 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton. E4 e E5 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton. E6 e E7 = Eixo tandem duplo (ETD); carga máxima 17 ton.

Fonte: Manual de Tráfego, IPR-DNIT-723, 2006.

Tabela 2 – Volumes Referentes ao Período Parcial de 8 horas ou 12 horas.

VOLUMES REF. AO PERÍODO PARCIAL DE 8 HORAS OU DE 12 HORAS (SEM FATORES)							
DATA	PASSEIO			ÔNIBUS			
	MOTO	PASS.	UTILIT.	2CB	3CB	4DB	2B1
17/10/22 SEG	-	66	-	1	1	-	-
FD	0,971	0,971	0,971	0,971	0,971	0,971	0,971
FS	0,963	0,963	0,963	0,963	0,963	0,963	0,963
FM	1,087	1,087	1,087	1,087	1,087	1,087	1,087
FA	1,016	1,016	1,016	1,016	1,016	1,016	1,016
18/10/22 TER	-	109	-	4	1	-	-
FD	0,971	0,971	0,971	0,971	0,971	0,971	0,971
FS	0,982	0,982	0,982	0,982	0,982	0,982	0,982
FM	1,087	1,087	1,087	1,087	1,087	1,087	1,087
FA	1,036	1,036	1,036	1,036	1,036	1,036	1,036
19/10/22 QUA	-	101	-	6	-	-	-
FD	0,971	0,971	0,971	0,971	0,971	0,971	0,971
FS	0,967	0,967	0,967	0,967	0,967	0,967	0,967
FM	1,087	1,087	1,087	1,087	1,087	1,087	1,087
FA	1,020	1,020	1,020	1,020	1,020	1,020	1,020
20/10/22 QUIN	-	52	-	1	4	-	-
FD	0,971	0,971	0,971	0,971	0,971	0,971	0,971
FS	0,973	0,973	0,973	0,973	0,973	0,973	0,973
FM	1,087	1,087	1,087	1,087	1,087	1,087	1,087
FA	1,026	1,026	1,026	1,026	1,026	1,026	1,026
21/10/22 SEX	-	86	-	5	-	-	-
FD	0,971	0,971	0,971	0,971	0,971	0,971	0,971
FS	0,907	0,907	0,907	0,907	0,907	0,907	0,907
FM	1,087	1,087	1,087	1,087	1,087	1,087	1,087
FA	0,956	0,956	0,956	0,956	0,956	0,956	0,956
22/10/22 SÁB	-	130	-	43	4	-	-
FD	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
FS	1,104	1,104	1,104	1,104	1,104	1,104	1,104
FM	1,087	1,087	1,087	1,087	1,087	1,087	1,087
FA	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
23/10/22 DOM	-	97	-	2	4	-	-
FD	0,971	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
FS	1,147	1,147	1,147	1,147	1,147	1,147	1,147
FM	1,087	1,087	1,087	1,087	1,087	1,087	1,087
FA	1,209	1,246	1,246	1,246	1,246	1,246	1,246

Fonte: HDO Engenharia e Consultoria (2022).

[illegible]

Tabela 3 – Volume Médio Diário por Dia da Semana – BR 267/MS Km 469.

VOLUME MÉDIO DIÁRIO POR DIA DA SEMANA (VMD _D)														
DIA DA SEMANA	SENTIDO	DIAS	VMD _D	VMD _D POR CLASSES										
				ÔNIBUS/CAM	ÔNIBUS/CAM	CAMINHÃO	CAMINHÃO	CAMINHÃO	CAMINHÃO	CAMINHÃO	CAMINHÃO	PASSEIO	MOTO	OUTROS
				de 2 eixos	de 3 eixos	de 4 eixos	de 5 eixos	de 6 eixos	de 7 eixos	de 8 eixos	de 9 eixos			
Domingo	C	52	438	52	8	10	4	8	2	0	0	353	0	1
	D	52	631	47	8	4	2	5	26	0	2	537	0	0
	Total	52	1069	99	16	14	6	13	28	0	2	890	0	1
Segunda	C	52	638	108	30	58	34	44	9	1	1	344	0	9
	D	52	635	74	17	9	3	21	101	0	14	396	0	0
	Total	52	1273	182	47	67	37	65	110	1	15	740	0	9
Terça	C	53	621	121	25	54	34	34	8	1	1	337	0	6
	D	53	627	78	20	12	7	33	102	0	17	358	0	0
	Total	53	1248	199	45	66	41	67	110	1	18	695	0	6
Quarta	C	52	609	116	32	52	34	32	9	1	0	329	0	4
	D	52	659	87	19	10	7	37	111	0	21	367	0	0
	Total	52	1268	203	51	62	41	69	120	1	21	696	0	4
Quinta	C	52	628	116	30	52	36	39	5	1	1	344	0	4
	D	52	632	85	19	11	5	27	104	0	17	363	0	1
	Total	52	1260	201	49	63	41	66	109	1	18	707	0	5
Sexta	C	52	668	130	29	44	22	24	6	1	0	409	1	2
	D	52	684	94	22	11	5	31	107	0	19	394	0	1
	Total	52	1352	224	51	55	27	55	113	1	19	803	1	3
Sábado	C	52	565	91	18	16	6	10	3	0	0	420	0	1
	D	52	545	60	12	9	3	13	46	0	10	392	0	0
	Total	52	1110	151	30	25	9	23	49	0	10	812	0	1

Fonte: Plano Nacional de Contagem de Tráfego, DNIT (2019).

Tabela 4 – Volume Médio Diário Mensal – BR 267/MS Km 469.

VOLUME MÉDIO DIÁRIO MENSAL (VMD _M)														
MÊS	Sentido	Nº Dias	VMD _M	Classe										
				Ônibus/Cam de 2 eixos	Ônibus/Cam de 3 eixos	(Caminhão de 4 eixos	Caminhão de 5 eixos	Caminhão de 6 eixos	Caminhão de 7 eixos	Caminhão de 8 eixos	Caminhão de 9 eixos	Passeio	Moto	Outros
Janeiro	C	31	627	93	31	34	14	16	7	1	0	429	0	2
	D	31	755	81	25	11	7	26	57	0	11	536	0	1
	Total	31	1382	174	56	45	21	42	64	1	11	965	0	3
Fevereiro	C	28	557	90	33	34	17	18	10	1	1	351	1	1
	D	28	629	77	26	16	10	30	53	0	9	407	0	1
	Total	28	1186	167	59	50	27	48	63	1	10	758	1	2
Março	C	31	580	97	33	42	17	16	6	1	1	364	1	2
	D	31	598	75	23	15	6	23	51	0	11	393	0	1

VOLUME MÉDIO DIÁRIO MENSAL (VMD _M)														
MÊS	Sentido	Nº Dias	VMD _m	Classe										
				Ônibus/Cam de 2 eixos	Ônibus/Cam de 3 eixos	(Caminhão de 4 eixos	Caminhão de 5 eixos	Caminhão de 6 eixos	Caminhão de 7 eixos	Caminhão de 8 eixos	Caminhão de 9 eixos	Passeio	Moto	Outros
	Total	31	1178	172	56	57	23	39	57	1	12	757	1	3
Abril	C	30	645	95	35	56	26	30	14	1	1	382	1	4
	D	30	626	72	27	19	9	23	74	0	26	374	1	1
	Total	30	1271	167	62	75	35	53	88	1	27	756	2	5
Mai	C	31	651	99	35	63	35	36	8	3	1	358	1	12
	D	31	628	75	22	16	8	26	93	0	27	360	0	1
	Total	31	1279	174	57	79	43	62	101	3	28	718	1	13
Junho	C	25	662	122	38	74	24	27	5	2	1	362	0	7
	D	25	654	93	25	14	4	20	106	0	24	367	0	1
	Total	25	1316	215	63	88	28	47	111	2	25	729	0	8
Julho	C	30	633	123	17	48	44	43	4	0	0	348	0	6
	D	30	643	69	11	4	3	27	139	0	17	373	0	0
	Total	30	1276	192	28	52	47	70	143	0	17	721	0	6
Agosto	C	31	603	113	18	38	38	48	4	0	0	341	0	3
	D	31	617	72	10	4	2	25	123	1	18	362	0	0
	Total	31	1220	185	28	42	40	73	127	1	18	703	0	3
Setembro	C	30	629	118	14	44	48	52	5	0	0	343	0	5
	D	30	664	75	11	5	3	31	129	0	17	393	0	0
	Total	30	1293	193	25	49	51	83	134	0	17	736	0	5
Outubro	C	29	549	112	17	27	13	18	4	0	0	356	0	2
	D	29	586	68	9	4	2	23	85	0	7	388	0	0
	Total	29	1135	180	26	31	15	41	89	0	7	744	0	2
Novembro	C	26	550	113	19	25	14	18	3	0	0	356	0	2
	D	26	587	78	9	4	3	23	73	0	4	393	0	0
	Total	26	1137	191	28	29	17	41	76	0	4	749	0	2
Dezembro	C	27	553	116	18	26	14	17	4	0	0	358	0	0
	D	27	600	84	11	3	2	21	70	0	3	406	0	0
	Total	27	1153	200	29	29	16	38	74	0	3	764	0	0

Fonte: Plano Nacional de Contagem de Tráfego, DNIT (2019).

ANEXO 2 – ESTUDOS DO SUBLEITO

Tabela 1 – Resumo dos Ensaios Geotécnicos, MS-380 Lote 1.

ENSAIOS GEOTÉCNICOS MS-380 – LOTE 1																				
KM	Furo	Estaca	Ensaios físico		GRANULOMETRIA % PASSANDO							Classificação		Campo Natural		F.H	Laboratório			
			LL	IP	2"	1"	3/8"	4	10	40	200	IG	H.R.B	H/Nat.	D. Nat	%	Exp.	Um. Ót.	D. MAX.	ISC
0,0	001	000	37,4	13,6	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,3	58,2	5	A-6				0,12	21,3	1557	8,5
0,2	002	010	37,1	12,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,1	60,3	5	A-6							
0,4	003	020	38,6	14,2	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,4	61,3	5	A-6				0,17	22,4	1543	8,1
0,6	004	030	37,3	11,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	95,6	57,7	5	A-6							
0,8	005	040	40,0	14,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,3	62,3	5	A-6	21,3	1189	1,282	0,14	23,5	1524	7,8
1,0	006	050	41,3	13,1	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,8	63,7	6	A-7-6							
1,2	007	060	40,4	15,1	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,8	61,1	5	A-7-6				0,21	22,8	1530	8,0
1,4	008	070	41,3	13,8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,3	63,6	6	A-7-6							
1,6	009	080	42,8	16,3	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,8	63,2	6	A-7-6	19,5	1188	1,277	0,23	21,1	1517	7,6
1,8	010	090	42,0	15,5	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	95,6	64,6	6	A-7-6							
2,0	011	100	39,1	12,8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,5	60,7	5	A-6				0,18	21,6	1538	9,7
2,2	012	110	29,2	9,4	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,1	47,6	3	A-4							
2,4	013	120	31,8	10,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,8	40,2	1	A-4	18,4	1291	1,264	0,02	17,9	1632	10,2
2,6	014	130	23,6	5,3	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,7	35,1	0	A-4							
2,8	015	140	24,8	7,3	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,3	34,2	0	A-2-4				0,00	17,6	1723	12,2
3,0	016	150	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	94,8	34,3	0	A-2-4							
3,2	017	160	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,6	33,6	0	A-2-4	14,0	1384	1,262	0,00	13,7	1746	11,6
3,4	018	170	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,7	32,1	0	A-2-4							
3,6	019	180	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,3	31,3	0	A-2-4				0,00	12,9	1769	13,6
3,8	020	190	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,7	29,7	0	A-2-4							
4,0	021	200	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	94,9	30,3	0	A-2-4	11,8	1420	1,254	0,00	12,2	1781	13,9
4,2	022	210	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,1	31,7	0	A-2-4							
4,4	023	220	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,1	32,3	0	A-2-4				0,00	11,6	1752	12,1
4,6	024	230	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,2	30,0	0	A-2-4							
4,8	025	240	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,6	29,3	0	A-2-4	10,6	1422	1,268	0,00	11,3	1802	13,8
5,0	026	250	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	95,9	32,3	0	A-2-4							
5,2	027	260	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,2	31,5	0	A-2-4				0,00	10,8	1777	13,2
5,4	028	270	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,9	30,5	0	A-2-4							
5,6	029	280	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,2	28,9	0	A-2-4	10,8	1418	1,281	0,00	10,1	1816	13,7
5,8	030	290	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	95,6	28,7	0	A-2-4							
6,0	031	300	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,2	26,4	0	A-2-4				0,00	9,9	1862	13,5
6,2	032	310	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	95,1	26,1	0	A-2-4							
6,4	033	320	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,3	27,4	0	A-2-4	9,9	1463	1,265	0,00	9,5	1851	14,0
6,6	034	330	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,3	26,5	0	A-2-4							

ENSAIOS GEOTÉCNICOS MS-380 – LOTE 1																				
KM	Furo	Estaca	Ensaio físico		GRANULOMETRIA % PASSANDO							Classificação		Campo Natural		F.H	Laboratório			
			LL	IP	2"	1"	3/8"	4	10	40	200	IG	H.R.B	H/Nat.	D. Nat	%	Exp.	Um. Ót.	D. MAX.	ISC
6,8	035	340	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,8	25,1	0	A-2-4				0,00	9,7	1877	14,2
7,0	036	350	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,8	25,1	0	A-2-4							
7,2	037	360	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,2	27,2	0	A-2-4	10,2	1475	1,250	0,00	9,8	1845	17,2
7,4	038	370	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,7	28,8	0	A-2-4							
7,6	039	380	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,2	28,1	0	A-2-4				0,00	10,0	1843	15,6
7,8	040	390	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,9	27,5	0	A-2-4							
8,0	041	400	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,3	32,3	0	A-2-4	11,5	1447	1,251	0,15	10,7	1810	11,8
8,2	042	410	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,3	33,3	0	A-2-4							
8,4	043	420	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,6	34,1	0	A-2-4				0,18	12,4	1784	10,8
8,6	044	430	26,6	6,1	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,3	40,4	1	A-4							
8,8	045	440	27,0	8,3	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	94,9	42,5	2	A-4	12,8	1283	1,267	0,26	13,8	1625	9,2
9,0	046	450	28,8	9,1	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,5	46,5	2	A-4							
9,2	047	460	32,3	10,6	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,3	47,7	3	A-6				0,27	15,5	1585	8,5
9,4	048	470	28,1	8,2	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	95,3	43,3	2	A-4							
9,6	049	480	29,8	9,8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,2	40,1	1	A-4	15,3	1268	1,273	0,22	14,9	1614	9,8
9,8	050	490	25,9	5,1	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,5	38,6	1	A-4							
10,0	051	500	25,2	4,6	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,6	36,6	0	A-4				0,27	13,9	1649	11,3
10,2	052	510	26,1	5,4	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,5	34,9	0	A-2-4							
10,4	053	520	27,0	8,4	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,1	36,2	0	A-4	13,2	1318	1,255	0,14	14,0	1655	11,8
10,6	054	530	26,0	7,1	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,8	37,4	0	A-4							
10,8	055	540	26,4	8,1	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	95,6	36,1	0	A-4				0,21	13,7	1661	11,7
11,0	056	550	26,2	5,5	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,2	38,8	1	A-4							

Fonte: HDO Engenharia e Consultoria (2022).

Tabela 2 – Resumo dos Ensaio Geotécnicos, MS-380 Lote 2.

ENSAIOS GEOTÉCNICOS MS-380 – LOTE 2																				
KM	Furo	Estaca	Ensaio físico		GRANULOMETRIA % PASSANDO							Classificação		Campo Natural		F.H	Laboratório			
			LL	IP	2"	1"	3/8"	4	10	40	200	IG	H.R.B	H/Nat.	D. Nat	%	Exp.	Um. Ót.	D. MAX.	ISC
11,2	057	560	27,9	9,2	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,7	39,7	1	A-4				0,00	15,9	1643	10,3
11,4	058	570	32,1	9,8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,9	39,9	1	A-4							
11,6	059	580	33,4	11,6	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,2	40,7	1	A-6	15,2	1290	1,277	0,00	16,3	1647	10,7
11,8	060	590	28,8	9,1	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,5	39,2	1	A-4							
12,0	061	600	24,8	7,3	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,1	38,7	1	A-4				0,00	15,3	1657	11,1
12,2	062	610	23,9	5,6	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,3	37,2	0	A-4							
12,4	063	620	26,4	8,1	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,4	38,8	1	A-4	13,0	1320	1,260	0,00	14,7	1663	10,9
12,6	064	630	26,2	6,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	89,9	39,3	1	A-4							

ENSAIOS GEOTÉCNICOS MS-380 – LOTE 2																				
KM	Furo	Estaca	Ensaio físico		GRANULOMETRIA % PASSANDO							Classificação		Campo Natural		F.H	Laboratório			
			LL	IP	2"	1"	3/8"	4	10	40	200	IG	H.R.B	H/Nat.	D. Nat	%	Exp.	Um. Ót.	D. MAX.	ISC
12,8	065	640	24,6	7,2	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,3	37,2	0	A-4				0,00	13,8	1658	9,9
13,0	066	650	23,7	5,8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,4	36,1	0	A-4							
13,2	067	660	22,6	6,2	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,3	35,8	0	A-4	14,6	1332	1,267	0,00	14,8	1687	10,6
13,4	068	670	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,1	25,3	0	A-2-4							
13,6	069	680	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,3	19,2	0	A-2-4				0,00	10,3	1768	13,1
13,8	070	690	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	90,4	14,9	0	A-2-4							
14,0	071	700	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,1	24,9	0	A-2-4	9,1	1400	1,244	0,00	10,6	1742	16,6
14,2	072	710	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,7	28,6	0	A-2-4							
14,4	073	720	22,4	6,1	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,9	36,9	0	A-4				0,00	13,3	1714	9,8
14,6	074	730	27,1	6,6	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,4	42,3	1	A-4							
14,8	075	740	29,8	9,8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,1	46,1	2	A-4	9,3	1335	1,276	0,00	14,4	1703	11,4
15,0	076	750	31,0	9,6	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,1	53,3	4	A-4							
15,2	077	760	30,4	10,1	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,6	54,3	4	A-4				0,12	16,3	1719	10,9
15,4	078	770	33,1	11,4	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,3	56,2	4	A-6							
15,6	079	780	32,0	10,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,9	57,7	5	A-4	12,7	1391	1,251	0,11	15,5	1740	11,0
15,8	080	790	33,7	11,7	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,4	59,3	5	A-6							
16,0	081	800	32,8	11,3	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,9	60,4	5	A-6				0,21	19,8	1679	10,7
16,2	082	810	34,8	12,4	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,8	62,1	5	A-6							
16,4	083	820	33,0	11,4	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,6	60,9	5	A-6	18,6	1336	1,266	0,14	20,1	1692	9,9
16,6	084	830	34,9	12,3	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,3	59,8	5	A-6							
16,8	085	840	35,4	12,6	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,4	61,4	5	A-6				0,18	21,6	1688	10,7
17,0	086	850	36,7	13,1	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,1	60,2	5	A-6							
17,2	087	860	36,0	12,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,3	61,1	5	A-6	19,4	1269	1,271	0,15	22,0	1613	10,8
17,4	088	870	37,1	13,5	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,0	63,0	6	A-6							
17,6	089	880	36,8	13,3	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,2	65,8	6	A-6				0,12	22,3	1581	12,0
17,8	090	890	44,3	14,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,8	73,4	8	A-7-5							
18,0	091	900	48,3	16,6	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,1	86,5	10	A-7-5	23,7	1248	1,264	0,23	28,8	1578	8,9
18,2	092	910	49,1	16,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,2	84,3	10	A-7-5							
18,4	093	920	46,3	15,8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,7	82,4	9	A-7-5				0,28	27,2	1577	9,3
18,6	094	930	44,2	14,1	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,1	79,7	8	A-7-5							
18,8	095	940	47,6	17,4	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,8	82,3	9	A-7-5	24,2	1252	1,275	0,26	26,9	1596	8,4
19,0	096	950	49,3	18,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,2	83,3	10	A-7-5							
19,2	097	960	46,9	16,8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,6	86,6	10	A-7-5				0,32	29,7	1487	7,8
19,4	098	970	48,7	17,2	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,3	85,5	10	A-7-5							
19,6	099	980	46,3	16,4	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,1	83,3	10	A-7-6	25,0	1196	1,268	0,29	27,9	1516	8,5
19,8	100	990	48,1	17,7	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,7	83,9	10	A-7-5							
20,0	101	1000	47,0	15,8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,2	81,2	9	A-7-5				0,21	26,2	1584	8,3

ENSAIOS GEOTÉCNICOS MS-380 – LOTE 2																				
KM	Furo	Estaca	Ensaio físico		GRANULOMETRIA % PASSANDO							Classificação		Campo Natural		F.H	Laboratório			
			LL	IP	2"	1"	3/8"	4	10	40	200	IG	H.R.B	H/Nat.	D. Nat	%	Exp.	Um. Ót.	D. MAX.	ISC
20,2	102	1010	45,8	15,1	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,1	80,8	9	A-7-5							
20,4	103	1020	43,9	14,3	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,8	79,9	9	A-7-5	23,9	1240	1,285	0,27	26,3	1594	8,9
20,6	104	1030	44,2	13,8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,8	80,1	9	A-7-5							
20,8	105	1040	43,0	14,7	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,6	79,4	9	A-7-6				0,33	25,8	1617	8,1
21,0	106	1050	41,8	14,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,7	78,6	8	A-7-6							
21,2	107	1060	42,5	15,1	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,9	80,3	9	A-7-6	26,3	1260	1,275	0,27	26,1	1607	9,7
21,4	108	1070	44,9	17,6	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,3	81,6	9	A-7-6							
21,6	109	1080	43,7	16,3	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,8	83,3	10	A-7-6				0,31	28,3	1442	9,3
21,8	110	1090	46,1	17,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,3	84,9	10	A-7-6							
22,0	111	1100	44,8	17,3	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,4	85,7	10	A-7-6	27,5	1115	1,278	0,32	29,2	1425	8,7
22,2	112	1110	47,3	18,4	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,6	85,1	8	A-7-6							
22,4	113	1120	42,6	16,2	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,4	83,2	10	A-7-6				0,28	27,1	1476	8,2
22,6	114	1130	43,1	16,4	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,3	80,7	9	A-7-6							
22,8	115	1140	39,7	14,2	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,7	77,2	8	A-6	24,6	1190	1,269	0,25	25,9	1510	9,4
23,0	116	1150	38,0	13,2	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,3	71,8	7	A-6							
23,2	117	1160	37,8	13,8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,3	67,4	6	A-6				0,24	25,1	1532	9,8
23,4	118	1170	36,9	12,7	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,5	63,5	6	A-6							
23,6	119	1180	36,4	13,1	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,1	63,3	6	A-6	22,7	1232	1,257	0,19	24,9	1549	9,1
23,8	120	1190	37,3	12,7	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,3	60,1	5	A-6							
24,0	121	1200	35,6	12,7	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,3	59,3	5	A-6				0,21	22,4	1677	10,6
24,2	122	1210	36,1	12,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,8	59,1	5	A-6							
24,4	123	1220	34,8	12,3	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,5	58,7	5	A-6	22,2	1318	1,278	0,17	23,8	1685	10,8
24,6	124	1230	34,3	12,4	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,6	57,2	4	A-6							
24,8	125	1240	34,0	11,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,5	53,1	4	A-6				0,13	21,2	1697	11,2
25,0	126	1250	33,3	12,1	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,8	51,6	3	A-6							
25,2	127	1260	32,8	11,3	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,6	50,8	3	A-6	18,2	1331	1,284	0,12	20,1	1709	12,3
25,4	128	1270	33,1	12,8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,2	50,2	3	A-6							
25,6	129	1280	32,0	10,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,3	48,6	3	A-6				0,12	18,7	1719	11,7
25,8	130	1290	32,2	11,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	95,2	48,1	3	A-6							
26,0	131	1300	30,8	9,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,8	45,7	2	A-4	15,1	1381	1,258	0,11	17,5	1737	10,9
26,2	132	1310	31,0	9,7	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,7	44,9	2	A-4							
26,4	133	1320	28,1	9,8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,9	43,3	2	A-4				0,14	16,1	1744	11,1
26,6	134	1330	27,0	8,7	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,4	42,1	1	A-4							
26,8	135	1340	29,0	9,4	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,3	41,9	1	A-4	16,3	1368	1,279	0,09	15,8	1749	12,0
27,0	136	1350	26,7	7,1	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,8	41,1	1	A-4							
27,2	137	1360	28,2	9,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,3	40,7	1	A-4				0,09	15,3	1752	12,6
27,4	138	1370	25,7	5,6	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,7	42,3	1	A-4							

ENSAIOS GEOTÉCNICOS MS-380 – LOTE 2																				
KM	Furo	Estaca	Ensaio físico		GRANULOMETRIA % PASSANDO							Classificação		Campo Natural		F.H	Laboratório			
			LL	IP	2"	1"	3/8"	4	10	40	200	IG	H.R.B	H/Nat.	D. Nat	%	Exp.	Um. Ót.	D. MAX.	ISC
27,6	139	1380	27,8	8,8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,4	39,2	1	A-4	13,4	1400	1,265	0,12	14,4	1771	12,3
27,8	140	1390	24,8	5,5	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,6	38,6	1	A-4							
28,0	141	1400	26,4	8,1	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,1	37,5	1	A-4				0,11	13,6	1782	12,4
28,2	142	1410	26,6	7,7	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,2	38,3	1	A-4							
28,4	143	1420	26,0	7,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,7	36,9	0	A-4	14,0	1405	1,258	0,13	13,3	1767	11,9
28,6	144	1430	24,2	4,6	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,5	35,7	0	A-4							
28,8	145	1440	25,2	7,5	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,4	35,7	0	A-4				0,00	11,8	1787	12,4
29,0	146	1450	24,0	5,1	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	97,5	34,2	0	A-2-4							
29,2	147	1460	23,2	6,5	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,9	35,1	0	A-4	11,2	1408	1,263	0,00	12,7	1779	13,1
29,4	148	1470	22,8	4,3	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,3	36,5	0	A-4							
29,6	149	1480	24,3	5,2	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,1	37,6	1	A-4				0,00	12,9	1786	12,2
29,8	150	1490	23,1	4,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,8	36,8	0	A-4							
30,0	151	1500	26,0	7,9	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,40	37,7	1	A-4	10,8	1407	1,262	0,00	12,6	1775	12,7
30,2	152	1510	23,9	4,7	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,1	36,8	0	A-4							
30,4	153	1520	23,8	6,8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,3	36,8	0	A-4				0,00	12,80	1762	12,70
30,6	154	1527	25,6	6,3	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	98,70	37,1	0	A-4							

Fonte: HDO Engenharia e Consultoria (2022).

Tabela 3 – Resumo dos Ensaio Geotécnicos, MS-164.

ENSAIOS GEOTÉCNICOS MS-164																				
KM	Furo	Prof.	Ensaio físico		GRANULOMETRIA % PASSANDO							Classificação		Campo Natural		F.H	Laboratório			
			LL	IP	2"	1"	3/8"	4	10	40	200	IG	H.R.B	H/Nat.	D. Nat	%	Exp.	Um. Ót.	D. MAX.	ISC
0,0	001	1,50	31,0	10,4	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,5	41,2	1	A-6				0,17	17,3	1,858	9,1
0,2	002	1,50	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,7	22,3	0	A-2-4							
0,4	003	1,50	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,5	21,8	0	A-2-4	12,20	1,498	1,252	0,00	13,1	1,875	16,3
0,6	004	1,50	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,4	21,5	0	A-2-4							
0,8	005	1,50	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,1	21,1	0	A-2-4				0,00	13,6	1,858	17,1
1,0	006	1,50	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,9	21,7	0	A-2-4							
1,2	007	1,50	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,7	21,4	0	A-2-4	10,80	1,485	1,258	0,00	13,2	1,868	16,8
1,4	008	1,50	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,6	21,1	0	A-2-4							
1,6	009	1,50	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,8	21,4	0	A-2-4				0,00	12,8	1,875	16,5
1,8	010	1,50	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,2	20,8	0	A-2-4							
2,0	011	1,50	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,4	20,2	0	A-2-4	9,60	1,515	1,246	0,00	12,3	1,887	17,3
2,2	012	1,50	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,3	20,4	0	A-2-4							
2,4	013	1,50	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,8	20,0	0	A-2-4				0,00	12,0	1,892	17,2
2,6	014	1,50	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,1	19,5	0	A-2-4							

ENSAIOS GEOTÉCNICOS MS-164																				
KM	Furo	Prof.	Ensaio físico		GRANULOMETRIA % PASSANDO							Classificação		Campo Natural		F.H	Laboratório			
			LL	IP	2"	1"	3/8"	4	10	40	200	IG	H.R.B	H/Nat.	D. Nat	%	Exp.	Um. Ót.	D. MAX.	ISC
2,8	015	1,50	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,6	18,9	0	A-2-4	11,40	1,499	1,264	0,00	11,8	1,894	17,6
3,0	016	1,50	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,2	18,7	0	A-2-4							
3,2	017	1,50	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,0	29,6	0	A-2-4				0,19	15,1	1,872	21,8
3,4	018	1,50	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,1	18,1	0	A-2-4							
3,6	019	1,50	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,4	17,4	0	A-2-4	12,70	1,487	1,270	0,00	12,3	1,888	17,8
3,8	020	1,50	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,6	17,9	0	A-2-4							
4,0	021	1,50	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,2	21,3	0	A-2-4				0,00	14,3	1,886	16,1
4,2	022	1,50	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,7	26,6	0	A-2-4							
4,4	023	1,50	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,2	26,1	0	A-2-4	13,80	1,510	1,246	0,00	14,6	1,881	14,1
4,6	024	1,50	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,9	25,6	0	A-2-4							
4,8	025	1,50	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,5	23,9	0	A-2-4				0,00	13,5	1,891	15,2
5,0	026	1,50	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,2	24,7	0	A-2-4							
5,2	027	1,50	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,5	24,6	0	A-2-4	12,50	1,491	1,260	0,00	13,8	1,879	15,8
5,4	028	1,50	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,5	24,9	0	A-2-4							
5,6	029	1,50	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,0	21,6	0	A-2-4				0,100	13,2	1,898	11,6
5,8	030	1,50	NP	NP	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,8	25,3	0	A-2-4							

Fonte: HDO Engenharia e Consultoria (2022).

ANEXO 3 – PAVIMENTO FLEXÍVEL

Tabela 1: Características Mínimas de Suficiência do Solo.

CAMADA	ISC	EXPANSÃO	IG	LL	IP	FAIXA GRANULOMÉTRICA
Base	> 60% (1) > 80% (2)	< 0,5%	-	≤ 25%ou EA > 30%	≤6% OU EA >30%	A, B, C ou D (2) E ou F (1)
Sub-base	≥ 20%	≤ 1,0%	0	-	-	-
Reforço	>ISC'sl	< 1,0 %	≤ IG'sl	-	-	-
OBSERVAÇÕES						
Para $N < 5 \times 10^6$						
Para $N > 5 \times 10^6$						
Subleito: ISC > 2% e Expansão < 2%						
Os materiais lateríticos deverão ser objeto de especificações particulares						

Fonte: DNIT IPR-719 (2006).

Tabela 2: Coeficientes de Equivalência Estrutural.

CAMADA DO PAVIMENTO	COEFICIENTE K
Base ou revestimento de CBUQ	2,0
Base ou revestimento de PMQ denso	1,7
Base ou revestimento de PMF denso	1,4
Base ou revestimento por penetração	1,2
Camadas Granulares	1,0

Fonte: DNIT IPR-719 (2006).

Tabela 3: Espessuras Mínimas de Revestimento Betuminoso em Função do Número N.

NÚMERO N	ESPESSURA
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Revestimentos betuminosos com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Revestimentos betuminosos com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Revestimentos betuminosos com 12,5 de espessura

Fonte: DNIT IPR-719 (2006).

ANEXO 4 – PAVIMENTO RÍGIDO

Tabela 1 – Resumo da Análise de Tráfego para Pavimento Rígido.

TIPO DE EIXO		HIPÓTESES DE CARREGAMENTO			TOTAL DE REPETIÇÕES PREVISTAS	
		Condição	Distribuição	Carga (tf)	Por Tipo de Eixo	Por Carga
ES	Eixo Simples de Rodagem Simples (ESRS) e Eixo Duplo Direcional (EDD) x 2	105% CML	30%	6,30	8.753.015	2.625.904
		100% CML	55%	6,00		4.814.158
		75% CML	10%	4,50		875.301
		Vazio	5%	3,00		437.651
	Eixo Simples de Rodagem Dupla (ESRD)	105% CML	30%	10,50	4.729.945	1.418.983
		100% CML	55%	10,00		2.601.470
		75% CML	10%	7,50		472.994
		Vazio	5%	5,00		236.497
ETD	Eixo Traseiro Misto (ETM)	105% CML	30%	14,18	19.673	5.902
		100% CML	55%	13,50		10.820
		75% CML	10%	10,13		1.967
		Vazio	5%	5,50		984
	Eixo Tandem Duplo (ETD)	105% CML	30%	17,85	15.531.608	4.659.482
		100% CML	55%	17,00		8.542.384
		75% CML	10%	12,75		1.553.161
		Vazio	5%	6,00		776.580
ETT	Eixo Tandem Triplo (ETT)	105% CML	30%	26,78	1.426.272	427.882
		100% CML	55%	25,50		784.449
		75% CML	10%	19,13		142.627
		Vazio	5%	9,00		71.314

Fonte: Estudos de Tráfego HDO Engenharia e Consultoria (2022).

ANEXO 5 – ORÇAMENTO DA IMPLANTAÇÃO DAS SOLUÇÕES

Tabela 1 – Orçamento da Pavimentação em Pavimento Flexível para o Lote I.

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT. (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)
PAVIMENTAÇÃO					
SERVIÇOS PAVIMENTAÇÃO					
4011209	Regularização do subleito	m ²	202.490,160	1,120	226.788,970
4011279	Base ou sub-base de macadame seco com brita comercial	m ³	8.017,940	256,100	2.053.394,430
HDO.04.01	Sub-base de solo estabilizado granulometricamente sem mistura com material de jazida - Ref: 4011227 - SICRO	m ³	36.056,450	10,090	363.809,580
HDO.04.02	Base estabilizada granulometricamente com mistura solo brita (40% solo + 10% Bica corrida + 20% Brita 1 + 30% Pedrisco) e 4% Cimento em peso em usina com material de jazida e brita comercial - (Ref.: 4011240 - SICRO)	m ³	30.726,540	244,220	7.504.035,590
HDO.04.03	Pintura de cura com E.A.I. - Ref: 4011353 - SICRO	m ²	157.504,800	0,280	44.101,340
HDO.04.04	Concreto asfáltico - faixa B - areia e brita comerciais - Ref: 4011459 - SICRO	t	20.119,500	453,510	9.124.394,440
4011353	Pintura de ligação	m ²	157.504,800	0,280	44.101,340
HDO.04.05	Concreto asfáltico - faixa C - areia e brita comerciais - Ref: 4011463 - SICRO	t	12.034,780	463,670	5.580.166,440
AQUISIÇÃO DE MATERIAL BETUMINOSO					
IMT9900212	Aquisição de Material Betuminoso - Tabela ANP - E.A.I.	t	95,970	2.994,890	287.419,590
IMT9900206	Aquisição de Material Betuminoso - Tabela ANP - RR-1C	t	78,752	2.934,930	231.131,600
IMT9900204	Aquisição de Material Betuminoso - Tabela ANP - CAP 60/85-E	t	1.485,532	4.895,390	7.272.258,490
TRANSPORTE DE MATERIAL BETUMINOSO					
IMT9900213	Transporte de Material Betuminoso - E.A.I.	t	95,970	431,880	41.447,520
IMT9900207	Transporte de Material Betuminoso - RR-1C	t	78,752	316,260	24.906,100
IMT9900205	Transporte de Material Betuminoso - CAP 60/85-E	t	1.485,532	316,260	469.814,350

Fonte: Modificado de Composições HDO Engenharia e Consultoria (2023) e SICRO (2023).

Tabela 2 – Orçamento Pavimentação em Pavimento Flexível para o Lote II.

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT. (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)
PAVIMENTAÇÃO					
SERVIÇOS PAVIMENTAÇÃO					
4011209	Regularização do subleito	m²	233.471,000	1,120	261.487,520
4011279	Base ou sub-base de macadame seco com brita comercial	m³	5.661,210	145,740	825.064,740
HDO.04.01	Aplicação de geotêxtil não-tecido agulhado com resistência à tração longitudinal de 31 kN/m	m²	5.661,210	16,700	94.542,200
HDO.04.02	Sub-base de solo estabilizado granulometricamente sem mistura com material de jazida - Ref: 4011227 - SICRO	m³	41.585,570	44,410	1.846.815,160
HDO.04.03	Base estabilizada granulometricamente com mistura solo brita (40% solo + 10% Bica corrida + 20% Brita 1 + 30% Pedrisco) e 4% Cimento em peso em usina com material de jazida e brita comercial - (Ref.: 4011240 - SICRO)	m³	35.353,180	277,940	9.826.062,840
HDO.04.04	Pintura de cura com E.A.I - Ref: 4011353 - SICRO	m²	180.180,000	0,280	50.450,400
4011353	Concreto asfáltico - faixa B - areia e brita comerciais - Ref: 4011459 - SICRO	t	23.016,190	456,140	10.498.604,900
HDO.04.05	Pintura de ligação	m²	180.180,000	0,280	50.450,400
4011209	Concreto asfáltico - faixa C - areia e brita comerciais - Ref: 4011463 - SICRO	t	13.809,710	456,440	6.303.304,030
AQUISIÇÃO DE MATERIAL BETUMINOSO					
IMT9900212	Aquisição de Material Betuminoso - Tabela ANP - E.A.I	t	2.994,890	328.799,980	2.994,890
IMT9900206	Aquisição de Material Betuminoso - Tabela ANP - RR-1C	t	2.934,930	264.407,840	2.934,930
IMT9900204	Aquisição de Material Betuminoso - Tabela ANP - CAP 60/85-E	t	4.895,390	8.329.887,920	4.895,390
TRANSPORTE DE MATERIAL BETUMINOSO					
IMT9900213	Transporte de Material Betuminoso - E.A.I.	t	431,880	47.414,800	431,880
IMT9900207	Transporte de Material Betuminoso - RR-1C	t	316,260	28.491,860	316,260
IMT9900205	Transporte de Material Betuminoso - CAP 60/85-E	t	316,260	538.141,050	316,260

Fonte: Modificado de Composições HDO Engenharia e Consultoria (2023) e SICRO (2023).

Tabela 3 – Orçamento da Pavimentação em Pavimento Rígido para o Lote I.

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT. (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)
PAVIMENTAÇÃO					
4011209	Regularização do subleito	m ²	202.490,16	1,12	226.788,97
4011214	Sub-base de concreto compactado com rolo - brita comercial	m ³	18.028,22	322,55	5.815.002,36
HDO.04.06	Cura com pintura asfáltica para pavimento de concreto compactado com rolo (Ref. SICRO 4011538)	m ³	180.282,33	0,16	28.845,17
SINAPI 97113	APLICAÇÃO DE LONA PLÁSTICA PARA EXECUÇÃO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO. AF_04/2022	m ²	187.149,22	1,98	356.959,01
HDO.04.07	Pavimento de concreto com fôrmas deslizantes - areia e brita comerciais	m ²	38.558,88	634,36	24.460.211,11
4011537	Serragem de juntas em pavimento de concreto, limpeza e enchimento com selante a frio	m ²	37.832,91	15,46	584.896,85
AQUISIÇÃO DE MATERIAL BETUMINOSO					
IMT9900208	Aquisição de Material Betuminoso - Tabela ANP - RR-2C	t	207,32	3.252,25	674.271,68
TRANSPORTE DE MATERIAL BETUMINOSO					
IMT9900209	Transporte de Material Betuminoso - RR-2C	t	207,32	316,26	65.568,50

Fonte: Modificado de Composições HDO Engenharia e Consultoria (2023) e SICRO (2023).

Tabela 4 – Orçamento da Pavimentação em Pavimento Rígido para o Lote II.

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	VALOR UNIT. (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)
PAVIMENTAÇÃO					
4011209	Regularização do subleito	m ²	233.471,00	1,12	261.487,52
4011214	Sub-base de concreto compactado com rolo - brita comercial	m ³	20.792,77	290,11	6.706.707,96
HDO.04.06	Cura com pintura asfáltica para pavimento de concreto compactado com rolo (Ref. SICRO 4011538)	m ³	207.927,85	0,16	33.268,45
SINAPI 97113	APLICAÇÃO DE LONA PLÁSTICA PARA EXECUÇÃO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO. AF_04/2022	m ²	227.504,00	1,98	450.457,92
HDO.04.07	Pavimento de concreto com fôrmas deslizantes - areia e brita comerciais	m ²	45.500,80	599,97	27.299.114,97
4011537	Serragem de juntas em pavimento de concreto, limpeza e enchimento com selante a frio	m ²	53.968,87	15,46	834.358,75
AQUISIÇÃO DE MATERIAL BETUMINOSO					
IMT9900208	Aquisição de Material Betuminoso - Tabela ANP - RR-2C	t	239,12	3.252,25	777.668,35
TRANSPORTE DE MATERIAL BETUMINOSO					
IMT9900209	Transporte de Material Betuminoso - RR-2C	t	239,12	316,26	75.623,15

Fonte: Modificado de Composições HDO Engenharia e Consultoria (2023) e SICRO (2023).

ANEXO 6 – ANÁLISE MECANICISTA

Tabela 1 – Valores Usuais para o Módulo de Resiliência/Elasticidade.

VALORES USUAIS DE MÓDULO DE RESILIÊNCIA OU ELASTICIDADE	
MATERIAL	INTERVALOS DE VALORES DE MR (MPa)
Concretos Asfálticos:	
Revestimento (CAP 50-70)	2000 - 5000
Revestimento (CAP 30-45)	2500 - 4500
Binder (CAP 50-70)	2000 - 3000
Binder (CAP 30-45)	2500 - 4000
Materiais granulares	
Brita graduada	150 - 300
Macadame Hidráulico	250 - 450
Materiais estabilizados quimicamente	
Solo-cimento	5000 - 10000
Brita graduada tratada com cimento	7000 - 18000
Concreto compactado com rolo	7000 - 22000
Concreto de cimento Portland	30000 - 35000
Solos finos em Base e sub-base	150 - 300
Solos Finos em Subleito e reforço do subleito	
Solos de comportamento laterítico LA, LA', LG	100 - 200
Solos de comportamento não laterítico	25 - 75
Solos finos melhorados com cimento para reforço de subleito	200 - 400
Concreto de cimento Portland	28000 - 45000

Fonte: IP-DE-P000-0011 – Tabela 7.

Tabela 2 – Valores Usuais para o Coeficiente de *Poisson*.

MATERIAL	INTERVALO DE VALORES DO COEFICIENTE DE <i>POISSON</i>	VALOR RECOMENDADO DE COEFICIENTE DE <i>POISSON</i>
Concreto de Cimento Portland	0,10 - 0,20	0,15
Materiais estabilizados com cimento	0,15 - 0,30	0,2
Misturas asfálticas	0,15 - 0,45	0,3
Materiais granulares	0,30 - 0,40	0,35
Solos do subleito	0,30 - 0,50	0,4

Fonte: IP-DE-P000-0011 – Tabela 6.

Tabela 3 – Coeficientes para cada mistura Solo-Cimento.

TIPO DE SOLO - CLASSIFICAÇÃO MCT	A	B
Areias não Lateríticas (NA)	125,63	-14,92
Areias Lateríticas (LA)	64,01	-0,822
Solos Arenosos Lateríticos (LA')	94,76	-2,5
Solos Argilosos não Lateríticos (LG')	67,59	-1,03

Fonte: Ceratti (1991).

APÊNDICE 1 – ANÁLISE DE TRÁFEGO

Neste Apêndice são disponibilizadas as tabelas com dados utilizados, as fórmulas e os conceitos aplicados para estimar (após a aplicação devida dos fatores de correção necessários) o tráfego da região de estudo. Dessa maneira, os fatores empregados para realizar a correção foram: Fator de Expansão diário, Fator de Expansão Semanal, Fator de Expansão Mensal e Fator de Expansão Sazonal, e são definidos de acordo com as equações abaixo:

$$VDM = S \times FA$$

FD = Volume médio da semana/Volume Durante dia da semana

FS = Volume médio da semana/Volume Durante dia da semana

FM = Volume médio mensal/Volume do mês

$$FA = FD \times FS \times FM$$

Onde:

VDM: Volume Médio Diário;

S: Somatório Diário dos Veículos (da mesma classe);

FS: Fator de expansão semanal;

FM: Fator de expansão mensal; e

FA: Fator de expansão sazonal.

Através dos dados da *Tabela 2 – Contagem Volumétrica e Classificatória por Eixo e Fatores de Correção* do Anexo 1, realizou-se uma síntese, de tal maneira a mostrar o Volume Diário Médio por dia da semana e classe de veículos entre os automóveis (passeio e ônibus) e veículos pesados. A relação percentual também foi realizada, de maneira a mostrar o quanto cada classe representa do VDM total.

O Fator Diário foi determinado calculando a média do VMD e dividindo esse valor pelo maior valor de VDM diário encontrado na pesquisa de tráfego (durante o período de 24h). Logo, para os dias em que a contagem foi realizada por 24h, o fator diário é igual a 1,00, (já que não há necessidade de correção) nos dias restantes, em que a contagem foi realizada por 11h, o FD é o calculado de acordo com a equação apresentada acima.

Tabela 1 - Cálculo do VDM.

CONTAGEM VOLUMÉTRICA E CLASSIFICATÓRIA					
POSTO DE CONTAGEM - MS-380					
DIA		HORAS	VDM	AUTOMÓVEIS	VEÍCULOS PESADOS
P1	17/10/2022	11	861	66	795
			100%	8%	92%
	18/10/2022	11	923	109	814
			100%	12%	88%
	19/10/2022	11	1.163	101	1.062
			100%	9%	91%
P2	20/10/2022	11	1.145	52	1.093
			100%	5%	95%
	21/10/2022	11	1.214	86	1.128
			100%	7%	93%
	22/10/2022	24	972	130	842
			100%	13%	87%
	23/10/2022	24	702	97	605
			100%	14%	86%
MÉDIA DO VDM			1000,33	FD	0,971
VDM DE MAIOR VALOR			972		

Fonte: Elaboração do próprio autor.

O Fator Semanal foi calculado de maneira semelhante, utilizando os dados da *Tabela 3 - Volume Médio Diário por Dia da Semana* do Anexo 1. Uma vez que com a média dos VMD_D determinada, é realizada a divisão entre o VMD_D (do dia calculado) pela média, assim obtendo os valores FS para cada dia da semana. Vale ressaltar que, apesar dos dados de entrada para o cálculo não terem sido colhidos da rodovia deste estudo, mas em uma outra via, o fator semanal é válido devido à proximidade geográfica e similaridade de volume de tráfego.

Tabela 2 - Cálculo do FS.

DIA	VOLUME DIÁRIO	MÉDIA	FS
Domingo	1069	1226	1,147
Segunda-Feira	1273	1226	0,963
Terça-Feira	1248	1226	0,982
Quarta-Feira	1268	1226	0,967
Quinta-Feira	1260	1226	0,973
Sexta-Feira	1352	1226	0,907
Sábado	1110	1226	1,104

Fonte: Elaboração do próprio autor.

O Fator Mensal foi determinado usando os dados da Tabela 4 do Anexo 1 – Volume Médio Mensal, onde o Volume Diário Mensal de cada mês é dividido pela média dos Volumes Diários Mensais.

Tabela 3 - Cálculo do FM. Fonte: Autor.

MÊS	VOLUME MENSAL	MÉDIA	FM
Janeiro	1382	1235,50	0,894
Fevereiro	1186	1235,50	1,042
Março	1178	1235,50	1,049
Abril	1271	1235,50	0,972
Maio	1279	1235,50	0,966
Junho	1316	1235,50	0,939

MÊS	VOLUME MENSAL	MÉDIA	FM
Julho	1276	1235,50	0,968
Agosto	1220	1235,50	1,013
Setembro	1293	1235,50	0,956
Outubro	1135	1235,50	1,089
Novembro	1137	1235,50	1,087
Dezembro	1153	1235,50	1,072

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Para maior facilidade de leitura dos dados, os fatores de correção são apresentados juntamente da *Tabela 2 - Contagem Volumétrica e Classificatória por Eixo e Fatores de Correção – Veículos de Passeio e Ônibus* do Anexo 1. A tabela a seguir apresenta um resumo dos valores corrigidos com o uso dos fatores determinados acima.

Tabela 4 – Resumo da Contagem Volumétrica e Classificatória.

DATA	PASSEIO	ÔNIBUS		CONFIGURAÇÃO DE EIXOS DOS VEÍCULOS DE CARGA													TOTAL
	PASS.	2CB	3CB	2C	3C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	2C3	3C2	3C3	BIT.	ROD.	
RESULTADO DAS PESQUISAS DE CAMPO (DURAÇÃO DE 11:00 HORAS)																	
17/10/2022	66	1	1	62	40	107	23	9	5	116	38	34	3	-	310	46	861
18/10/2022	109	4	1	30	95	40	48	16	38	65	72	30	-	2	344	29	923
19/10/2022	101	6	-	82	131	9	40	16	37	91	73	159	13	-	373	32	1.163
20/10/2022	52	1	4	113	101	6	93	46	35	85	128	81	-	-	370	30	1.145
21/10/2022	86	5	-	107	111	15	31	129	64	160	15	47	-	38	366	40	1.214
22/10/2022	130	43	4	14	106	62	83	31	68	109	3	-	-	2	280	37	972
23/10/2022	97	2	4	44	29	8	66	7	15	69	22	-	-	-	304	35	702
TOTAL	641	62	14	452	613	247	384	254	262	695	351	351	16	42	2.347	249	6.980
MÉDIA	92	9	2	65	88	35	55	36	37	99	50	50	2	6	335	36	997
RESUMO FINAL APÓS A CORREÇÃO DOS DADOS "VMD"																	
17/10/2022	67	1	1	63	41	109	23	9	5	118	39	35	3	-	315	47	874
18/10/2022	113	4	1	31	98	41	50	17	39	67	75	31	-	2	356	30	956
19/10/2022	103	6	-	84	134	9	41	16	38	93	74	162	13	-	380	33	1.186
20/10/2022	53	1	4	116	104	6	95	47	36	87	131	83	-	-	380	31	1.175
21/10/2022	82	5	-	102	106	14	30	123	61	153	14	45	-	36	350	38	1.161
22/10/2022	156	52	5	17	127	74	100	37	82	131	4	-	-	2	336	44	1.166
23/10/2022	121	2	5	55	36	10	82	9	19	86	27	-	-	-	379	44	875
TOTAL	695	71	16	468	646	264	421	259	280	735	364	356	16	41	2.496	266	7.393
VMD	99	10	2	67	92	38	60	37	40	105	52	51	2	6	357	38	1.056
	PASSEIO	COLETIVO		CARGA													TOTAL
COMPOSIÇÃO PERCENTUAL DO "VMD"																	
(%)	9,41	0,96	0,22	6,32	8,73	3,57	5,69	3,50	3,78	9,94	4,93	4,81	0,22	0,55	33,76	3,60	100,00
	Passeio	Coletivo		Carga													Total
	9,41	1,18		89,94													100,00

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Localização dos Postos de Contagem do Estudo de Tráfego.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

APÊNDICE 2 – MEMÓRIA DE CÁLCULO DO NÚMERO “N”

Tabela 1 - Cálculo do VDM e Fatores de Veículos.

Classe	Nº de Eixos				Volume Diário Médio	% de Veículos Comerciais	Fatores de Veículos - USACE			
	Simples	Simples	Tandem Duplo	Tandem Triplo			Individual		Total	
	(roda simples)	(rodas duplas)	(rodas duplas)	(rodas duplas)			Carregado	Vazio	Carregado	Vazio
2C	1,00	1,00	0,00	0,00	67	7,5%	3,57	0,15	0,27	0,01
3C	1,00	0,00	1,00	0,00	92	10,3%	8,83	0,10	0,91	0,01
2S1	1,00	2,00	0,00	0,00	38	4,2%	6,86	0,28	0,29	0,01
2S2	1,00	1,00	1,00	0,00	60	6,7%	12,12	0,23	0,82	0,02
2S3	1,00	1,00	0,00	1,00	37	4,1%	12,87	0,28	0,53	0,01
3S2	1,00	0,00	2,00	0,00	40	4,5%	17,38	0,18	0,78	0,01
3S3	1,00	0,00	1,00	1,00	105	11,7%	18,13	0,23	2,13	0,03
2C2	1,00	3,00	0,00	0,00	52	5,8%	10,15	0,42	0,59	0,02
2C3	1,00	2,00	1,00	0,00	0	0,0%	15,41	0,36	0,00	0,00
3C2	1,00	2,00	1,00	0,00	2	0,3%	15,41	0,36	0,04	0,00
3C3	1,00	1,00	2,00	0,00	6	0,7%	20,66	0,31	0,13	0,00
BIT.	1,00	0,00	3,00	0,00	357	39,9%	25,92	0,26	10,34	0,10
ROD.	1,00	1,00	4,00	0,00	38	4,3%	37,76	0,47	1,61	0,02
TRIT.	1,00	0,00	3,00	0,00	0	0,0%	25,92	0,26	0,00	0,00
TOTAL					894	100%			18,44	0,24

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Tabela 2 – Fatores de Correção USACE.

Tipo de Eixo	Cargas (tf)		FC-USACE	
	Carregado	Vazio	Carregado	Vazio
simples (roda simples)	6,0	3,0	0,28	0,02
simples (roda dupla)	10,0	5,0	3,29	0,13
tandem duplo (roda dupla)	17,0	6,0	8,55	0,08
tandem triplo (roda dupla)	25,5	9,0	9,30	0,13

Fonte: Corpo de Engenheiros dos U.S.A (U.S.A.C.E).

O Fator de Veículos é calculado assumindo a hipótese de que 80% dos veículos comerciais estão carregados e 20% dos veículos estão vazios. Os coeficientes adotados para cada tipo de eixo e os fatores calculados estão nas tabelas a seguir.

$$FV = \text{Total de Veículos Carregados} \times 0,8 + \text{Total de Veículos Comerciais Vazios} \times 0,2$$

$$FV = (18,44 \times 0,8) + (0,24 \times 0,2) = 14,80$$

Os dados da tabela a seguir, resumem o processo de cálculo da previsão do número de veículos, de acordo com a Classe, assumindo que esse número seja dado pelo VDM_T (no ano calculado) vezes a porcentagem que a classe representa no VDM total (% de Veículos Comerciais), coletado pelo estudo e explicitado na *Tabela 4 – Cálculo do VDM e Fatores de Veículos*, vale ressaltar que foram ocultadas as classes de veículos que possuíram 0,0% no estudo.

$$VDM_T = VDM + VDM \times \text{Taxa de cresc.}$$

Onde:

VDM_T: VDM corrigido (de acordo com crescimento previsto); e

VDM: VDM coletado no estudo de tráfego (Volume Diário Médio).

Após a determinação dos fatores dos veículos e do VDM_T , o número “N” de solicitações do pavimento é calculado, segundo a fórmula:

$$N = VDM_T \times FV \times FDD \times PVC \times FCR$$

Então é determinado o número “N” acumulado, utilizado para o dimensionamento do pavimento, em que este é obtido realizando a somatória do número “N” do ano calculado com o número “N” do ano anterior.

$$N_A = \sum_{i=1}^{\text{anos}} N_i$$

Onde:

N: Número de solicitações do pavimento (correspondente o ano calculado);

N_A: Número de solicitações do pavimento acumuladas;

VDM_C: VDM corrigido (VDM x taxa de crescimento);

FV: Fator de veículos (14,80);

FDD: Fator de distribuição direcional (50,0% da faixa ocupada);

PVC: Percentual de veículos comerciais (80,0% na faixa solicitada); e

FCR: Fator climático regional (considerado 1,0).

Tabela 5 – Fatores de Correção USACE.

Taxa de Cresc.	Ano	VDM													N USACE Flexível	N Acumulado USACE Flexível
		VDM X % de Veículos Comerciais														
		2C2	3C	2S1	2S2	2S3	3S2	3S3	2C2	3C2	3C3	BIT.	ROD.	VDM _T		
5,00%	2024	70	97	40	63	39	42	110	55	2	6	374	40	938	2,03E+06	2,03E+06
5,00%	2025	74	102	42	66	41	44	116	57	3	6	393	42	985	2,13E+06	4,16E+06
5,00%	2026	77	107	44	70	43	46	122	60	3	7	413	44	1034	2,24E+06	6,39E+06
5,00%	2027	81	112	46	73	45	49	128	63	3	7	433	46	1086	2,35E+06	8,74E+06
5,00%	2028	85	118	48	77	47	51	134	66	3	7	455	49	1140	2,46E+06	1,12E+07
5,00%	2029	90	124	51	81	49	54	141	70	3	8	478	51	1197	2,59E+06	1,38E+07
5,00%	2030	94	130	53	85	52	56	148	73	3	8	502	54	1257	2,72E+06	1,65E+07
5,00%	2031	99	136	56	89	55	59	155	77	3	9	527	56	1320	2,85E+06	1,94E+07
5,00%	2032	104	143	59	93	57	62	163	81	4	9	553	59	1386	3,00E+06	2,24E+07
5,00%	2033	109	150	61	98	60	65	171	85	4	9	581	62	1456	3,15E+06	2,55E+07
5,00%	2034	114	158	65	103	63	68	180	89	4	10	610	65	1528	3,30E+06	2,88E+07

Fonte: Elaboração do próprio autor.

APÊNDICE 3 – MEMÓRIA DE CÁLCULO DO PAVIMENTO RÍGIDO

O dimensionamento pelo método mencionado na metodologia, segue o roteiro apresentado na IPR – 714. Primeiramente são obtidos os módulos de reação do subleito e sub-base, que segundo o modelo de Emil Winkler, pode ser definido como uma simplificação do comportamento do solo, onde este é dividido em camadas como placas isotrópicas, e seus esforços de reação são representadas por uma constante k . De posse do menor CBR/ISC de projeto entre os dois lotes, é possível determinar o módulo de reação da sub-base segundo a equação abaixo, definida em PCA (1984) e ABCP (1998):

$$k_{\text{SUBLEITO}} = 20,67 \ln(\text{CBR} + 1,26) = 20,67 \ln((10,41/100) + 1,26) = 50,00 \text{ MPa/m}$$

A seguir, é determinado o módulo de reação estimado no topo do sistema de apoio, ou seja, os esforços de reação conjuntos do subleito e base escolhida. Para o dimensionamento foram consideradas as seguintes premissas: a camada de base definida no projeto possui 10cm sendo composta de concreto compactado a rolo (CCR), o fator de segurança de cargas adotado com valor de 1,2 (Quadro 25 – IPR 714), haverá presença de acostamento de concreto e de barras de transferência, considerado para resistência à tração na flexão do concreto de 4,50 Mpa.

A relação entre o valor de suporte do subleito e o módulo de reação do sistema de apoio, de acordo com a espessura de CCR é explicitada no Anexo 4 – Pavimento Rígido, tabela 2. É importante ressaltar que foi considerado um valor menor para o módulo de reação do sistema de apoio por recomendação normativa do Manual de Pavimentos Rígidos (IPR-714/2005).

$$k_{\text{SISTEMA DE APOIO}} = 152,9 \text{ MPa/m} = k_{\text{SISTEMA DE APOIO FINAL}} = 120,00 \text{ MPa/m}$$

Tabela 1 – Parâmetros de Tráfego Adotados

PARÂMETROS DE TRÁFEGO	
VDMc Inicial Adotado	957
Ano de referência do VDM	2024
Ano de início da operação do pavimento	2034
Período de projeto	20
Distribuição direcional (%)	50
Fluxo direcional dos veículos pesados na faixa de projeto (%)	100

Fonte: Elaboração do próprio autor, adaptado de ABCP.

Tabela 2 – Análise de Fadiga e Erosão.

Tabela 2 – Análise de Fadiga e Erosão.						
Cargas por eixo (tf)	Carga por eixo (x) FSC (tf)	Nº de repetições previstas	ANÁLISE DE FADIGA		ANÁLISE DE EROSÃO	
			Nº de repetições admissíveis	Consumo de Fadiga (%)	Nº de repetições admissíveis	Consumo de Erosão (%)
EIXO SIMPLES			1,227	Tensão Equivalente		
			0,273	Fator de Fadiga	2,323	Fator de Erosão
10,50	12,60	1.418.983	Ilimitado	0,00	8.552.833	16,59
10,00	12,00	2.601.470	Ilimitado	0,00	18.884.732	13,78
7,50	9,00	472.994	Ilimitado	0,00	Ilimitado	0,00
6,30	7,56	2.625.904	Ilimitado	0,00	Ilimitado	0,00
6,00	7,20	4.814.158	Ilimitado	0,00	Ilimitado	0,00
5,00	6,00	236.497	Ilimitado	0,00	Ilimitado	0,00
4,50	5,40	875.301	Ilimitado	0,00	Ilimitado	0,00
3,00	3,60	437.651	Ilimitado	0,00	Ilimitado	0,00

Cargas por eixo (tf)	Carga por eixo (x) FSC (tf)	Nº de repetições previstas	ANÁLISE DE FADIGA		ANÁLISE DE EROSÃO	
			Nº de repetições admissíveis	Consumo de Fadiga (%)	Nº de repetições admissíveis	Consumo de Erosão (%)
EIXO TANDEM DUPLO 1,033 Tensão Equivalente 0,230 Fator de Fadiga 2,340 Fator de Erosão						
17,85	21,42	4.659.482	Ilimitado	0,00	Ilimitado	0,00
17,00	20,40	8.542.384	Ilimitado	0,00	Ilimitado	0,00
14,18	17,01	5.902	Ilimitado	0,00	Ilimitado	0,00
13,50	16,20	10.820	Ilimitado	0,00	Ilimitado	0,00
12,75	15,30	1.553.161	Ilimitado	0,00	Ilimitado	0,00
10,13	12,15	1.967	Ilimitado	0,00	Ilimitado	0,00
6,00	7,20	776.580	Ilimitado	0,00	Ilimitado	0,00
5,50	6,60	984	Ilimitado	0,00	Ilimitado	0,00
EIXO TANDEM TRIPLO 0,837 Tensão Equivalente 0,186 Fator de Fadiga 2,360 Fator de Erosão						
26,78	32,13	427.882	Ilimitado	0,00	161.677.531	0,26
25,50	30,60	784.449	Ilimitado	0,00	Ilimitado	0,00
19,13	22,95	142.627	Ilimitado	0,00	Ilimitado	0,00
9,00	10,80	71.314	Ilimitado	0,00	Ilimitado	0,00
TOTAIS				0,00		30,63

Fonte: Elaboração do próprio autor, adaptado de ABCP.

Após determinados os consumos de fadiga e de erosão do pavimento para cada tipo de eixo, é realizado o somatório e aplicada a verificação se ele excede 100%, caso contrário, o pavimento apresenta espessura de placa de concreto suficiente para resistir os esforços solicitantes. É importante ressaltar que, por motivos de assertividade, a memória de cálculo apresentada é referente aos dados de CBR retirados do estudo geológico do Lote II da MS-380, uma vez que, o estudo de tráfego é o mesmo e esse lote é o que apresenta menor CBR de projeto. Em conclusão, pela análise de fadiga e erosão, proposta pela metodologia adotada, a espessura de placa de 20cm é suficiente.

APÊNDICE 4 – MEMÓRIA DE CÁLCULO DA ANÁLISE MECANICISTA

Tabela 1 – Número “N” em Função da Deformação Específica de Tração da Fibra Inferior da Camada de Concreto Asfáltico.
Segundo modelo proposto pela *Federal Highway Administration* – FHWA, 1976.

MODELO DE FADIGA PARA REVESTIMENTO ASFÁLTICO					
K	n	Número “N” AASTHO	Resultado	UNID.	N _{adm}
1,09E-06	3,512	7,30E+06	2,23E-04	m/m	3,33E+09
$N = K X \frac{1}{\varepsilon_T^n}$					

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Tabela 4 – Número “N” em Função da Deflexão da Superfície.
Segundo modelo proposto por DNER-PRO-011, 1979.

MODELO DE DELEXÃO NA SUPERFÍCIE				
K	n	Número “N” U.S.A.C.E	Resultado D _{adm}	UNID.
3,01	0,176	2,88E+07	4,98E+01	cm
$\log D_{adm} = K - n \times \log N$				

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Tabela 5 – Número “N” em Função da Deformação Específica de Compressão da Fibra Superior da Camada de Subleito.
Segundo modelo proposto por Dormon e Metcalf, 1965.

MODELO DE DEFORMAÇÃO PERMANENTE NO SUBLEITO					
K	n	Número “N” U.S.A.C.E	Resultado	UNID.	N _{adm}
1,069E-10	4,76	2,88E+07	2,19E-04	m/m	5,62E+07
$N = K X \frac{1}{\varepsilon_V^n}$					

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Tabela 6 – Número “N” em Função da Fadiga quanto a Flexão na Base (Solo-Cimento).
Segundo modelo proposto por Ceratti, 1991.

MODELO DE FADIGA PARA MISTURAS SOLO-CIMENTO						
Tipo de Solo - Classificação MCT	A (%)	B (%)	Número “N” U.S.A.C.E	Tensão Sol. σ_s (MPa)	Tensão Adm. σ_{adm} (MPa)	RF (%)
Solos Argilosos não Lateríticos (LG')	67,59	-1,03	2,88E+07	-0,54	-0,872	59,91
$RF = 67,59 - 1,03 \times \log N$						

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Tabela 7 – Resultado do Programa Análise Elástica de Múltiplas Camadas - AEMC Análise Mecanicista.

CAMADAS	Ponto	X (cm)	Y (cm)	Z (cm)	Uz (μm)	Sx (MPa)	Sy (MPa)	Ex (m/m)	Ey (m/m)	Ez (m/m)
CAPA	1	0	0	0,01	2,60E+02	1,83E-01	3,68E-01	2,10E-05	9,00E-05	-4,70E-05
	2	16,2	0	0,01	2,67E+02	6,21E-01	6,74E-01	7,20E-05	9,10E-05	4,90E-05
	3	0	0	7,99	2,63E+02	2,18E-01	1,89E-01	3,90E-05	2,90E-05	-1,30E-05
	4	16,2	0	7,99	2,61E+02	2,78E-01	2,98E-01	1,50E-05	2,30E-05	7,90E-05
BASE	5	0	0	25,99	2,60E+02	-3,89E-01	-5,38E-01	-4,40E-05	-7,20E-05	3,30E-05
	6	16,2	0	25,99	2,54E+02	-4,14E-01	-5,20E-01	-4,90E-05	-6,80E-05	3,30E-05
SUBLEITO	7	0	0	46,01	2,33E+02	1,74E-03	1,27E-03	-6,70E-05	-7,50E-05	1,90E-04
	8	16,2	0	46,01	2,29E+02	1,92E-03	1,24E-03	-6,10E-05	-7,20E-05	1,80E-04

Fonte: Software McDiNa (2023).