



Produto 9.2

Projeto Executivo de Pavimentação e Restauração - R01

Projetos Básicos e Executivos de Engenharia, da Implantação e Adequação do Sistema Viário de Acesso ao Setor Noroeste, na Rodovia DF-003 (EPIA) e Via STN (Setor Terminal Norte), incluindo as Interligações com as Vias W9 e W7 (SHCNW - Trecho 1) e ao TAN (Terminal Asa Norte - BRT Norte)

Sumário

1	INTRODUÇÃO	3
2	LOCALIZAÇÃO	4
3	PROJETO DE PAVIMENTO FLEXÍVEL NOVO	5
3.1	Estudo Geotécnico	5
3.2	Estudo de Tráfego	7
3.3	Dimensionamento Prévio – Manual DNIT	24
3.4	Dimensionamento Definitivo – Análise Mecânica.....	28
3.4.1	Parâmetros de Entrada	29
3.4.2	Resultados Obtidos.....	32
3.4.3	Considerações Finais.....	39
4	PROJETO DE RESTAURAÇÃO DO PAVIMENTO FLEXÍVEL	43
4.1	Introdução	43
4.2	Levantamentos de Campo	44
4.2.1	Avaliação Objetiva da Superfície de Pavimentos Flexíveis	44
4.2.2	Levantamento Deflectométrico (Viga Benkelman)	44
4.2.3	Sondagens e Ensaios de Laboratório	44
4.2.4	Definição dos Segmentos Homogêneos.....	45
4.3	Metodologia Adotada para o Dimensionamento	46
4.3.1	Deflexões Recuperáveis	46
4.3.2	Método TECNAPAV DNER PRO-269/94.....	46
4.3.3	Método DNER PRO-011/79	49
4.4	Soluções de Projeto	51
4.4.1	Resultado do dimensionamento TECNAPAV DNER PRO-269/94	51
4.4.2	Resultado do dimensionamento DNER PRO-011/79	54
4.4.3	Definição de Soluções de Recuperação	56

4.4.4	Resumo das soluções de recuperação	66
5	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE MATERIAIS E SERVIÇOS	69
5.1	Cimento Asfáltico de Petróleo modificado por Polímero Elastomérico	69
5.2	Cimento Asfáltico de Petróleo - Restauração	70
5.3	Microrrevestimento Asfáltico a frio modificado por Polímero	70
5.4	Pintura de ligação.....	70
5.5	Imprimação betuminosa.....	71
5.6	Base: Brita Graduada Simples (BGS)	71
5.7	Sub-base: Solo melhorado com Cal (Adição de 4%)	71
5.8	Subleito: Solo local.....	71
5.9	Fresagem	72
5.10	Reparos Localizados e Remendos Profundos	73
5.11	Selagem de Trincas	73
6	APRESENTAÇÃO DO PROJETO	74
7	ANEXOS	75
8	PRANCHAS	79
9	ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA – ARTS.....	80

EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DOS PROJETOS BÁSICO E EXECUTIVO DE ENGENHARIA PARA IMPLANTAÇÃO E ADEQUAÇÃO DO SISTEMA VIÁRIO DE ACESSO AO NOROESTE, NA RODOVIA DF-003 (EPIA) E VIA STN E AO TAN

COORDENAÇÃO TÉCNICA e EXECUÇÃO:

PAULO CAVALCANTI DE ALBUQUERQUE Arquiteto e Urbanista – CAU: A80095-3	PAULO CAVALCANTI DE ALBUQUERQUE:35727578434 Assinado de forma digital por PAULO CAVALCANTI DE ALBUQUERQUE:35727578434 Dados: 2022.02.21 16:28:43 -03'00'
ANA CECÍLIA PARISI Arquiteta e Urbanista – CAU: A80096-1	ANA CECILIA PARISI:30807379115 Assinado de forma digital por ANA CECILIA PARISI:30807379115 Dados: 2022.02.21 16:29:05 -03'00'
THIAGO PEIXOTO NOVAIS Engenheiro Civil – CREA 147293/D-MG	THIAGO PEIXOTO NOVAIS:10154861693 Assinado de forma digital por THIAGO PEIXOTO NOVAIS:10154861693 Dados: 2022.02.21 14:21:04 -03'00'
RENATO GRILLO ELY Engenheiro Civil – CREA 13611/D-RS	RENATO GRILLO ELY:27878945004 Assinado de forma digital por RENATO GRILLO ELY:27878945004 Dados: 2022.02.21 14:18:13 -03'00'
JORDAN PAULO MEROS Arquiteto e Urbanista – CAU: A55153-8	JORDAN PAULO MEROS:04430217912 Assinado de forma digital por JORDAN PAULO MEROS:04430217912 DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=VideoConferencia, ou=07594418000113, ou=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e-CPF A1, ou=(em branco), cn=JORDAN PAULO MEROS:04430217912 Dados: 2022.02.21 14:34:18 -03'00'
GERALDO AUGUSTO NOVAIS Engenheiro Civil – CREA 30616/D-MG	GERALDO AUGUSTO NOVAIS:27445682600 Assinado de forma digital por GERALDO AUGUSTO NOVAIS:27445682600 Dados: 2022.02.21 14:19:57 -03'00'
VINÍCIUS RESENDE DOMINGUES Engenheiro Civil - CREA 21229/D-DF	VINICIUS RESENDE DOMINGUES:03075571113 Assinado de forma digital por VINICIUS RESENDE DOMINGUES:03075571113 Dados: 2022.02.18 19:51:48 -03'00'

APRESENTAÇÃO

O Departamento de Estradas de Rodagem do Distrito Federal, sob a coordenação da Superintendência Técnica, firmou com a **AeT Arquitetura Planejamento e Transportes Ltda o Contrato nº 005/2021** que tem por objetivo contratação de empresa especializada para Elaboração de Projetos Básico e Executivo de Engenharia para Implantação e Adequação do Sistema Viário de Acesso ao Noroeste, na Rodovia DF-003 (EPIA), via STN e ao TAN (Terminal Asa Norte).

O presente relatório corresponde ao **Produto 9.2 - Projeto Executivo de Pavimentação e Restauração**, na sua primeira revisão.

1 INTRODUÇÃO

A AeT Arquitetura Planejamento e Transportes submete ao Departamento de Estradas de Rodagem do Distrito Federal – DER/DF, para apreciação, os Estudos Geotécnicos e Geológicos para elaboração do projeto de Implantação e Adequação do Sistema Viário de **Acesso ao Noroeste, na Rodovia DF-003 (EPIA) e Via STN (Setor Terminal Norte), incluindo as Interligações com as Vias W9 e W7 (SHCNW – Trecho 01) e ao TAN (Terminal Asa Norte).**

O projeto de implantação e restauração do trecho de ligação entre o Setor Terminal Norte (STN) e a Estrada Parque Indústria e Abastecimento (EPIA), Brasília/DF, tem como objetivo a recuperação da capacidade estrutural do pavimento existente, assim como a melhoria da segurança e conforto do pavimento novo a ser implantado, na nova interseção proposta.

O projeto consiste no dimensionamento e definição de espessuras de reforço estrutural do pavimento, assim como de soluções para patologias superficiais de modo a aumentar a vida útil e melhorar a trafegabilidade do pavimento. O projeto respeita a metodologia e o rigor técnico do Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis e Rígidos do DNIT e DER/DF, Escopo Básico EB 114 “Projeto Básico de Engenharia para Restauração de Pavimentos de Rodovias”, e os demais normativos para indicação de soluções restauração de pavimentos.

2 LOCALIZAÇÃO

A área do estudo em foco corresponde a conjunção da Estrada Parque Indústria e Abastecimento – EPIA e a Via do Setor Terminal Norte, cuja demanda de tráfego sofre a influência das viagens produzidas no SMHLN e quadras da W3 Norte, além dos setores adjacentes: SHCNW e STN.



Figura 2.1. Circulação de Tráfego Urbano no SHCNW e STN

3 PROJETO DE PAVIMENTO FLEXÍVEL NOVO

3.1 Estudo Geotécnico

O estudo geotécnico, consolidados neste relatório, têm os resultados das sondagens detalhadas no Produto 5 - Estudos Geotécnicos. Ainda assim, para subsídio ao projeto de pavimento flexível a ser implantado, destacam-se os resultados obtidos na Tabela 3.1.

Tabela 3.1. Resumo dos resultados dos ensaios de subleito

Sondagem	CBR (%)	Exp (%)	W _{ÓTIMA} (%)	γ _d máx (kg/m ³)	Granulometria				LL	IP
					>200#	Areia Fina (%)	Areia Grossa / Média (%)	Pedregulho (%)		
ST-01	10,0	0,04	27,4	1.485	59,4	21,4	15,4	3,8	42,2	12,3
ST-02	7,6	0,04	19,2	1.664	53,3	8,5	17,3	20,9	37,1	9,9
ST-03	7,0	0,01	19,2	1.755	57,8	15,9	25,1	1,2	37,9	12,2
ST-04	8,2	0,02	19,4	1.770	73,7	6,3	10,5	9,5	45,4	13,3
ST-05	9,5	0,02	27,2	1.605	32,1	9,0	17,9	41,0	42,1	10,7
ST-06	5,1	0,09	18,0	1.596	34,6	7,9	18,0	39,5	45,4	11,0
ST-07	6,1	0,00	26,8	1.490	51,1	30,4	16,8	1,7	38,5	8,8
ST-08	6,8	0,08	30,2	1.420	51,5	20,7	16,8	11,0	46,7	7,4

As amostras de sondagem da ST-02, ST-03 e ST-06 também foram submetidas aos ensaios de Mini MCV para verificação do comportamento laterítico, que afeta o dimensionamento mecânico. Como resultado foram obtidas as seguintes características:

- ST-02 e ST-03: laterítico;
- ST-06: não laterítico.

Em complemento as investigações de subleito, foi realizada uma campanha para identificação de material competente para as especificações técnica de sub-base. Assim, foram ensaiadas, em energia intermediária, amostras do solo local adicionadas a 4% ou 5% de cal hidratada (CH-III). Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 3.2.

Tabela 3.2. Resumo dos resultados dos ensaios para a sub-base

Sondagem	CBR (%)	Exp (%)	W _{ÓTIMA} (%)	γ _d máx (kg/m ³)	Granulometria				LL	IP
					>200#	Areia Fina (%)	Areia Grossa / Média (%)	Pedregulho (%)		
ST-03 (4% cal)	33,0	0,01	19,7	1.700	61,7	12,0	22,5	3,8	34,8	11,7
ST-03 (5% cal)	39,6	0,02	17,3	1.666	53,2	18,1	27,5	1,2	31,4	4,6
ST-04	24,5	0,02	25,1	1.640	71,5	5,4	12,3	10,8	43,6	10,5

Sondagem	CBR (%)	Exp (%)	W _{ÓTIMA} (%)	γ _d máx (kg/m ³)	Granulometria				LL	IP
					>200#	Areia Fina (%)	Areia Grossa / Média (%)	Pedregulho (%)		
(4% cal)										
ST-04	33,2	0,01	24,3	1.615	51,4	14,1	14,9	19,6	38,6	8,5
(5% cal)										

Para o caso do subleito, a região de projeto foi considerada homogênea. Portanto, os dimensionamentos são embasados em um mesmo valor de CBR de projeto (CBR_P). Para o cálculo deste valor adotou-se a metodologia preconizada pela Instrução Geotécnica IP – 01/2004 da Prefeitura Municipal de São Paulo. Para o cálculo deste valor adotou-se a metodologia preconizada no Manual de Pavimentação do DNIT, aplicando-se as seguintes expressões:

$$ISC_P = \overline{ISC} - \frac{1,29 \times \sigma}{\sqrt{n}} - 0,68 \times \sigma$$

Em que:

$$\overline{ISC} = \frac{\sum ISC_i}{n}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (ISC_i - \overline{ISC})^2}{n-1}}$$

n = número de amostras

Desta forma foram obtidos os valores de CBR_{PROJETADO} e CBR_{CALCULADO}, apresentados na Tabela 3.3.

Tabela 3.3. Valores calculados e adotados para o CBR

CBR _{PROJETADO} (%)	CBR _{CALCULADO} (%) *
5,0	5,7

Considerando o elevado desvio entre a sondagem com a menor capacidade de suporte (ST-06) e as investigações vizinhas (ST-01, ST-02 e ST-03), torna-se conveniente a adoção do menor valor (CBR_P = 5%) para que as variações estatísticas não mapeadas na amostragem proposta seja comportada. Somados a isso, minimizam-se os riscos de erros construtivos.

3.2 Estudo de Tráfego

3.2.1.1 Premissas

Para elaboração deste estudo de tráfego adotaram-se uma série de premissas, dentre as quais destacam-se:

- Relacionados aos documentos de referência:
 - O tráfego e as projeções da DF-003 foram fundamentados nos dados apresentados no Estudo Preliminar realizado pelo DER/DF;
 - O tráfego da VIA STN foi fundamentado em contagem única, realizada em 20/07/2021, pelo DER/DF. Assim, estes dados foram extrapolados por coeficientes análogos aos adotados na EPIA
- Relacionados a composição do tráfego:
 - O tráfego será aberto em 2023, considerando o ano de 2021 para projeto e 2022 para a realização das obras;
 - Considerando que os estudos e contagens subdividiram a composição do tráfego em leves, médios, pesados, semi-reboques, reboques, ônibus e motos, foram adotadas as seguintes correlações:
 - Leves = Carros de passeio;
 - Médio = Caminhonetas;
 - Pesado = Caminhão 3C;
 - Semi-reboques = Caminhão trator + semi-reboque 2S3;
 - Reboques = Bi Trem Articulado 3D4;
 - Ônibus = Ônibus 2C.
 - Adotou-se 70% dos veículos carregados no limite de tolerância da lei da balança (12,5%) e 30% fora de sua capacidade máxima. Para os veículos que trafegam além da capacidade máxima, adotou-se uma taxa de 90% do limite para o eixo dianteiro e 70% nos demais;
 - Para todas as vias estudadas foi atribuído um fator de pista igual a 0,35.

3.2.1.2 Abordagem Teórica

A previsão dos efeitos das solicitações do tráfego sobre o desempenho dos pavimentos é dificultada pelo fato de que o volume de tráfego e a magnitude das cargas aplicadas pelos veículos variam no tempo e no espaço durante a vida em serviço do pavimento.

O conhecimento dos efeitos cumulativos das solicitações do tráfego é fundamental para o dimensionamento dos pavimentos. Por causa da variabilidade das condições de tráfego, seus efeitos cumulativos são expressos por um denominador comum, os Fatores de Equivalência de Cargas (FEC).

Os FEC permitem a conversão de aplicações de diferentes solicitações em um número equivalente de aplicações da solicitação-padrão, possibilitando o dimensionamento e a previsão do desempenho de pavimentos para o tráfego misto real.

Sempre que possível, a avaliação do tráfego nas rodovias faz-se por contagens volumétricas classificatórias e por pesagens dos veículos parados ou em movimento.

Os veículos rodoviários são dos mais variados tipos, sendo que modificações nas características dos veículos se refletem em modificações nos efeitos gerados sobre os pavimentos. Dessa forma, torna-se necessário classificar o mais detalhadamente possível a frota que utilizará o pavimento a ser projetado, principalmente no que se refere aos caminhões e ônibus.

A classificação dos veículos pode ser feita de forma simplificada:

- Veículos de passeio ou veículos leves: automóveis e utilitários
- Veículos comerciais:
 - Caminhões leves: 2 eixos simples, ambos com rodas simples
 - Caminhões médios: 2 eixos simples, rodas traseiras duplas
 - Caminhões pesados: 2 eixos, dianteiro simples e o traseiro em tandem
 - Reboques e semi-reboques: outras combinações
 - Ônibus: equivalente a caminhões leves

No entanto, é preferível que a classificação seja mais detalhada, pois podem ocorrer expressivas variações na carga aplicada ao pavimento entre caminhões de uma determinada subclasse, em função do tipo de veículo. Assim, recomenda-se a adoção do preconizado pelo Manual de Estudos de Tráfego (DNIT, 2006).

Além da classificação dos veículos, também é importante classificar os tipos de eixos, estabelecendo-se as cargas aplicadas por cada tipo de eixo de cada tipo de veículo. A Resolução nº 210 do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), de 13 de novembro de 2006, estabelece os limites de peso e dimensões para veículos que transitem por vias terrestres.

Os Fatores de Equivalência de Cargas (FEC) constituem o conceito mais utilizado em todo o mundo no dimensionamento de pavimentos. Esse conceito foi introduzido pela AASHO (atual AASHTO, American Association of Highways and Transportation

Officials) e pelo Bureau of Public Road, atual FHWA (Federal Highways Administration), logo após o final da AASHO Road Test, em 1961. A implementação inicial do conceito de equivalência de cargas deu-se através da utilização das equações de desempenho desenvolvidas pela equipe da AASHO, segundo as quais o desempenho é considerado em termos de variação do Índice de Serventia.

De acordo com o modelo proposto, os FEC podem ser definidos como um número de repetições de uma dada solicitação que é necessário para produzir uma deterioração de mesma magnitude que a produzida por uma aplicação da solicitação padrão.

O eixo padrão rodoviário brasileiro é um eixo simples de rodas duplas que transmite ao pavimento uma carga total de 8,2 toneladas (80 kN). Neste eixo a superfície de contato dos pneus com o pavimento é representada por uma área circular de 10,8 cm de raio e tensão de contato de 5,6 kgf/cm², conforme mostrado na Figura 3.1.

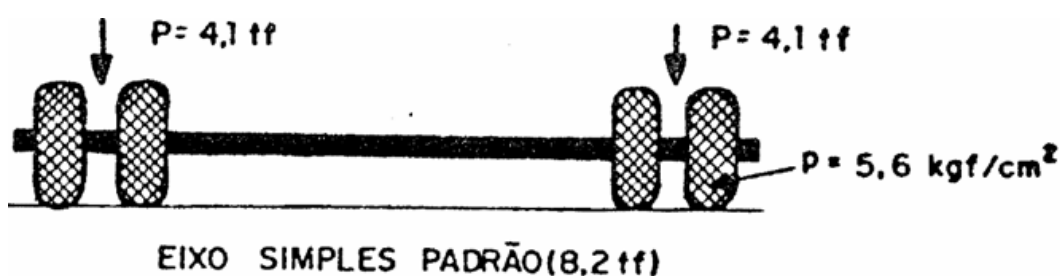


Figura 3.1. Eixo Padrão rodoviário

Os quatro tipos de eixos normalmente utilizados pelos veículos de carga que trafegam nas rodovias brasileiras são representados a seguir, além de ilustrados na Figura 3.2 e na Figura 3.3:

- Eixo simples de rodas simples – ESRS;
- Eixo simples de rodas duplas – ESRD;
- Eixos tandem duplos de rodas duplas – EDRD;
- Eixos tandem triplos de rodas duplas – ETRD.

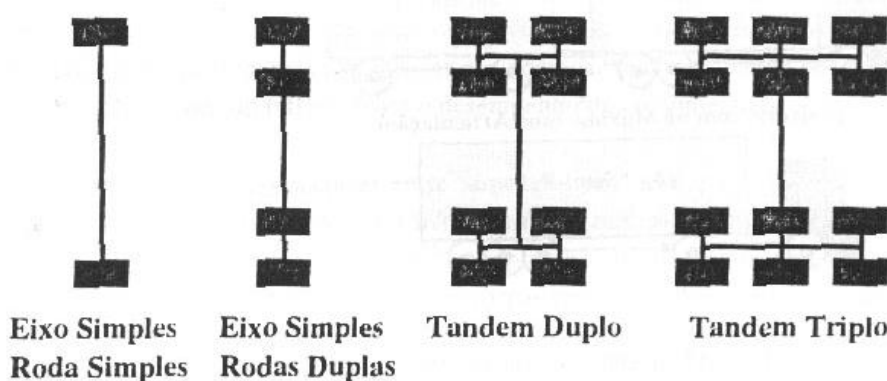


Figura 3.2. Eixos que usualmente trafegam no sistema rodoviário brasileiro



Figura 3.3. Exemplos de Eixos Simples (a) e Tandem duplo (b)

Os fatores de equivalência da AASHTO baseiam-se na perda de serventia e são diferentes dos obtidos pelo USACE, que avaliaram os efeitos do carregamento na deformação permanente (afundamento nas trilhas de roda). As expressões para cálculo dos fatores de equivalência de operações são apresentadas na Tabela 3.4 e na Tabela 3.5, de acordo com os estudos realizados pelo USACE e pela AASHTO, respectivamente.

Tabela 3.4. Expressões matemáticas para obtenção dos fatores de equivalência de operações, para diferentes tipos de eixos (USACE)

Tipos de Eixos	Faixas de Cargas (tf)	Equações (P em tf)
Eixo simples	0 – 8	$FEO = 2,0782 \times 10^{-4} \times P^{4,0175}$
	≥ 8	$FEO = 1,8320 \times 10^{-6} \times P^{6,2542}$
Eixo tandem duplo	0 – 11	$FEO = 1,5920 \times 10^{-4} \times P^{3,4720}$
	≥ 11	$FEO = 1,5280 \times 10^{-6} \times P^{5,4840}$
Eixo tandem triplo	0 – 18	$FEO = 8,0359 \times 10^{-5} \times P^{3,3549}$
	≥ 18	$FEO = 1,3229 \times 10^{-7} \times P^{5,5789}$
P = Peso bruto total sobre o eixo		

Tabela 3.5. Expressões matemáticas para obtenção dos fatores de equivalência de operações, para diferentes tipos de eixos (AASHTO)

Tipos de eixo	Equações (P em tf)
Simples de rodagem simples	$FEO = \left(\frac{P}{7,77} \right)^{4,32}$
Simples de rodagem dupla	$FEO = \left(\frac{P}{8,17} \right)^{4,32}$
Tandem duplo (rodagem dupla)	$FEO = \left(\frac{P}{15,08} \right)^{4,14}$
Tandem triplo (rodagem dupla)	$FEO = \left(\frac{P}{22,95} \right)^{4,22}$
P = Peso bruto total sobre o eixo	

As curvas de correlação entre cargas por eixo e fatores de equivalência de operações utilizadas pelo método de dimensionamento de pavimentos flexíveis do DNIT baseiam nas expressões obtidas pelo USACE (Corpo de Engenheiros do Exército Norte-americano).

Os fatores de equivalência utilizados pelo método do DNIT permitem a conversão de aplicações de diferentes solicitações em um número equivalente de aplicações do eixo

padrão (8,2 tf). Para cada configuração de eixo real há uma conversão para eixo padrão.

Esta conversão é realizada por meio de ábacos, para o caso de eixos simples ou duplos e em tabela, para o caso de eixos triplos. Ilustram-se essas metodologias na Figura 3.4 e na Tabela 3.6.

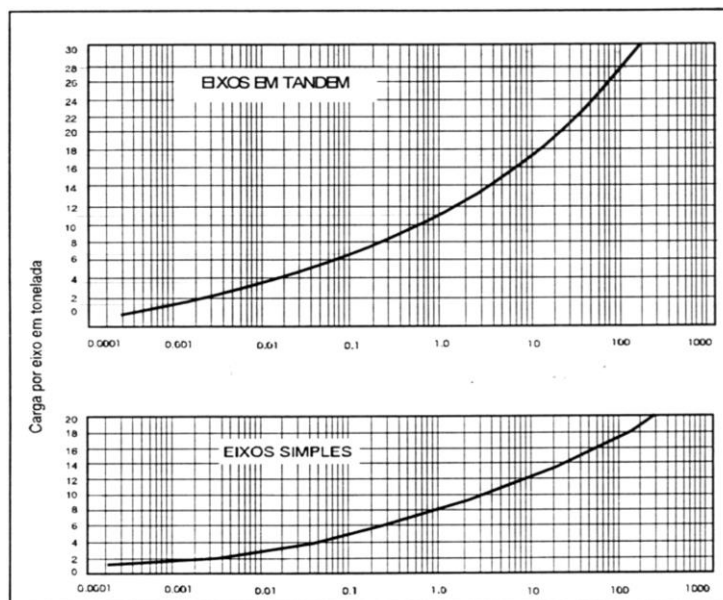


Figura 3.4. Ábacos para determinação de fatores de equivalência de cargas

Tabela 3.6. Fatores de equivalência de cargas

Cargas por eixo (t)	Fator de equivalência de cargas
6	0,04
8	0,08
10	0,18
12	0,29
14	0,58
16	0,92
18	1,50
20	2,47
22	5,59
24	6,11
28	14,82
30	20,88
32	40,30
34	46,80
36	59,80
38	91,00
40	130,00

Para efeito de projeto, o tráfego que transitará sobre determinado pavimento ao longo do período de projeto, sua vida útil de serviço, é convertido em um número de

operações/solicitações de um eixo rodoviário padrão. Este número de solicitações é conhecido como número “N”. Nesse contexto, o número “N” é calculado pela seguinte expressão:

$$N = 365 \times FR \times FF \times FV \times \sum_{i=1}^p VMD_i$$

onde:

FF é o Fator de Faixa (vide

Tabela 3.7);

FR é o Fator Climático Regional (vide Tabela 3.8);

VMD_i é Volume Médio Diário no ano *i*;

P é o período de projeto;

FV é o Fator de Veículo relativo ao tráfego da rodovia, calculado pela expressão:

$$FV = \frac{\sum p_i \times FV_i}{100}$$

onde:

p_i é a percentagem de veículos da categoria *i*

FV_i é o fator de veículo da categoria de veículos *i*

Tabela 3.7. Fator de Faixa

Faixas por sentido	Porcentagem de veículos comerciais na faixa de projeto
1	100
2	70 a 96
3	50 a 96

Tabela 3.8. Fator Climático Regional (FR)

Altura média anual de chuva	Fator Climático Regional (FR)
-----------------------------	-------------------------------

Até 800	0,7
De 800 a 1.500	1,4
Mais de 1.500	1,8

O Fator de Veículo, produto do fator de eixo pelo Fator de Carga, atua na compensação da grande diversidade de veículos e cargas que transitam pela via, transformando estas cargas e veículos diversos em uma quantidade de operações do eixo padrão que seja equivalente em termos de efeito destrutivo do pavimento. Ou seja, o Fator de Veículo (FV) transforma um veículo qualquer, com um carregamento qualquer, em uma quantidade de solicitações equivalente do eixo padrão de 8,2 toneladas que causaria o mesmo efeito destrutivo no pavimento.

Como o número de eixos por veículo é bastante variado, utiliza-se o Fator de Eixo (FE) para determinar o número médio de eixos por veículo que circula em uma determinada via.

$$FE = \sum (NE \times \%NE)$$

onde:

NE é o número eixos do veículo

$\%NE$ é a porcentagem de determinado tipo de veículo em relação ao total.

Por fim, o Fator Climático Regional (FR) é utilizado para considerar as variações de umidade às quais os materiais constituintes do pavimento estão sujeitos durante as estações do ano, e que influem diretamente na capacidade de suporte dos mesmos. Na Tabela 3.8 são apresentados os fatores climáticos regionais sugeridos para o Brasil, em função da altura média anual de chuva em milímetros.

3.2.1.3 Cálculo do Número “N”

No estudo preliminar o DER/DF sugere-se uma proporção horária para um dia útil e mês não atípico, por porte veicular, transcrito na Tabela 3.9

Tabela 3.9. Proporção do tráfego por tipo de veículo

Horas	Médio	Pesado	Reboque	Semi-reboque	Ônibus
0	0,003428	0,007102	0,007102	0,007102273	0,012678
1	0,002449	0,005682	0,005682	0,005681818	0,007924
2	0,003918	0,007102	0,007102	0,007102273	0,001585
3	0,003918	0,006392	0,006392	0,006392045	0,001585
4	0,003428	0,011719	0,011719	0,01171875	0,012678
5	0,018119	0,03196	0,03196	0,031960227	0,030111

Horas	Médio	Pesado	Reboque	Semi-reboque	Ônibus
6	0,036729	0,055398	0,055398	0,055397727	0,080824
7	0,041626	0,068892	0,068892	0,068892045	0,080824
8	0,084721	0,116832	0,116832	0,116832386	0,085578
9	0,090108	0,091264	0,091264	0,091264205	0,082409
10	0,074927	0,071023	0,071023	0,071022727	0,047544
11	0,073457	0,058239	0,058239	0,058238636	0,041204
12	0,070029	0,056463	0,056463	0,056463068	0,045959
13	0,074927	0,060369	0,060369	0,060369318	0,060222
14	0,031832	0,025568	0,025568	0,025568182	0,022187
15	0,087659	0,085227	0,085227	0,085227273	0,061807
16	0,080313	0,063565	0,063565	0,063565341	0,071315
17	0,060725	0,040128	0,040128	0,040127841	0,057052
18	0,053869	0,028764	0,028764	0,028764205	0,071315
19	0,037708	0,020952	0,020952	0,020951705	0,030111
20	0,026445	0,03125	0,03125	0,03125	0,022187
21	0,018609	0,019886	0,019886	0,019886364	0,031696
22	0,013222	0,019886	0,019886	0,019886364	0,023772
23	0,007835	0,016335	0,016335	0,016335227	0,017433
Σ	100%	100%	100%	100%	100%

Essa proporção foi prevista para a DF-003, mas foi igualmente utilizada no Setor Terminal Norte (STN) com o intuito de projetar a contagem realizada em limitado espaço de tempo.

3.2.1.3.1 DF-003 (EPIA)

O estudo preliminar do DER/DF apresenta a expansão dos dados da contagem manual NUCPD/DER para 24 horas, considerando ambos os sentidos da DF-003 (EPIA). Estes dados estão transcritos de maneira resumida na Tabela 3.10.

Tabela 3.10. Volume Médio Diário: DF-003, km 9

Sentido 1: Norte/Sul					
Médio	Pesado	Semi-reboque	Reboque	Ônibus	Total
1.365	1.009	756	277	573	3.980
Sentido 2: Sul/Norte					
Médio	Pesado	Semi-reboque	Reboque	Ônibus	Total

1.540	1.169	659	275	499	4.142
-------	-------	-----	-----	-----	-------

Ademais, fundamentado no crescimento geométrico médio anual de 2015 a 2020, têm-se as taxas de crescimento descritas na Tabela 3.11.

Tabela 3.11. Taxas de crescimento de veículos pesados

Ano	Tipo de veículo pesado				
	Caminhão	Reboque	Ônibus	Micro-ônibus	Semi-reboque
Crescimento geométrico (2015 a 2020)	4,72%	4,74%	1,82%	3,18%	4,77%

Considerando as premissas apresentadas no início da Seção 3.3.3 e os dados supracitados, têm-se na Tabela 3.12 a projeção de tráfego para DF-003 no sentido Norte/Sul. De maneira análoga ao apresentado, na Tabela 3.13 expõe a projeção de tráfego para DF-003 no sentido Sul/Norte.

Tabela 3.12. Projeção de Tráfego para DF-003, Sentido Norte/Sul

Período	Caminhonetas	Ônibus 2C	Caminhões 3C	Semi-reboques 2S3	Reboques 3D4	TOTAL
2021 ¹	1.365	573	1.009	756	277	3.980
2022 ²	1.406	583	1.057	792	290	4.129
2023	1.449	594	1.106	830	304	4.284
2024	1.493	605	1.159	869	318	4.445
2025	1.539	616	1.213	911	333	4.612
2026	1.585	627	1.271	954	349	4.787
2027	1.634	638	1.331	1.000	366	4.968
2028	1.683	650	1.393	1.048	383	5.158
2029	1.735	662	1.459	1.098	401	5.354
2030	1.787	674	1.528	1.150	420	5.559
2031	1.842	686	1.600	1.205	440	5.773
2032	1.898	699	1.676	1.262	461	5.995

¹ Ano de projeto;

² Ano de licitação e obras.

Tabela 3.13. Projeção de Tráfego para DF-003, Sentido Sul/Norte

Período	Caminhonetas	Ônibus 2C	Caminhões 3C	Semi-reboques 2S3	Reboques 3D4	TOTAL
2021 ¹	1.540	499	1.169	659	275	4.142
2022 ²	1.587	508	1.224	690	288	4.298
2023	1.635	517	1.282	723	302	4.459
2024	1.685	527	1.342	758	316	4.628
2025	1.736	536	1.406	794	331	4.803
2026	1.789	546	1.472	832	347	4.986
2027	1.843	556	1.542	872	363	5.175
2028	1.899	566	1.614	913	380	5.373
2029	1.957	576	1.691	957	398	5.579
2030	2.016	587	1.770	1.002	417	5.793
2031	2.078	598	1.854	1.050	437	6.016
2032	2.141	609	1.942	1.100	458	6.249

¹ Ano de projeto;² Ano de licitação e obras.

Na Tabela 3.14 e Tabela 3.15 apresentam-se os valores das cargas por eixo, cálculo dos fatores de equivalência para cada eixo e o fator de equivalência total para cada veículo admitindo a tolerância de 12,5% no peso por eixo. Esta tolerância foi reestabelecida pela Lei 14.229, de 2021, que aumentou de 10% para 12,5% a tolerância para o excesso de peso por eixo ônibus de passageiros e de caminhões de carga sem aplicação de penalidades. De acordo com a Lei, veículos de peso bruto total igual ou inferior a 50 t devem ser fiscalizados apenas quanto aos limites de peso bruto total ou de peso bruto total combinado (caminhão mais o reboque), cuja tolerância fixada pela lei é de 5%.

Tabela 3.14. Valores de carga por eixo – Fatores de Veículo USACE

VEÍCULOS VAZIOS																				
Configuração		Conjunto de Eixos					Carga por Eixo (t)							Fator de Equivalência						
		ESRS	ESRD	ETD	ETT	Total	ESRS	ESRD	ETD			ETT	Total	ESRS	ESRD	ETD			ETT	FVi
Ônibus	2C	1	1			2	5,40	7,00					12,40	0,1820	0,5163					0,6983
Caminhões	3C	1		1		2	5,40		11,90				17,30	0,1820		1,2090				1,3910
Semi-reboques	2S3	1	1		1	3	5,40	7,00				17,85	30,25	0,1820					1,2710	1,4530
Reboques	3D4	1		3		4	5,40		11,90	11,90	11,90		41,10	0,1820		1,2090	1,2090	1,2090		3,8090
VEÍCULOS CARREGADOS (LEI DA BALANÇA) - TOLERÂNCIA DE 12,5% POR EIXO																				
Configuração		Conjunto de Eixos					Carga por Eixo (t)							Fator de Equivalência						
		ESRS	ESRD	ETD	ETT	Total	ESRS	ESRD	ETD			ETT	Total	ESRS	ESRD	ETD			ETT	FVi
Ônibus	2C	1	1			2	6,75	11,25					18,00	0,4461	6,8714					7,3175
Caminhões	3C	1		1		2	6,75		19,13				25,88	0,4461		16,3089				16,7550
Semi-reboques	2S3	1	1		1	3	6,75	11,25				28,69	46,69	0,4461					17,9411	18,3872
Reboques	3D4	1		3		4	6,75		19,13	19,13	19,13		64,13	0,4461		16,3089	16,3089	16,3089		49,3729

Tabela 3.15. Valores de carga por eixo – Fatores de Veículo AASHTO

VEÍCULOS VAZIOS																				
Configuração		Conjunto de Eixos					Carga por Eixo (t)						Fator de Equivalência							
		ESRS	ESRD	ETD	ETT	Total	ESRS	ESRD	ETD			ETT	Total	ESRS	ESRD	ETD			ETT	FVi
Ônibus	2C	1	1			2	5,40	7,00					12,40	0,2076	0,5129					0,7205
Caminhões	3C	1		1		2	5,40		11,90				17,30	0,2076		0,3751				0,5828
Semi-reboques	2S3	1	1		1	3	5,40	7,00				17,85	30,25	0,2076					0,3463	0,5539
Reboques	3D4	1		3		4	5,40		11,90	11,90	11,90		41,10	0,2076		0,3751	0,3751	0,3751		1,3330
VEÍCULOS CARREGADOS (LEI DA BALANÇA) - TOLERÂNCIA DE 12,5% POR EIXO																				
Configuração		Conjunto de Eixos					Carga por Eixo (t)						Fator de Equivalência							
		ESRS	ESRD	ETD	ETT	Total	ESRS	ESRD	ETD			ETT	Total	ESRS	ESRD	ETD			ETT	FVi
Ônibus	2C	1	1			2	6,75	11,25					18,00	0,5445	3,9827					4,5272
Caminhões	3C	1		1		2	6,75		19,13				25,88	0,5445		2,6745				3,2190
Semi-reboques	2S3	1	1		1	3	6,75	11,25				28,69	46,69	0,5445					2,5642	3,1087
Reboques	3D4	1		3		4	6,75		19,13	19,13	19,13		64,13	0,5445		2,6745	2,6745	2,6745		8,5681

Em continuidade ao exposto, na Tabela 3.16 apresentam-se os fatores de veículos adotados para o projeto.

Tabela 3.16. Cálculo dos Fatores de Veículo - FV

Rodovia:		EPIA - Sentido Norte/Sul				
Veículos-tipo		VMD	Fator de Veículo USACE		Fator de Veículo AASHTO	
			FVi	$(VMD \cdot FV) / \sum VMD$	FVi	$(VMD \cdot FV) / \sum VMD$
Ônibus	2C	573	5,33	1,086	3,39	0,689
Caminhões	3C	1.009	12,15	4,356	2,35	0,843
Semi-reboques	2S3	954	13,31	4,514	2,34	0,795
Reboques	3D3	277	35,70	3,515	6,40	0,630
Total		2.813		FVusace = 13,471		FVaashto = 2,957
Rodovia:		EPIA - Sentido Sul/Norte				
Veículos-tipo		VMD	Fator de Veículo USACE		Fator de Veículo AASHTO	
			FVi	$(VMD \cdot FV) / \sum VMD$	FVi	$(VMD \cdot FV) / \sum VMD$
Ônibus	2C	499	5,33	0,959	3,39	0,609
Caminhões	3C	1.169	12,15	5,117	2,35	0,990
Semi-reboques	2S3	832	13,31	3,989	2,34	0,702
Reboques	3D3	275	35,70	3,538	6,40	0,634
Total		2.775		FVusace = 13,603		FVaashto = 2,935

Por fim, expõe-se na sequência uma síntese do estudo de tráfego para cada sentido, destacando o Número "N" obtido.

Tabela 3.17. Cálculo do Número "N" – Sentido Norte/Sul

Ano	Volumes de Tráfego (VMDAT)					Valores do Número "N"				Observações	
	Veículos-tipo				Total	USACE		AASHTO			
	Moto	Passeio	Caminhões e Ônibus	Carga		Ano	Acumulado	Ano	Acumulado		
2023	0	1.449	1.701	1.134	4.284	4,88E+06	4,88E+06	1,07E+06	1,07E+06	1º ano	
2024	0	1.493	1.764	1.188	4.445	5,08E+06	9,96E+06	1,11E+06	2,19E+06		
2025	0	1.539	1.829	1.244	4.612	5,29E+06	1,52E+07	1,16E+06	3,35E+06		
2026	0	1.585	1.898	1.304	4.787	5,51E+06	2,08E+07	1,21E+06	4,56E+06		
2027	0	1.634	1.969	1.366	4.968	5,74E+06	2,65E+07	1,26E+06	5,82E+06	5º ano	
2028	0	1.683	2.044	1.431	5.158	5,98E+06	3,25E+07	1,31E+06	7,13E+06		
2029	0	1.735	2.121	1.499	5.354	6,23E+06	3,87E+07	1,37E+06	8,50E+06		
2030	0	1.787	2.202	1.570	5.559	6,49E+06	4,52E+07	1,43E+06	9,92E+06		
2031	0	1.842	2.287	1.645	5.773	6,77E+06	5,20E+07	1,49E+06	1,14E+07		
2032	0	1.898	2.375	1.723	5.995	7,05E+06	5,90E+07	1,55E+06	1,30E+07	10º ano	
Composição Percentual de Tráfego				Parâmetros adotados no cálculo do número de operações do eixo padrão de 8,2t							
Moto	Passeio	Caminhões e Ônibus	Carga	Fatores de Veículos - FV			Fator climático		Fator de pista		
0,00	34%	40%	26%	FVusace	FVaashto		FR		FP		
Taxas de Crescimento de Tráfego				13,47		2,96		1,00		0,35	
Moto	Passeio	Caminhões e Ônibus	Carretas	Ano inicial para cálculo do Número "N"						2023	
3,04%	3,04%	4,72%	4,74%	Período de projeto para o cálculo do número "N" (anos)						10	

Tabela 3.18. Cálculo do Número "N" – Sentido Sul/Norte

Ano	Volumes de Tráfego (VMDAT)					Valores do Número "N"				Observações
	Veículos-tipo				Total	USACE		AASHTO		
	Moto	Passeio	Caminhões e Ônibus	Carga		Ano	Acumulado	Ano	Acumulado	
2023	0	1.635	1.799	1.025	4.459	4,91E+06	4,91E+06	1,06E+06	1,06E+06	1º ano
2024	0	1.685	1.869	1.074	4.628	5,11E+06	1,00E+07	1,10E+06	2,16E+06	
2025	0	1.736	1.942	1.125	4.803	5,33E+06	1,54E+07	1,15E+06	3,31E+06	
2026	0	1.789	2.018	1.179	4.986	5,56E+06	2,09E+07	1,20E+06	4,51E+06	
2027	0	1.843	2.098	1.235	5.175	5,79E+06	2,67E+07	1,25E+06	5,76E+06	5º ano
2028	0	1.899	2.181	1.293	5.373	6,04E+06	3,27E+07	1,30E+06	7,06E+06	
2029	0	1.957	2.267	1.355	5.579	6,29E+06	3,90E+07	1,36E+06	8,42E+06	
2030	0	2.016	2.357	1.420	5.793	6,56E+06	4,56E+07	1,42E+06	9,84E+06	
2031	0	2.078	2.452	1.487	6.016	6,84E+06	5,24E+07	1,48E+06	1,13E+07	
2032	0	2.141	2.550	1.558	6.249	7,14E+06	5,96E+07	1,54E+06	1,29E+07	10º ano
Composição Percentual de Tráfego				Parâmetros adotados no cálculo do número de operações do eixo padrão de 8,2t						
Moto	Passeio	Caminhões e Ônibus	Carga	Fatores de Veículos - FV			Fator climático		Fator de pista	
0,00	37%	40%	23%	FVusace	FVaashto		FR		FP	
Taxas de Crescimento de Tráfego				13,60		2,94		1,00		0,35
Moto	Passeio	Caminhões e Ônibus	Carretas	Ano inicial para cálculo do Número "N"						2023
3,04%	3,04%	4,72%	4,74%	Período de projeto para o cálculo do número "N" (anos)						10

3.2.1.3.2 Setor Terminal Norte (STN)

Fundamentado no arcabouço estatístico apresentado no início da Seção 3.3.3 e nas premissas citadas na Seção 3.1, a projeção de tráfego da STN é exposta na Tabela 3.19

Tabela 3.19. Projeção de Tráfego para STN

Período	Carros de Passeio	Caminhonetas	Ônibus 2C	Caminhões 3C	Semi-reboques 2S3	Reboques 3D4	Motos	TOTAL
2021 ¹	13.537	270	1.014	153	23	2	866	15.865
2022 ²	13.949	278	1.032	160	24	2	892	16.338
2023	14.373	287	1.051	168	25	2	919	16.825
2024	14.809	295	1.070	176	26	2	947	17.327
2025	15.260	304	1.090	184	28	2	976	17.844
2026	15.724	314	1.110	193	29	3	1.006	18.377
2027	16.202	323	1.130	202	30	3	1.036	18.926
2028	16.694	333	1.150	211	32	3	1.068	19.491
2029	17.202	343	1.171	221	33	3	1.100	20.074
2030	17.725	354	1.193	232	35	3	1.134	20.674
2031	18.263	364	1.214	243	37	3	1.168	21.293
2032	18.819	375	1.237	254	38	3	1.204	21.930

¹ Ano de projeto;

² Ano de licitação e obras.

Sabendo que os veículos-tipo são os mesmos que trafegam na EPIA, os fatores de veículo podem ser analisados na Tabela 3.14 e Tabela 3.15. Assim, na Tabela 3.16 apresentam-se os fatores de veículos adotados para o projeto.

Tabela 3.20. Cálculo dos Fatores de Veículo - FV

Veículos-tipo		VMD	Fator de Veículo USACE		Fator de Veículo AASHTO	
			FVi	$(VMD \cdot FV) / \sum VMD$	FVi	$(VMD \cdot FV) / \sum VMD$
Ônibus	2C	1.014	5,33	4,513	3,39	2,865
Caminhões	3C	153	12,15	1,551	2,35	0,300
Semi-reboques	2S3	29	13,31	0,322	2,34	0,057
Reboques	3D3	2	35,70	0,060	6,40	0,011
Total		1.198		FVusace = 6,446		FVaashto = 3,233

Por fim, expõe-se na sequência uma síntese do estudo de tráfego, destacando o Número "N".

Tabela 3.21. Cálculo do Número "N" – STN

Ano	Volumes de Tráfego (VMDAT)					Valores do Número "N"				Observações	
	Veículos-tipo				Total	USACE		AASHTO			
	Moto	Passeio	Caminhões e Ônibus	Carga		Ano	Acumulado	Ano	Acumulado		
2023	1.006	287	1.219	27	2.539	1,03E+06	1,03E+06	5,15E+05	5,15E+05	1º ano	
2024	1.036	295	1.246	29	2.607	1,05E+06	2,08E+06	5,27E+05	1,04E+06		
2025	1.068	304	1.274	30	2.676	1,07E+06	3,15E+06	5,39E+05	1,58E+06		
2026	1.100	314	1.302	32	2.748	1,10E+06	4,25E+06	5,51E+05	2,13E+06		
2027	1.134	323	1.332	33	2.822	1,12E+06	5,37E+06	5,64E+05	2,69E+06	5º ano	
2028	1.168	333	1.362	35	2.898	1,15E+06	6,52E+06	5,77E+05	3,27E+06		
2029	1.204	343	1.393	36	2.976	1,18E+06	7,70E+06	5,90E+05	3,86E+06		
2030	1.240	354	1.424	38	3.056	1,20E+06	8,90E+06	6,04E+05	4,47E+06		
2031	1.278	364	1.457	40	3.139	1,23E+06	1,01E+07	6,18E+05	5,08E+06		
2032	1.317	375	1.491	42	3.225	1,26E+06	1,14E+07	6,33E+05	5,72E+06	10º ano	
Composição Percentual de Tráfego				Parâmetros adotados no cálculo do número de operações do eixo padrão de 8,2t							
Moto	Passeio	Caminhões e Ônibus	Carga	Fatores de Veículos - FV			Fator climático		Fator de pista		
0,40	11%	48%	1%	FVusace	FVaashto		FR		FP		
Taxas de Crescimento de Tráfego				6,45		3,23		1,00		0,35	
Moto	Passeio	Caminhões e Ônibus	Carretas	Ano inicial para cálculo do Número "N"						2023	
3,04%	3,04%	4,72%	4,74%	Período de projeto para o cálculo do número "N" (anos)						10	

3.3 Dimensionamento Prévio – Manual DNIT

Nesta seção será dissertado sobre o dimensionamento do pavimento de acordo com o método do Engº Murillo Lopes de Souza, preconizado no Manual de Projeto de Pavimentos do DNIT. Este método é realizado para o dimensionamento preliminar do pavimento.

O dimensionamento do pavimento asfáltico visa assegurar que a repetição da passagem dos eixos dos veículos não irá causar o trincamento excessivo da camada de revestimento por fadiga dentro do período de vida do projeto e, também, garantir que as espessuras das camadas de sua estrutura, bem como suas características, sejam capazes de minimizar os efeitos do afundamento da trilha de roda (acúmulo excessivo de deformação permanente), considerando a compatibilidade entre as deformabilidades dos materiais.

Diversos fatores incidem sobre os danos nas estruturas dos pavimentos tais como: o volume de tráfego, o peso e pressão das rodas do carregamento, a variação lateral da passagem dos veículos, a qualidade dos materiais, o efeito do clima, principalmente da temperatura e da umidade, etc. Como não é possível possuir o conhecimento exato destes fatores, o dimensionamento é realizado com os parâmetros médios ou característicos, com um grau de risco estatístico adotado como aceitável.

De acordo com o nível de tráfego, o método recomenda as espessuras mínimas de revestimento betuminoso, conforme mostrado na Tabela 3.22.

Tabela 3.22. Espessura mínima de revestimento

N	Espessura Mínima do Revestimento Betuminoso
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura

Assim, considerando as informações preconizadas pelo DNIT, têm-se a espessura mínima do revestimento de 12,5 cm.

O gráfico apresentado no método, reproduzido na Figura 3.5, permite o cálculo da espessura total do pavimento em função de N e do ISC do subleito. A espessura total obtida do gráfico é expressa em termos de material granular, ou seja, de um material que apresente coeficiente de equivalência estrutural igual a um ($k = 1,0$). Alternativamente ao gráfico, pode ser utilizada a equação abaixo:

$$H_R = 77,67 \times N^{0,0482} \times ISC^{-0,598}$$

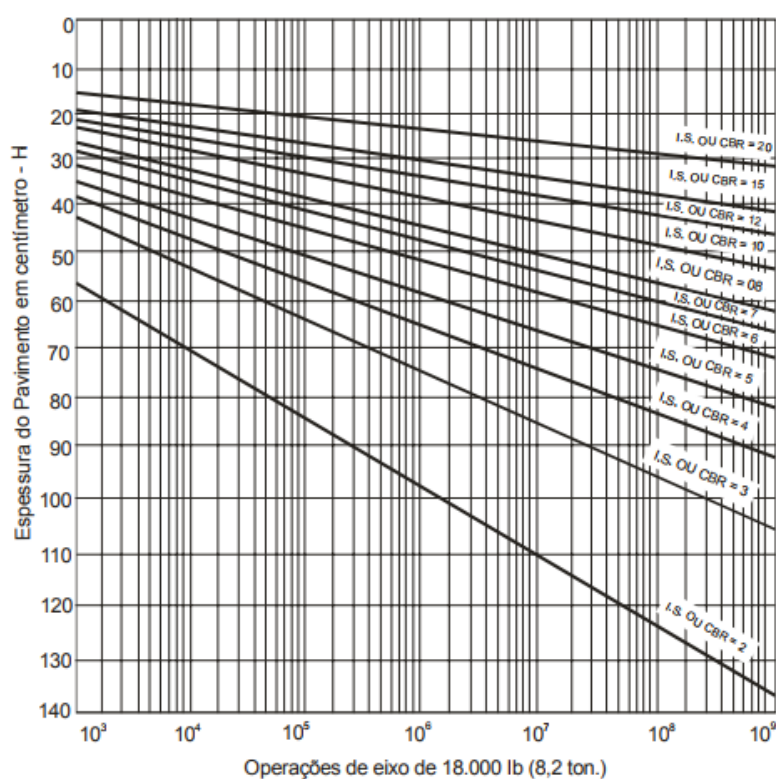


Figura 3.5. Ábaco para o cálculo da espessura do pavimento

Deve-se ressaltar ainda que as espessuras máximas e mínimas de compactação das camadas granulares são de 20cm e 10cm, respectivamente. Com relação a espessura construtiva mínima para estas camadas, o valor admissível é de 15cm.

Na Figura 3.6 apresenta-se a simbologia utilizada na designação das diferentes camadas do pavimento.

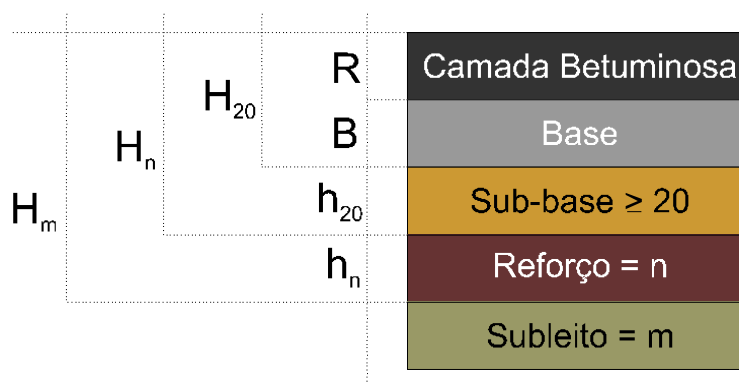


Figura 3.6. Nomenclaturas designadas para as camadas do pavimento

onde:

H_m é a espessura total necessária para proteger um material com ISC = m

H_n é a espessura da camada de pavimento com ISC = n

H₂₀ é a espessura de pavimento sobre a sub-base

h₂₀ é a espessura da sub-base

B é a espessura da base

R é a espessura do revestimento.

Determinadas as espessuras H_m, H_n, H₂₀ e R, as espessuras da base, sub-base e reforço são obtidas pela resolução sucessiva das seguintes inequações:

$$R \times K_R + B \times K_B \geq H_{20}$$

$$R \times K_R + B \times K_B + H_{20} \times K_S \geq H_n$$

$$R \times K_R + B \times K_B + H_{20} \times K_S + H_n \times K_{REF} \geq H_m$$

Os termos K_R e K_B são os coeficientes de equivalência estrutural, obtidos a partir da Tabela 3.23. Os coeficientes da sub-base, K_{SB}, e do reforço do subleito, K_{REF}, são obtidos pelas expressões:

$$K_{SB} = \sqrt[3]{\frac{CBR_{SB}}{3CBR_{SL}}} \leq 1 \quad e \quad K_{REF} = \sqrt[3]{\frac{CBR_{REF}}{3CBR_{SL}}} \leq 1$$

Tabela 3.23. Coeficientes de equivalência estrutural – IP-05/PMS

<i>CAMADA DO PAVIMENTO</i>	<i>COEFICIENTE ESTRUTURAL (K)</i>
Base ou Revestimento de Concreto Asfáltico	2,00
Base ou Revestimento de Concreto Magro/Compactado com Rolo	2,00
Base ou Revestimento de Pré-Misturado a Quente, de Graduação Densa / BINDER	1,80
Base ou Revestimento de Pré-Misturado a Frio, de Graduação Densa	1,40
Base ou Revestimento Asfáltico por Penetração	1,20
Paralelepípedos	1,00
Base de Brita Graduada Simples, Macadame Hidráulico e Estabilizadas Granulometricamente	1,00
Sub-bases Granulares ou Estabilizadas com Aditivos	≤ 1,00
Reforço do Subleito	≤ 1,00
Base de Solo-Cimento ou BGTC, com resistência à compressão aos 7 dias, superior a 4,5 MPa	1,70
Base de BGTC, com resistência à compressão aos 7 dias, entre 2,8 e 4,5 MPa	1,40
Base de Solo-Cimento, com resistência à compressão aos 7 dias, menor que 2,8 e maior ou igual a 2,1 MPa	1,20
Base de Solo melhorado com Cimento, com resistência à compressão aos 7 dias, menor que 2,1 MPa	1,00

Os dados relativos ao projeto são aqueles apresentados em tabelas e no ábaco da Figura 3.5, além das inequações acima especificadas e os valores dos coeficientes de equivalência da Tabela 3.23. Ao aplicar esses fatores às condições locais, têm-se as estruturas de pavimento preliminares apresentadas na Tabela 3.24.

Tabela 3.24. Resultado obtido no dimensionamento, em centímetros

Tráfego (N)	<i>R</i>		<i>H</i>		<i>B</i>		<i>h</i> ₂₀	
	Mínimo	Adotado	20	<i>n</i>	Mínimo	Adotado	Mínimo	Adotado
5,96 x 10 ⁷	12,5	12,5	30,69	70,31	7,1	17	29,7	30

Assim, na Tabela 3.25 apresentam-se as espessuras preliminarmente propostas para os segmentos em estudo.

Tabela 3.25. Proposta de estrutura de pavimento

Camada	Espessura (cm)	Material*
CBUQ – Capa de Rolamento – Faixa “C”	5,5	CBUQ – Capa de Rolamento
Pintura de ligação	-	Emulsão asfáltica: RR-2C
CBUQ – Binder – Faixa “B”	7,0	CBUQ –Binder
Imprimação	-	Asfalto Diluído: CM-30
Base	17	Brita Graduada Simples
Sub-base	30	Solo local com adição de 4% de cal
Subleito	-	Solo local

Ressalta-se que a estrutura apresentada deverá ser verificada, por meio de análise mecanicista do pavimento, que ditará a solução definitiva. Portanto, limita-se, até o presente momento, à obtenção de uma estrutura preliminar.

3.4 Dimensionamento Definitivo – Análise Mecanística

A Instrução de Projeto “IP-DE-P00/001 - Projeto de Pavimentação”, do DER-SP, de janeiro de 2006, preconiza: “A critério da fiscalização, pode ser solicitada a verificação mecanicista da estrutura de pavimento dimensionada pelos métodos do DER/SP e do DNER através do emprego de programa computacional. Na utilização de programas computacionais para verificação mecanicista, devem ser fornecidas a **descrição sucinta do programa computacional, as hipóteses de cálculo utilizadas e simplificações adotadas, dados de entrada e resultados obtidos.**” (grifo nosso)

Os critérios mecanísticos de estudo de pavimentos utilizam-se da teoria das camadas elásticas para o cálculo dos deslocamentos, das tensões e das deformações nas estruturas simuladas. Como ferramenta para realizar este projeto fez-se uso do programa do ELSYM5 - Elastic Layered System, que através do método das diferenças finitas, permite o cálculo dos parâmetros requeridos pela Instrução de Projeto do DER-SP, em qualquer ponto da estrutura do pavimento.

Com relação às hipóteses de cálculo utilizadas e as simplificações adotadas, estas estão implícitas no modelo constitutivo atribuído como padrão no programa ELSYM5 e nos dados de entrada. Deve-se especialmente citar a adoção dos coeficientes “K” e “n”, para expor que estes estão em consonância com as especificações técnicas requeridas no projeto. Dessa forma, com base nas referências bibliográficas propostas pela norma do DER-SP, adotaram-se as fontes apresentadas na Tabela 3.26 e na Tabela 3.27.

Tabela 3.26. Modelos de fadiga para misturas asfálticas

Fonte	Ano	K	N
Pinto & Preussler (CAP 50/70)	1980	$2,85 \times 10^{-7}$	3,69

Tabela 3.27. Modelos de fadiga para ruptura do subleito

Fonte	Ano	K	N
Dormon & Metcalf	1965	$6,069 \times 10^{-10}$	4,762

3.4.1 Parâmetros de Entrada

Os parâmetros de entrada do programa são dados fundamentais para obtenção de um resultado condizente com a realidade. Com relação a este projeto, na Tabela 3.28 apresentam-se os dados relacionados à estrutura do pavimento.

Tabela 3.28. Estrutura do pavimento e valores usuais de Módulo de Resiliência e Poisson

Camada	Tipo	Módulo de Resiliência			Poisson	CBR (%)
		Estimativa em MPa	Fonte	Estimativa em kgf/cm²		
Mistura Betuminosa	Concreto Asfáltico ⁽¹⁾	3.000 < E < 5.000	IP-08/2004	50.000	0,30	-
		2.000 < E < 5.000	IP-DE-P00/001			
	Binder ⁽²⁾	1.400 < E < 1.800	IP-08/2004	20.500	0,30	-
		2.000 < E < 3.000	IP-DE-P00/001			
Base	Brita Graduada Simples ⁽²⁾	100 < E _B < 500	IP-08/2004	2.600	0,35	100
		150 < E _B < 300	IP-DE-P00/001			
Sub-base	Solo local com 4% de cal	$E_{REF} = 18,0(CBR_{SB})^{0,64} \times \sqrt{\frac{3CBR_{SL}}{CBR_{SB}}}$	IP-08/2004	1.680	0,20	20
		150 < E _B < 300	IP-DE-P00/001			
Subleito	Não Laterítico	$E_{SL} = 18,0 (CBR)^{0,64}$	IP-08/2004	500	0,40	5,0
		25 < E _B < 75	IP-DE-P00/001			
	Laterítico	$E_{SL} = 22,0 (CBR)^{0,8}$	IP-08/2004	650	0,40	5,0
		25 < E _B < 75	IP-DE-P00/001			

⁽¹⁾ Adotou-se o limite superior, considerando relevante o emprego de material especial como, por exemplo, o emprego de asfalto-polímero, na camada de rolamento, em face da severidade das solicitações provenientes do tráfego;

⁽²⁾ Adotou-se como referência a média entre os valores intermediários da IP-08/2004 e IP-DE-P00/001;

Com relação aos dados gerais do carreamento, estes estão sintetizados na Tabela 3.29.

Tabela 3.29. Dados gerais do carregamento imposto ao pavimento

Propriedade	Magnitude
Pressão de contato pneu/pavimento	5,6 kgf/cm ² ⁽¹⁾
Raio da área de contato pneu/pavimento	10,8 cm
Carga por roda	2.050 kgf
Afastamento entre pneus, por roda	28,8 cm
Ponto médio entre pneus	14,4 cm

⁽¹⁾ Na simulação este dado foi atribuído como sendo igual à zero, pois este valor já é considerado pelas configurações padrões.

Para verificação do deslocamento vertical na superfície do pavimento (d_0), deformação específica horizontal de tração na fibra inferior da camada de revestimento (ϵ_t) e deformação específica vertical de compressão no topo do subleito (ϵ_v), utilizaram-se os dados apresentados na Tabela 3.30 e exemplificados na Figura 3.7.

Tabela 3.30. Pontos de interesse da análise mecanística

Propriedade	Parâmetro	Localização
Deslocamento vertical na superfície do pavimento (d_0)	U_z (cm)	Infinitesimal abaixo da carga (0,01 cm)
Deformação específica horizontal de tração na fibra inferior da camada de revestimento (ϵ_t)	Maior valor entre ϵ_{xx} e ϵ_{yy}	Infinitesimal acima da interface binder-base
Deformação específica vertical de compressão no topo do subleito (ϵ_v)	ϵ_{zz}	Infinitesimal abaixo da sub-base

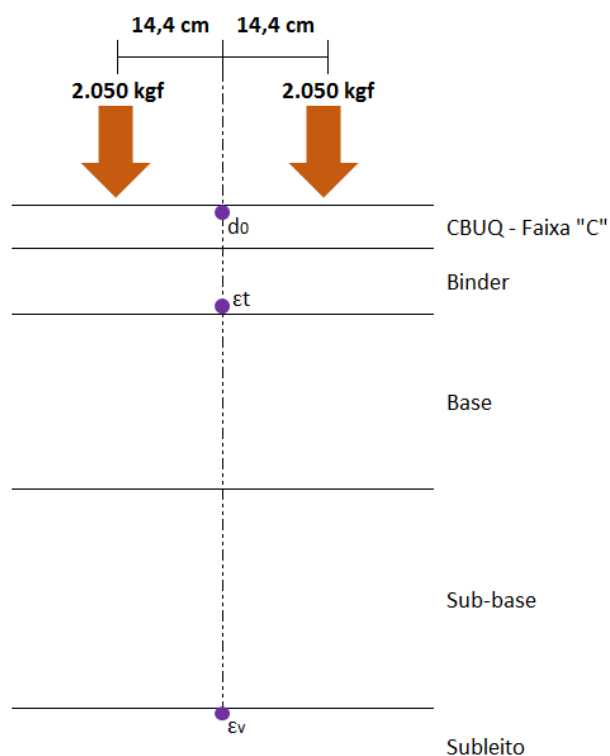


Figura 3.7. Exemplificação dos pontos de obtenção dos dados de interesse

3.4.2 Resultados Obtidos

Os resultados da análise mecanicista podem ser divididos em:

- Verificação do deslocamento vertical na superfície do pavimento (d_0);
- Verificação da deformação específica horizontal de tração na fibra inferior da camada de revestimento (ϵ_t); e
- Verificação da deformação específica vertical de compressão no topo do subleito (ϵ_v).

Com base nos parâmetros de entrada, obtiveram-se os valores apresentados na Tabela 3.31.

Tabela 3.31. Parâmetros obtidos com a utilização do programa ELSYM5

Estrutura Proposta 1: Revestimento 12,5 cm / Base 17 cm / Subbase 30 cm	
Propriedade	Magnitude
Deslocamento vertical na superfície do pavimento (d_0)	$51,1 \times 10^{-2}$ mm
Deformação específica horizontal de tração na fibra inferior da camada de revestimento (ϵ_i)	$2,42 \times 10^{-4}$ cm/cm
Deformação específica vertical de compressão no topo do subleito (ϵ_v)	$3,66 \times 10^{-4}$ cm/cm
Estrutura Proposta 2 (Subleito Laterítico): Revestimento 15 cm / Base 15 cm / Subbase 30 cm	
Propriedade	Magnitude
Deslocamento vertical na superfície do pavimento (d_0)	$38,9 \times 10^{-2}$ mm
Deformação específica horizontal de tração na fibra inferior da camada de revestimento (ϵ_i)	$1,44 \times 10^{-4}$ cm/cm
Deformação específica vertical de compressão no topo do subleito (ϵ_v)	$2,69 \times 10^{-4}$ cm/cm
Validação da Estrutura Proposta 2 (Subleito Laterítico) ⁽¹⁾: Revestimento 14 cm / Base 15 cm / Subbase 30 cm	
Propriedade	Magnitude
Deslocamento vertical na superfície do pavimento (d_0)	$40,4 \times 10^{-2}$ mm
Deformação específica horizontal de tração na fibra inferior da camada de revestimento (ϵ_i)	$1,54 \times 10^{-4}$ cm/cm
Deformação específica vertical de compressão no topo do subleito (ϵ_v)	$2,86 \times 10^{-4}$ cm/cm
Estrutura Proposta 3 (Subleito não Laterítico – Região do ST-06): Revestimento 16 cm / Base 19 cm / Subbase 30 cm	
Propriedade	Magnitude
Deslocamento vertical na superfície do pavimento (d_0)	$42,3 \times 10^{-2}$ mm
Deformação específica horizontal de tração na fibra inferior da camada de revestimento (ϵ_i)	$1,34 \times 10^{-4}$ cm/cm
Deformação específica vertical de compressão no topo do subleito (ϵ_v)	$2,69 \times 10^{-4}$ cm/cm
Validação da Estrutura Proposta 3 (Subleito não Laterítico – Região do ST-06) ⁽²⁾: Revestimento 16 cm / Base 18 cm / Subbase 30 cm	
Propriedade	Magnitude
Deslocamento vertical na superfície do pavimento (d_0)	$42,5 \times 10^{-2}$ mm
Deformação específica horizontal de tração na fibra inferior da camada de revestimento (ϵ_i)	$1,34 \times 10^{-4}$ cm/cm
Deformação específica vertical de compressão no topo do subleito (ϵ_v)	$2,75 \times 10^{-4}$ cm/cm

⁽¹⁾ Considerando uma camada construtiva mínima de 15 cm a alteração mínima possível, para validar a estrutura proposta, foi a redução de 1 cm no revestimento;

⁽²⁾ Considerando uma camada construtiva mínima de 15 cm a alteração mínima possível, para validar a estrutura proposta, foi a redução de 1 cm na base.

3.4.2.1 Deslocamento na superfície do pavimento

Para o deslocamento vertical na superfície do pavimento (d_0), têm-se a seguinte equação:

$$\log D_{adm} = k - n \cdot \log N$$

Na Tabela 3.32 demonstram-se que as constantes “K” e “n” são definidas de forma distintas pelos procedimentos DNER-PRO 011/79 e DNER-PRO 269-94.

Tabela 3.32. Deslocamento vertical recuperável em função do Número “N” – Estrutura sem reforço do subleito

Equação	Procedimento	K	n
1	DNER-PRO 011/79	3,01	0,174
2	DNER-PRO 269/94	3,148	0,188

Utilizando os valores apresentados, têm-se os resultados sintetizados na Tabela 3.33.

Tabela 3.33. Comparação entre o deslocamento da estrutura e o deslocamento admissível

Estrutura Proposta 1: Revestimento 12,5 cm / Base 17 cm / Subbase 30 cm				
Equação	Procedimento	Deslocamento da Estrutura	Deslocamento Admissível	Resultado
1	DNER-PRO 011/79	51,1 x 10 ⁻² mm	45,4 x 10 ⁻² mm	Inadequado
2	DNER-PRO 269/94		48,6 x 10 ⁻² mm	Inadequado
Estrutura Proposta 2 (Subleito Laterítico): Revestimento 15 cm / Base 15 cm / Subbase 30 cm				
Equação	Procedimento	Deslocamento da Estrutura	Deslocamento Admissível	Resultado
1	DNER-PRO 011/79	38,9 x 10 ⁻² mm	45,4 x 10 ⁻² mm	Ok
2	DNER-PRO 269/94		48,6 x 10 ⁻² mm	Ok
Validação da Estrutura Proposta 2 (Subleito Laterítico): Revestimento 14 cm / Base 15 cm / Subbase 30 cm				
Equação	Procedimento	Deslocamento da Estrutura	Deslocamento Admissível	Resultado
1	DNER-PRO 011/79	40,4 x 10 ⁻² mm	45,4 x 10 ⁻² mm	Ok
2	DNER-PRO 269/94		48,6 x 10 ⁻² mm	Ok
Estrutura Proposta 3 (Subleito não Laterítico – Região do ST-06): Revestimento 16 cm / Base 19 cm / Subbase 30 cm				
Equação	Procedimento	Deslocamento da Estrutura	Deslocamento Admissível	Resultado
1	DNER-PRO 011/79	42,3 x 10 ⁻² mm	45,4 x 10 ⁻² mm	Ok
2	DNER-PRO 269/94		48,6 x 10 ⁻² mm	Ok
Validação da Estrutura Proposta 3 (Subleito não Laterítico – Região do ST-06): Revestimento 16 cm / Base 18 cm / Subbase 30 cm				
Equação	Procedimento	Deslocamento da Estrutura	Deslocamento Admissível	Resultado
1	DNER-PRO 011/79	42,5 x 10 ⁻² mm	45,4 x 10 ⁻² mm	Ok
2	DNER-PRO 269/94		48,6 x 10 ⁻² mm	Ok

3.4.2.2 Deformação específica horizontal de tração na fibra inferior do revestimento

Para a deformação específica horizontal de tração na fibra inferior da camada de revestimento (ϵ_t) têm-se a seguinte equação:

$$N_{AASHTO} = K \cdot \left(\frac{1}{\epsilon_t} \right)^n$$

Onde:

N: número equivalente de operações de eixo simples padrão de rodas duplas de 80 kN acumulado para o período de projeto;

ϵ_t : deformação específica horizontal na tração;

K e n: coeficientes determinados por regressões lineares, particulares para cada tipo de mistura asfáltica e modificados para refletir o desempenho no campo.

Ao adotar os parâmetros atribuídos por Pinto & Preussler para o ligante CAP 50/70 (1980), têm-se os resultados sintetizados na Tabela 3.34.

$$N_{ADMISSÍVEL(AASHTO)} = 2,85 \cdot 10^{-7} \cdot \left(\frac{1}{\epsilon_t} \right)^{3,69}$$

Tabela 3.34. Comparação entre o Número $N_{\text{AASHTO ADMISSÍVEL}}$ e o $N_{\text{AASHTO DE PROJETO}}$

Estrutura Proposta 1: Revestimento 12,5 cm / Base 17 cm / Subbase 20 cm				
Autor	Ano	$N_{\text{AASHTO ADMISSÍVEL}}$	$N_{\text{AASHTO DE PROJETO}}$	Resultado
Pinto & Preussler	1980	$6,29 \times 10^6$	$1,29 \times 10^7$	Inadequado
Estrutura Proposta 2 (Subleito Laterítico): Revestimento 15 cm / Base 15 cm / Subbase 30 cm				
Autor	Ano	$N_{\text{AASHTO ADMISSÍVEL}}$	$N_{\text{AASHTO DE PROJETO}}$	Resultado
Pinto & Preussler	1980	$4,27 \times 10^7$	$1,29 \times 10^7$	Ok
Validação da Estrutura Proposta 2 (Subleito Laterítico): Revestimento 14 cm / Base 15 cm / Subbase 30 cm				
Autor	Ano	$N_{\text{AASHTO ADMISSÍVEL}}$	$N_{\text{AASHTO DE PROJETO}}$	Resultado
Pinto & Preussler	1980	$3,33 \times 10^7$	$1,29 \times 10^7$	Ok
Estrutura Proposta 3 (Subleito não Laterítico – Região do ST-06): Revestimento 16 cm / Base 19 cm / Subbase 30 cm				
Autor	Ano	$N_{\text{AASHTO ADMISSÍVEL}}$	$N_{\text{AASHTO DE PROJETO}}$	Resultado
Pinto & Preussler	1980	$5,57 \times 10^7$	$1,29 \times 10^7$	Ok
Validação da Estrutura Proposta 3 (Subleito não Laterítico – Região do ST-06): Revestimento 16 cm / Base 18 cm / Subbase 30 cm				
Autor	Ano	$N_{\text{AASHTO ADMISSÍVEL}}$	$N_{\text{AASHTO DE PROJETO}}$	Resultado
Pinto & Preussler	1980	$5,57 \times 10^7$	$1,29 \times 10^7$	Ok

3.4.2.3 Deformação específica horizontal de tração na fibra inferior do revestimento

Para a deformação específica vertical de compressão no topo do subleito (ϵ_v) têm-se a seguinte equação:

$$N_{USACE} = K \cdot \left(\frac{1}{\xi_v} \right)^n$$

Onde:

N: número equivalente de operações de eixo simples padrão de rodas duplas de 80 kN acumulado para o período de projeto;

ξ_v : deformação vertical de compressão no subleito;

K e n: coeficientes determinados por regressões lineares, particulares para cada tipo de mistura asfáltica e modificados para refletir o desempenho no campo.

Ao adotar os parâmetros atribuídos por Dormon & Metcalf (1965), têm-se os resultados sintetizados na Tabela 3.35.

$$N_{admissível(USACE)} = 6,069.10^{-10} . \left(\frac{1}{\xi_v} \right)^{4,762}$$

Tabela 3.35. Comparação entre o Número $N_{AASHTO \text{ ADMISSÍVEL}}$ e o $N_{AASHTO \text{ DE PROJETO}}$

Estrutura Proposta 1: Revestimento 12,5 cm / Base 17 cm / Subbase 20 cm				
Autor	Ano	NUSACE ADMISSÍVEL	NUSACE DE PROJETO	Resultado
Dormon & Metcalf	1965	$1,41 \times 10^7$	$5,96 \times 10^7$	Inadequado
Estrutura Proposta 2 (Subleito Laterítico): Revestimento 15 cm / Base 15 cm / Subbase 30 cm				
Autor	Ano	NUSACE ADMISSÍVEL	NUSACE DE PROJETO	Resultado
Dormon & Metcalf	1965	$6,09 \times 10^7$	$5,96 \times 10^7$	Ok
Validação da Estrutura Proposta 2 (Subleito Laterítico): Revestimento 14 cm / Base 15 cm / Subbase 30 cm				
Autor	Ano	NUSACE ADMISSÍVEL	NUSACE DE PROJETO	Resultado
Dormon & Metcalf	1965	$4,55 \times 10^7$	$5,96 \times 10^7$	Inadequado
Estrutura Proposta 3 (Subleito não Laterítico – Região do ST-06): Revestimento 16 cm / Base 19 cm / Subbase 30 cm				
Autor	Ano	NUSACE ADMISSÍVEL	NUSACE DE PROJETO	Resultado
Dormon & Metcalf	1965	$6,09 \times 10^7$	$5,96 \times 10^7$	Ok
Validação da Estrutura Proposta 3 (Subleito não Laterítico – Região do ST-06): Revestimento 16 cm / Base 18 cm / Subbase 30 cm				
Autor	Ano	NUSACE ADMISSÍVEL	NUSACE DE PROJETO	Resultado
Dormon & Metcalf	1965	$5,48 \times 10^7$	$5,96 \times 10^7$	Inadequado

3.4.3 Considerações Finais

De acordo com o método proposto, o pavimento apresenta um comportamento inadequado para a Estrutura Proposta 1. Assim, fundamentado neste resultado, houve a necessidade de propor novas estruturas de pavimento. A “Estrutura Proposta 2” está relacionada aos segmentos com subleito laterítico e “Estrutura Proposta 3” é designada aos trechos com subleito não laterítico.

De forma iterativa, verificou-se a necessidade de aumentar a estrutura ao nível proposto devido as elevadas solicitações de tráfego no local. Portanto, as estruturas foram dimensionadas em seus limites de segurança e economicidade, considerando a camada construtiva mínima de 15 cm.

Na sequência, as estruturas definitivas de pavimentação são expostas na Tabela 3.36 e na Tabela 3.37.

Tabela 3.36. Estrutura Proposta 2: segmento com subleito laterítico

Camada	Espessura (cm)	Especificações Técnicas
CBUQ – Capa de Rolamento	5	- DNIT 129/2011 - ES - Módulo de Resiliência ≥ 5.000 MPa
Pintura de ligação	-	Emulsão asfáltica: RR-2C
CBUQ – Capa de Rolamento	5	- DNIT 129/2011 - ES - Módulo de Resiliência ≥ 5.000 MPa
Pintura de ligação	-	Emulsão asfáltica: RR-2C
CBUQ – Capa de Rolamento	5	- DNIT 129/2011 - ES - Módulo de Resiliência ≥ 5.000 MPa
Imprimação	-	- Emulsão Asfáltica Imprimante - EAI
Base (Brita Graduada Simples)	15	- DER/SP: ET-DE-P00/008 - CBR $\geq 100\%$ - Expansão $> 0,3\%$ - Módulo de Resiliência ≥ 260 MPa
Sub-base (Solo local com adição de 4% de cal)	30 ⁽¹⁾	- DNIT 422/2019 - ES - CBR $\geq 20,0\%$ - Expansão $\leq 1,0 \%$ - Módulo de Resiliência ≥ 168 MPa
Regularização e Compactação do Subleito (solo local)	- (2)	- DNIT 137/2010 - ES - CBR $\geq 7,0\%$ - Expansão $\leq 2,0 \%$ - Módulo de Resiliência ≥ 65 MPa

⁽¹⁾ A estrutura de sub-base deverá ser executada em duas camadas de 15 cm cada.

⁽²⁾ Quando for alcançado o nível da plataforma dos cortes devem ser verificadas as condições do solo “in natura” nas camadas superficiais (0,60m superiores, equivalente a camada final do aterro), em termos de grau de compactação. Os segmentos que não atingirem as condições mínimas de compactação devem ser escarificados, homogeneizados, levados à umidade adequada e, então, devidamente compactados, de sorte a alcançar a energia estabelecida no projeto.

Tabela 3.37. Estrutura Proposta 3: segmento com subleito não laterítico

Camada	Espessura (cm)	Especificações Técnicas
CBUQ – Capa de Rolamento	5	- DNIT 129/2011 - ES - Módulo de Resiliência ≥ 5.000 MPa
Pintura de ligação	-	Emulsão asfáltica: RR-2C
CBUQ – Capa de Rolamento	5	- DNIT 129/2011 - ES - Módulo de Resiliência ≥ 5.000 MPa
Pintura de ligação	-	Emulsão asfáltica: RR-2C
CBUQ – Capa de Rolamento	6	- DNIT 129/2011 - ES - Módulo de Resiliência ≥ 5.000 MPa
Imprimação	-	- Emulsão Asfáltica Imprimante - EAI
Base (Brita Graduada Simples)	19	- DER/SP: ET-DE-P00/008 - CBR $\geq 100\%$ - Expansão $> 0,3\%$ - Módulo de Resiliência ≥ 260 MPa
Sub-base (Solo local com adição de 4% de cal)	30 ⁽¹⁾	- DNIT 422/2019 - ES - CBR $\geq 20,0\%$ - Expansão $\leq 1,0 \%$ - Módulo de Resiliência ≥ 168 MPa
Regularização e Compactação do Subleito (solo local)	-(2)	- DNIT 137/2010 - ES - CBR $\geq 7,0\%$ - Expansão $\leq 2,0 \%$ - Módulo de Resiliência ≥ 50 MPa

⁽¹⁾ A estrutura de sub-base deverá ser executada em duas camadas de 15 cm cada.

⁽²⁾ Quando for alcançado o nível da plataforma dos cortes devem ser verificadas as condições do solo “in natura” nas camadas superficiais (0,60m superiores, equivalente a camada final do aterro), em termos de grau de compactação. Os segmentos que não atingirem as condições mínimas de compactação devem ser escarificados, homogeneizados, levados à umidade adequada e, então, devidamente compactados, de sorte a alcançar a energia estabelecida no projeto.

Para que o dimensionamento do pavimento tenha validade, é necessário atender as especificações técnicas apresentadas ao final deste relatório e àquelas expostas na Tabela 3.38 e na Tabela 3.39.

Tabela 3.38. Deflexões admissíveis para Estrutura Proposta 2 (laterítico)

Camada	Ordem construtiva	Deflexão Admissível	Deflexão do Controle Tecnológico
CBUQ – Capa de Rolamento	3ª Camada de 5 cm	$38,9 \times 10^{-2}$ mm	$< 38 \times 10^{-2}$ mm
	2ª Camada de 5 cm	$47,9 \times 10^{-2}$ mm	$< 47 \times 10^{-2}$ mm
	1ª Camada de 5 cm	$60,2 \times 10^{-2}$ mm	$< 60 \times 10^{-2}$ mm
Base	Camada única de 15 cm	$71,0 \times 10^{-2}$ mm	$< 71 \times 10^{-2}$ mm
Sub-base	2ª Camada de 15 cm	$94,3 \times 10^{-2}$ mm	$< 94 \times 10^{-2}$ mm
	1ª Camada de 15 cm	$118,0 \times 10^{-2}$ mm	$< 118 \times 10^{-2}$ mm
Subleito	Camada única	$128,0 \times 10^{-2}$ mm	$< 128 \times 10^{-2}$ mm

Tabela 3.39. Deflexões admissíveis para Estrutura Proposta 3 (não laterítico)

Camada	Ordem construtiva	Deflexão Admissível	Deflexão do Controle Tecnológico
CBUQ – Capa de Rolamento	3ª Camada de 5 cm	$42,3 \times 10^{-2}$ mm	$< 42 \times 10^{-2}$ mm
	2ª Camada de 5 cm	$50,7 \times 10^{-2}$ mm	$< 50 \times 10^{-2}$ mm
	1ª Camada de 6 cm	$62,5 \times 10^{-2}$ mm	$< 62 \times 10^{-2}$ mm
Base	Camada única de 19 cm	$76,6 \times 10^{-2}$ mm	$< 76 \times 10^{-2}$ mm
Sub-base	2ª Camada de 15 cm	$111,0 \times 10^{-2}$ mm	$< 111 \times 10^{-2}$ mm
	1ª Camada de 15 cm	$145,0 \times 10^{-2}$ mm	$< 145 \times 10^{-2}$ mm
Subleito	Camada única	$166,0 \times 10^{-2}$ mm	$< 166 \times 10^{-2}$ mm

4 PROJETO DE RESTAURAÇÃO DO PAVIMENTO FLEXÍVEL

4.1 Introdução

O presente projeto trata da concepção das soluções para restauração dos pavimentos flexíveis da Rodovia DF-003 (EPIA) e via STN, conforme trechos indicados na Tabela 4.1 e ilustrados na Figura 4.1.

Tabela 4.1. Trechos de Restauração da Rodovia DF-003 (EPIA) e da via STN

Trecho	Descrição	Estaca início	Estaca fim	Faixas	Extensão (km)
1	EPIA - Sentido Norte (Antes da STN)	0+00	12+50	FD/FM	1,25
2	STN - Sentido Plano Piloto	0+00	12+00	FD/FM	1,20
3	STN - Sentido EPIA	0+00	12+00	FD/FM	1,20
4	EPIA - Sentido Norte (Depois da STN)	0+00	4+20	FD/FM	0,42
5	EPIA - Sentido Sul	0+00	26+40	FD/FM	2,64



Figura 4.1. Mapa dos Trechos de Restauração da Rodovia DF-003 (EPIA) e da via STN (Fonte: Relatório de Estudos Geotécnicos Ligação STN-EPIA – Setor Noroeste. Agosto 2021)

4.2 Levantamentos de Campo

Os estudos e análises utilizados para a elaboração do projeto foram a avaliação objetiva dos pavimentos e os levantamentos deflectométricos com viga Benkelman. Os relatórios de levantamentos constam nos Anexos 1 e 2 do Produto 6 - Estudos de Pavimento, respectivamente.

4.2.1 Avaliação Objetiva da Superfície de Pavimentos Flexíveis

A campanha de avaliação objetiva do pavimento foi realizada seguindo as recomendações previstas nas normas brasileiras DNIT 006/2003-PRO “Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento” e DNIT 005/2003-TER “Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos – Terminologia”.

O Relatório Técnico dos levantamentos de campo é apresentado no Anexo 1 do Produto 6 – Estudos de Pavimento e referem-se às inspeções realizadas nos trechos descritos na Tabela 4.1.

4.2.2 Levantamento Deflectométrico (Viga Benkelman)

O levantamento das deflexões do pavimento tem como objetivo a avaliação da influência da passagem de cargas sobre o pavimento e como este se comporta quando submetido a estas solicitações. Uma forma de aquisição destes dados é com a utilização da viga Benkelman, que consiste em uma alavanca em que uma de suas extremidades se encontra no pavimento e a outra aciona um extensômetro. Assim, posiciona-se a viga no eixo de carga de um caminhão com peso conhecido e anota-se a variação de leituras no extensômetro em função do deslocamento do caminhão.

O Relatório Técnico dos levantamentos de campo é apresentado no Anexo 2 do Produto 6 - Estudos de Pavimento e referem-se às inspeções realizadas nos trechos descritos na Tabela 4.1.

4.2.3 Sondagens e Ensaio de Laboratório

Para subsidiar os dimensionamentos pelo método da resiliência TECNAPAV (DNER PRO-269/94) e pelo método deflectométrico segundo DNER PRO-11/79, foram realizadas sondagens a cada dois quilômetros, atentando para obtenção de, no mínimo, uma sondagem por trecho. Foram realizadas sondagens SPT, sondagens a trado e aberturas de janelas de inspeção.

Em cada ponto de sondagem foram determinados expeditamente características das camadas de pavimento e subleito.

Em relação às amostras, foram realizados ensaios de caracterização, granulometria por peneiramento e sedimentação, índice de suporte California (ISC/CBR), limites de liquidez e plasticidade, densidade in situ e ensaio de penetração.

Os resultados das sondagens encontram-se no Produto 5 - Estudos Geotécnicos.

4.2.4 Definição dos Segmentos Homogêneos

A definição dos segmentos de comportamento homogêneo considerou a extensão máxima de 2.000 metros de pista, assim como os aspectos de deflexões e condições de superfície. Para cada segmento foram feitas as análises estatísticas de acordo com a metodologia preconizada pelo DNIT, a fim de obter parâmetros representativos para a avaliação funcional e estrutural do pavimento.

Nesse sentido, os trechos 1, 2, 3 e 4 não sofreram segmentação, enquanto o trecho 5 foi segmentado, conforme indica a Tabela 4.2.

Tabela 4.2. Segmentos Homogêneos

Trecho	Segmento Homogêneo	km inicial	km final	Extensão total
1 - EPIA - Sentido Norte (Antes da STN)	1	0,000	1,250	1,250
2 - STN - Sentido Plano Piloto	1	0,000	1,200	1,250
3 - STN - Sentido EPIA	1	0,000	1,200	1,250
4 - EPIA - Sentido Norte (Depois da STN)	1	0,000	0,420	1,250
5 - EPIA - Sentido Sul	1	0,000	2,050	2,640
	2	2,050	2,400	
	3	2,400	2,640	

4.3 Metodologia Adotada para o Dimensionamento

O dimensionamento do reforço do pavimento foi realizado segundo dois métodos: o método da resiliência TECNAPAV (DNER PRO-269/94) e o método deflectométrico segundo DNER PRO-11/79. Assim, a avaliação da solução mais adequada considerou as intervenções sugeridas pelos dois métodos, assim como os levantamentos da condição de superfície do pavimento.

4.3.1 Deflexões Recuperáveis

As deflexões recuperáveis representam comportamento elástico da estrutura e foram aplicadas da mesma forma para ambos os métodos de dimensionamento TECNAPAV (DNER PRO-269/94) e DNER PRO-11/79. Os dados foram obtidos segundo preconiza a norma rodoviária DNER-ME 024-94 de determinação das deflexões pela viga Benkelman e encontram-se no Anexo 2 do Produto 6 - Estudos de Pavimento.

4.3.2 Método TECNAPAV DNER PRO-269/94

O método da resiliência (TECNAPAV) é fundamentado em modelos de fadiga de materiais betuminosos, resiliência de solos finos e granulares e nas tensões e deformações da teoria da elasticidade não linear.

Em relação às amostras, foram realizados ensaios de caracterização, granulometria por peneiramento e sedimentação, índice de suporte California (ISC/CBR), limites de liquidez e plasticidade e ensaio de penetração. Para o método TECNAPAV, foram aplicados os resultados de caracterização, CBR e de granulometria por sedimentação para avaliação do teor de silte no subleito.

Foi aplicado o método de dimensionamento de reforço com mistura nova, considerando a estrutura de referência de três camadas do TECNAPAV, conforme Figura 4.2.



Figura 4.2. Estrutura de referência do TECNAPAV (DNER PRO-269/94 TECNAPAV)

4.3.2.1 Cálculo das Deflexões Características

A partir das deflexões recuperáveis Anexo 2 do Produto 6 - Estudos de Pavimento, foi definida para cada segmento homogêneo a deflexão característica de acordo com a seguinte equação:

$$(D_c = \bar{x} + \sigma)$$

onde:

D_c = deflexão característica;

$\bar{x}$ = média aritmética das deflexões de campo;

σ = desvio – padrão da amostra.

4.3.2.2 Cálculo das espessuras efetivas (h_{ef}) de revestimento betuminoso e levantamento das espessuras existentes (h_e e h_{cg})

As espessuras existentes de revestimento betuminoso (h_e) e de camada granular (h_{cg}) e , assim como de todas as camadas do pavimento, foram levantadas a partir da abertura de janelas de inspeção, constantes no Produto 5 - Estudos Geotécnicos.

As espessuras efetivas (h_{ef}) são calculadas conforme equação a seguir:

$$h_{ef} = - 5,737 + \frac{807,961}{D_c} + 0,972 I_1 + 4,101 I_2$$

Onde:

h_{ef} = espessura efetiva (cm);

D_c = deflexão característica (0,01 mm);

I_1 e I_2 = constantes relacionadas com as características resilientes da 3ª camada da estrutura de referência e de acordo com os seguintes casos indicados na Figura 4.3.

Caso 1 - Espessura da camada granular (Hcg) é menor ou igual a 45cm

3ª camada Tipo I: $I_1 = 0$ $I_2 = 0$

3ª camada Tipo II: $I_1 = 1$ $I_2 = 0$

3ª camada Tipo III: $I_1 = 0$ $I_2 = 1$

Caso 2 - Espessura da camada granular (Hcg) é maior do que 45cm, adotar:

$I_1 = 0$ e $I_2 = 1$

Caso 3 - O hef calculado deve estar compreendido entre os intervalos:

$0 \leq \text{hef} \leq \text{he}$ Se $\text{hef} < 0$, adotar $\text{hef} = 0$
Se $\text{hef} > \text{he}$, adotar $\text{hef} = \text{he}$

onde:

he - espessura da camada betuminosa existente, em cm.

Caso 4 - Quando o grau de trincamento do revestimento existente for superior a 50% ou o somatório de $\text{FC-2} + \text{FC-3} > 80\%$ e $\text{FC-3} > 30\%$ pode ser conveniente adotar o limite inferior do hef, bem como considerar a solução de recapeamento em camadas integradas de CBUQ e pré-misturado, com a finalidade de minimizar o fenômeno de reflexão de trincas no revestimento projetado.

Figura 4.3. Definição dos índices da 3ª camada (DNER PRO-269/94 TECNAPAV)

4.3.2.3 Classificação do solo de fundação

O percentual de silte no solo de fundação deve ser calculado segundo a equação a seguir:

$$S = 100 - \frac{P_1}{P_2} \times 100$$

Onde:

S = Silte, em %;

P_1 = percentagem, em peso, de material passante na peneira de 0,005mm;

P_2 = percentagem, em peso, de material passante na peneira de 0,075mm.

Deste modo, associando o percentual de silte ao CBR, é possível realizar a classificação do solo de fundação, conforme indica a Figura 4.4.

CBR %	S%		
	≤ 35	35 a 65	> 65
≥ 10	I	II	III
6 a 9	II	II	III
2 a 5	III	III	III

Figura 4.4. Classificação dos solos (DNER PRO-269/94 TECNAPAV)

4.3.2.4 Cálculo da deflexão máxima permissível

$$\log \bar{D} = 3,148 - 0,188 \log N_p$$

Onde:

$\bar{D}$ = deflexão máxima permissível (0,01 mm);

N_p = Número N.

4.3.2.5 Cálculo da espessura de reforço com mistura nova

A espessura de reforço com mistura nova é calculada a partir da seguinte equação:

$$HR = -19,015 + \frac{238,14}{\bar{D}^{1/2}} - 1,357 h_{ef} + 1,014 I_1 + 3,893 I_2$$

Onde:

HR = espessura de reforço.

4.3.3 Método DNER PRO-011/79

4.3.3.1 Cálculo das Deflexões Características e de Projeto

A partir das deflexões recuperáveis Anexo 2 do Produto 6 - Estudos de Pavimento, foi definida para cada segmento homogêneo a deflexão característica de acordo com a seguinte equação:

$$D_c = \bar{D} + \sigma$$

onde:

D_c = deflexão característica;

$\bar{D}$ = média aritmética das deflexões de campo;

σ = desvio – padrão da amostra.

A deflexão de projeto (D_p) foi considerada como sendo igual à deflexão característica, adotando-se, portanto, um fator sazonal igual a 1,0, uma vez que os levantamentos foram realizados em período chuvoso.

4.3.3.2 Deflexão Admissível

Para pavimentos flexíveis, constituídos de revestimento de concreto betuminoso executado sobre camada granular, o valor da deflexão admissível, em 0,01 mm, é dado pela seguinte fórmula:

$$D_{adm} = 10^{(3,01 - 0,176 \times \log N)}$$

onde:

D_{adm} = deflexão admissível;

N = número de repetições de carga equivalentes ao eixo padrão de 8,2 tf.

4.3.3.3 Dimensionamento de Reforço do Pavimento

Para cada segmento homogêneo definido, foi calculada a espessura de reforço do pavimento necessária, em termos de concreto betuminoso. O cálculo da espessura de reforço é dado pela seguinte equação:

$$h_{cb} = 40 \log \frac{D_p}{D_{adm}}$$

onde:

h_{cb} = espessura do reforço do pavimento;

D_p = deflexão de projeto;

D_{adm} = deflexão admissível.

4.3.3.4 Solução Indicada pelo Catálogo de Soluções Técnicas - DNIT

Com base nos estudos técnicos foram adotadas soluções de restaurações do pavimento conforme Catálogo de Soluções Técnicas – DNIT e soluções de reforço calculadas pelo PRO – 11/79 para um horizonte de 10 anos.

4.4 Soluções de Projeto

4.4.1 Resultado do dimensionamento TECNAPAV DNER PRO-269/94

A partir das deflexões obtidas pelo equipamento Viga Benkelman, ao IGG, aos resultados obtidos nos ensaios de Índice de Suporte Califórnia (ISC/CBR) e granulometria por peneiramento e sedimentação para avaliação do teor de silte no subleito, o dimensionamento resultou nas espessuras de reforço indicadas na Tabela 4.3, segundo casos de recapeamento definidos na Figura 4.5.

Tabela 4.3. Dimensionamento de reforço Norma DNER PRO-269/94 TECNAPAV

Trecho	SH	km inicial	km final	Extensão total	IGG	Classif. do IGG	Número NUSACE 10 anos	Raio (m)	DNER-PRO-269/94 TECNAPAV											
									Dc (0,01 mm)	He (cm)	Hcg (cm)	Tipo Subleito	I1	I2	Da (0,01 mm)	CBR Subleito %	S Subleito %	Hef (cm)	Caso	Reforço Calculado (cm)
1 - EPIA - Sentido Norte (Antes da STN)	1	0,000	1,250	1,250	19	Ótimo	6,0E+07	561	40,63	14	36	II	1	0	48,56	8,40	32,16	14,0	Caso 4	0,0
2 - STN - Sentido Plano Piloto	1	0,000	1,200	1,200	22	Bom	1,1E+07	321	97,88	5	39	III	0	1	66,27	5,50	24,55	5,0	Caso 1	7,5
3 - STN - Sentido EPIA	1	0,000	1,200	1,200	41	Regular	1,1E+07	444	70,25	5	25	II	1	0	66,27	8,50	22,82	5,0	Caso 1	4,5
4 - EPIA - Sentido Norte (Depois da STN)	1	0,000	0,420	0,420	16	Ótimo	6,0E+07	665	47,48	13	65	II	0	1	48,56	6,50	23,29	13,0	Caso 4	1,5
5 - EPIA - Sentido Sul	1	0,000	2,050		69	Regular		578	38,39	14	33	II	1	0	48,65	8,40	28,65	14,0	Caso 4	0,0
	2	2,050	2,400	2,640	102	Ruim	5,9E+07	578	44,83	13	54	II	0	1	48,65	8,30	26,43	13,0	Caso 4	1,5
	3	2,400	2,640		72	Regular		525	28,28	13	54	II	0	1	48,65	8,30	26,43	13,0	Caso 4	1,5

9.3.7 Solução de recapeamento

Caso 1: Para $3 < HR \leq 12,5\text{cm}$ a subdivisão em camadas integradas de CBUQ e pré-misturado ou camada única de CBUQ (binder e capa), são alternativas que podem ser consideradas a partir das condições de superfície existente, contemplando as características de deformabilidade das misturas betuminosas a serem utilizadas;

Caso 2: Para $12,5 < HR \leq 25\text{cm}$ é recomendada a adoção de camadas integradas dos tipos CBUQ e pré-misturado, de acordo com o seguinte procedimento:

$$H_{pm} = 0,60 \text{ HR}$$

$$H_{CA} = HR - H_{pm}$$

onde:

H_{pm} - espessura de pré-misturado, em cm;

H_{CA} - espessura de concreto asfáltico, em cm;

HR - espessura de reforço em concreto asfáltico, calculada no item 9.3.6, em cm.

Caso 3: Para $HR > 25\text{cm}$ as camadas integradas não devem ser constituídas exclusivamente de misturas betuminosas.

Para esta situação, deve-se verificar, também, a necessidade de remoção do revestimento existente ou camadas subjacentes, com a reconstrução da estrutura do pavimento.

Caso 4: Para $HR \leq 3\text{cm}$ e a partir da análise da condição do pavimento existente, segundo as indicações do item 9.2, poderão ser contempladas soluções com lama asfáltica ou tratamento superficial.

Caso 5: Se as restrições econômicas condicionarem uma espessura máxima para HR inferior ao valor calculado segundo o item 9.3.6, deve ser avaliada a deflexão $\bar{D}$ e determinado o valor de N_t correspondente, pela expressão:

$$\log N_t = \frac{3,148 - \log \bar{D}}{0,188}$$

Figura 4.5. Casos para definição da solução de recapeamento (DNER PRO-269/94 TECNAPAV)

4.4.2 Resultado do dimensionamento DNER PRO-011/79

Para as deflexões obtidas pelo equipamento Viga Benkelman somadas ao cálculo de IGG, o dimensionamento resultou nas espessuras de reforço indicadas na Tabela 4.4, que tiveram como base para dimensionamento o indicado na Tabela 4.5, extraída da norma DNER PRO-011/79.

Tabela 4.4. Dimensionamento de reforço Norma DNER PRO-011/79

Trecho	SH	km inicial	km final	Extensão total	IGG	Classif. do IGG	Número N _{USACE} 10 anos	Raio (m)	DNER PRO-011/79						
									Dp (0,01 mm)	Da (0,01 mm)	Hipótese	Qualidade Estrutural	Critério para Cálculo de Reforço	Medidas Corretivas	Reforço Calculado (cm)
1 - EPIA - Sentido Norte (Antes da STN)	1	0,000	1,250	1,250	19	Ótimo	6,0E+07	561	40,63	43,81	I	Boa	-	Apenas superficiais	0,00
2 - STN - Sentido Plano Piloto	1	0,000	1,200	1,200	22	Bom	1,1E+07	321	97,88	58,61	IIA	Regular	Deflectométrico	Reforço	9,00
3 - STN - Sentido EPIA	1	0,000	1,200	1,200	41	Regular	1,1E+07	449	70,25	58,61	IIA	Regular	Deflectométrico	Reforço	3,50
4 - EPIA - Sentido Norte (Depois da STN)	1	0,000	0,420	0,420	16	Ótimo	6,0E+07	665	47,48	43,81	IIA	Regular	Deflectométrico	Reforço	1,50
5 - EPIA - Sentido Sul	1	0,000	2,050		69	Regular		578	38,39	43,89	I	Boa	-	Apenas superficiais	0,00
	2	2,050	2,400	2,640	102	Ruim	5,9E+07	578	44,83	43,89	IIA	Regular	Deflectométrico	Reforço	0,50
	3	2,400	2,640		72	Regular		525	28,28	43,89	I	Boa	-	Apenas superficiais	0,00

Tabela 4.5. DNER PRO-011/79: Critérios para Avaliação Estrutural

Hipótese	Dados Deflectométricos obtidos	Qualidade Estrutural	Necessidade de Estudos Complementares	Critério para Cálculo de Reforço	Medidas Corretivas
I	$D_p \leq D_{adm}$ $R \geq 100$	BOA	NÃO		Apenas correções de superfície
II	$D_p > D_{adm}$ $R \geq 100$	Se $D_p \leq 3 D_{adm}$ REGULAR	NÃO	Deflectométrico	Reforço
		Se $D_p > 3 D_{adm}$ MÁ	SIM	Deflectométrico e Resistência	Reforço ou Reconstrução
III	$D_p \leq D_{adm}$ $R < 100$	REGULAR PARA MÁ	SIM	Deflectométrico e Resistência	Reforço ou Reconstrução
IV	$D_p > D_{adm}$ $R < 100$	MÁ	SIM	Resistência	Reforço ou Reconstrução
V	—	MÁ O pavimento apresenta deformações permanentes e rupturas plásticas generalizadas ($IGG > 180$).	SIM	Resistência	Reconstrução

4.4.3 Definição de Soluções de Recuperação

Foram propostas soluções considerando os dimensionamentos segundo TECNAPAV DNER PRO-269/94 e DNER PRO-011/79, considerando as deflexões obtidas por Viga Benkelman e as condições de superfície e os degraus existentes, assim como as sondagens e ensaios realizados (Produto 6 - Estudos Geotécnicos).

Para as vias em questão, são propostas soluções preliminares (Tabela 4.6) e soluções finais de recuperação do pavimento (Tabela 4.7), todas baseadas no que preconiza o Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (DNIT, 2006). As soluções preliminares comportam trabalhos preparatórios para a restauração do pavimento, tais como selagem de trincas, reparos localizados e remendos profundos. As soluções finais representam as camadas finais de reforço ou rejuvenescimento do pavimento das faixas de rolamento, acostamentos e retornos.

Tabela 4.6. Definição de Soluções Preliminares

Trecho	km inicial	km final	Soluções Preliminares		
			% área P, E, Ex e R	% área Afundamentos	% área FC-1
			RL	RP	ST
1 - EPIA - Sentido Norte (Antes da STN)	0,000	1,250	8,6%	0,0%	6,5%
2 - STN - Sentido Plano Piloto	0,000	1,200	3,2%	0,0%	40,9%
3 - STN - Sentido EPIA	0,000	1,200	6,5%	8,6%	30,1%
4 - EPIA - Sentido Norte (Depois da STN)	0,000	0,420	3,0%	0,0%	9,1%
5 - EPIA - Sentido Sul	0,000	2,050	14,4%	1,0%	22,4%
	2,050	2,400	2,5%	0,5%	2,0%
	2,400	2,640	5,0%	0,5%	6,0%
<i>RL: Reparo Localizado RP: Remendo Profundo ST: Selagem de Trincas</i>					

Tabela 4.7. Definição de Soluções

Trecho	SH	km inicial	km final	Extensão total	IGG	Número NUSACE 10 anos	DNER PRO- 011/79	DNER PRO- 269/94 TECNA-PAV	Soluções Finais		
							Reforço Calculado (cm)	Reforço Calculado (cm)	Solução Final de Pista	Solução Final de Acostamento	Solução Faixas de Aceleração e Desaceleração/Retornos (se degraus > 5 cm)
1 - EPIA - Sentido Norte (Antes da STN)	1	0,000	1,250	1,250	19	6,0E+07	0,0	0,0	Fresagem com Recomp CBUQ-faixa C 15% (3 cm) + Microrrevestimento faixa III 100%	CBUQ-faixa C (4 cm)	Microrrevestimento faixa III
2 - STN - Sentido Plano Piloto	1	0,000	1,200	1,200	22	1,1E+07	9,0	7,5	Reconstrução: Capa 3ª camada: CBUQ-faixa C (5 cm) Capa 2ª camada: CBUQ-faixa C (5 cm) Capa 1ª camada: CBUQ-faixa C (6 cm) Base (19 cm) Sub-base 2ª camada (15 cm) Sub-base 1ª camada (15 cm) Subleito	-	Microrrevestimento faixa III
3 - STN - Sentido EPIA	1	0,000	1,200	1,200	41	1,1E+07	3,5	4,5	Fresagem com Recomp CBUQ-faixa C 15% (3 cm) + CBUQ-faixa C (5 cm)	-	CBUQ-faixa C (4 cm)
4 - EPIA - Sentido Norte (Depois da STN)	1	0,000	0,420	0,420	16	6,0E+07	1,5	1,5	CBUQ-faixa C (3 cm)	CBUQ-faixa C (5 cm)	Microrrevestimento faixa III
5 - EPIA - Sentido Sul	1	0,000	2,050		69		0,0	0,0	Fresagem com Recomp CBUQ-faixa C 10% (3 cm) + Microrrevestimento faixa III 100%	CBUQ-faixa C (4 cm)	Microrrevestimento faixa III
	2	2,050	2,400	2,640	102	5,9E+07	0,5	1,5	Fresagem com Recomp CBUQ-faixa C 5% (3 cm) + CBUQ-faixa C (3 cm)	CBUQ-faixa C (6 cm)	Microrrevestimento faixa III
	3	2,400	2,640		72		0,0	1,5	CBUQ-faixa C (3 cm)	CBUQ-faixa C (6 cm)	Microrrevestimento faixa III

Tabela 4.8 – Definição de Soluções Finais

Trecho	SH	km inicial	km final	Extensão total	Número NUSACE 10 anos	Soluções Finais		
						Solução Final de Pista	Solução Final de Acostamento	Solução Faixas de Aceleração e Desaceleração/Retornos (se degraus > 5 cm)
1 - EPIA - Sentido Norte (Antes da STN)	1	0,000	1,250	1,250	6,0E+07	Fresagem com Recomp CBUQ-faixa C 15% (3 cm) + Microrrevestimento faixa III 100%	CBUQ-faixa C (4 cm)	Microrrevestimento faixa III
2 - STN - Sentido Plano Piloto	1	0,000	1,200	1,200	1,1E+07	Reconstrução: Capa 3ª camada: CBUQ-faixa C (5 cm) Capa 2ª camada: CBUQ-faixa C (5 cm) Capa 1ª camada: CBUQ-faixa C (6 cm) Base (19 cm) Sub-base 2ª camada (15 cm) Sub-base 1ª camada (15 cm) Subleito	-	Microrrevestimento faixa III
3 - STN - Sentido EPIA	1	0,000	1,200	1,200	1,1E+07	Fresagem com Recomp CBUQ-faixa C 15% (3 cm) + CBUQ-faixa C (5 cm)	-	CBUQ-faixa C (4 cm)
4 - EPIA - Sentido Norte (Depois da STN)	1	0,000	0,420	0,420	6,0E+07	CBUQ-faixa C (3 cm)	CBUQ-faixa C (5 cm)	Microrrevestimento faixa III
5 - EPIA - Sentido Sul	1	0,000	2,050	2,640	5,9E+07	Fresagem com Recomp CBUQ-faixa C 10% (3 cm) + Microrrevestimento faixa III 100%	CBUQ-faixa C (4 cm)	Microrrevestimento faixa III
	2*	2,050	2,640			Fresagem com Recomp CBUQ-faixa C 5% (3 cm) + CBUQ-faixa C (3 cm)	CBUQ-faixa C (6 cm)	Microrrevestimento faixa III

* O Trecho 5 conta com dimensionamento respeitando a segmentação homogênea que resultou em 3 SH. Contudo, para fins exclusivamente práticos, tendo em vista as soluções de cunho semelhante, nessa tabela os segmentos 2 e 3 foram unificados como SH2. O ajuste em nada altera o dimensionamento realizado.

a) Solução Preliminar Geral - Selagem de Trincas

A selagem de trincas foi estabelecida nos locais onde cabe a recuperação de fissuras e trincas (exceto trincas de fadiga ou couro de jacaré). Neste caso, buscando a minimização da propagação de trincas nas camadas de reforço, a selagem deve ser executada previamente ao reforço ou camada final de revestimento, conforme especificação de soluções finais.

As especificações técnicas de materiais e serviços são descritas no Capítulo **Erro! Fonte de referência não encontrada.** deste relatório.

b) Solução Preliminar Geral - Reparo Localizado de Panelas, Escorregamentos, Exsudação e Remendos

Os defeitos como panelas, escorregamentos, exsudação e remendos indicam demanda do pavimento por melhorias estruturais. Assim, para acomodar reforço, tais defeitos devem ser sofrer reparo localizado prévio.

O percentual da área a ser reparada em cada trecho foi levantado de forma preliminar através da avaliação objetiva do pavimento, e anexado na Tabela 4.6. Este levantamento indica a existência dos defeitos, mas não indica precisamente sua área. Deste modo, cabe execução do reparo indicado exclusivamente e pontualmente onde forem constatados os defeitos pertinentes.

Nos trechos onde for prevista fresagem, esta deve ser executada anteriormente ao reparo localizado. Após a execução do reparo localizado, cabe a recomposição da espessura de fresagem com CBUQ faixa C, conforme especificação de soluções finais.

As especificações técnicas de materiais e serviços são descritas no Capítulo **Erro! Fonte de referência não encontrada.** deste relatório.

c) Solução Preliminar Geral - Remendo Profundo em Afundamentos

Afundamentos indicam deficiência estruturais no pavimento, podendo afetar revestimento e, eventualmente, camadas inferiores do pavimento. Dessa maneira, ficam estabelecidos remendos profundos para correção dos afundamentos existentes no pavimento, sendo este reparo de caráter permanente.

O percentual da área a ser reparada em cada trecho foi levantado de forma preliminar através da avaliação objetiva do pavimento, e anexado na Tabela 4.6. Este levantamento indica a existência dos defeitos, mas não indica precisamente sua área. Deste modo, cabe execução do reparo indicado exclusivamente e pontualmente onde forem constatados os defeitos pertinentes.

Nos trechos onde for prevista fresagem, esta deve ser executada anteriormente ao remendo profundo. Após a execução do remendo profundo, cabe a recomposição da espessura de fresagem com CBUQ faixa C, conforme especificação de soluções finais.

As especificações técnicas de materiais e serviços são descritas no Capítulo **Erro! Fonte de referência não encontrada.** deste relatório.

d) Solução Final – Trecho 1: EPIA - Sentido Norte (Antes da STN)

- Pista – Trecho 1:

Os dimensionamentos do trecho 1 pelas normas DNER PRO-11/79 e DNER PRO-269/94 TECNAPAV indicaram espessura de reforço nula. Neste caso, restam atender às necessidades superficiais do pavimento.

Para isso, foram previstos de 3 cm de fresagem à frio descontínua (15%) de revestimento com recomposição de CBUQ (faixa C) na mesma espessura para atender às trincas FC-2 e FC-3, principalmente couro de jacaré e trincas de fadiga. A fresagem deve ser executada anteriormente aos reparos localizados à selagem de trincas. Após a execução das soluções preliminares, cabe a recomposição da espessura fresada com CBUQ.

A fresagem deve ser executada conforme a distribuição das trincas mais severas, segundo unifilar de fresagem no Anexo A realizado a partir da avaliação objetiva do pavimento.

Após a recomposição da espessura fresada com CBUQ, uma vez que o dimensionamento indicou necessidade apenas de intervenções superficiais, cabe indicar a aplicação de microrrevestimento em toda a extensão do trecho para rejuvenescimento da superfície de rolamento.

- Acostamentos – Trecho 1:

Buscando reduzir o elevado degrau existente, 7,5 cm, e manter o revestimento em CBUQ, é previsto para os trechos de acostamento um reforço de 4 cm de CBUQ (faixa C).

- Faixas de Aceleração e Desaceleração/Retornos – Trecho 1:

Os retornos e faixas de aceleração e desaceleração podem potencialmente enfrentar degraus elevados quando encontram a pista de rolamento. Embora não tenham sido indicadas as condições dos degraus existentes entre retornos e pista de rolamento, entende-se ser necessário sugerir soluções para a mitigação desta condição, caso os degraus resultantes sejam maiores que 5 cm. Deste modo, considerando que os retornos do Trecho 1 dão acesso ao Trecho 5 e, ainda, levando em conta as soluções do Trecho 5, sugere-se aplicação de microrrevestimento em todo o retorno e faixas de aceleração e desaceleração.

As especificações técnicas de materiais e serviços são descritas no Capítulo **Erro! Fonte de referência não encontrada.** deste relatório.

e) Solução Final – Trecho 2: STN - Sentido Plano Piloto

- Pista – Trecho 2:

Os dimensionamentos do trecho 2 pelas normas DNER PRO-11/79 e DNER PRO-269/94 TECNAPAV indicaram espessuras de reforço de 9,0 cm e 7,5 cm,

respectivamente. Neste caso, além das necessidades superficiais do pavimento, as normas especificam alto reforço estrutural. Por se tratar de uma espessura de reforço elevada, o degrau final entre a pista e as faixas de aceleração e desaceleração dos retornos e acessos seria excessivo. Considerando, deste modo, o reforço elevado, os degraus resultantes inapropriados e a condição de superfície da pista, foi considerado para o trecho 2 a solução de reconstrução total do pavimento. A estrutura deve ser coerente com a estrutura proposta 3 de pavimento flexível para implantação em solo não laterítico indicada na Tabela 3.39 e replicada na Tabela 4.7. A solução consta apresentada no Capítulo 4 de dimensionamento do pavimento flexível.

Para definição dessa solução, levou-se em consideração que os trechos a serem implantados segundo a proposta 3 representam no projeto vias de acesso direto ao trecho 2. Desta forma, considera-se fundamental a compatibilidade estrutural e de trafegabilidade das estruturas, buscando a segurança da via. Ainda, o trecho 2 apresenta CBR de 5,5% e número N de $1,1E+07$, representando condições ligeiramente melhores do que as premissas da proposta 3 de pavimento flexível. Sendo assim, considera-se adequada a solução de reconstrução.

- Faixas de Aceleração e Desaceleração/Retornos – Trecho 2:

Uma vez que a solução proposta para o trecho 2 é de reconstrução, os retornos e faixas de aceleração e desaceleração contam com a solução de microrrevestimento para elevação da vida útil, rejuvenescimento do pavimento e melhoria da trafegabilidade da via STN como um todo.

As especificações técnicas de materiais e serviços são descritas no Capítulo **Erro! Fonte de referência não encontrada.** deste relatório.

f) Solução Final – Trecho 3: STN - Sentido EPIA

- Pista – Trecho 3:

Os dimensionamentos do trecho 3 pelas normas DNER PRO-11/79 e DNER PRO-269/94 TECNAPAV indicaram espessuras de reforço de 3,5 cm e 4,5 cm, respectivamente. Neste caso, além das necessidades superficiais do pavimento, cabe especificação de reforço estrutural, considerando o resultado de 4,5 cm obtido pela DNER PRO-269/94 TECNAPAV.

Considerando a presença de trincas FC-2 e FC-3, principalmente couro de jacaré e trincas de fadiga, foram previstos de 3 cm de fresagem à frio descontínua (15%) de revestimento com recomposição de CBUQ (faixa C) na mesma espessura. A fresagem deve ser executada anteriormente aos remendos profundos, reparos localizados e à selagem de trincas. Após a execução das soluções preliminares, cabe a recomposição da espessura fresada com CBUQ.

A fresagem deve ser executada conforme a distribuição das trincas mais severas, segundo unifilar de fresagem no Anexo A realizado a partir da avaliação objetiva do pavimento.

Após a recomposição da espessura fresada com CBUQ, cabe indicar a aplicação de camada de reforço adicional de 5 cm de CBUQ (faixa C) em toda a extensão do trecho.

- Faixas de Aceleração e Desaceleração/Retornos – Trecho 3:

Os retornos e faixas de aceleração e desaceleração podem potencialmente enfrentar degraus elevados quando encontram a pista de rolamento. Embora não tenham sido indicadas as condições dos degraus existentes entre retornos e pista de rolamento, entende-se ser necessário sugerir soluções para a mitigação desta condição, caso os degraus resultantes sejam maiores que 5 cm.

Dadas as camadas de reforço aplicadas no Trecho 2 (9 cm) e no Trecho 3 (4 cm), os retornos entre os trechos podem sofrer com elevados degraus. Para solucionar este problema, aumentar a vida útil do pavimento como um todo e, ainda, guardar compatibilidade com a solução de restauração aplicada ao Trecho 2 (STN – sentido Plano Piloto), resta indicado reforço de 4 cm nos pavimentos de retornos e faixas de aceleração e desaceleração.

As especificações técnicas de materiais e serviços são descritas no Capítulo **Erro! Fonte de referência não encontrada.** deste relatório.

g) Solução Final – Trecho 4: EPIA - Sentido Norte (Depois da STN)

- Pista – Trecho 4:

Os dimensionamentos do trecho 4 pelas normas DNER PRO-11/79 e DNER PRO-269/94 TECNAPAV indicaram espessuras de reforço de 1,5 cm. Neste caso, além das necessidades superficiais do pavimento, cabe especificação de reforço estrutural.

As soluções preliminares de reparos localizados e selagem de trincas devem ser executadas primeiramente. Após a execução das soluções preliminares, cabe indicar a aplicação de camada de reforço adicional de 3 cm de CBUQ (faixa C) em toda a extensão do trecho. Apesar de o dimensionamento indicar 1,5 cm, a espessura mínima de 3 cm é aplicável, uma vez que o diâmetro máximo do agregado deve ser inferior a 2/3 da espessura da camada, conforme o normativo DNIT 031/2006 ES.

- Acostamentos – Trecho 4:

Buscando reduzir o elevado degrau existente, 7,3 cm, e manter o revestimento em CBUQ, é previsto para os trechos de acostamento um reforço de 5 cm de CBUQ (faixa C).

- Faixas de Aceleração e Desaceleração/Retornos – Trecho 4:

Os retornos e faixas de aceleração e desaceleração podem potencialmente enfrentar degraus elevados quando encontram a pista de rolamento. Embora não tenham sido indicadas as condições dos degraus existentes entre retornos e pista de rolamento, entende-se ser necessário sugerir soluções para a mitigação desta condição, caso os degraus resultantes sejam maiores que 5 cm. Deste modo, considerando que os retornos do Trecho 4 dão acesso ao Trecho 5 e, ainda, levando em conta as soluções do Trecho 5, sugere-se aplicação de microrrevestimento em todo o retorno e faixas de aceleração e desaceleração.

As especificações técnicas de materiais e serviços são descritas no Capítulo **Erro! Fonte de referência não encontrada.** deste relatório.

h) Solução Final – Trecho 5: EPIA - Sentido Sul

O trecho 5 foi dividido em três segmentos homogêneos, tais como sugeridos na Tabela 4.2 e resumidos na Tabela 4.9. Para fins exclusivamente práticos e sem prejuízo do dimensionamento realizado segundo os normativos referenciados, os segmentos 2 e 3 foram unificados, conforme indicado na Tabela 4.8.

Tabela 4.9. Segmentação Homogênea do Trecho 5

Trecho	Segmento Homogêneo	km inicial	km final	SH final		
				SH	km inicial	km final
5 - EPIA - Sentido Sul	SH 1	0,000	2,050	SH1	0,000	2,050
	SH 2	2,050	2,400	SH2*	2,050	2,640
	SH 3	2,400	2,640			

** O Trecho 5 conta com dimensionamento respeitando a segmentação homogênea que resultou em 3 SH. Contudo, para fins exclusivamente práticos, tendo em vista as soluções de cunho semelhante, nessa tabela os segmentos 2 e 3 foram unificados como SH2. O ajuste em nada altera o dimensionamento realizado.*

As soluções encontram-se descritas a seguir.

- Pista – Trecho 5:

SH 1:

Os dimensionamentos do SH 1 do trecho 5 pelas normas DNER PRO-11/79 e DNER PRO-269/94 TECNAPAV indicaram espessura de reforço nula. Neste caso, restam atender às necessidades superficiais do pavimento.

Para isso, foram previstos de 3 cm de fresagem à frio descontínua (10%) de revestimento com recomposição de CBUQ (faixa C) na mesma espessura para atender às trincas FC-2 e FC-3, principalmente couro de jacaré e trincas de fadiga. A fresagem deve ser executada anteriormente aos remendos profundos, aos reparos localizados e à selagem de trincas. Após a execução das soluções preliminares, cabe a recomposição da espessura fresada com CBUQ.

A fresagem deve ser executada conforme a distribuição das trincas mais severas, segundo unifilar de fresagem no Anexo A realizado a partir da avaliação objetiva do pavimento.

Após a recomposição da espessura fresada com CBUQ, uma vez que o dimensionamento indicou necessidade apenas de intervenções superficiais, cabe indicar a aplicação de microrrevestimento em toda a extensão do segmento para rejuvenescimento da superfície de rolamento.

SH 2:

Os dimensionamentos do SH 2 do trecho 5 pelas normas DNER PRO-11/79 e DNER PRO-269/94 TECNAPAV indicaram espessuras de reforço de 0,5 cm e 1,5 cm, respectivamente. Neste caso, além das necessidades superficiais do pavimento, cabe especificação de reforço estrutural, considerando o resultado de 1,5 cm obtido pela DNER PRO-269/94 TECNAPAV.

Considerando a presença de trincas FC-2 e FC-3, principalmente couro de jacaré e trincas de fadiga, foram previstos de 3 cm de fresagem à frio descontínua (5%) de revestimento com recomposição de CBUQ (faixa C) na mesma espessura. A fresagem deve ser executada anteriormente aos remendos profundos, reparos localizados e à selagem de trincas. Após a execução das soluções preliminares, cabe a recomposição da espessura fresada com CBUQ.

A fresagem deve ser executada conforme a distribuição das trincas mais severas, segundo unifilar de fresagem no Anexo A realizado a partir da avaliação objetiva do pavimento.

Após a recomposição da espessura fresada com CBUQ, cabe indicar a aplicação de camada de reforço adicional de 3 cm de CBUQ (faixa C) em toda a extensão do segmento. Apesar de o dimensionamento indicar 0,5 cm, a espessura mínima de 3 cm é aplicável, uma vez que o diâmetro máximo do agregado deve ser inferior a 2/3 da espessura da camada, conforme o normativo DNIT 031/2006 ES.

SH 3:

Os dimensionamentos do SH 3 do trecho 5 pelas normas DNER PRO-11/79 e DNER PRO-269/94 TECNAPAV indicaram espessuras de reforço 0,0 cm e 1,5 cm, respectivamente. Neste caso, além das necessidades superficiais do pavimento, cabe especificação de reforço estrutural, considerando o resultado de 1,5 cm obtido pela DNER PRO-269/94 TECNAPAV.

Após a execução das soluções preliminares, uma vez que o dimensionamento indicou necessidade apenas de intervenções superficiais, cabe indicar a de camada de reforço adicional de 3 cm de CBUQ (faixa C) em toda a extensão do segmento.

SH2*:

Com base na união dos segmentos 2 e 3, conforme indicado na Tabela 4.8 e Tabela 4.9, resume-se as explanações realizadas acima pela solução de 3 cm de fresagem à frio descontínua (5% da área) de revestimento seguida de recomposição de CBUQ (faixa C) de 3 cm na mesma área.

A fresagem será ser executada previamente aos remendos profundos, reparos localizados e à selagem de trincas, e deve respeitar o unifilar de fresagem indicado no Anexo A. Após a execução das soluções preliminares, cabe a recomposição da espessura fresada com CBUQ.

Após a recomposição da espessura fresada com CBUQ em 5% do segmento, deve ser realizada a aplicação de camada de reforço adicional de 3 cm de CBUQ (faixa C) em toda a extensão do segmento.

- Acostamentos – Trecho 5:

Buscando reduzir o elevado degrau existente (SH1 = 7,5 cm; SH2 = 7,8 cm; e SH3 = 7,5 cm) e mitigar o degrau resultante do reforço da pista de rolamento, é previsto para os trechos de acostamento as espessuras de reforço indicadas a seguir:

SH 1: 4,0 cm de CBUQ (faixa C)

SH 2: 6,0 cm de CBUQ (faixa C)

SH 3: 6,0 cm de CBUQ (faixa C)

- Faixas de Aceleração e Desaceleração/Retornos – Trecho 5:

Os retornos e faixas de aceleração e desaceleração podem potencialmente enfrentar degraus elevados quando encontram a pista de rolamento. Embora não tenham sido indicadas as condições dos degraus existentes entre retornos e pista de rolamento, entende-se ser necessário sugerir soluções para a mitigação desta condição, caso os degraus resultantes sejam maiores que 5 cm. Deste modo, considerando que os retornos do Trecho 5 dão acesso aos Trechos 1 e 4 e, ainda, levando em conta as soluções desses trechos, sugere-se aplicação de microrrevestimento em todos os retornos e faixas de aceleração e desaceleração.

As especificações técnicas de materiais e serviços são descritas no Capítulo **Erro! Fonte de referência não encontrada.** deste relatório.

4.4.4 Resumo das soluções de recuperação

A Tabela 4.10 apresenta um quadro resumo de soluções e a Tabela 4.11 apresenta as deflexões admissíveis. Essas informações são complementarmente ilustradas nos Unifilares de Fresagem do Anexo A.

Tabela 4.10. Quadro resumo de soluções

Trecho	SH	km inicial	km final	Extensão total	Número NUSACE 10 anos	Soluções Preliminares			Soluções Finais		
						% área P, E, Ex e R	% área Afund	% área FC-1	Solução Final de Pista	Solução Final de Acostamento	Solução Faixas de Aceleração e Desaceleração/Retornos (se degraus > 5 cm)
						RL	RP	ST			
1 - EPIA - Sentido Norte (Antes da STN)	1	0,000	1,250	1,250	6,0E+07	8,6%	0,0%	6,5%	Fresagem com Recomp CBUQ-faixa C 15% (3 cm) + Microrrevestimento faixa III 100%	CBUQ-faixa C (4 cm)	Microrrevestimento faixa III
2 - STN - Sentido Plano Piloto	1	0,000	1,200	1,200	1,1E+07	-	-	-	Reconstrução	-	Microrrevestimento faixa III
3 - STN - Sentido EPIA	1	0,000	1,200	1,200	1,1E+07	6,5%	8,6%	30,1%	Fresagem com Recomp CBUQ-faixa C 15% (3 cm) + CBUQ-faixa C (5 cm)	-	CBUQ-faixa C (4 cm)
4 - EPIA - Sentido Norte (Depois da STN)	1	0,000	0,420	0,420	6,0E+07	3,0%	0,0%	9,1%	CBUQ-faixa C (3 cm)	CBUQ-faixa C (5 cm)	Microrrevestimento faixa III
	1	0,000	2,050			14,4%	1,0%	22,4%	Fresagem com Recomp CBUQ-faixa C 10% (3 cm) + Microrrevestimento faixa III 100%	CBUQ-faixa C (4 cm)	Microrrevestimento faixa III
5 - EPIA - Sentido Sul	2	2,050	2,400	2,640	5,9E+07	2,5%	0,5%	2,0%	Fresagem com Recomp CBUQ-faixa C 5% (3 cm) + CBUQ-faixa C (3 cm)	CBUQ-faixa C (6 cm)	Microrrevestimento faixa III
	3	2,400	2,640			5,0%	0,5%	6,0%	CBUQ-faixa C (3 cm)	CBUQ-faixa C (6 cm)	Microrrevestimento faixa III
RL: Reparo Localizado RP: Remendo Profundo ST: Selagem de Trincas											

Tabela 4.11. Deflexões admissíveis nos trechos de restauração

Trecho	SH	km inicial	km final	Extensão total	DNER PRO-011/79		DNER-PRO-269/94 TECNAPAV		Soluções Finais
					Deflexão admissível (0,01 mm)	Deflexão de Controle Tecnológico (0,01 mm)	Deflexão admissível (0,01 mm)	Deflexão de Controle Tecnológico (0,01 mm)	Solução Final de Pista
1 - EPIA - Sentido Norte (Antes da STN)	1	0,000	1,250	1,250	43,81	< 40	48,56	< 40	Fresagem com Recomp CBUQ-faixa C 15% (3 cm) + Microrrevestimento faixa III 100%
2 - STN - Sentido Plano Piloto	1	0,000	1,200	1,200	58,61	Conforme projeto de pavimento flexível novo	66,27	Conforme projeto de pavimento flexível novo	Reconstrução
3 - STN - Sentido EPIA	1	0,000	1,200	1,200	58,61	< 43	66,27	< 54	Fresagem com Recomp CBUQ-faixa C 15% (3 cm) + CBUQ-faixa C (5 cm)
4 - EPIA - Sentido Norte (Depois da STN)	1	0,000	0,420	0,420	43,81	< 36	48,56	< 45	CBUQ-faixa C (3 cm)
5 - EPIA - Sentido Sul	1	0,000	2,050	2,640	43,89	< 38	48,65	< 38	Fresagem com Recomp CBUQ-faixa C 10% (3 cm) + Microrrevestimento faixa III 100%
	2	2,050	2,400		43,89	< 36	48,65	< 44	Fresagem com Recomp CBUQ-faixa C 5% (3 cm) + CBUQ-faixa C (3 cm)
	3	2,400	2,640		43,89	< 28	48,65	< 28	CBUQ-faixa C (3 cm)

*Uma vez adotados os reforços calculados pela norma DNER-PRO-269/94 TECNAPAV, assumindo posicionamento conservador, as deflexões admissíveis para controle tecnológico devem ser utilizadas em consonância com o preconizado pelo mesmo normativo.

5 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE MATERIAIS E SERVIÇOS

A execução dos serviços de pavimentação deverá seguir rigorosamente as instruções de execução e especificações de materiais apresentadas nas normas técnicas do DNIT, sem as quais este dimensionamento não terá validade.

5.1 Cimento Asfáltico de Petróleo modificado por Polímero Elastomérico

O revestimento do pavimento flexível será executado em cimento asfáltico de petróleo modificado por polímero elastomérico. Os materiais utilizados, os equipamentos necessários, o processo executivo, o controle e a aceitação do serviço serão balizados pela Norma DNIT 129/2011.

Os cimentos asfálticos modificados por polímeros elastoméricos são classificados, segundo o ponto de amolecimento e a recuperação elástica a 25 °C. Para este projeto, indica-se o tipo 55/75-E que é detalhada na Tabela 5.1.

Tabela 5.1. Características do cimento asfáltico de petróleo modificado por polímero elastomérico (norma DNIT 129/2011-EM)

Características	Unidade	55/75-E	60/85-E	65/90-E	Método de Ensaio	
		Limite da Especificação			ABNT/NBR	DNIT-ME
Penetração 25°C, 5s, 100g	0,1 mm	45 – 70	40 - 70	40 - 70	-	155/2010
Ponto de Amolecimento, mín	°C	55	65	65	-	131/2010
Ponto de Fulgor, mín.	°C	235	235	235	11341	-
Viscosidade Brookfield a 135°C, spíndle 21, 20 rpm, máx.	cP	3000	3000	3000	15184	-
Viscosidade Brookfield a 150°C, spíndle 21, 50 rpm, máx.	cP	2000	2000	2000	15184	-
Viscosidade Brookfield a 177°C, spíndle 21, 100 rpm, máx.	cP	1000	1000	1000	15184	-
Ensaio de Separação de Fase, máx.	°C	5	5	5	15166	-
Recuperação Elástica a 25°C, 20 cm, mín.	%	75	85	90	-	130/2010
Ensaio do calor e do ar – RTFOT, 163°C, 85 minutos						
Variação de massa, máx., (1)	% massa	1,0	1,0	1,0	15235	-
Variação do PA, máx.	°C	-5 a +7	-5 a +7	-5 a +7	-	131/2010
Porcentagem de Penetração Original, mín	%	60	60	60	-	155/2010
Porcentagem de Recuperação Elástica Original a 25°C, mín.	%	80	80	80	-	130/2010

Dentre as recomendações contidas na especificação, para a capa de rolamento, destaca-se a necessidade particular deste projeto em atingir um módulo de resiliência maior ou igual a 5.000 MPa.

Destaca-se que caso seja desejável a utilização de materiais com especificações

diferentes das indicadas, os cálculos devem ser refeitos para se obter uma melhor relação de custo-benefício para a obra.

5.2 Cimento Asfáltico de Petróleo - Restauração

A restauração de pavimentos flexíveis prevê execução de reforço em CBUQ-faixa C. Tendo em vista o revestimento existente na via EPIA e buscando manter o padrão de comportamento físico e reológico do pavimento, cabe a utilização de cimento asfáltico de petróleo CAP 30-45 para fins de reforço.

Os materiais utilizados, a faixa granulométrica, os equipamentos necessários, o processo executivo, o controle e a aceitação do serviço serão balizados pela Norma DNIT 031/2006.

5.3 Microrrevestimento Asfáltico a frio modificado por Polímero

O microrrevestimento aplicado para rejuvenescimento do pavimento, em função de sua espessura reduzida, não deve possuir caráter estrutural relevante, sendo aplicado apenas em trechos onde o dimensionamento não indicar necessidade de reforço. Indica-se o microrrevestimento faixa III com espessura final mínima de 24 mm, executado em duas camadas de 12 mm cada.

Para execução do microrrevestimento asfáltico deve ser utilizada a emulsão asfáltica modificada por polímero elastomérico, de ruptura controlada, catiônica do tipo RC1C-E, em conformidade com a norma DNIT 128/2010-EM. Ainda que não esteja preconizado na norma DNIT 035/2018, o tempo de liberação ao tráfego deverá ser de 1h30, em acordo ao descrito na ES-P 30/17 do DER/PR.

Os materiais utilizados, a faixa granulométrica, os equipamentos necessários, o processo executivo, o controle e a aceitação do serviço serão balizados pela Norma DNIT 035/2018.

Destaca-se que caso seja desejável a utilização de materiais com especificações diferentes das indicadas, os cálculos devem ser refeitos para se obter uma melhor relação de custo-benefício para a obra.

5.4 Pintura de ligação

Para a pintura de ligação, prevista na estrutura do pavimento, o ligante asfáltico empregado deve ser do tipo RR-1C.

A taxa recomendada de ligante asfáltico residual é de 0,3 l/m² a 0,4 l/m. Antes da aplicação, a emulsão deve ser diluída na proporção de 1:1 com água a fim de garantir uniformidade na distribuição desta taxa residual. A taxa de aplicação da emulsão diluída é da ordem de 0,8 l/m² a 1,0 l/m².

Ressalta-se que a água deve ser isenta de teores nocivos de sais ácidos, álcalis, ou matéria orgânica e outras substâncias nocivas.

Os materiais utilizados, os equipamentos necessários, o processo executivo, o controle e a aceitação do serviço serão balizados pela NORMA DNIT 145/2010 - ES.

5.5 Imprimação betuminosa

Para a imprimação betuminosa deve-se empregar emulsão asfáltica do tipo EAI, em conformidade com a norma DNIT 165/2013 – EM. A taxa de aplicação “T” é aquela que pode ser absorvida pela base em 24 horas, devendo ser determinada experimentalmente na obra. Considerando tratar-se de emulsão asfáltica, as taxas de aplicação devem ser da ordem de 0,9 a 1,7 l/m².

Os materiais utilizados, os equipamentos necessários, o processo executivo, o controle e a aceitação do serviço deverão ser balizados pela Norma DNIT 144/2014 - ES.

5.6 Base: Brita Graduada Simples (BGS)

O material de base deverá ser constituído de brita graduada simples, atendendo as recomendações da Especificação Técnica do DER-SP, ET-DE-P00/008. Para essa especificação técnica destaca-se a requisição de um CBR maior ou igual a 100% e uma expansão inferior a 0,3%. Ademais, a utilização dos materiais estará restrita àqueles que se enquadram nas faixas granulométricas A ou B.

5.7 Sub-base: Solo melhorado com Cal (Adição de 4%)

O material de sub-base deverá ser constituído de solo local com adição de 4% de cal, atendendo as recomendações da Norma DNIT 422/2019 – ES. Destaca-se que a cal utilizada deve ser a mesma do ensaio descrito neste relatório, que é a cal hidratada CH-III. A mistura deverá ocorrer na pista e, assim, atenção especial deve ser atribuída ao item 5.4.1 “Mistura na pista” da norma DNIT 422/2019 – ES.

5.8 Subleito: Solo local

A Norma DNIT-108/2009 – ES cita que para efeito da execução do corpo de aterro, o material deverá apresentar capacidade de suporte adequada ($CBR \geq 2\%$) e expansão menor ou igual a 4%, fundamentados na compactação em energia Proctor normal (DNER-ME 129/94 – Método A). Com relação à execução da camada final dos aterros, a norma cita que o material deverá apresentar a melhor capacidade de suporte ($CBR \geq CBR_p$) e expansão menor ou igual a 2%, por intermédio dos ensaios de compactação em energia intermediária (DNER-ME 129/94 – Método B).

A Norma DNIT-106/2009 – ES, item 5.3.4 alínea “c” cita que quando for alcançado o

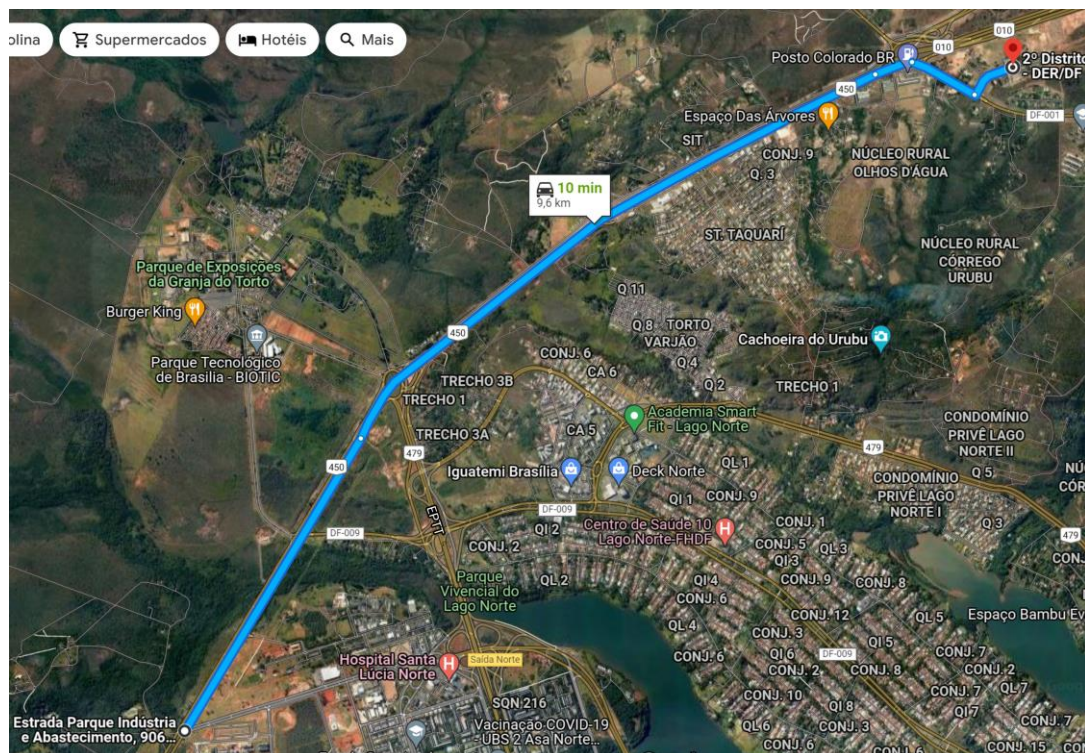
nível da plataforma dos cortes devem ser verificadas as condições do solo “in natura” nas camadas superficiais (0,60m superiores, equivalente a camada final do aterro), em termos de grau de compactação. Os segmentos que não atingirem as condições mínimas de compactação devem ser escarificados, homogeneizados, levados à umidade adequada e, então, devidamente compactados, de sorte a alcançar a energia estabelecida no projeto.

Com relação à regularização do subleito, serviço proposto para terraplenagem já concluída, o material empregado deverá ser proveniente do próprio subleito. Os materiais utilizados, os equipamentos necessários, o processo executivo, o controle e a aceitação do serviço serão balizados pela NORMA DNIT 137/2010 – ES.

Observa-se que caso durante a execução dos serviços forem encontrados materiais com expansão superior a 2% ou CBR inferior ou igual ao valor de projeto, deverá ser realizado um estudo específico do local, avaliando-se a possibilidade de substituição de material ou execução de camada de reforço.

5.9 Fresagem

Para o serviço de fresagem, os materiais utilizados, os equipamentos necessários, o processo executivo, o controle e a aceitação do serviço serão balizados pela norma DNER-ES 159/11. O bota-fora deste material será o pátio do 2º Distrito Rodoviário do DER/DF, que está localizado a 9,6 km do trecho em projeto (Figura 5.1).



5.10 Reparos Localizados e Remendos Profundos

Para o serviço de reparos localizados e remendos profundos, os materiais utilizados, os equipamentos necessários, o processo executivo, o controle e a aceitação do serviço serão balizados pela norma DNIT 154/2010 – ES. Os reparos localizados devem ser realizados com recorte, conforme conceito de “remendo técnico”, removendo a parcela de pavimento degradado.

5.11 Selagem de Trincas

Para o serviço de selagem de trincas, os materiais utilizados, os equipamentos necessários, o processo executivo, o controle e a aceitação do serviço serão balizados pela norma DNIT 083/2006 – ES.

6 APRESENTAÇÃO DO PROJETO

O Projeto de Pavimentação e Restauração é composto pelo seguinte conjunto de arquivos:

Tabela 6.1. Arquivos de Projeto

Arquivo	Descrição	Revisão
2101-PAV-RPE-R01	Relatório de Projeto / Unifilar de Fresagem / Fichas Resumo de Soluções	R01
2101-PAV-EX-001-R01	Projeto de Pavimentação - Geral	R01
2101-PAV-EX-002-R01	Projeto de Pavimentação - Seções	R01

7 ANEXOS

A. UNIFILAR DE FRESAGEM

Trecho 1 - EPIA - Sentido Norte (Antes da STN)				Unifilar de Fresagem		
Inicial	Final	km inicial	km final	FE	FM	FD
0+0	0+10	0,000	0,100			x
0+10	0+20	0,100	0,200			
0+20	0+30	0,200	0,300			
0+30	0+40	0,300	0,400			
0+40	0+50	0,400	0,500			
0+50	0+60	0,500	0,600			
0+60	0+70	0,600	0,700	x	x	x
0+70	0+80	0,700	0,800			x
0+80	0+90	0,800	0,900			
0+90	0+0	0,900	1,000			
1+0	1+10	1,000	1,100			
1+10	1+20	1,100	1,200			
1+20	1+25	1,200	1,250			

Tabela A.1. Unifilar de Fresagem – Trecho 1

Trecho 2 - STN - Sentido Plano Piloto				Unifilar de Fresagem		
Inicial	Final	km inicial	km final	FE	FM	FD
0+0	0+10	0,000	0,100			
0+10	0+20	0,100	0,200			
0+20	0+30	0,200	0,300			
0+30	0+40	0,300	0,400			
0+40	0+50	0,400	0,500			
0+50	0+60	0,500	0,600			
0+60	0+70	0,600	0,700			
0+70	0+80	0,700	0,800			
0+80	0+90	0,800	0,900			
0+90	1+0	0,900	1,000			
1+0	1+10	1,000	1,100			
1+10	1+20	1,100	1,200			

Tabela A.2. Unifilar de Fresagem – Trecho 2

Trecho 3 - STN - Sentido EPIA				Unifilar de Fresagem		
Inicial	Final	km inicial	km final	FE	FM	FD
0+0	0+10	0,000	0,100			
0+10	0+20	0,100	0,200			
0+20	0+30	0,200	0,300	x	x	
0+30	0+40	0,300	0,400			
0+40	0+50	0,400	0,500			
0+50	0+60	0,500	0,600			x
0+60	0+70	0,600	0,700			
0+70	0+80	0,700	0,800			
0+80	0+90	0,800	0,900			
0+90	1+0	0,900	1,000	x	x	
1+0	1+10	1,000	1,100			
1+10	1+20	1,100	1,200			

Tabela A.3. Unifilar de Fresagem – Trecho 3

Trecho 4 - EPIA - Sentido Norte (Depois da STN)				Unifilar de Fresagem		
Inicial	Final	km inicial	km final	FE	FM	FD
0+0	0+10	0,000	0,100			x
0+10	0+20	0,100	0,200	x	x	
0+20	0+30	0,200	0,300			
0+30	0+40	0,300	0,400			
0+40	0+42	0,400	0,420			

Tabela A.4. Unifilar de Fresagem – Trecho 4

Trecho 5 - EPIA - Sentido Sul				Unifilar de Fresagem		
Inicial	Final	km inicial	km final	FE	FM	FD
0+0	0+10	0,000	0,100			
0+10	0+20	0,100	0,200			
0+20	0+30	0,200	0,300	x	x	
0+30	0+40	0,300	0,400			
0+40	0+50	0,400	0,500			
0+50	0+60	0,500	0,600			
0+60	0+70	0,600	0,700			
0+70	0+80	0,700	0,800			
0+80	0+90	0,800	0,900			x
0+90	1+0	0,900	1,000			
1+0	1+10	1,000	1,100			
1+10	1+20	1,100	1,200			
1+20	1+30	1,200	1,300			
1+30	1+40	1,300	1,400			
1+40	1+50	1,400	1,500			
1+50	1+60	1,500	1,600			
1+60	1+70	1,600	1,700			x
1+70	1+80	1,700	1,800			
1+80	1+90	1,800	1,900			x
1+90	2+0	1,900	2,000			
2+0	2+10	2,000	2,100			x
2+10	2+20	2,100	2,200			x
2+20	2+30	2,200	2,300			
2+30	2+40	2,300	2,400			
2+40	2+50	2,400	2,500			
2+50	2+60	2,500	2,600			
2+60	2+64	2,600	2,640			

Tabela A.5. Unifilar de Fresagem – Trecho 5

B. FICHAS RESUMO DE SOLUÇÕES

FICHA RESUMO DE SOLUÇÕES - Trecho 1 - EPIA - Sentido Norte (Antes da STN)

Rodovia/Via:	003 (EPIA)	UF:	DF	Pista	Material	Espessura
Segmento:	do km 0,00	ao km 1,20		Revestimento	CBUQ	14,00 cm
	Pista:	Nº de faixas	Faixas:	Acostamento	Material	
	1,20 km	3	3,6 kmf	Revestimento	CBUQ	
				Degrau Médio	- (cm)LE	7,5 (cm)LD

Data: ago/21

IGG:	19	H reforço (cm):	0,00	VMD:	6249 veíc./dia	N (USACE):	6,0E+07
Dp	40,6 x10 ⁻² mm	Dadm	43,81 x10 ⁻² mm	VMDc:	4108 veíc./dia		

Fotos

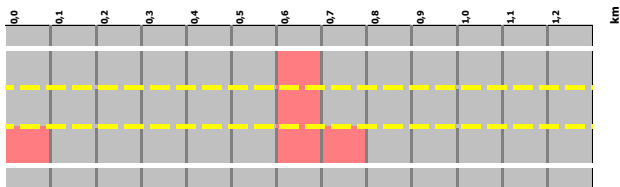


Solução

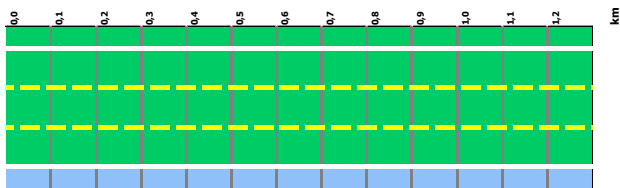
Pista de Rolamento				Acostamentos	
ST	X	RL	X	RP	
Prelim.	FR 15%	3 cm			Final CBUQ C 4 cm LD
Final	Micro 100%	1,5 cm			Retornos/Faixa Aceleração e Desaceleração
					Final Micro 1,5 cm LE

Linear de Soluções

Soluções Preliminares



Soluções Finais



Legenda de soluções

 CBUQ fx. C	 Micro à Frio	 FR - Fresagem e Recomp. CBUQ fx. C	 Reconstrução (proposta 3)
---	---	---	--

Projeto: Set/21

FICHA RESUMO DE SOLUÇÕES - Trecho 2 - STN - Sentido Plano Piloto

Rodovia/Via:	STN	UF:	DF	Pista	Material	Espessura
Segmento:	do km 0,00	ao km 1,25		Revestimento	CBUQ	5,00 cm
	Pista:	Nº de faixas	Faixas:	Acostamento	Material	
	1,25 km	3	3,8 kmf	Revestimento	-	
				Degrau Médio	- (cm)LE	- (cm)LD

Data: ago/21

IGG: **22**

H reforço (cm): -

VMD: **3225** veíc./dia

N (USACE): **1,1E+07**

Dp **97,9** x10⁻²mm

Dadm **58,61** x10⁻²mm

VMDc: **1533** veíc./dia

Fotos



Solução

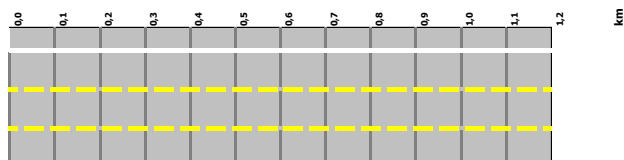
Pista de Rolamento			Acostamentos	
ST	RL	RP	Final	- cm
Prelim.				
Final	Reconst.			

Retornos/Faixa Aceleração e Desaceleração

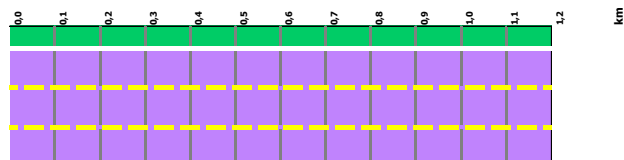
Final	Micro	1,5 cm LE
--------------	--------------	------------------

Linear de Soluções

Soluções Preliminares



Soluções Finais



Legenda de soluções

 CBUQ fx. C	 Micro à Frio	 FR - Fresagem e Recomp. CBUQ fx. C	 Reconstrução (proposta 3)
---	---	---	--

Projeto: Set/21

FICHA RESUMO DE SOLUÇÕES - Trecho 3 - STN - Sentido EPIA

Rodovia/Via:	STN	UF:	DF	Pista	Material	Espessura
Segmento:	do km 0,00	ao km 1,25		Revestimento	CBUQ	5,00 cm
	Pista:	Nº de faixas	Faixas:	Acostamento	Material	
	1,25 km	3	3,8 kmf	Revestimento	-	
				Degrau Médio	- (cm)LE	- (cm)LD

Data: ago/21

IGG:	41	H reforço (cm):	4,50	VMD:	3225 veíc./dia	N (USACE):	1,1E+07
Dp	70,3 x10 ⁻² mm	Dadm	58,61 x10 ⁻² mm	VMDc:	1533 veíc./dia		

Fotos

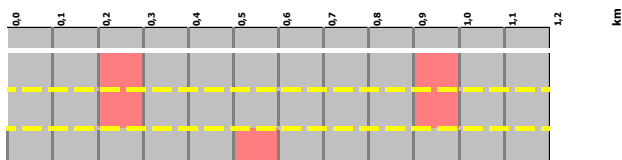


Solução

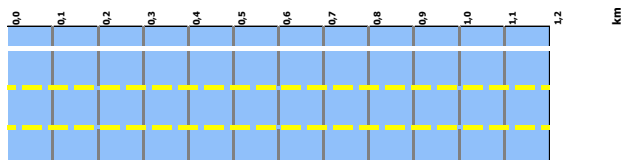
Pista de Rolamento				Acostamentos		
	ST	X	RL	X	RP	X
Prelim.	FR 15%		3 cm		Final	- cm
Final	CBUQ C 100%		5,0 cm		Retornos/Faixa Aceleração e Desaceleração	
					Final	CBUQ C 4,0 cm LE

Linear de Soluções

Soluções Preliminares



Soluções Finais



Legenda de soluções

 CBUQ fx. C	 Micro à Frio	 FR - Fresagem e Recomp. CBUQ fx. C	 Reconstrução (proposta 3)
---	---	---	--

Projeto: Set/21

FICHA RESUMO DE SOLUÇÕES - Trecho 4 - EPIA - Sentido Norte (Depois da STN)

Rodovia/Via: 003 (EPIA) UF: DF

Segmento: do km 0,00 ao km 0,42

Pista: 0,42 km N° de faixas: 3 Faixas: 1,3 kmf

Pista: Revestimento CBUQ Espessura: 13,00 cm

Acostamento: Revestimento CBUQ Material: (cm)LE 7,3 (cm)LD

Data: ago/21

IGG: 16 H reforço (cm): 1,50 VMD: 6249 veíc./dia N (USACE): 6,0E+07

Dp: 47,5 x10⁻²mm Dadm: 43,81 x10⁻²mm VMDc: 4108 veíc./dia

Fotos



Solução

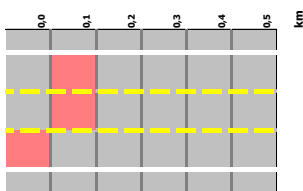
Pista de Rolamento: ST X RL X RP

Final CBUQ C 5 cm LD

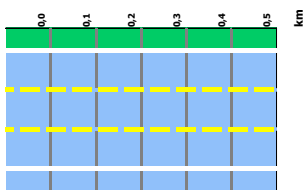
Retornos/Faixa Aceleração e Desaceleração: Final Micro 1,5 cm LE

Linear de Soluções

Soluções Preliminares



Soluções Finais



Legenda de soluções

CBUQ fx. C Micro à Frio FR - Fresagem e Recomp. CBUQ fx. C Reconstrução (proposta 3)

FICHA RESUMO DE SOLUÇÕES - Trecho 5 - EPIA - Sentido Sul (SH 1)

Rodovia/Via:	003 (EPIA)	UF:	DF	Pista	Material	Espessura
Segmento:	do km 0,00	ao km 2,05		Revestimento	CBUQ	13,00 cm
				Acostamento	Material	
Pista:	Nº de faixas	Faixas:		Revestimento	CBUQ	
2,05 km	3	6,2 kmf		Degrau Médio	- (cm)LE	7,5 (cm)LD

Data: ago/21

IGG:	69	H reforço (cm):	0,00	VMD:	5995	veíc./dia	N (USACE):	5,9E+07
Dp	38,4 x10 ⁻² mm	Dadm	43,89 x10 ⁻² mm	VMDc:	4098	veíc./dia		

Fotos

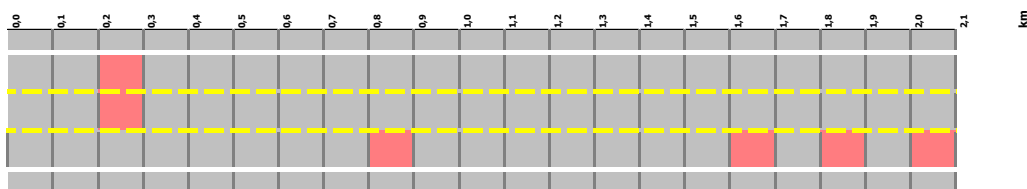


Solução

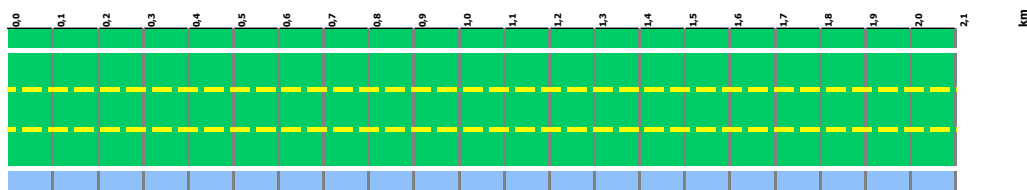
Pista de Rolamento				Acostamentos	
ST	X	RL	X	RP	X
Prelim.	FR 10%		3 cm	Final	CBUQ C 4 cm LD
Final	Micro 100%		1,5 cm	Retornos/Faixa Aceleração e Desaceleração	
				Final	Micro 1,5 cm LE

Linear de Soluções

Soluções Preliminares



Soluções Finais



Legenda de soluções

 CBUQ fx. C	 Micro à Frio	 FR - Fresagem e Recomp. CBUQ fx. C	 Reconstrução (proposta 3)
--	---	---	---

Projeto: Set/21

FICHA RESUMO DE SOLUÇÕES - Trecho 5 - EPIA - Sentido Sul (SH 2*)

Rodovia/Via: 003 (EPIA)

UF: DF

Pista

Material

Espessura

Segmento: do km 2,05

ao km 2,64

Revestimento

CBUQ

13,00 cm

Acostamento

Material

Revestimento

CBUQ

Degrau Médio

-(cm)LE 7,6 (cm)LD

Pista:

Nº de faixas

Faixas:

0,59 km

3

1,8 kmf

km 2,05 - km 2,40

km 2,40 - km 2,64

Data: ago/21

IGG: 102

72

H reforço (cm): 1,50

VMD: 5995 veíc./dia

N (USACE): 5,9E+07

Dp 44,8 x10⁻²mm

28,3 x10⁻²mm

Dadm 43,89 x10⁻²mm

VMDc: 4098 veíc./dia

Fotos



Solução

Pista de Rolamento

	ST	X	RL	X	RP	X
Prelim.		FR 5%		3		cm
Final		CBUQ C 100%		3,0		cm

Acostamentos

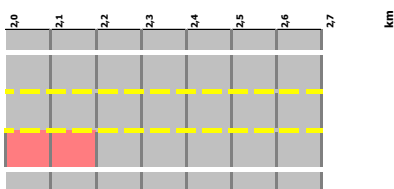
Final CBUQ C 6 cm LD

Retornos/Faixa Aceleração e Desaceleração

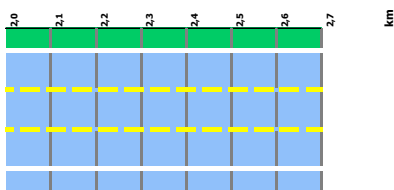
Final Micro 1,5 cm LE

Linear de Soluções

Soluções Preliminares



Soluções Finais



Legenda de soluções

CBUQ fx. C	Micro à Frio	FR - Fresagem e Recomp. CBUQ fx. C	Reconstrução (proposta 3)
------------	--------------	------------------------------------	---------------------------

Projeto: Set/21

8 PRANCHAS



DETALHE DE TRANSIÇÃO DO PAVIMENTO ENTRE SEÇÃO DE SOLO LATERÍTICO E NÃO LATERÍTICO

Formato A1: 841,00 x 594,00

LEGENDA

- TRECHO 01 - COM SOLO NÃO LATERÍTICO - PAVIMENTO NOVO
- TRECHO 01 - COM SOLO LATERÍTICO - PAVIMENTO NOVO
- TRECHO 02 - RESTAURAÇÃO
- TRECHO 03 - RESTAURAÇÃO
- TRECHO 04 - RESTAURAÇÃO
- TRECHO 05 - RESTAURAÇÃO
- TRANSIÇÃO DE PAVIMENTO PARA SOLO LATERÍTICO E NÃO LATERÍTICO

FUNÇÃO	NOME	CREA/CAU	ASSINATURA
COORDENAÇÃO/EXECUÇÃO	PAULO CAVALCANTI	CAU 880095-3	
COORDENAÇÃO/EXECUÇÃO	ANA CECÍLIA PARISI	CAU 880096-1	
EXECUÇÃO	THIAGO NOVAIS	CREA 147.293/D-MG	
EXECUÇÃO	JORDAN PAULO MEROS	CAU A55153-8	

Nº	DISCRIMINAÇÃO DAS REVISÕES	DATA
01	REVISÃO GERAL	FEV/2022
02	-	-
03	-	-
04	-	-
05	-	-
06	-	-
CONFERIDO	APROVADO	VISTO

TÍTULO/ESPECIFICAÇÃO DO DOCUMENTO		
	PROJETOS BÁSICO e BÁSICO DE ENGENHARIA DO SISTEMA VIÁRIO DE ACESSO AO SHCNW VIA STN e TERMINAL ASA NORTE	
ETAPA DE PROJETO EXECUTIVO	LOCAL: BRASILIA	PROJETO: PAULO CAVALCANTI
ESCALA: 1:2.000	TRECHO/SUBTRECHO: NOROESTE	PROJETO: ANA PARISI
FOLHA: 01/02	ESPECIALIDADE/SUBESPECIALIDADE: PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO - GERAL	CÁLCULO/DESENHO: JORDAN P. MEROS
REVISÃO: 01	CÓDIGO: 2101-PAV-EX-001-R01	DATA: FEVEREIRO/2022

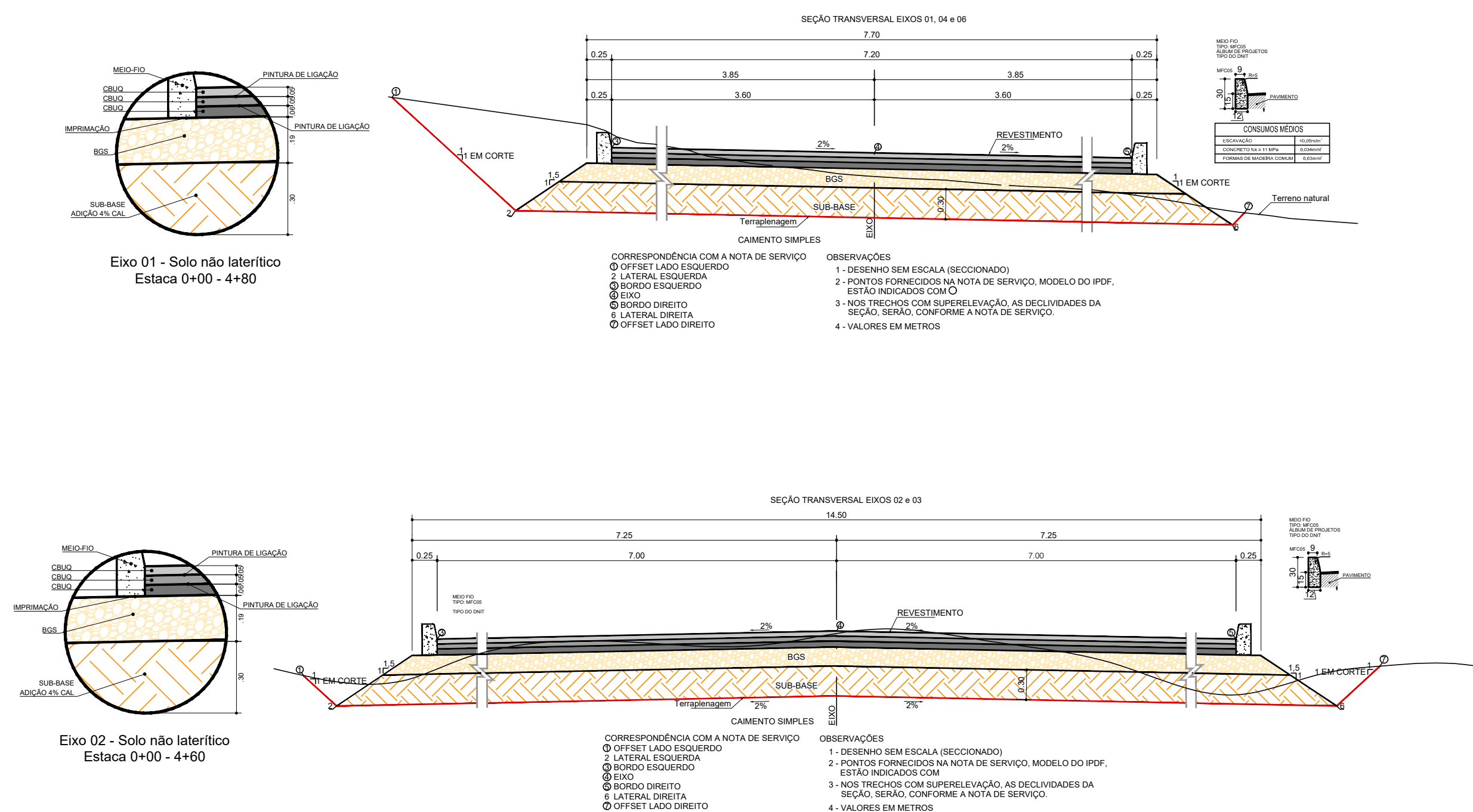
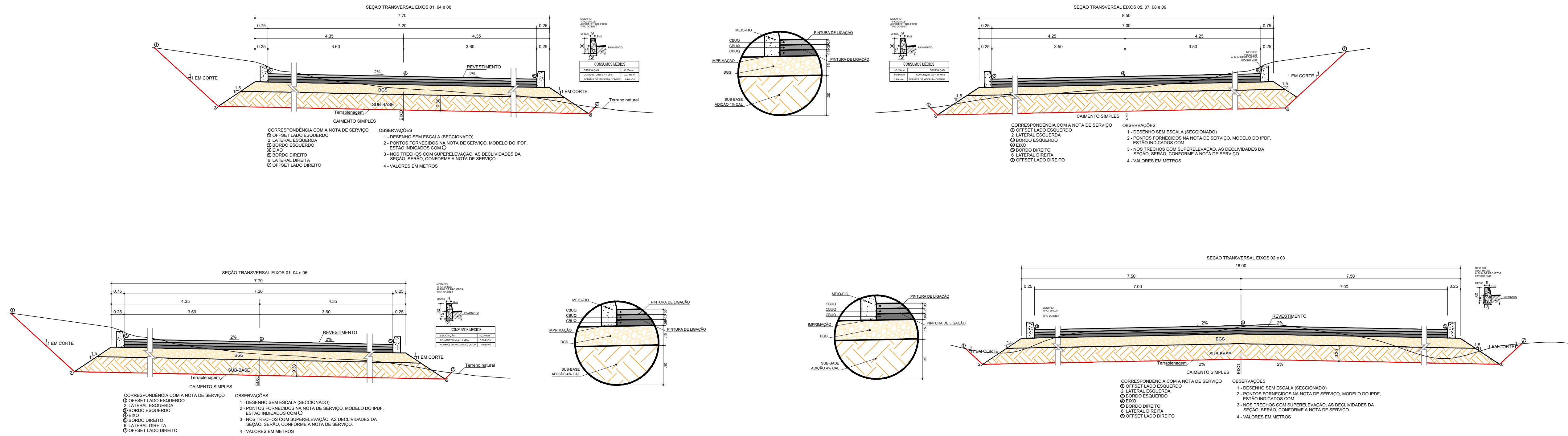
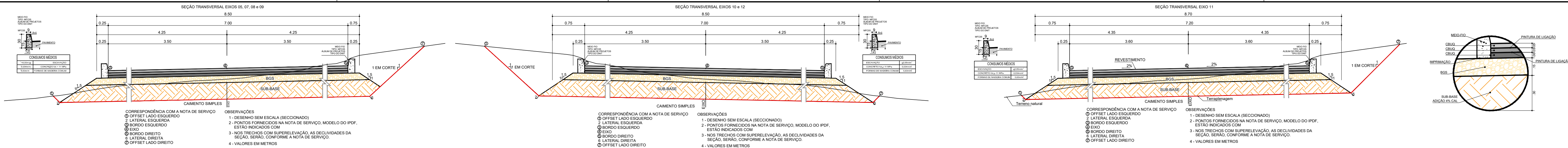


Tabela 3.38. Deflexões admissíveis para Estrutura Proposta 2 (laterítico)

Camada	Ordem construtiva	Deflexão Admissível	Deflexão do Controle Tecnológico
CBUQ – Capa de Rolamento	3ª Camada de 5 cm	$37,5 \times 10^{-2} \text{ mm}$	$< 37 \times 10^{-2} \text{ mm}$
	2ª Camada de 5 cm	$45,8 \times 10^{-2} \text{ mm}$	$< 45 \times 10^{-2} \text{ mm}$
	1ª Camada de 6 cm	$57,6 \times 10^{-2} \text{ mm}$	$< 57 \times 10^{-2} \text{ mm}$
Base	Camada única de 15 cm	$71,5 \times 10^{-2} \text{ mm}$	$< 71 \times 10^{-2} \text{ mm}$
Sub-base	2ª Camada de 15 cm	$94,3 \times 10^{-2} \text{ mm}$	$< 94 \times 10^{-2} \text{ mm}$
	1ª Camada de 15 cm	$118,0 \times 10^{-2} \text{ mm}$	$< 118 \times 10^{-2} \text{ mm}$
Subleito	Camada única	$128,0 \times 10^{-2} \text{ mm}$	$< 128 \times 10^{-2} \text{ mm}$

Tabela 3.39. Deflexões admissíveis para Estrutura Proposta 3 (não laterítico)

Camada	Ordem construtiva	Deflexão Admissível	Deflexão do Controle Tecnológico
CBUQ – Capa de Rolamento	3ª Camada de 5 cm	$42,3 \times 10^{-2} \text{ mm}$	$< 42 \times 10^{-2} \text{ mm}$
	2ª Camada de 5 cm	$50,7 \times 10^{-2} \text{ mm}$	$< 50 \times 10^{-2} \text{ mm}$
	1ª Camada de 6 cm	$62,5 \times 10^{-2} \text{ mm}$	$< 62 \times 10^{-2} \text{ mm}$
Base	Camada única de 19 cm	$76,6 \times 10^{-2} \text{ mm}$	$< 76 \times 10^{-2} \text{ mm}$
Sub-base	2ª Camada de 15 cm	$111,0 \times 10^{-2} \text{ mm}$	$< 111 \times 10^{-2} \text{ mm}$
	1ª Camada de 15 cm	$145,0 \times 10^{-2} \text{ mm}$	$< 145 \times 10^{-2} \text{ mm}$
Subleito	Camada única	$166,0 \times 10^{-2} \text{ mm}$	$< 166 \times 10^{-2} \text{ mm}$

FUNÇÃO	NOME	CREA/CAU	ASSINATURA
COORDENAÇÃO/EXECUÇÃO	PAULO CAVALCANTI	CAU A80095-3	<i>Paulo Cavalcanti</i>
COORDENAÇÃO/EXECUÇÃO	ANA CECÍLIA PARISI	CAU A80096-1	<i>Ana Cecília Parisi</i>
EXECUÇÃO	THIAGO NOVAIS	CREA 147.293/D-MG	<i>Thiago Novais</i>
EXECUÇÃO	JORDAN PAULO MEROS	CAU A55153-8	<i>Jordan Paulo Meros</i>
-	-	-	-

Nº	DISCRIMINAÇÃO DAS REVISÕES	DATA
01	REVISÃO GERAL	FEV/2022
02	-	-
03	-	-
04	-	-
05	-	-
06	-	-
CONFERIDO	APROVADO	VISTO

		TÍTULO/ESPECIFICAÇÃO DO DOCUMENTO			
		PROJETOS BÁSICO e BÁSICO DE ENGENHARIA DO SISTEMA VIÁRIO DE ACESSO AO SHCNW VIA STN e TERMINAL ASA NORTE		Arquitetura Planejamento e Transportes Ltda.	
ETAPA DE PROJETO BÁSICO		LOCAL		PROJETO PAULO CAVALCANTI	
ESCALA 1:2.000		TRECHO/SUBTRECHO NOROESTE		PROJETO ANA PARISI	
FOLHA 02/02		ESPECIALIDADE/SUBESPECIALIDADE PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO - SEÇÕES		CÁLCULO/DESENHO JORDAN P. MEROS	
REVISÃO 01		CÓDIGO 2101-PAV-EX-002-R01		DATA FEVEREIRO/2022	

9 ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA – ARTs

**CAU/BR**Conselho de Arquitetura
e Urbanismo do Brasil

Registro de Responsabilidade Técnica - RRT

RRT 10521574



Verificar Autenticidade

1. RESPONSÁVEL TÉCNICO

Nome Civil/Social: PAULO CAVALCANTI DE ALBUQUERQUE

Título Profissional: Arquiteto(a) e Urbanista

CPF: 357.XXX.XXX-34

Nº do Registro: 000A800953

1.1 Empresa Contratada

Razão Social: AeT Arquitetura, Planejamento e Transportes Ltda.

CNPJ: 01.XXX.XXX/0001-50

Nº Registro: PJ17703-2

2. DETALHES DO RRT

Nº do RRT: SI10521574R01CT001

Data de Cadastro: 01/02/2022

Data de Registro: 01/02/2022

Tipologia: Público

Modalidade: RRT SIMPLES

Forma de Registro: RETIFICADOR

Forma de Participação: EQUIPE

2.1 Valor do RRT

DOCUMENTO ISENTO DE PAGAMENTO

2.2 Equipe Técnica

Nome Civil/Social
ANA CECILIA PARISICPF
308.XXX.XXX-15

RRT Vinculado

3. DADOS DO SERVIÇO/CONTRATANTE

3.1 Serviço 001

Contratante: DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO DISTRITO FEDERAL

Tipo: Pessoa jurídica de direito privado

Valor do Serviço/Honorários: R\$372.635,45

CPF/CNPJ: 00.XXX.XXX/0001-03

Data de Início: 18/02/2021

Data de Previsão de Término:
20/02/2022

3.1.1 Dados da Obra/Serviço Técnico

CEP: 70620030

Logradouro: SAM

Bairro: SETORES COMPLEMENTARES

UF: DF

Nº: BLOCO C

Complemento: ED. SEDE DO DER/DF

Cidade: BRASÍLIA

Longitude:

Latitude:

3.1.2 Descrição da Obra/Serviço Técnico

Elaboração de Projetos Básico e Executivo de Engenharia, destinados à Implantação e Adequação do Sistema Viário de acesso à Via STN e ao Setor Noroeste pela W9 e W7 (SHCNW trecho 1), na Rodovia DF-003 (EPIA - Estrada Parque Indústria e Abastecimento) e o acesso/interligação do Sistema com o TAN - Terminal Asa Norte/BRT Norte, conforme todos os anexos do edital de Tomada de Preços Nº 006/2020 do Departamento de Estradas de Rodagem do Distrito Federal - DER/DF

3.1.3 Declaração de Acessibilidade

Declaro o atendimento às regras de acessibilidade previstas em legislação e em normas técnicas pertinentes para as

**CAU/BR**Conselho de Arquitetura
e Urbanismo do Brasil

Registro de Responsabilidade Técnica - RRT

RRT 10521574



Verificar Autenticidade

edificações abertas ao público, de uso público ou privativas de uso coletivo, conforme § 1º do art. 56 da Lei nº 13146, de 06 de julho de 2015.

3.1.4 Dados da Atividade Técnica

Grupo: PROJETO	Quantidade: 280
Atividade: 1.8.1 - Levantamento cadastral	Unidade: hora
Grupo: PROJETO	Quantidade: 280
Atividade: 1.8.8 - Projeto especializado de tráfego e trânsito de veículos e sistemas de estacionamento	Unidade: hora
Grupo: PROJETO	Quantidade: 280
Atividade: 1.8.7 - Projeto de sistema viário e acessibilidade	Unidade: hora
Grupo: PROJETO	Quantidade: 280
Atividade: 1.9.1 - Projeto de movimentação de terra, drenagem e pavimentação	Unidade: hora
Grupo: PROJETO	Quantidade: 280
Atividade: 1.9.4 - Projeto de sinalização viária	Unidade: hora
Grupo: PROJETO	Quantidade: 280
Atividade: 1.6.3 - Projeto de arquitetura paisagística	Unidade: hora
Grupo: PROJETO	Quantidade: 280
Atividade: 1.7.3 - Orçamento	Unidade: metro quadrado

4. RRT VINCULADO POR FORMA DE REGISTRO

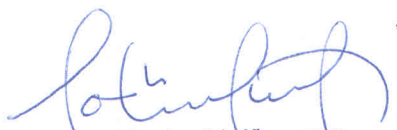
Nº do RRT	Contratante	Forma de Registro	Data de Registro
SI10521574I00CT001	DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO DISTRITO FEDERAL	INICIAL	02/03/2021
SI10521574R01CT001	DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO DISTRITO FEDERAL	RETIFICADOR	01/02/2022

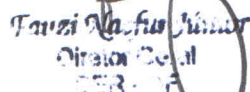
5. DECLARAÇÃO DE VERACIDADE

Declaro para os devidos fins de direitos e obrigações, sob as penas previstas na legislação vigente, que as informações cadastradas neste RRT são verdadeiras e de minha responsabilidade técnica e civil.

6. ASSINATURA ELETRÔNICA

Documento assinado eletronicamente por meio do SICCAU do arquiteto(a) e urbanista PAULO CAVALCANTI DE ALBUQUERQUE, registro CAU nº 000A800953, na data e hora: 01/02/2022 12:24:51, com o uso de login e de senha. O **CPF/CNPJ** está oculto visando proteger os direitos fundamentais de liberdade, privacidade e o livre desenvolvimento da personalidade da pessoa natural (**LGPD**)
A autenticidade deste RRT pode ser verificada em: <https://siccau.cau.br.gov.br/app/view/sight/externo?form=Servicos>, ou via QRCode.


Paulo Cavalcanti de Albuquerque
CAU A80095-3


Tarcis da Silva Junior
Diretor Geral
CER - 12

A autenticidade deste RRT pode ser verificada em: <https://siccau.cau.br.gov.br/app/view/sight/externo?form=Servicos>, ou via QRCode. Documento Impresso em: 01/02/2022 às 12:25:13 por: siccau, ip 10.128.0.1.



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-DF

ART Obra ou serviço
0720210014471

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Distrito Federal

1. Responsável Técnico

THIAGO PEIXOTO NOVAIS

Título profissional: **Engenheiro Civil**

RNP: **1410401294**

Registro: **147293/D-MG**

Empresa contratada: **VOLAR ENGENHARIA LTDA** Registro: **14457-DF**

2. Dados do Contrato

Contratante: **AET ARQUITETURA, PLANEJAMENTO E TRANSPORTES LTDA - EPP**

CPF/CNPJ: **01.136.983/0001-50**

SEPS 705/905

Número: 135

Bairro: **Asa Sul**

CEP: 70390-055

Cidade: **Brasília**

UF: DF

Complemento:

E-Mail: **pcavalbuq@gmail.com**

Fone: (61)32420564

Contrato:

Celebrado em: **18/02/2021**

Valor Obra/Serviço R\$: **36.000,00**

Vinculada a ART:

Tipo de contratante: **Pessoa Jurídica de Direito Privado**

Ação institucional: **Nenhuma/Não Aplicável**

3. Dados da Obra/Serviço

SAM Bloco C

Número: 133

Bairro: **Setores Complementares**

CEP: 70620-030

Cidade: **Brasília**

UF: DF

Complemento:

Data de Início: **18/02/2021**

Previsão término: **18/07/2021**

Coordenadas Geográficas: ,

Finalidade: **Infra-estrutura**

Código/Obra pública:

Proprietário: **Departamento de Estradas de Rodagem do Distrito Federal DER**

CPF/CNPJ: **00.070.532/0001-03**

E-Mail: **sutec@der.df.gov.br**

Fone: (61) 31115500

4. Atividade Técnica

Realização

Projeto Estudos geotécnicos
Projeto Executivo Fundações Estaca
Projeto Pavimentação asfáltica
Projeto Movimento de Terra Terraplanagem
Execução Levantamento topográfico Planialtimétrico
Orçamento Sistema Viário
Projeto Executivo Drenagem
Projeto Viadutos
Estudo de Viabilidade Ambiental Qualidade ambiental
Projeto Sinalização
Projeto Executivo Projeto Geométrico

Quantidade

Unidade

180,0000 homem hora
180,0000 homem hora
180,0000 homem hora
180,0000 homem hora
180,0000 homem hora
180,0000 homem hora
180,0000 homem hora
180,0000 homem hora
180,0000 homem hora
180,0000 homem hora
180,0000 homem hora

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

Elab. de Proj. Básico e Exec. de Eng., dest. à Impl. e Adequação do Sist.Viário de acesso à Via STN e ao Setor Noroeste pela W9 e W7 (SHCNW trecho 1), na Rod.DF-003 (EPIA – Estr. Parque Indústria e Abast.) e o acesso/interligação do Sist. com o TAN – Terminal Asa Norte/BRT Norte.

6. Declarações

Qualquer conflito ou litígio originado do presente contrato, bem como sua interpretação ou execução, será resolvido por arbitragem, de acordo com a Lei nº 9.307, de 23 de setembro de 1996, nos termos do respectivo regulamento de arbitragem que, expressamente, as partes declaram concordar.

Assinado de forma digital por:
THIAGO PEIXOTO NOVAIS:10154861693
NOVAIS:10154861693
Data: 2021.02.02 11:20:15 -03'00'

Profissional

Assinado de forma digital por:
PAULO CAVALCANTI DE ALBUQUERQUE:35727578434
ALBUQUERQUE:35727578434
Data: 2021.02.02 11:20:15 -03'00'

Contratante

Acessibilidade: Sim: Declaro atendimento às regras de acessibilidade, previstas nas normas técnicas da ABNT e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe

SENGE-DF

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

_____, de _____ de _____
Local _____ Data _____

Assinado de forma digital por **THIAGO PEIXOTO NOVAIS**:10154861693
NOVAIS:10154861693
Data: 2021.02.02 11:20:29 -03'00'

THIAGO PEIXOTO NOVAIS - CPF: 101.548.616-93
Assinado de forma digital por **PAULO CAVALCANTI DE ALBUQUERQUE**:35727578434
ALBUQUERQUE:35727578434
Data: 2021.02.02 11:27:11 -03'00'

AET ARQUITETURA, PLANEJAMENTO E TRANSPORTES LTDA - EPP -
CPF/CNPJ: **01.136.983/0001-50**

9. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante de pagamento ou conferência no site do Crea.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site: www.creadf.org.br
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.



www.creadf.org.br
informacao@creadf.org.br
Tel: (61) 3961-2800 Fax:



Valor da ART: R\$ 233,94 Registrada em: 01/03/2021 Valor Pago: R\$ 233,94 Nosso Número/Baixa: 0121012754



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-DF

ART Obra ou serviço
0720210014472

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Distrito Federal

1. Responsável Técnico

RENATO GRILLO ELY

Título profissional: **Engenheiro Civil**

RNP: **2204789143**

Registro: **13611/D-RS**

2. Dados do Contrato

Contratante: **AeT ARQUITETURA, PLANEJAMENTO E TRANSPORTES LTDA-EPP**

CPF/CNPJ: **01.136.983/0001-50**

SEPS 705/905

Número: 135

Bairro: Asa Sul

CEP: 70390-055

Cidade: Brasília

UF: DF

Complemento: Bloco A Ed. Santa Cruz

E-Mail: pcavalbuq@gmail.com

Fone: (61)32420564

Contrato:

Celebrado em: 18/02/2021

Valor Obra/Serviço R\$: 42.000,00

Vinculada a ART:

Tipo de contratante: Pessoa Jurídica de Direito Privado

Ação institucional: Nenhuma/Não Aplicável

3. Dados da Obra/Serviço

SAM Bloco C

Número: 133

Bairro: Setores Complementares

CEP: 70620-030

Cidade: Brasília

UF: DF

Complemento:

Data de Início: 18/02/2021

Previsão término: 18/07/2021

Coordenadas Geográficas: ,

Finalidade: **Infra-estrutura**

Código/Obra pública: 710.390-055

Proprietário: **Departamento de Estradas de Rodagem do Distrito Federal DER**

CPF/CNPJ: **00.070.532/0001-03**

E-Mail: sutec@der.df.gov.br

Fone: (61) 31115500

4. Atividade Técnica

Coordenação

Projeto Movimento de Terra Terraplanagem
Projeto Sinalização
Execução Estudos geotécnicos
Projeto Pavimentação asfáltica
Estudo de Viabilidade Ambiental Qualidade ambiental
Projeto Fundações Estaca
Projeto Estrutura Concreto Protendido
Execução Levantamento topográfico Planialtimétrico
Projeto Geométrico

Quantidade

Unidade

280,0000 homem hora
280,0000 homem hora
280,0000 homem hora
280,0000 homem hora
280,0000 homem hora
280,0000 homem hora
280,0000 homem hora
280,0000 homem hora
280,0000 homem hora

Realização

Projeto Executivo Drenagem
Orçamento Sistema Viário

Quantidade

Unidade

280,0000 homem hora
280,0000 homem hora

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

Elab. de Proj. Básico e Exec. de Eng., dest. à Impl. e Adequação do Sist.Viário de acesso à Via STN e ao Setor Noroeste pela W9 e W7 (SHCNW trecho 1), na Rod.DF-003 (EPIA – Estr. Parque Indústria e Abast.) e o acesso/interligação do Sist. com o TAN – Terminal Asa Norte/BRT Norte.

6. Declarações

Qualquer conflito ou litígio originado do presente contrato, bem como sua interpretação ou execução, será resolvido por arbitragem, de acordo com a Lei nº 9.307, de 23 de setembro de 1996, nos termos do respectivo regulamento de arbitragem que, expressamente, as partes declaram concordar.

RENATO GRILLO

ELY:27878945004

Assinado de forma digital por
RENATO GRILLO ELY:27878945004
Dados: 2022.02.02 11:19:26 -03'00'

Profissional

PAULO CAVALCANTI DE
ALBUQUERQUE:35727578434

Assinado de forma digital por PAULO
CAVALCANTI DE ALBUQUERQUE:35727578434
Dados: 2022.02.02 11:26:00 -03'00'

Contratante

Acessibilidade: Sim: Declaro atendimento às regras de acessibilidade, previstas nas normas técnicas da ABNT e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe

NENHUMA

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Local _____ de _____ de _____

RENATO GRILLO ELY:27878945004

Assinado de forma digital por RENATO GRILLO
ELY:27878945004
Dados: 2022.02.02 11:19:49 -03'00'

RENATO GRILLO ELY - CPF: 278.789.450-04

PAULO CAVALCANTI DE
ALBUQUERQUE:35727578434

Assinado de forma digital por PAULO CAVALCANTI DE
ALBUQUERQUE:35727578434
Dados: 2022.02.02 11:26:00 -03'00'

AeT ARQUITETURA, PLANEJAMENTO E TRANSPORTES LTDA-EPP -

CPF/CNPJ: 01.136.983/0001-50

9. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante de pagamento ou conferência no site do Crea.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site: www.creadf.org.br
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.



www.creadf.org.br
informacao@creadf.org.br
Tel: (61) 3961-2800 Fax:



CREA-DF
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Distrito Federal

Valor da ART: R\$ 233.94 Registrada em: 01/03/2021 Valor Pago: R\$ 233,94 Nosso Número/Baixa: 0121012756

**CAU/BR**Conselho de Arquitetura
e Urbanismo do Brasil

Registro de Responsabilidade Técnica - RRT

RRT 10521811



Verificar Autenticidade

1. RESPONSÁVEL TÉCNICONome Civil/Social: ANA CECILIA PARISI
Título Profissional: Arquiteto(a) e UrbanistaCPF: 308.XXX.XXX-15
Nº do Registro: 000A800961**1.1 Empresa Contratada**

Razão Social: AeT Arquitetura, Planejamento e Transportes Ltda.

CNPJ: 01.XXX.XXX/0001-50
Nº Registro: PJ17703-2**2. DETALHES DO RRT**Nº do RRT: SI10521811R01CT001
Data de Cadastro: 01/02/2022
Data de Registro: 01/02/2022
Tipologia: PúblicoModalidade: RRT SIMPLES
Forma de Registro: RETIFICADOR
Forma de Participação: EQUIPE**2.1 Valor do RRT**

DOCUMENTO ISENTO DE PAGAMENTO

2.2 Equipe TécnicaNome Civil/Social
PAULO CAVALCANTI DE ALBUQUERQUECPF
357.XXX.XXX-34

RRT Vinculado

3. DADOS DO SERVIÇO/CONTRATANTE**3.1 Serviço 001**Contratante: Departamento de Estradas de Rodagem do Distrito Federal
Tipo: Órgão Público
Valor do Serviço/Honorários: R\$372.635,45CPF/CNPJ: 00.XXX.XXX/0001-03
Data de Início: 18/02/2021
Data de Previsão de Término:
20/02/2022**3.1.1 Dados da Obra/Serviço Técnico**CEP: 70610600
Logradouro: SAM
Bairro: SETOR DE ADMINISTRACAO
MUNICIPAL
UF: DFNº: Bloco C
Complemento: Edifício Sede DER/DF
Cidade: BRASÍLIA

Longitude:

Latitude:

3.1.2 Descrição da Obra/Serviço Técnico

Elaboração de Projetos Básico e Executivo de Engenharia, destinados à Implantação e Adequação do Sistema Viário de acesso à Via STN e ao Setor Noroeste pela W9 e W7 (SHCNW trecho 1), na Rodovia DF-003 (EPIA - Estrada Parque Industria e Abastecimento) e o acesso/interligação do Sistema com o TAN - Terminal Asa Norte/BRT Norte, conforme todos os anexos do edital de Tomada de Preços Nº 006/2020 do Departamento de Estradas de Rodagem do Distrito Federal - DER/DF.

Ana Cecilia Parisi
CAU A80096-1Paulo Cavalcanti de Albuquerque
Diretor Geral

**CAU/BR**Conselho de Arquitetura
e Urbanismo do Brasil

Registro de Responsabilidade Técnica - RRT

RRT 10521811



Verificar Autenticidade

3.1.3 Declaração de Acessibilidade

Declaro o atendimento às regras de acessibilidade previstas em legislação e em normas técnicas pertinentes para as edificações abertas ao público, de uso público ou privativas de uso coletivo, conforme § 1º do art. 56 da Lei nº 13146, de 06 de julho de 2015.

3.1.4 Dados da Atividade Técnica

Grupo: PROJETO	Quantidade: 280
Atividade: 1.8.1 - Levantamento cadastral	Unidade: hora
Grupo: PROJETO	Quantidade: 280
Atividade: 1.8.8 - Projeto especializado de tráfego e trânsito de veículos e sistemas de estacionamento	Unidade: hora
Grupo: PROJETO	Quantidade: 280
Atividade: 1.8.7 - Projeto de sistema viário e acessibilidade	Unidade: hora
Grupo: PROJETO	Quantidade: 280
Atividade: 1.9.1 - Projeto de movimentação de terra, drenagem e pavimentação	Unidade: hora
Grupo: PROJETO	Quantidade: 280
Atividade: 1.9.4 - Projeto de sinalização viária	Unidade: hora
Grupo: PROJETO	Quantidade: 280
Atividade: 1.6.3 - Projeto de arquitetura paisagística	Unidade: hora
Grupo: PROJETO	Quantidade: 280
Atividade: 1.7.3 - Orçamento	Unidade: hora

4. RRT VINCULADO POR FORMA DE REGISTRO

Nº do RRT	Contratante	Forma de Registro	Data de Registro
SI10521811I00CT001	Departamento de Estradas de Rodagem do Distrito Federal	INICIAL	02/03/2021
SI10521811R01CT001	Departamento de Estradas de Rodagem do Distrito Federal	RETIFICADOR	01/02/2022

5. DECLARAÇÃO DE VERACIDADE

Declaro para os devidos fins de direitos e obrigações, sob as penas previstas na legislação vigente, que as informações cadastradas neste RRT são verdadeiras e de minha responsabilidade técnica e civil.

6. ASSINATURA ELETRÔNICA

Documento assinado eletronicamente por meio do SICCAU do arquiteto(a) e urbanista ANA CECILIA PARISI, registro CAU nº 000A800961, na data e hora: 01/02/2022 12:07:23, com o uso de login e de senha. O **CPF/CNPJ** está oculto visando proteger os direitos fundamentais de liberdade, privacidade e o livre desenvolvimento da personalidade da pessoa natural (LGPD)

A autenticidade deste RRT pode ser verificada em: <https://siccau.cau.br.gov.br/app/view/sight/externo?form=Servicos>, ou via QRCode.

Ana Cecilia Parisi
CAU A80096-1

Franzi Vazinho Junior
Diretor Geral
CAU/BR

A autenticidade deste RRT pode ser verificada em: <https://siccau.cau.br.gov.br/app/view/sight/externo?form=Servicos>, ou via QRCode. Documento Impresso em: 01/02/2022 às 12:07:38 por: siccau, ip 10.128.0.1.

**CAU/BR**Conselho de Arquitetura
e Urbanismo do Brasil

Registro de Responsabilidade Técnica - RRT

RRT 10526224



Verificar Autenticidade

1. RESPONSÁVEL TÉCNICO

Nome Civil/Social: JORDAN PAULO MEROS
Título Profissional: Arquiteto(a) e Urbanista

CPF: 044.XXX.XXX-12
Nº do Registro: 000A551538

2. DETALHES DO RRT

Nº do RRT: SI10526224R01CT001
Data de Cadastro: 01/02/2022
Data de Registro: 01/02/2022
Tipologia: Público

Modalidade: RRT SIMPLES
Forma de Registro: RETIFICADOR
Forma de Participação: INDIVIDUAL

2.1 Valor do RRT

DOCUMENTO ISENTO DE PAGAMENTO

3. DADOS DO SERVIÇO/CONTRATANTE

3.1 Serviço 001

Contratante: AeT Arquitetura, Planejamento e Transportes Ltda.
Tipo: Pessoa jurídica de direito privado
Valor do Serviço/Honorários: R\$34.000,00

CPF/CNPJ: 01.XXX.XXX/0001-50
Data de Início: 18/02/2021
Data de Previsão de Término:
20/02/2022

3.1.1 Dados da Obra/Serviço Técnico

CEP: 70620030 Nº: BLOCO C
Logradouro: SAM BLOCO C Complemento: ED SEDE DO DER DF
Bairro: SETORES COMPLEMENTARES Cidade: BRASÍLIA
UF: DF Longitude: Latitude:

3.1.2 Descrição da Obra/Serviço Técnico

Elaboração de Projetos Básico e Executivo de Engenharia, destinados à Implantação e Adequação do Sistema Viário de acesso à Via STN e ao Setor Noroeste pela W9 e W7 (SHCNW trecho 1), na Rodovia DF-003 (EPIA - Estrada Parque Indústria e Abastecimento) e o acesso/interligação do Sistema com o TAN - Terminal Asa Norte/BRT Norte, conforme todos os anexos do edital de Tomada de Preços Nº 006/2020 do Departamento de Estradas de Rodagem do Distrito Federal - DER/DF

3.1.3 Declaração de Acessibilidade

Declaro o atendimento às regras de acessibilidade previstas em legislação e em normas técnicas pertinentes para as edificações abertas ao público, de uso público ou privativas de uso coletivo, conforme § 1º do art. 56 da Lei nº 13146, de 06 de julho de 2015.

3.1.4 Dados da Atividade Técnica

Grupo: PROJETO
Atividade: 1.8.1 - Levantamento cadastral

Quantidade: 280
Unidade: hora

Grupo: PROJETO

Atividade: 1.8.8 - Projeto especializado de tráfego e trânsito de veículos e sistemas de estacionamento

Quantidade: 280
Unidade: hora

**CAU/BR**Conselho de Arquitetura
e Urbanismo do Brasil

Registro de Responsabilidade Técnica - RRT

RRT 10526224



Verificar Autenticidade

Grupo: PROJETO	Quantidade: 280
Atividade: 1.8.7 - Projeto de sistema viário e acessibilidade	Unidade: hora
Grupo: PROJETO	Quantidade: 280
Atividade: 1.9.1 - Projeto de movimentação de terra, drenagem e pavimentação	Unidade: hora
Grupo: PROJETO	Quantidade: 280
Atividade: 1.9.4 - Projeto de sinalização viária	Unidade: hora
Grupo: PROJETO	Quantidade: 280
Atividade: 1.6.3 - Projeto de arquitetura paisagística	Unidade: hora
Grupo: PROJETO	Quantidade: 280
Atividade: 1.7.3 - Orçamento	Unidade: hora

4. RRT VINCULADO POR FORMA DE REGISTRO

Nº do RRT	Contratante	Forma de Registro	Data de Registro
SI10526224I00CT001	AeT Arquitetura, Planejamento e Transportes Ltda.	INICIAL	03/03/2021
SI10526224R01CT001	AeT Arquitetura, Planejamento e Transportes Ltda.	RETIFICADOR	01/02/2022

5. DECLARAÇÃO DE VERACIDADE

Declaro para os devidos fins de direitos e obrigações, sob as penas previstas na legislação vigente, que as informações cadastradas neste RRT são verdadeiras e de minha responsabilidade técnica e civil.

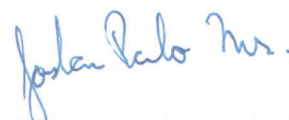
6. ASSINATURA ELETRÔNICA

Documento assinado eletronicamente por meio do SICCAU do arquiteto(a) e urbanista JORDAN PAULO MEROS, registro CAU nº 000A551538, na data e hora: 01/02/2022 12:35:11, com o uso de login e de senha. O **CPF/CNPJ** está oculto visando proteger os direitos fundamentais de liberdade, privacidade e o livre desenvolvimento da personalidade da pessoa natural (LGPD)

A autenticidade deste RRT pode ser verificada em: <https://siccau.cau.br.gov.br/app/view/sight/externo?form=Servicos>, ou via QRCode.



Paulo Cavalcanti de Albuquerque
CAU A80095-3



A autenticidade deste RRT pode ser verificada em: <https://siccau.cau.br.gov.br/app/view/sight/externo?form=Servicos>, ou via QRCode. Documento Impresso em: 01/02/2022 às 12:35:17 por: siccau, ip 10.128.0.1.



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG

ART OBRA / SERVIÇO
Nº MG20220923253

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

INICIAL

1. Responsável Técnico

GERALDO AUGUSTO NOVAIS

Título profissional: **ENGENHEIRO CIVIL**

RNP: **1404049916**

Registro: **MG0000030616D MG**

2. Dados do Contrato

Contratante: **AeT Arquitetura Planejamento e Transportes LTDA**

QUADRA SEPS 705/905

Complemento: **Edifício Santa Cruz, Salas 135, 137, 138 e 139**

Cidade: **BRASÍLIA**

Bairro: **ASA SUL**

UF: **DF**

CPF/CNPJ: **01.136.983/0001-50**

Nº: **135**

CEP: **70390055**

Contrato: **Não especificado**

Celebrado em:

Valor: **R\$ 25.000,00**

Tipo de contratante: **Pessoa Jurídica de Direito Privado**

Ação Institucional: **Outros**

3. Dados da Obra/Serviço

SETOR SAM BLOCO C

Nº: **S/N**

Complemento:

Bairro: **SETORES COMPLEMENTARES**

Cidade: **BRASÍLIA**

UF: **DF**

CEP: **70620030**

Data de Início: **01/03/2021**

Previsão de término: **30/04/2022**

Coordenadas Geográficas: **-15.777153, -47.904260**

Finalidade: **INFRAESTRUTURA**

Código: **Não Especificado**

Proprietário: **DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO DISTRITO FEDERAL - DER/DF**

CPF/CNPJ: **00.070.532/0001-03**

4. Atividade Técnica

	Quantidade	Unidade
14 - Elaboração		
40 - Estudo > GEOTECNIA E GEOLOGIA DA ENGENHARIA > SONDAGENS > DE SONDAGEM GEOTÉCNICA > #3.2.1.1 - A TRADO	150,00	hh
40 - Estudo > GEOTECNIA E GEOLOGIA DA ENGENHARIA > SONDAGENS > DE SONDAGEM GEOTÉCNICA > #3.2.1.2 - A PERCUSSÃO	150,00	hh
40 - Estudo > MEIO AMBIENTE > GESTÃO AMBIENTAL > #7.6.6 - DE ESTUDOS AMBIENTAIS	150,00	hh
80 - Projeto > GEOTECNIA E GEOLOGIA DA ENGENHARIA > OBRAS DE TERRA > DE OBRAS DE TERRA > #3.3.1.9 - TERRAPLENAGEM	150,00	hh
80 - Projeto > ESTRUTURAS > FUNDAÇÕES > DE FUNDAÇÕES PROFUNDAS > #2.9.2.3 - EM ESTACAS DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO	150,00	hh
80 - Projeto > ESTRUTURAS > OBRAS DE ARTE > #2.6.2 - DE VIADUTOS	150,00	hh
80 - Projeto > TRANSPORTES > INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA > #4.1.2 - DE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA PARA RODOVIAS	150,00	hh
80 - Projeto > TRANSPORTES > INFRAESTRUTURA URBANA > DE PAVIMENTAÇÃO > #4.2.1.2 - ASFÁLTICA PARA VIAS URBANAS	150,00	hh
80 - Projeto > OBRAS HIDRÁULICAS E RECURSOS HÍDRICOS > SISTEMAS DE DRENAGEM PARA OBRAS CIVIS > DE SISTEMAS DE DRENAGEM PARA OBRAS CIVIS > #5.3.1.2 - BUEIRO	150,00	hh
80 - Projeto > OBRAS HIDRÁULICAS E RECURSOS HÍDRICOS > SISTEMAS DE DRENAGEM PARA OBRAS CIVIS > DE SISTEMAS DE DRENAGEM PARA OBRAS CIVIS > #5.3.1.5 - DRENO	150,00	hh
80 - Projeto > OBRAS HIDRÁULICAS E RECURSOS HÍDRICOS > SISTEMAS DE DRENAGEM PARA OBRAS CIVIS > DE SISTEMAS DE DRENAGEM PARA OBRAS CIVIS > #5.3.1.7 - MEIO-FIO	150,00	hh
80 - Projeto > TRANSPORTES > INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA > #4.1.5 - DE TRAÇADO VIÁRIO PARA RODOVIAS	150,00	hh
80 - Projeto > TRANSPORTES > INFRAESTRUTURA URBANA > #4.2.2 - DE INFRAESTRUTURA PARA VIAS URBANAS	150,00	hh
80 - Projeto > TRANSPORTES > SINALIZAÇÃO > DE SINALIZAÇÃO > #4.9.1.5 - RODOVIÁRIA	150,00	hh
80 - Projeto > ESTRUTURAS > FUNDAÇÕES > DE FUNDAÇÕES PROFUNDAS > #2.9.2.2 - EM ESTACAS DE CONCRETO PRÉ-MOLDADO	150,00	hh
67 - Levantamento > TOPOGRAFIA > LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS BÁSICOS > DE LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO > #33.1.1.3 - PLANIALTIMÉTRICO	150,00	hh
35 - Elaboração de orçamento > TRANSPORTES > INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA > #4.1.3 - DE INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA	150,00	hh
35 - Elaboração de orçamento > TRANSPORTES > INFRAESTRUTURA URBANA > #4.2.2 - DE INFRAESTRUTURA PARA VIAS URBANAS	150,00	hh

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deve proceder a baixa desta ART

5. Observações

PAULO CAVALCANTI DE
 ALBUQUERQUE:3572757
 8434

Assinado de forma digital por
 PAULO CAVALCANTI DE
 ALBUQUERQUE:35727578434
 Dados: 2022.02.16 15:59:02
 +03'00'

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: <https://crea-mg.sitac.com.br/publico/>, com a chave: D8aYz
 Impresso em: 15/02/2022 às 16:00:13 por: , ip: 189.6.27.109

www.crea-mg.org.br

Tel: 0312732

crea-mg@crea-mg.org.br

Fax:





Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG

ART OBRA / SERVIÇO
Nº MG20220923253

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

INICIAL

Elaboração de projeto básico e executivo de engenharia, destinado a implantação e adequação do sistema viário de acesso à Via STN, e ao Setor Noroeste pela W9 e W7, na Rodovia DF-003 (EPIA), e acesso/interligação com o Terminal Asa Norte (TAN)

6. Declarações

- A Resolução nº 1.094/17 instituiu o Livro de Ordem de obras e serviços que será obrigatório para a emissão de Certidão de Acervo Técnico - CAT aos responsáveis pela execução e fiscalização de obras iniciadas a partir de 1º de janeiro de 2018. (Res. 1.094, Confea) .
- Declaro que estou cumprindo as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no decreto n. 5296/2004.
- Cláusula Compromissória: Qualquer conflito ou litígio originado do presente contrato, bem como sua interpretação ou execução, será resolvido por arbitragem, de acordo com a Lei no. 9.307, de 23 de setembro de 1996, por meio do Centro de Mediação e Arbitragem - CMA vinculado ao Crea-MG, nos termos do respectivo regulamento de arbitragem que, expressamente, as partes declaram concordar

7. Entidade de Classe

- SEM INDICAÇÃO DE ENTIDADE DE CLASSE

GERALDO AUGUSTO
 NOVAIS:27445682600

Assinado de forma digital por GERALDO
 AUGUSTO NOVAIS:27445682600
 Dados: 2022.02.16 15:11:15 -03'00'

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Brasília, 16 de fevereiro de 2022
 Local data

GERALDO AUGUSTO NOVAIS - CPF: 274.456.826-00
 PAULO CAVALCANTI DE
 ALBUQUERQUE:35727578434

Assinado de forma digital por PAULO CAVALCANTI DE
 ALBUQUERQUE:35727578434
 Dados: 2022.02.16 15:59:39 -03'00'

AeT Arquitetura Planejamento e Transportes LTDA - CNPJ:
01.136.983/0001-50

9. Informações

- * A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.
- * O comprovante de pagamento deverá ser apensado para comprovação de quitação

10. Valor

Valor da ART: **R\$ 233,94** Registrada em: **15/02/2022** Valor pago: **R\$ 219,91** Nosso Número: **8597634182**

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: <https://crea-mg.sitac.com.br/publico/>, com a chave: D8aYz
 Impresso em: 15/02/2022 às 16:00:14 por: , ip: 189.6.27.109





Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-DF

ART Obra ou serviço
0720220012725

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Distrito Federal

1. Responsável Técnico

VINICIUS RESENDE DOMINGUES

Título profissional: **Engenheiro Civil**

RNP: **0712898409**

Registro: **21229/D-DF**

Empresa contratada: **VPL ENGENHARIA LTDA** Registro: **15349-DF**

2. Dados do Contrato

Contratante: **AeT ARQUITETURA, PLANEJAMENTO E TRANSPORTES LTDA-EPP**

CPF/CNPJ:

01.136.983/0001-50

SEPS 705/905

Número: 135

Bairro: Asa Sul

CEP: 70390-055

Cidade: Brasília

UF: DF

Complemento: Bloco A Ed. Santa Cruz

E-Mail: pcavalbuq@gmail.com

Fone: (61)32420564

Contrato:

Celebrado em: 12/07/2021

Valor Obra/Serviço R\$:
6.000,00

Vinculada a ART:

Tipo de contratante: Pessoa Jurídica de Direito Privado

Ação institucional: Nenhuma/Não Aplicável

3. Dados da Obra/Serviço

Data de Início: 12/07/2021

Previsão término: 31/03/2022

Coordenadas Geográficas:

-15.739244743366163,-47.91622998026479

Finalidade: **Infra-estrutura**

Código/Obra pública:

Proprietário: **DEPARTAMENTO DE ESTRADAS E RODAGENS DO DIST FEDERAL-DER/DF**

CPF/CNPJ: **00.070.532/0001-03**

E-Mail: ouvidoria@der.df.gov.br

Fone: (61) 31115000

1º Endereço

SRTVS SRTVS

Número: 701

Bairro: Asa Sul

CEP: 70340-000

Complemento: Quadra 701 Conj E Bloco 2/4 Sala 617

Cidade: Brasília - DF

4. Atividade Técnica

Execução

Projeto de pavimentação asfáltica para rodovias

Quantidade Unidade

6,7000 quilômetro

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder à baixa desta ART.

5. Observações

Projeto básico e executivo para 6,7 km de via, na ligação STN-EPIA, sem co-responsabilidade pelos ensaios geotécnicos.

6. Declarações

Qualquer conflito ou litígio originado do presente contrato, bem como sua interpretação ou execução, será resolvido por arbitragem, de acordo com a Lei nº 9.307, de 23 de setembro de 1996, nos termos do respectivo regulamento de arbitragem que, expressamente, as partes declaram concordar.

VINICIUS RESENDE
DOMINGUES:03075571113

Assinado de forma digital por VINICIUS
RESENDE DOMINGUES:03075571113
Dados: 2022.02.18 14:07:00 -03'00'

Profissional

PAULO CAVALCANTI DE
ALBUQUERQUE:35727578434

Assinado de forma digital por PAULO
CAVALCANTI DE ALBUQUERQUE:35727578434
Dados: 2022.02.18 18:59:29 -03'00'

Contratante

Acessibilidade: Sim: Declaro atendimento às regras de acessibilidade, previstas nas normas técnicas da ABNT e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe

NENHUMA

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

_____, ____ de _____ de _____
Local Data

VINICIUS RESENDE DOMINGUES:03075571113
Assinado de forma digital por VINICIUS RESENDE
DOMINGUES:03075571113
Dados: 2022.02.18 14:06:45 -03'00'

VINICIUS RESENDE DOMINGUES - CPF: 030.755.711-13

PAULO CAVALCANTI DE
ALBUQUERQUE:35727578434
Assinado de forma digital por PAULO CAVALCANTI DE
ALBUQUERQUE:35727578434
Dados: 2022.02.18 18:59:29 -03'00'

**AeT ARQUITETURA, PLANEJAMENTO E TRANSPORTES
LTDA-EPP - CPF/CNPJ: 01.136.983/0001-50**

9. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante de pagamento ou conferência no site do Crea.

- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site:
www.creadf.org.br

- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.



www.creadf.org.br
informacao@creadf.org.br
Tel: (61) 3961-2800

