

Relatório

**Estudos e Projetos para as Intervenções
Descritas como Medidas Mitigadoras para a
Implantação do Parcelamento Quinhão 16
Projeto Executivo de Pavimentação**

00	2ª Emissão	11/2021					
00	1ª Emissão	10/2020					
Nº	MODIFICAÇÃO	DATA	FEITO	VISTO	APROVO	DATA	APROVO

REVISÕES

Estudos e Projetos para as Intervenções Descritas como Medidas Mitigadoras para a Implantação do Parcelamento Quinhão 16 – Projeto de Pavimentação		
AUTOR DO PROJETO – CREA ARLINDO VERZEGNASSI FILHO – CREA 5060497290/D-SP	DATA	CONFERIDO
COORDENADOR – CREA ARLINDO VERZEGNASSI FILHO – CREA 50604 – 97290/D-SP	DATA	CONFERIDO

 Empreendimentos Sustentáveis	PROJETO: <i>Estudos e Projetos para as Intervenções Descritas como Medidas Mitigadoras para a Implantação do Parcelamento Quinhão 16</i>	
VISTO	DATA	LOCALIZAÇÃO: <i>DF-001 / DF-035 / DF-025 / DF-027 - RA XXVII - JARDIM BOTÂNICO - DF</i>
APROVO	DATA	ESPECIALIDADE/SUBESPECIALIDADE <i>Projeto Executivo de Pavimentação</i>
ETAPA DE PROJETO EXECUTIVO	TIPO/ESPECIFICAÇÃO DO DOCUMENTO: RELATÓRIO DO PROJETO EXECUTIVO DE RESTAURAÇÃO	DATA Novembro/2020
	CODIFICAÇÃO RT.4.240.V99.F03.00	REVISÃO 001

SUMÁRIO

1.	Apresentação	1
2.	Levantamento de Dados	4
2.1	Estudos de Tráfego	4
2.1.1	Estudos de Tráfego – Trechos 01, 02 e 03 – Postos 01, 02, 03, 04 e 05.	6
2.1	Estudo Geotécnico	14
2.2	Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis Novos	19
2.2.1	Método do DNIT.....	20
2.2.2	Método Mecânico	23
2.3	Soluções Propostas.....	34
4.	Especificações	38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de Situação – Intervenções de Medidas Mitigadoras – Parcelamento Quinhão 16.....	2
Figura 2: Mapa de Situação – Entroncamento dos Trechos 01; 02 e 03 com as Vias Principais.	3
Figura 3: Visualização dos Postos 01, 02 e 03 de Contagem – Trecho 01 – Entroncamento da DF 001/DF 027.	5
Figura 4: Visualização dos Postos 04 e 05 de Contagem – Trecho 02 – Entroncamento da DF 001/DF 035.	5
Figura 5: Localização das sondagens nos trechos da pista que serão demolidos.....	17
Figura 6: Trajeto da JM Cascalho até o local da obra.	19
Figura 7 : Estrutura do pavimento	21
Figura 8: Exemplificação dos pontos de obtenção dos dados de interesse	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Distribuição dos veículos comerciais de carga e ônibus, pela tipologia e quantidades de eixos - Posto de Contagem 1.....	6
Tabela 2: Distribuição dos veículos comerciais de carga e ônibus, pela tipologia e quantidades de eixos - Posto de Contagem 2.....	7
Tabela 3: Distribuição dos veículos comerciais de carga e ônibus, pela tipologia e quantidades de eixos - Posto de Contagem 3.....	8
Tabela 4: Distribuição dos veículos comerciais de carga e ônibus, pela tipologia e quantidades de eixos - Posto de Contagem 4.....	9
Tabela 5: Distribuição dos veículos comerciais de carga e ônibus, pela tipologia e quantidades de eixos - Posto de Contagem 5.....	10
Tabela 6: Resumo do Volume Médio Diário de tráfego – Postos 01 a 05.	11
Tabela 7: Resumo do Fator de Veículo (FV) – Postos 01 a 05.....	12
Tabela 8: Resumo dos Valores de número N – Postos 01 a 05.	13
Tabela 9: Resumo dos resultados dos ensaios de caracterização, compactação e CBR.	16
Tabela 10: Descrição e espessura das camadas obtidas nas sondagens rotativas.	17
Tabela 11: Camadas betuminosas, espessura mínima.....	20
Tabela 12: Estrutura do pavimento e valores usuais de Módulo de Resiliência e Poisson.....	29
Tabela 13: Dados do carregamento imposto ao pavimento	30
Tabela 14: Dados dos pontos de avaliação no pavimento	30
Tabela 15: Análise Mecânica – Alternativa 01 – Pavimento Flexível – Revestimento em CBUQ Convencional e Base em Cascalho	31
Tabela 16: Análise Mecânica – Alternativa 02 – Pavimento Flexível – Revestimento em CBUQ Convencional e Base em BGTC.....	32
Tabela 17: Análise Mecânica – Alternativa 03 – Pavimento Flexível – Revestimento em CBUQ Convencional e Base em BGS.....	33
Tabela 18: Deflexões admissíveis para cada camada nas etapas de construção.....	34

1. Apresentação

O pavimento rodoviário deve ser dimensionado tendo em vista os materiais disponíveis, o tráfego previsto para o período de projeto e as características locais, de forma a minimizar a tensão vertical que atinge o subleito e proteger as camadas asfálticas e cimentadas do processo de fadiga decorrente do carregamento cíclico do tráfego.

O presente relatório tem como objeto apresentar o dimensionamento dos pavimentos novos para o sistema viário dos Trechos 01, 02 e 03, localizados nos entroncamentos das rodovias DF 001/DF 027; DF 001/DF 035 e DF 035/DF 025, respectivamente. Estes Trechos estão situados no Setor Habitacional Jardim Botânico/DF – RA Jardim Botânico/DF, destinados ao cumprimento das medidas mitigadoras para a implantação do parcelamento Quinhão 16. A localização no Distrito Federal da área de estudo pode ser observada no Mapa de Situação apresentado abaixo.

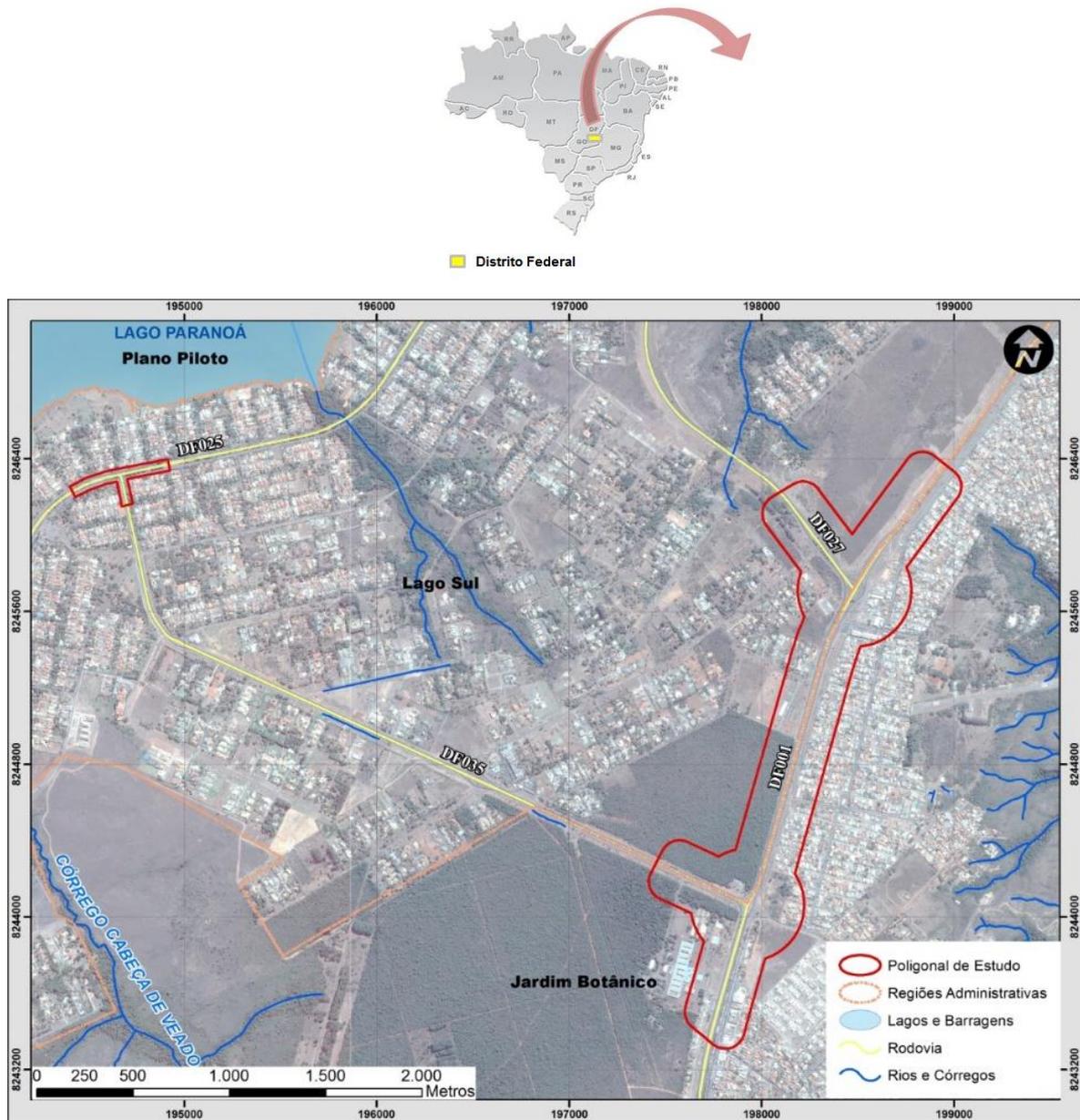


Figura 1: Mapa de Situação – Intervenções de Medidas Mitigadoras – Parcelamento Quinhão 16.

As intervenções descritivas como medidas mitigadoras para a implantação do parcelamento Quinhão 16 ocorrerão em 03 Trechos, denominados de Trechos 01; 02 e 03. O Trecho 01, está no entroncamento das rodovias DF 001 com a DF 027; o Trecho 02 no entroncamento da DF 001 com a DF 035 e o Trecho 03 na intercessão da DF 035 com a DF 025.

O Mapa de Situação abaixo apresenta as vias principais que sofrem interferência do parcelamento Quinhão 16, assim como uma visualização dos entroncamentos dos Trechos 01; 02 e 03 com cada uma destas rodovias:

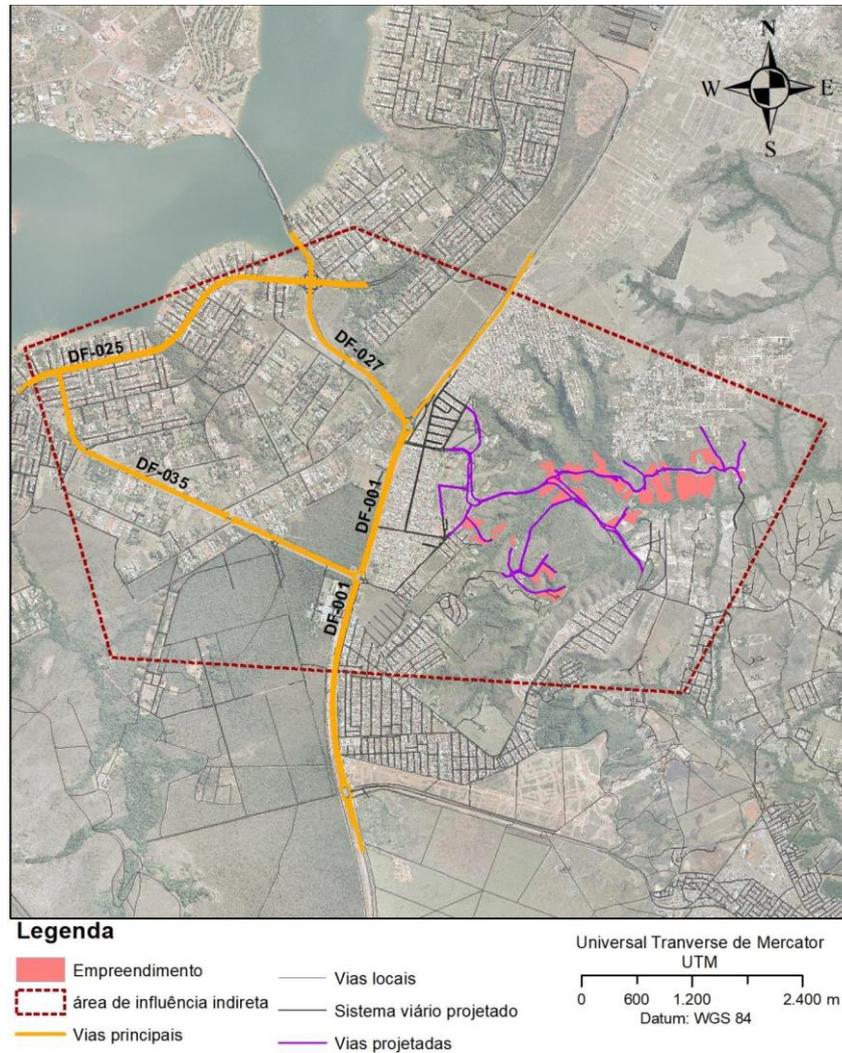


Figura 2: Mapa de Situação – Entroncamento dos Trechos 01; 02 e 03 com as Vias Principais.

O sistema viário com as via principais, como um todo, é composto pelas seguintes vias:

- DF-025 - EPDB;
- DF-027 - EPJK;
- DF-035 - EPCV;

- DF-001 – EPCT.

2. Levantamento de Dados

O pavimento rodoviário deve ser dimensionado tendo em vista os materiais disponíveis, o tráfego previsto para o período de projeto e as características estruturais e funcionais existentes no trecho.

Para o dimensionamento das soluções técnicas propostas foram considerados os seguintes parâmetros e critérios.

2.1 Estudos de Tráfego

Para o presente estudo, foi considerada a contagem volumétrica e classificatória para 05 Postos de Contagem. O Posto 01 na DF 027, os Postos 02 e 03 na DF 001, todos localizados no entroncamento das rodovias DF 001/DF 027, denominado Trecho 01. Na Figura 03 podemos visualizar a locação de tais Postos. O Posto 04 está localizado na DF 001 e o Posto 05 na DF 035, estes localizados no entroncamento da DF 001 com a DF 035, denominado Trecho 02.

Salientamos que o Posto 02 está na localizado entre os Trechos 01 e 02, servindo como elemento de contagem para estes dois Trechos. Assim como o Posto 05, que servirá para o estudo dos Trecho 02 e 03.

As contagens destes Postos serão incorporadas ao presente estudo e será adotado o maior número N para o dimensionamento dos pavimentos dos Trechos 01, 02 e 03. A seguir, nas Figuras 03 e 04, visualizamos as localizações dos 05 Postos de Contagem, com seus respectivos Trechos.



Figura 3: Visualização dos Postos 01, 02 e 03 de Contagem – Trecho 01 – Entroncamento da DF 001/DF 027.



Figura 4: Visualização dos Postos 04 e 05 de Contagem – Trecho 02 – Entroncamento da DF 001/DF 035.

2.1.1 Estudos de Tráfego – Trechos 01, 02 e 03 – Postos 01, 02, 03, 04 e 05.

O tráfego é considerado no dimensionamento de pavimentos através do conceito de equivalência de carga, onde se transformam todas as solicitações no número de passagens de um eixo padrão de 8,2 tf, também conhecido como número “N”. Essa transformação normalmente é feita através da aplicação do fator de veículo ao volume previsto para o período de projeto.

Para este estudo, foram realizadas contagens de quarta-feira a sexta-feira, no período de 6:00h às 20:00h, em ambos os sentidos da pista. Para a determinação do Volume Médio Diário Anual de Tráfego-VMDAT, para cada Posto de Contagem, foi adotada a média dos fluxos de veículos obtidos por sentido de ida e de volta, de modo a tornar o VMDAT representativo por Posto de Contagem. Podemos observar nas Tabelas 1 a 5 a distribuição dos veículos comerciais de carga e ônibus, pela tipologia e quantidades de eixos para os postos de contagem de 1 a 5.

Tabela 1: Distribuição dos veículos comerciais de carga e ônibus, pela tipologia e quantidades de eixos - Posto de Contagem 1

Categoria	Tipo	Nº de Eixos	Configuração de Eixos				Volume Médio Diário
			ESRS	ESRD	ETD	ETT	
Ônibus	2CB	2	1	1	0	0	721
	3CB	3	1	0	1	0	9
	2S1	3	1	2	0	0	0
Cam.	2C	2	1	1	0	0	553
	3C	3	1	0	1	0	228
	4C	4	1	0	0	1	26
Semi-Reboques	2S1	3	1	2	0	0	1
	2S2	4	1	1	1	0	2
	2S3	5	1	1	0	1	6
	3S1	4	1	1	1	0	0
	3S2	5	1	0	2	0	6
	3S3	6	1	0	1	1	23
	3S2S2	7	1	0	3	0	1
	3S2C4	9	1	0	4	0	0
	2I3	5	1	4	0	0	0
	3I3	6	1	3	1	0	0
	2J3	5	1	2	1	0	0
Reboques	3I3	6	1	1	2	0	0
	2C2	4	1	3	0	0	1
	2C3	5	1	2	1	0	0
	3C2	5	1	2	1	0	0
	3C3	6	1	1	2	0	0
						Total	1577

Tabela 2: Distribuição dos veículos comerciais de carga e ônibus, pela tipologia e quantidades de eixos - Posto de Contagem 2

Categoria	Tipo	Nº de Eixos	Configuração de Eixos				Volume Médio Diário
			ESRS	ESRD	ETD	ETT	
Ônibus	2CB	2	1	1	0	0	775
	3CB	3	1	0	1	0	11
	2S1	3	1	2	0	0	0
Cam.	2C	2	1	1	0	0	879
	3C	3	1	0	1	0	286
	4C	4	1	0	0	1	28
Semi-Reboques	2S1	3	1	2	0	0	0
	2S2	4	1	1	1	0	3
	2S3	5	1	1	0	1	7
	3S1	4	1	1	1	0	0
	3S2	5	1	0	2	0	2
	3S3	6	1	0	1	1	19
	3S2S2	7	1	0	3	0	2
	3S2C4	9	1	0	4	0	0
	2I3	5	1	4	0	0	0
	3I3	6	1	3	1	0	0
	2I3	5	1	2	1	0	0
	3I3	6	1	1	2	0	0
Reboques	2C2	4	1	3	0	0	1
	2C3	5	1	2	1	0	0
	3C2	5	1	2	1	0	0
	3C3	6	1	1	2	0	0
						Total	2013

Tabela 3: Distribuição dos veículos comerciais de carga e ônibus, pela tipologia e quantidades de eixos - Posto de Contagem 3

Categoria	Tipo	Nº de Eixos	Configuração de Eixos				Volume Médio Diário
			ESRS	ESRD	ETD	ETT	
Ônibus	2CB	2	1	1	0	0	546
	3CB	3	1	0	1	0	7
	2S1	3	1	2	0	0	0
Cam.	2C	2	1	1	0	0	688
	3C	3	1	0	1	0	211
	4C	4	1	0	0	1	19
Semi-Reboques	2S1	3	1	2	0	0	0
	2S2	4	1	1	1	0	2
	2S3	5	1	1	0	1	6
	3S1	4	1	1	1	0	0
	3S2	5	1	0	2	0	2
	3S3	6	1	0	1	1	14
	3S2S2	7	1	0	3	0	1
	3S2C4	9	1	0	4	0	0
	2I3	5	1	4	0	0	0
	3I3	6	1	3	1	0	0
	2I3	5	1	2	1	0	0
	3I3	6	1	1	2	0	0
	Reboques	2C2	4	1	3	0	0
2C3		5	1	2	1	0	0
3C2		5	1	2	1	0	0
3C3		6	1	1	2	0	0
						Total	1497

Tabela 4: Distribuição dos veículos comerciais de carga e ônibus, pela tipologia e quantidades de eixos - Posto de Contagem 4

Categoria	Tipo	Nº de Eixos	Configuração de Eixos				Volume Médio Diário
			ESRS	ESRD	ETD	ETT	
Ônibus	2CB	2	1	1	0	0	867
	3CB	3	1	0	1	0	12
	2S1	3	1	2	0	0	0
Cam.	2C	2	1	1	0	0	732
	3C	3	1	0	1	0	319
	4C	4	1	0	0	1	45
Semi-Reboques	2S1	3	1	2	0	0	1
	2S2	4	1	1	1	0	2
	2S3	5	1	1	0	1	8
	3S1	4	1	1	1	0	0
	3S2	5	1	0	2	0	10
	3S3	6	1	0	1	1	38
	3S2S2	7	1	0	3	0	3
	3S2C4	9	1	0	4	0	0
	2I3	5	1	4	0	0	0
	3I3	6	1	3	1	0	0
	2J3	5	1	2	1	0	0
3J3	6	1	1	2	0	0	
Reboques	2C2	4	1	3	0	0	1
	2C3	5	1	2	1	0	0
	3C2	5	1	2	1	0	0
	3C3	6	1	1	2	0	0
						Total	2038

Tabela 5: Distribuição dos veículos comerciais de carga e ônibus, pela tipologia e quantidades de eixos - Posto de Contagem 5

Categoria	Tipo	Nº de Eixos	Configuração de Eixos				Volume Médio Diário
			ESRS	ESRD	ETD	ETT	
Ônibus	2CB	2	1	1	0	0	480
	3CB	3	1	0	1	0	5
	2S1	3	1	2	0	0	0
Cam.	2C	2	1	1	0	0	453
	3C	3	1	0	1	0	122
	4C	4	1	0	0	1	8
Semi-Reboques	2S1	3	1	2	0	0	1
	2S2	4	1	1	1	0	1
	2S3	5	1	1	0	1	1
	3S1	4	1	1	1	0	0
	3S2	5	1	0	2	0	0
	3S3	6	1	0	1	1	1
	3S2S2	7	1	0	3	0	0
	3S2C4	9	1	0	4	0	0
	2I3	5	1	4	0	0	0
	3I3	6	1	3	1	0	0
	2J3	5	1	2	1	0	0
3J3	6	1	1	2	0	0	
Reboques	2C2	4	1	3	0	0	0
	2C3	5	1	2	1	0	0
	3C2	5	1	2	1	0	0
	3C3	6	1	1	2	0	0
						Total	1072

Na Tabela 06 são apresentados os resultados de Volume Médio Diário-VDM, de Fatores de Veículos – FV e de número N para os Postos de Contagem 01, 02, 03, 04 e 05, próximos dos entroncamentos das rodovias DF 001/DF 027 e DF 001/DF 035, como estudo de medidas mitigadoras para o parcelamento Quinhão 16. Os Fatores de Veículos e o número N são apresentados tanto para as metodologias USACE como para a AASHTO.

Assim, conforme quadro a seguir, pelo processamento e análise dos dados apresentado no estudo de contagem de tráfego, pode-se observar um VDM (Volume Diário Médio) para os Postos de Contagem 01 a 05, no ano de 2020, a serem considerados para os Trechos 01 a 03.

Tabela 6: Resumo do Volume Médio Diário de tráfego – Postos 01 a 05.

Posto de Contagem	Ano	Volume Médio Diário-VMD
01	2020	1577
02		2013
03		1497
04		2038
05		1072

Na sequência é apresentado um descritivo, dos procedimentos adotados para determinação do Fator de Veículo-FV e do número N, também apresentado do estudo Contagem de Tráfego.

Para o cálculo do número N, necessita-se agrupar todos os eixos pesados em simples, duplos e triplos, para então aplicar os fatores de equivalência de carga, já que esses dependem do tipo de eixo e nível de carga.

As equações de equivalência de carga utilizadas foram aquelas propostas pelo Corpo de Engenheiros do Exército Americano (USACE) e pelo American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

O fator de veículos (Fv) é um multiplicador que permite a determinação do número de eixos equivalentes ao eixo padrão a partir do volume de veículos que trafega durante o período de projeto. O fator de veículos é calculado a partir da seguinte expressão:

$$Fv = FE \times FC$$

Onde:

FE = fator de eixo;

FC = fator de equivalência de carga.

Como não se dispõe de dados atualizados que representem as cargas atuantes no referido trecho, a análise foi baseada na consideração de que a composição do fluxo de veículos comerciais na faixa de projeto é de 70% com carregamento máximo legal, de 20% sem carga (vazios) e de 10% com excesso de peso.

Ressalta-se que o carregamento máximo permitido pela Lei da Balança (Código de Trânsito Brasileiro - Lei nº 9.053. de 23.09.1997 – resolução no 12 de 06/02/1998) é de 6,0 tf no eixo simples dianteiro e de 10,0 tf, 17,0 tf e 25,5 tf para os eixos simples, tandem duplo e tandem triplo traseiros, respectivamente.

Pode-se então calcular o fator de veículo da amostra através do cálculo dos fatores individuais de veículo, ponderados em função da percentagem de cada um dos tipos de veículos.

A Tabela 7 apresenta o resumo do cálculo dos Fatores de Veículo (FV), considerando tanto a proposta do Corpo de Engenheiros do Exército Americano (USACE) como da American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), para os Postos de Contagem 01 a 05, a serem considerados para os Trechos 01 e 03.

Tabela 7: Resumo do Fator de Veículo (FV) – Postos 01 a 05.

Posto de Contagem	Ano	Fator de Veículo - FV	
		USACE	AASHTO
01	2020	4,09	2,22
02		3,97	2,21
03		3,96	2,22
04		4,25	2,21
05		3,65	2,22

Seguiu-se, então, com a determinação dos valores do número “N” tendo em vista a metodologia preconizada pela USACE e pela AASHTO, utilizando-se uma taxa de crescimento anual de 3% ao ano, para o período de projeto de 10 anos, calculado pela seguinte expressão:

$$N = 365 \times P \times VDM \times Fv \times Fr \times D \times d$$

Onde:

N = número equivalente de operações do eixo padrão;

P = período de projeto;

VDM = volume diário médio de tráfego;

Fv = fator de veículo;

Fr = fator climático regional;

D = porcentagem de veículos comerciais na faixa mais solicitada;

d = porcentagem de veículos por sentido.

No caderno de Contagem de Tráfego, infere-se que de posse do valor médio diário veicular comercial (VDM), Fator de Veículo USACE e AASHTO, fator direcional de 100%, fator climático igual a 1,0 e taxa de crescimento de 3,0% ao ano, determinaram-se os seguintes valores de número N para um período de projeto de 10 anos. A abertura ao tráfego é prevista para o ano de 2022, principalmente devido o prazo para a tramitação do processo de licitação e de conclusão das obras, e que o ano de 2031 será o final do horizonte de projeto.

Na Tabela 8 visualizamos o resumo do cálculo do número N, tanto para a proposta do Corpo de Engenheiros do Exército Americano (USACE) como da American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), para os Postos de Contagem 01 a 05, a serem considerados para os Trechos 01 e 03.

Tabela 8: Resumo dos Valores de número N – Postos 01 a 05.

Posto de Contagem	Ano	Número "N"	
		USACE	AASHTO
01	2031	3,11E+07	1,68E+07
02		3,85E+07	2,15E+07
03		2,86E+07	1,60E+07
04		4,17E+07	2,17E+07
05		1,89E+07	1,15E+07

Assim, para efeito de dimensionamento do pavimento novo flexível, para os Postos de Contagem 01 a 05, para os Trecho 01 e 03, será considerado na determinação do número N, aquele posto que apresentar maior valor de N. Nesse sentido, o Posto 04,

localizado na DF 001, entroncamento das rodovias DF 001 com a DF 035, é o que apresenta maiores valores de N para as metodologias USACE e AASHTO, conforme apresentado a seguir:

N_{USACE} de $4,17 \times 10^7$ solicitações do eixo simples padrão de 8,2 t para o período de projeto de 10 anos.

N_{AASHTO} de $2,17 \times 10^7$ solicitações do eixo simples padrão de 8,2 t para o período de projeto de 10 anos.

Portanto, para o dimensionamento do pavimento flexível novo, Trechos 01 a 03, referente as medidas mitigadoras para a implantação do Parcelamento Quinhão 16, será adotado o N igual a $4,17 \times 10^7$ solicitações do eixo simples padrão de 8,2 t para o período de projeto de 10 anos.

2.1 Estudo Geotécnico

Este estudo teve por objetivo a investigação do solo, de tal forma que se obtenham as informações necessárias para a caracterização do solo e a busca de parâmetros que permitam o dimensionamento do pavimento.

Para a programação das investigações geotécnicas para o Trecho 01, visando a elaboração do projeto de pavimentação, foram executados os seguintes ensaios e sondagens distribuídos na área do do entroncamento da DF 001/DF 027:

- 16 sondagens a trado (ST) com profundidade variável de 1,50m até 6,50m ou impenetrável ao trado, numeradas de ST 01 a ST 16;
- 16 conjuntos de ensaios de caracterização (granulometria por peneiramento e limites de liquidez e de plasticidade) e determinação do suporte do subleito.

As investigações geotécnicas para o Trecho 02, visando a elaboração do projeto de pavimentação, foram executados os seguintes ensaios e sondagens distribuídos na área do do entroncamento da DF 001/DF 035:

- 10 sondagens a trado (ST) com profundidade variável de 1,50m até 6,50m ou impenetrável ao trado, numeradas de ST 17 a ST 26;

- 10 conjuntos de ensaios de caracterização (granulometria por peneiramento e limites de liquidez e de plasticidade) e determinação do suporte do subleito.

Sendo que as investigações geotécnicas para o Trecho 03, visando a elaboração do projeto de pavimentação, foram executados os seguintes ensaios e sondagens distribuídos na área do do entroncamento da DF 035/DF 025:

- 5 sondagens a trado (ST) com profundidade de até 1,50m ou impenetrável ao trado, numeradas de ST 27 a ST 31;
- 5 conjuntos de ensaios de caracterização (granulometria por peneiramento e limites de liquidez e de plasticidade) e determinação do suporte do subleito.

Assim, foram executadas 31 sondagens a trado e executados para cada uma delas os ensaios de caracterização, compactação e CBR, para os Trechos 01, 02 e 03.

A seguir, na Tabela 9 visualizamos os resultados dos ensaios de granulometria, de limites, de compactação e de CBR. Na tabela podemos observar a classificação do material pelo método Highway Research Board – HRB.

Quando analisamos as granulometrias dos materiais ensaiados, visualizamos que o material foi predominantemente composto por areno-argiloso pouco pedregulhoso e pouco argiloso, para os Trechos 01 e 02. Enquanto no Trecho 03, predomina de modo geral um solo fino, sendo classificado como uma argila pouco arenosa, pouco pedregulhosa.

Com relação aos índices físicos de limites de liquidez e de plasticidade, verificamos que o material em quase sua totalidade é considerado não plástico, haja vista que os resultados de índice de plasticidade apresentaram valores abaixo de 10%, para os Trechos 01 e 02 e um material com maior plasticidade para o Trecho 03. Nas amostras deformadas também foram realizados os ensaios de compactação para conhecermos os parâmetros de umidade ótima destes solos e medir a densidade máxima compactada seca, compactadas na energia Proctor Normal.

Para os ensaios de compactação e de CBR, verificamos que a umidade ótima de compactação média é de 20,0% e densidade máxima média de 1581 kg/m³, estes valores são condizentes com os observados em solos areno-siltosos pouco pedregulhosos a pouco

argilosos. Com relação a expansão, nota-se que os pontos apresentam valor menor que 0,5%, não trazendo assim problemas quando da sua compactação.

Tabela 9: Resumo dos resultados dos ensaios de caracterização, compactação e CBR.

DESCRICAO	N.A	UMID. OTIMA (%)	DEN. MAXI COMPACTADA (kg/m3)	EXP (%)	IS C (%)	PASSA P. 10	PASSA P. 40	PASSA P. 200	LL	IP	HRB GRUPO
CBR-01	-	12,10	1861	0,25	8,20	66,90	60,14	42,95	23,30	NP	A - 6
CBR-02	-	23,20	1518	0,04	8,20	97,69	89,90	57,29	20,90	NP	A - 6
CBR-03	-	15,00	1782	0,17	9,00	67,50	58,55	46,49	27,20	NP	A - 6
CBR-04	-	10,4	1548	0,02	8,40	99,32	85,69	44,30	18,50	8,50	A - 4
CBR-05	-	21,50	1657	0,02	9,80	93,49	88,08	52,17	20,20	NP	A - 6
CBR-06	-	9,50	1848	0,07	10,70	70,95	65,40	29,90	17,10	NP	A - 2- 6
CBR-07	-	13,00	1778	0,02	12,20	66,02	59,24	28,28	20,20	NP	A - 2- 6
CBR-08	-	24,70	1496	0,02	8,00	81,23	72,93	11,92	16,80	NP	A - 2- 6
CBR-09	-	15,10	1811	0,33	8,00	73,53	64,84	52,58	26,50	NP	A - 6
CBR-10	-	16,30	1602	0,01	11,30	97,83	94,33	19,26	19,20	NP	A - 2- 6
CBR-11	-	11,00	1615	0,00	8,60	97,45	93,40	18,08	12,60	NP	A - 2- 6
CBR-12	-	14,20	1603	0,03	7,90	99,48	94,73	36,38	21,80	NP	A - 6
CBR-13	-	23,90	1450	0,10	7,20	99,26	93,89	65,59	35,50	9,40	A - 4
CBR-14	-	24,10	1449	0,16	8,90	99,65	95,32	55,60	28,70	7,80	A - 4
CBR-15	-	23,50	1428	0,19	7,10	99,54	95,73	64,52	34,10	11,30	A - 6
CBR-16	-	22,40	1518	0,04	12,10	96,94	88,49	55,45	32,70	10,30	A - 4
CBR-17	-	14,80	1773	0,20	9,00	84,59	78,49	51,85	24,90	6,60	A - 4
CBR-18	-	13,00	1790	0,30	8,70	73,87	60,39	43,85	28,20	NP	A - 6
CBR-19	-	17,00	1694	0,17	8,20	72,85	68,05	58,84	33,30	9,80	A - 4
CBR-20	-	14,90	1700	0,03	8,50	98,20	93,45	40,75	21,60	6,10	A - 4
CBR-21	-	25,60	1420	0,20	7,80	97,83	92,03	78,50	38,70	14,70	A - 6
CBR-22	-	17,10	1650	0,24	7,60	89,43	85,52	57,20	30,70	10,20	A - 4
CBR-23	-	26,00	1500	0,16	8,90	93,06	88,98	71,29	36,60	13,30	A - 6
CBR-24	-	17,00	1663	0,21	8,00	88,07	83,58	43,10	24,00	5,40	A - 4
CBR-25	-	18,70	1628	0,07	9,60	91,11	87,78	53,63	23,50	7,20	A - 4
CBR-26	-	15,60	1633	0,06	8,70	97,73	90,99	31,84	12,40	NP	A - 2- 6
CBR-27	-	30,90	1315	0,15	7,40	98,35	92,63	76,88	45,80	9,50	A - 5
CBR-28	-	30,90	1315	0,15	7,40	72,35	63,56	52,41	45,50	10,80	A - 5
CBR-29	-	29,30	1338	0,21	8,00	95,81	89,26	68,94	41,20	11,60	A - 7- 6
CBR-30	-	29,50	1311	0,22	7,00	99,44	93,79	76,80	45,10	15,40	A - 7- 6
CBR-31	-	30,90	1332	0,15	7,50	98,81	87,30	69,48	42,70	12,80	A - 7- 6

Para os locais de acesso à rotatória da Ponte JK e à rotatória da ESAF, onde serão executadas as obras de arte, foram realizadas 3 sondagens em cada local no horizonte de zero a cinco metros e coletadas amostras deformadas com o intuito de verificar a utilização destes materiais na sub-base do pavimento. Para isto, foram realizados os ensaios de caracterização, compactação e CBR na energia Intermediária com incorporação de cal nas porcentagens de 2%, 3% e 4% em massa.

Estes resultados mostram que a porcentagem de 4% em massa da cal atende ao CBR mínimo especificado em projeto para a camada de sub-base.

Para os locais em que o novo traçado da pista não coincide com o pavimento existente, foram executadas duas sondagens na pista para verificar a espessura das camadas do pavimento. Podemos observar a localização e espessuras e classificação da composição das camadas do pavimento na Figura 5 e Tabela 10 a seguir.



Figura 5: Localização das sondagens nos trechos da pista que serão demolidos.

Tabela 10: Descrição e espessura das camadas obtidas nas sondagens rotativas.

Camada	Ponto 01	Ponto 02
Revestimento	CBUQ – 8 cm	CBUQ – 6 cm
Base	Brita Graduada Simples (BGS) – 15 cm	Brita Graduada Simples (BGS) – 10,5 cm
Sub-base	Argila com Pedregulho – 11 cm	Cascalho – 20 cm

Na etapa de execução da obra, o material fresado do revestimento, por orientação do DER, será encaminhado ao 2º Distrito do DER. Os materiais das camadas de base e sub-base serão depositados em bota-espera próxima à obra para posterior utilização na camada de sub-base do novo pavimento.

A coleta das amostras e os ensaios realizados seguiram as prescrições das especificações técnica vigentes, as determinações do projeto e as recomendações da fiscalização. Segue abaixo a relação das principais especificações técnicas adotadas para a execução dos ensaios.

- Solos - Compactação utilizando amostras não trabalhadas – NORMA DNIT 164/2013 - ME;
- Solos - massa específica aparente "in situ" com frasco de areia DNER-ME 092/94;
- Solos - determinação do teor de umidade - DNER-ME 213/94;
- Solos - Índice de Suporte Califórnia NORMA DNIT 172/2016 - ME;
- Solos - determinação do limite de liquidez - DNER-ME 122/94;
- Solos - determinação do limite de plasticidade - DNER-ME 82/94;
- Solos - análise granulométrica por peneiramento - DNER-ME 80/94.

Para a definição das condições de suporte do subleito do pavimento, foram observados que os valores constantes da tabela acima apresentam CBR médio de 8,64%, desvio padrão de 1,35 e “t” de Student de 1,310. Aplicando as formulações temos que o CBR de projeto é de 8,3 sendo adotado para o presente dimensionamento o $CBR_{projeto} = 8,0\%$.

Como o dimensionamento realizado neste projeto utiliza como material de uma das alternativas para a base o cascalho, foi considerado que este material será proveniente da jazida da GM Cascalho, cuja Distância Média de Transporte – DMT desta jazida à obra é de 35,3 km, como pode ser observado na Figura 6.

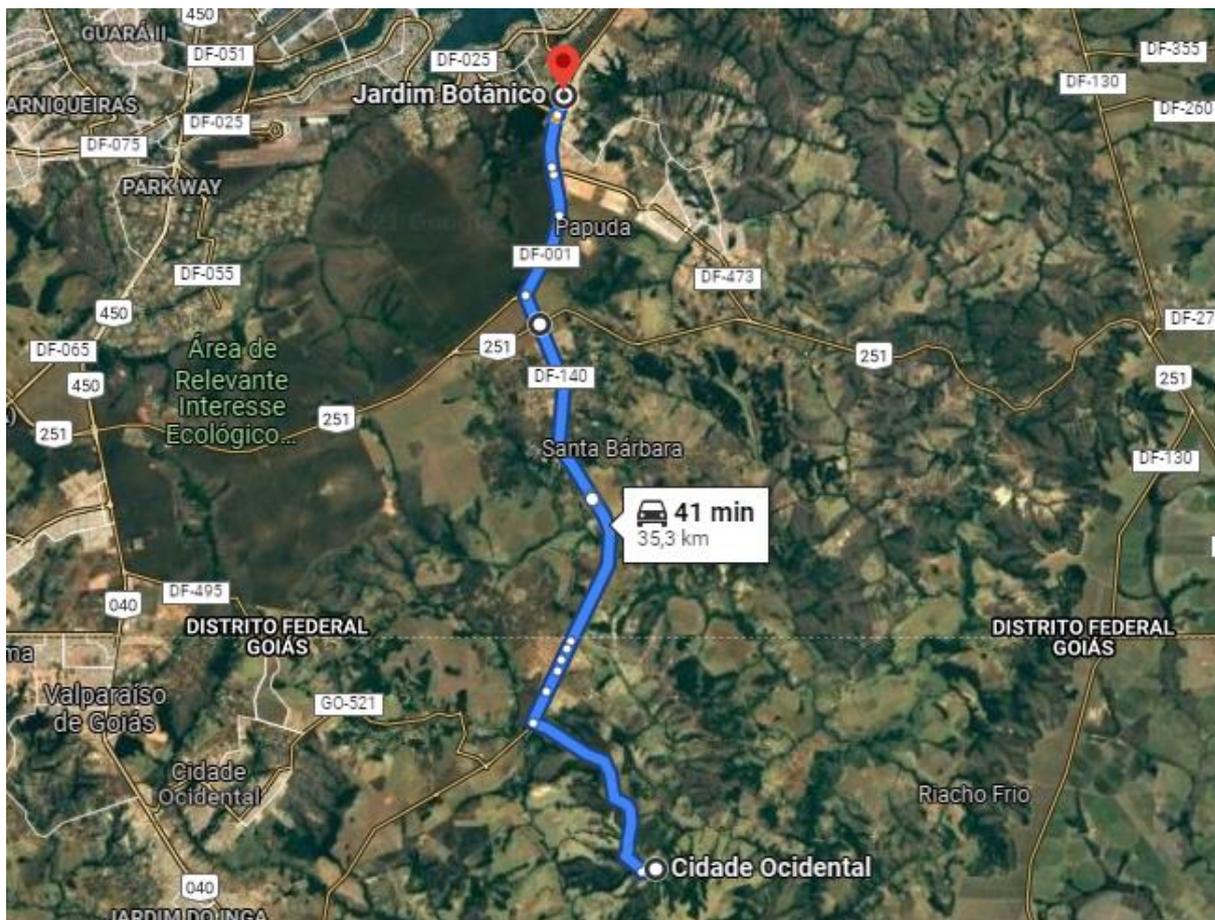


Figura 6: Trajeto da JM Cascalho até o local da obra.

Desta forma, para aferir a qualidade deste material, serão realizados ensaios de compactação e CBR na energia modificada no material da jazida para atender às especificações deste dimensionamento.

2.2 Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis Novos

O dimensionamento da estrutura para o Trecho 01 terá como solução final para o dimensionamento de pavimentos flexíveis novos, inicialmente, a partir do método de dimensionamento do DNIT, e a seguir procedeu-se a verificação e adaptação desta estrutura pelos critérios mecânicos.

2.2.1 Método do DNIT

O Método do DNIT tem sua metodologia bastante difundida e é de domínio geral, tendo como premissa básica a proteção das camadas quanto à ruptura por cisalhamento. Nele, definem-se as espessuras equivalentes de pavimento necessárias para a proteção das camadas subjacentes em função do índice de Suporte Califórnia. Já as espessuras de cada camada são dadas em função de seus coeficientes de equivalência estrutural.

No que diz respeito às camadas betuminosas, recomenda-se a adoção de uma espessura mínima no intuito de se proteger a camada de base dos esforços impostos pelo tráfego e evitar a ruptura do revestimento por esforços repetidos de tração na flexão. Os valores mínimos recomendados pelo DNIT são apresentados a seguir:

Tabela 11: Camadas betuminosas, espessura mínima.

Parâmetro de Tráfego	Tipo e Espessura
$N \leq 1 \times 10^6$	Tratamentos Superficiais Betuminosos duplos e triplos
$1 \times 10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Concreto Betuminoso (5,0 cm)
$5 \times 10^6 < N \leq 1 \times 10^7$	Concreto Betuminoso (7,5 cm)
$1 \times 10^7 < N \leq 5,0 \times 10^7$	Concreto Betuminoso (10 cm)
$N > 5 \times 10^7$	Concreto Betuminoso (12,5 cm)

Dessa forma, o dimensionamento baseia-se nos seguintes parâmetros:

- Índice de Suporte Califórnia do subleito (ISC)
- Número de operações do eixo padrão de 8,2 tf (N)
- Coeficientes de equivalência estrutural das camadas do pavimento (K)

A partir do número N e da capacidade de suporte da camada em análise é possível definir a espessura equivalente em material granular (H) necessária para a proteção da mesma, conforme equação abaixo:

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

A definição das espessuras equivalentes para a proteção de cada camada separadamente é realizada para o subleito (H_m), o reforço do subleito (H_n) e a sub-base (H_{20}), conforme a figura apresentada na sequência.

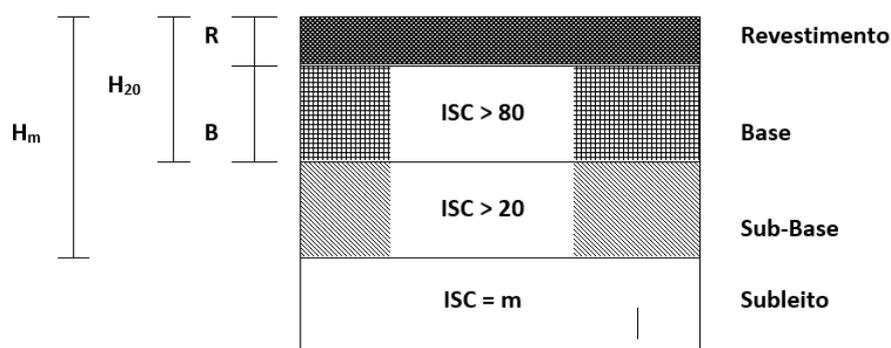


Figura 7 : Estrutura do pavimento

As espessuras individuais das camadas constituintes do pavimento são calculadas com base nos critérios a seguir:

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

$$R K_R + B K_B + S K_S \geq H_m$$

Onde:

R, B e S = espessuras do revestimento, base e sub-base, respectivamente;

K = coeficientes estruturais:

- Revestimento em CBUQ, coeficiente estrutural $K_R = 2,0$;
- Base ou sub-base granular, coeficiente estrutural K_B ou $K_S = 1,0$;

Para a verificação do pavimento pelo método do DNIT adotou-se CBR mínimo de 8,0% para o subleito. Os resultados são apresentados a seguir.

Para o referido Projeto apresentaremos abaixo 02 (duas) alternativas de dimensionamento de pavimento flexível novos para os locais dos Trechos 01, 02 e 03. Sendo em uma delas o uso de base do pavimento em cascalho e a outra alternativa a base em Brita Graduada Tratada com Cimento – BGTC. Para ambas as alternativas, o revestimento será em CBUQ, CAP 30/45, e a sub-base em solo/cal.

Alternativa 01 – Revestimento em CBUQ Convencional e base em Cascalho.

Método do DNIT - Pavimento Flexível							
TRECHOS 1, 2 E 3 - ALTERNATIVA 01							
Dados de Entrada				Parâmetros de Verificação			
CBR Subleito (%)	8			H _m (cm)	52,2		
CBR Sub-base (%)	20			H ₂₀ (cm)	30,2		
Número N (USACE)	4,17E+07						
Número N (AASHTO)	2,17E+07						
Camada	Material	k	H _{proj} (cm)	H _{equiv} (cm)	H _{acum} (cm)	Parâmetro	Aceit o
Revestimento	CBUQ	2,0	12,0	24,0	-	-	-
Base	Cascalho	1,0	15,0	15,0	39,0	> H ₂₀ (cm) = 30,2	SIM
Sub-base	Solo/Cal	1,0	15,0	15,0	54,0	> H _m (cm) = 52,2	SIM

OBS.:

O Fator de Equivalência (k) de cada material é proposto no Método do DNIT.

A espessura mínima do revestimento é proposta no Método do DNIT em função do número N.

O H_{equiv} indica a espessura equivalente da camada para a proteção da camada inferior.

O H_{acum} indica a espessura equivalente acumulada a ser comparada com os parâmetros de verificação.

Alternativa 02 – Revestimento em CBUQ Convencional e base em BGTC.

Método do DNIT - Pavimento Flexível							
TRECHOS 1, 2 E 3 - ALTERNATIVA 02							
Dados de Entrada				Parâmetros de Verificação			
CBR Subleito (%)	8			H _m (cm)	52,2		
CBR Sub-base (%)	20			H ₂₀ (cm)	30,2		

Número N (USACE)		4,17E+07					
Número N (AASHTO)		2,17E+07					
Camada	Material	k	H _{proj} (cm)	H _{equiv} (cm)	H _{acum} (cm)	Parâmetro	Aceit o
Revestimento	CBUQ	2,0	10,0	20,0	-	-	-
Base	BGTC	1,7	15,0	25,5	45,5	> H ₂₀ (cm) = 30,2	SIM
Sub-base	Solo/cal	1,0	12,0	12,0	57,5	> H _m (cm) = 52,2	SIM

OBS.:

O Fator de Equivalência (k) de cada material é proposto no Método do DNIT.

A espessura mínima do revestimento é proposta no Método do DNIT em função do número N.

O H_{equiv} indica a espessura equivalente da camada para a proteção da camada inferior.

O H_{acum} indica a espessura equivalente acumulada a ser comparada com os parâmetros de verificação.

Alternativa 03 – Revestimento em CBUQ Convencional e base em BGS.

Método do DNIT - Pavimento Flexível							
TRECHOS 1, 2 E 3 - ALTERNATIVA 01							
Dados de Entrada				Parâmetros de Verificação			
CBR Subleito (%)	8			H _m (cm)		52,2	
CBR Sub-base (%)	20			H ₂₀ (cm)		30,2	
Número N (USACE)	4,17E+07						
Número N (AASHTO)	2,17E+07						
Camada	Material	k	H _{proj} (cm)	H _{equiv} (cm)	H _{acum} (cm)	Parâmetro	Aceit o
Revestimento	CBUQ	2,0	12,0	24,0	-	-	-
Base	BGS	1,0	15,0	15,0	39,0	> H ₂₀ (cm) = 30,2	SIM
Sub-base	Solo/Cal	1,0	15,0	15,0	54,0	> H _m (cm) = 52,2	SIM

OBS.:

O Fator de Equivalência (k) de cada material é proposto no Método do DNIT.

A espessura mínima do revestimento é proposta no Método do DNIT em função do número N.

O H_{equiv} indica a espessura equivalente da camada para a proteção da camada inferior.

O H_{acum} indica a espessura equivalente acumulada a ser comparada com os parâmetros de verificação.

2.2.2 Método Mecânico

Adicionalmente foram empregados modelos mecanísticos para a análise de deformações e deslocamentos das camadas asfálticas e deformações no subleito.

A fadiga e a deformação são as condições fundamentais da avaliação estrutural de pavimentos. Assim, procurou-se determinar diversos indicadores estruturais representados pelas deformações verticais reversíveis (deflexões) na superfície (D), deformações horizontais de tração (ξ_t) no revestimento e pela deformação vertical no topo do subleito (ξ_v).

A análise de desempenho das estruturas é feita através da verificação da compatibilidade entre esforços solicitantes (devidos à aplicação de cargas de tráfego) e os esforços resistentes, intrínsecos de cada material, traduzidos pelas equações de fadiga apresentadas no item a seguir.

Quando as estruturas inicialmente testadas em simulações computacionais não atendem aos parâmetros admissíveis (ou desejados) de cada material devem ser realizadas adequações nas espessuras das camadas de forma a se obter um pavimento equilibrado para atender o período de projeto desejado.

Os modelos ou critérios mecanísticos empregados neste estudo são apresentados a seguir.

a) Deslocamentos verticais reversíveis (deflexões) na superfície do pavimento (d0):

Os deslocamentos verticais máximos no topo do revestimento ocorrem devido às tensões e deformações das camadas estruturais constituintes do pavimento e do subleito em resposta ao carregamento na superfície do pavimento. Portanto, é necessário verificar os valores de deslocamentos verticais recuperáveis máximos no topo do pavimento de modo a garantir deformações inferiores às deformações de projeto.

Como critério comparativo, utilizou-se, para este parâmetro, a equação tradicionalmente aceita e proposta por Preussler e Pinto:

$$N_{ADMISÍVEL(USACE)} = 5,55 \times 10^{16} \times d_{adm}^{-5,32}$$

Onde:

$N_{ADMISÍVEL(USACE)}$: número de operações para a ruptura do pavimento (método USACE);

d_{adm} : deflexão admissível (deslocamento vertical máximo da superfície do pavimento).

- b) Deformações específicas horizontais de tração (ε_t) nas fibras inferiores do revestimento asfáltico:

As deformações específicas horizontais de tração (ε_t) nas faces inferiores das camadas betuminosas, causadas pelos carregamentos na superfície dos pavimentos, se forem excessivas, poderão causar ruptura por fadiga dessas camadas.

Desta forma, existe um número muito grande de procedimentos analíticos de projeto que consideram a deformação específica de tração na face inferior da camada betuminosa como o fator determinante da fadiga. No caso em estudo foi utilizada a equação definida por Federal Highway Administration (FHWA, 1976):

$$N_{ADMIS\acute{S}IVEL(AASHTO)} = 1,09 \times 10^{-6} \times \left(\frac{1}{\xi_t}\right)^{3,512}$$

Onde:

$N_{ADMIS\acute{S}IVEL(AASHTO)}$: número de operações para a ruptura do pavimento por fadiga (método AASHTO);

ξ_t : deformação específica horizontal de tração.

- c) Deformação específica vertical de compressão no topo do subleito (ε_v):

O solo de fundação é normalmente o material menos resistente da estrutura, portanto é por ele que se inicia a verificação estrutural. Entretanto, uma vez confirmado o seu desempenho, é importante efetuar-se também a análise global para assegurar eventuais problemas devido ao fenômeno da deformação permanente.

A análise é feita comparando-se a máxima deformação específica vertical de compressão (ε_v) atuante no topo do subleito, considerando-se um sistema de camadas elásticas, comparando-as com os valores admissíveis correspondentes ao material utilizado.

Nos pavimentos rodoviários onde o tráfego é canalizado, a deformação permanente em geral se manifesta nas chamadas trilhas de roda. Essa deformação devida ao cisalhamento é um dos fatores que precisa ser levado em conta no projeto racional de pavimentos, objetivando-se minimizar as deformações totais dos mesmos.

O critério da fadiga para deformações verticais de compressão do subleito é idêntico aos modelos adotados para a fadiga de misturas betuminosas e expresso neste trabalho por uma equação da seguinte forma (Dormon & Metcalf, 1965):

$$N_{ADMISSÍVEL(USACE)} = 6,069 \times 10^{-10} \times \xi_v^{-4,762}$$

Onde:

$N_{ADMISSÍVEL(USACE)}$: número de operações para a ruptura do pavimento por fadiga (método USACE);

ξ_v : deformação específica vertical de tração.

d) Fadiga de Misturas Cimentadas:

Para modelar o comportamento à fadiga da camada de brita graduada tratada com cimento (BGTC), utilizou-se o modelo desenvolvido por Balbo (1993) para camadas deste tipo, a saber:

$$N_{ADMISSÍVEL(USACE)} = 10^{(17,137 - 19,608 \times SR)} \text{ em que } SR = \sigma_a / \sigma_{rup}$$

Onde:

$N_{ADMISSÍVEL(USACE)}$: número de operações para a ruptura do pavimento por fadiga (método USACE);

σ_a : tensão atuante admissível;

σ_{rup} : tensão de tração na flexão de ruptura do material.

Para o estudo em questão, utilizou-se uma tensão de tração na flexão de 10 kgf/cm².

Pode-se observar na Figura 8 uma ilustração da localização das verificações efetuadas.

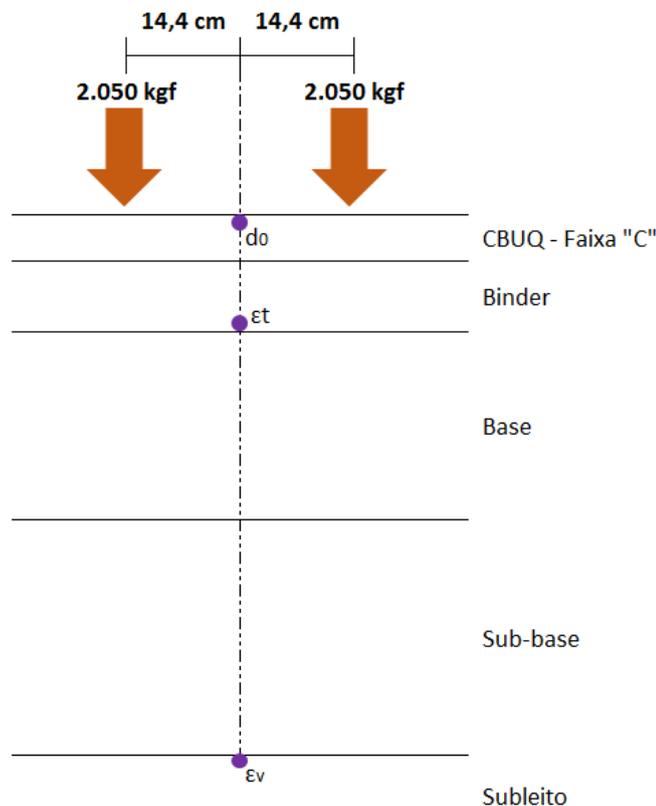


Figura 8: Exemplificação dos pontos de obtenção dos dados de interesse

e) Resultado da análise mecânica:

A partir dos dados do estudo de tráfego e das características do subleito local foram realizados sucessivos dimensionamentos de quatro alternativas de estruturas de pavimento

até que todos os critérios mencionados anteriormente fossem atingidos. Inicialmente, foi determinada uma estrutura de pavimento a partir do método de dimensionamento IP-04 PMSP para um período de análise de 10 anos, seguindo-se a adequação da mesma pelos critérios mecânicos.

No desenvolvimento deste estudo, utilizou-se a teoria das camadas elásticas para o cálculo dos deslocamentos e das deformações nas estruturas simuladas. Nesta tarefa, fez-se uso do programa do ELSYM5 – Elastic Layered System, que aplica o método das diferenças finitas no cálculo destes parâmetros, produzidos por um eixo de cargas, em qualquer ponto da estrutura do pavimento.

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 mecânica 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 mecânica, devem ser fornecidas a descrição sucinta do programa computacional, as hipóteses de cálculo utilizadas e simplificações adotadas, dados de entrada e resultados obtidos.” Deste forma, apresentaremos a seguir os dados de entrada e valores obtidos com o uso do software ELSYM5.

Para o correto funcionamento, o software exige a entrada dos seguintes dados:

- Dados das camadas do pavimento (espessura, Módulo de Resiliência e coeficiente de Poisson);
- Dados do carregamento (carga, pressão na superfície peno-pavimento, raio da superfície pneu-pavimento, número de pontos de carga e coordenadas dos pontos de carga);
- Dados dos pontos de avaliação (número e coordenadas dos pontos de avaliação do plano XY e número e coordenadas dos pontos de avaliação no eixo Z).

Os dados de entrada das camadas do pavimento utilizados no programa podem ser observados na Tabela 12.

Tabela 12: Estrutura do pavimento e valores usuais de Módulo de Resiliência e Poisson

Camada	Coeficiente de Poisson	Módulo de Resiliência		
		Estimativa em Mpa	Fonte	Estimativa em kgf/cm ²
Revestimento – CBUQ	0,30	3.000 < E < 5.000	IP-08/2004	40.000
		2.000 < E < 5.000	IP-DE-P00/001	
Base – BGTC	0,20	5.000 < E < 15.000	IP-08/2004	70.000
Base – Cascalho	0,35	100 < E _B < 500	IP-08/2004	2.600
		150 < E _B < 300	IP-DE-P00/001	
Base – BGS	0,35	100 < E _B < 500	IP-08/2004	2.000
		150 < E _B < 300	IP-DE-P00/001	
Sub-base Solo/Cal	0,35	$E_{REF} = 18,0(CBR_{SB})^{0,64} \times 3 \sqrt{\frac{3CBR_{SL}}{CBR_{SB}}}$	IP-08/2004	2.000
		200 < E _{SB} < 400	IP-DE-P00/001	
Subleito	0,40	$E_{SL} = 22,0 (CBR)^{0,8}$	IP-08/2004	1.250
		100 < E _{SL} < 200	IP-DE-P00/001	

Os valores de espessura das camadas variam de acordo com a análise realizada no pavimento.

Os dados de entrada dos carregamentos utilizados no programa podem ser observados na Tabela a seguir.

Tabela 13: Dados do carregamento imposto ao pavimento

Carga		2.050 kgf
Pressão da Superfície Pneu-Pavimento		5,6 kgf/cm ²
Raio da Superfície Pneu-Pavimento		10,8 cm
Número de Pontos de Cargas (Pneus)		2
Coordenadas	Ponto 01	0,0 cm / 0,0 cm
	Ponto 02	28,8 cm / 0,0 cm

Os dados de entrada dos pontos de avaliação utilizados no programa podem ser observados na Tabela 14.

Tabela 14: Dados dos pontos de avaliação no pavimento

Avaliações no plano XY		Avaliações no eixo Z	
Pontos	Coordenadas	Pontos	Profundidade
1	14,4 cm / 0,0 cm	1	Infinitesimal abaixo da carga (0,01 cm)
		2	Infinitesimal acima da interface revestimento-base
		3	Infinitesimal acima da interfase BGTC-sub-base (apenas para pavimentos com camada de BGTC).
		4	Infinitesimal abaixo da sub-base

A seguir, nas Tabelas a seguir, são apresentadas a sequências dos resultados obtidos nas análises mecânicas para as alternativas de estruturas. Nesta etapa já foi realizada a comparação dos resultados de saída do ELSYM5 com os valores de deslocamento e deformações calculados com base no número N de projeto. Quando os dados de deslocamentos e deformações obtidos no ELSYM5 são maiores que os admissíveis para os valores de N do projeto, parte-se para uma nova análise mecânica com novos valores de espessuras das camadas.

Tabela 15: Análise Mecânica – Alternativa 01 – Pavimento Flexível – Revestimento em CBUQ Convencional e Base em Cascalho

TRECHOS 1, 2 E 3 - ALTERNATIVA 1										
Camada	Espessura (cm)	Parâmetro de Avaliação	Número N		Modelo	Máximo Valor Admissível		Valor Calculado (ELSYM5)		Aceito
Revestimento (CBUQ)	12	d_0	USACE	4,17E+07	Preussler e Pinto	51,89	$\times 10^{-2}$ mm	34,4	$\times 10^{-2}$ mm	SIM
		ϵ_t	AASHTO	2,17E+07	FHWA, 1976	1,63E-04	mm/mm	1,95E-04	mm/mm	NÃO
Base (Cascalho)	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sub-base (Solo/Cal)	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subleito	-	ϵ_v	USACE	4,17E+07	Dormon & Metcalf, 1965	2,91E-04	mm/mm	3,35E-04	mm/mm	NÃO
Revestimento (CBUQ)	12	d_0	USACE	4,17E+07	Preussler e Pinto	51,89	$\times 10^{-2}$ mm	33,9	$\times 10^{-2}$ mm	SIM
		ϵ_t	AASHTO	2,17E+07	FHWA, 1976	1,63E-04	mm/mm	1,93E-04	mm/mm	NÃO
Base (Cascalho)	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sub-base (Solo/Cal)	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subleito	-	ϵ_v	USACE	4,17E+07	Dormon & Metcalf, 1965	2,91E-04	mm/mm	3,18E-04	mm/mm	NÃO
Revestimento (CBUQ)	12	d_0	USACE	4,17E+07	Preussler e Pinto	51,89	$\times 10^{-2}$ mm	33,4	$\times 10^{-2}$ mm	SIM
		ϵ_t	AASHTO	2,17E+07	FHWA, 1976	1,63E-04	mm/mm	1,91E-04	mm/mm	NÃO
Base (Cascalho)	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sub-base (Solo/Cal)	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subleito	-	ϵ_v	USACE	4,17E+07	Dormon & Metcalf, 1965	2,91E-04	mm/mm	2,94E-04	mm/mm	NÃO
Revestimento (CBUQ)	15	d_0	USACE	4,17E+07	Preussler e Pinto	51,89	$\times 10^{-2}$ mm	30,1	$\times 10^{-2}$ mm	SIM
		ϵ_t	AASHTO	2,17E+07	FHWA, 1976	1,63E-04	mm/mm	1,60E-04	mm/mm	SIM
Base (Cascalho)	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sub-base (Solo/Cal)	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subleito	-	ϵ_v	USACE	4,17E+07	Dormon & Metcalf, 1965	2,91E-04	mm/mm	2,73E-04	mm/mm	SIM

Tabela 16: Análise Mecânica – Alternativa 02 – Pavimento Flexível – Revestimento em CBUQ Convencional e Base em BGTC

TRECHOS 1, 2 E 3 - ALTERNATIVA 2										
Camada	Espessura (cm)	Parâmetro de Avaliação	Número N		Modelo	Máximo Valor Admissível		Valor Calculado (ELSYM5)		Aceito
Revestimento (CBUQ)	10	d ₀	USACE	4,17E+07	Preussler e Pinto	51,89	x 10 ⁻² mm	20,6	x 10 ⁻² mm	SIM
		E _t	AASHTO	2,17E+07	FHWA, 1976	1,63E-04	mm/mm	2,69E-05	mm/mm	SIM
Base (BGTC)	15	E _t	USACE	4,17E+07	Balbo, 1993	4,854	kgf/cm ²	5,9	kgf/cm ²	NÃO
Sub-base(Solo/Cal)	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subleito	-	E _v	USACE	4,17E+07	Dormon & Metcalf, 1965	2,91E-04	mm/mm	1,80E-04	mm/mm	SIM
Revestimento (CBUQ)	10	d ₀	USACE	4,17E+07	Preussler e Pinto	51,89	x 10 ⁻² mm	19,2	x 10 ⁻² mm	SIM
		E _t	AASHTO	2,17E+07	FHWA, 1976	1,63E-04	mm/mm	2,75E-05	mm/mm	SIM
Base (BGTC)	17	E _t	USACE	4,17E+07	Balbo, 1993	4,854	kgf/cm ²	5,26	kgf/cm ²	NÃO
Sub-base(Solo/Cal)	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subleito	-	E _v	USACE	4,17E+07	Dormon & Metcalf, 1965	2,91E-04	mm/mm	1,58E-04	mm/mm	SIM
Revestimento (CBUQ)	13	d ₀	USACE	4,17E+07	Preussler e Pinto	51,89	x 10 ⁻² mm	18,8	x 10 ⁻² mm	SIM
		E _t	AASHTO	2,17E+07	FHWA, 1976	1,63E-04	mm/mm	1,66E-05	mm/mm	SIM
Base (BGTC)	15	E _t	USACE	4,17E+07	Balbo, 1993	4,854	kgf/cm ²	5,07	kgf/cm ²	NÃO
Sub-base(Solo/Cal)	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subleito	-	E _v	USACE	4,17E+07	Dormon & Metcalf, 1965	2,91E-04	mm/mm	1,52E-04	mm/mm	SIM
Revestimento (CBUQ)	10	d ₀	USACE	4,17E+07	Preussler e Pinto	51,89	x 10 ⁻² mm	18,6	x 10 ⁻² mm	SIM
		E _t	AASHTO	2,17E+07	FHWA, 1976	1,63E-04	mm/mm	2,75E-05	mm/mm	SIM
Base (BGTC)	18	E _t	USACE	4,17E+07	Balbo, 1993	4,854	kgf/cm ²	4,98	kgf/cm ²	NÃO
Sub-base(Solo/Cal)	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subleito	-	E _v	USACE	4,17E+07	Dormon & Metcalf, 1965	2,91E-04	mm/mm	1,49E-04	mm/mm	SIM
Revestimento (CBUQ)	10	d ₀	USACE	4,17E+07	Preussler e Pinto	51,89	x 10 ⁻² mm	18,0	x 10 ⁻² mm	SIM
		E _t	AASHTO	2,17E+07	FHWA, 1976	1,63E-04	mm/mm	2,75E-05	mm/mm	SIM
Base (BGTC)	19	E _t	USACE	4,17E+07	Balbo, 1993	4,854	kgf/cm ²	4,71	kgf/cm ²	SIM
Sub-base(Solo/Cal)	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subleito	-	E _v	USACE	4,17E+07	Dormon & Metcalf, 1965	2,91E-04	mm/mm	1,40E-04	mm/mm	SIM

Tabela 17: Análise Mecânica – Alternativa 03 – Pavimento Flexível – Revestimento em CBUQ Convencional e Base em BGS

TRECHOS 1, 2 E 3 - ALTERNATIVA 3										
Camada	Espessura (cm)	Parâmetro de Avaliação	Número N		Modelo	Máximo Valor Admissível		Valor Calculado (ELSYM5)		Aceito
Revestimento (CBUQ)	12	d_0	USACE	4,17E+07	Preussler e Pinto	51,89	$x 10^{-2}$ mm	36,0	$x 10^{-2}$ mm	SIM
		ϵ_t	AASHTO	2,17E+07	FHWA, 1976	1,63E-04	mm/mm	2,13E-04	mm/mm	NÃO
Base (BGS)	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sub-base (Solo/Cal)	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subleito	-	ϵ_v	USACE	4,17E+07	Dormon & Metcalf, 1965	2,91E-04	mm/mm	3,40E-04	mm/mm	NÃO
Revestimento (CBUQ)	12	d_0	USACE	4,17E+07	Preussler e Pinto	51,89	$x 10^{-2}$ mm	35,8	$x 10^{-2}$ mm	SIM
		ϵ_t	AASHTO	2,17E+07	FHWA, 1976	1,63E-04	mm/mm	2,12E-04	mm/mm	NÃO
Base (BGS)	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sub-base (Solo/Cal)	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subleito	-	ϵ_v	USACE	4,17E+07	Dormon & Metcalf, 1965	2,91E-04	mm/mm	3,24E-04	mm/mm	NÃO
Revestimento (CBUQ)	12	d_0	USACE	4,17E+07	Preussler e Pinto	51,89	$x 10^{-2}$ mm	35,4	$x 10^{-2}$ mm	SIM
		ϵ_t	AASHTO	2,17E+07	FHWA, 1976	1,63E-04	mm/mm	2,11E-04	mm/mm	NÃO
Base (BGS)	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sub-base (Solo/Cal)	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subleito	-	ϵ_v	USACE	4,17E+07	Dormon & Metcalf, 1965	2,91E-04	mm/mm	3,01E-04	mm/mm	NÃO
Revestimento (CBUQ)	15	d_0	USACE	4,17E+07	Preussler e Pinto	51,89	$x 10^{-2}$ mm	31,3	$x 10^{-2}$ mm	SIM
		ϵ_t	AASHTO	2,17E+07	FHWA, 1976	1,63E-04	mm/mm	1,72E-04	mm/mm	NÃO
Base (BGS)	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sub-base (Solo/Cal)	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subleito	-	ϵ_v	USACE	4,17E+07	Dormon & Metcalf, 1965	2,91E-04	mm/mm	2,75E-04	mm/mm	SIM
Revestimento (CBUQ)	16	d_0	USACE	4,17E+07	Preussler e Pinto	51,89	$x 10^{-2}$ mm	30,0	$x 10^{-2}$ mm	SIM
		ϵ_t	AASHTO	2,17E+07	FHWA, 1976	1,63E-04	mm/mm	1,60E-04	mm/mm	SIM
Base (BGS)	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sub-base (Solo/Cal)	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subleito	-	ϵ_v	USACE	4,17E+07	Dormon & Metcalf, 1965	2,91E-04	mm/mm	2,57E-04	mm/mm	SIM

Com base nas soluções de dimensionamento propostas e por meio da utilização do mesmo programa ELSYM5, foram calculadas as deflexões admissíveis para cada camada do pavimento utilizando os mesmos módulos do dimensionamento. Desta forma, seria possível realizar o controle da construção também pela análise das leituras obtidas nos ensaios de viga Benkelman. A Tabela 18 apresenta um resumo das deflexões obtidas para cada camada.

Tabela 18: Deflexões admissíveis para cada camada nas etapas de construção.

Solução 1 - Base em Cascalho		Solução 2 - Base em BGTC		Solução 3 - Base em BGS	
Camada	Deflexão Admissível (0,01 mm)	Camada	Deflexão Admissível (0,01 mm)	Camada	Deflexão Admissível (0,01 mm)
Subleito - 60 cm	66,5	Subleito - 60 cm	66,5	Subleito - 60 cm	66,5
Sub-base (Solo/cal) - 15 cm	63,5	Sub-base (Solo/cal) - 12 cm	65,5	Sub-base (Solo/cal) - 15 cm	63,5
Base (Cascalho) - 15 cm	53,6	Base (BGTC) - 19 cm	24,4	Base (BGS) - 15 cm	56,0
Revestimento (CBUQ) - 15 cm	30,1	Revestimento (CBUQ) - 10 cm	18,0	Revestimento (CBUQ) - 16 cm	30,0

2.3 Soluções Propostas

A seguir, são apresentadas as soluções propostas a partir da avaliação tanto pelo método DNIT como pelo método mecanístico. Sendo adotada a solução para cada alternativa que satisfaçam as 02 critérios.

Abaixo, são apresentadas 2 alternativas para os pavimentos dimensionados nos Trechos 01, 02 e 03, entroncamento das rodovias DF 001 com a DF 027, DF 001 com a DF 035 e da DF 035 com a DF 025, respectivamente.

1ª ALTERNATIVA: PAVIMENTO – CBUQ (CAP 30/45) E BASE EM CASCALHO.

Espessura (cm)	Camada
4,5	Revestimento em Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) FAIXA C – CAP 30/45.
-	Pintura de Ligação – RR 2C – Taxa residual estimada de 0,4 l/m ² .
4,5	Revestimento em Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) FAIXA C – CAP 30/45.
-	Pintura de Ligação – RR 2C – Taxa residual estimada de 0,4 l/m ² .
6,0	Revestimento em Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) FAIXA B – CAP 30/45.
-	Imprimação – Emulsão Asfáltica do Tipo EAI – Taxa estimada de 0,9 a 1,2 l/m ² .
15,0	Base em Cascalho com adição de 3% de cimento em massa, CBR ≥ 80%. GC = 100%, Proctor Modificado.
15,0	Sub-Base em Solo/Cal com percentual de 4% em massa de cal, CBR ≥ 30%. GC = 100%, Proctor Intermediário.
60,0	Compactação do Subleito, GC = 100%, Proctor Intermediário.
<p>Obs.: Para os locais onde o pavimento será demolido, serão adotados os seguintes procedimentos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Fresagem da camada de revestimento em 8 cm e transporte deste material para o 2º Distrito do DER; 2. Corte de 26 cm da camada de base e sub-base e transporte deste material para bota-espera próxima à obra, com reutilização deste material na camada de sub-base do novo pavimento. Após a completa utilização deste material estocado, será utilizado a alternativa de solo/cal em 4% de massa para a camada de sub-base. 	

2ª ALTERNATIVA: PAVIMENTO – CBUQ (CAP 30/45) E BASE EM BGTC.

Espessura (cm)	Camada
5,0	Revestimento em Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) FAIXA C – CAP 30/45.
-	Pintura de Ligação – RR 2C – Taxa residual estimada de 0,4 l/m ² .
5,0	Revestimento em Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) FAIXA C – CAP 30/45.

Espessura (cm)	Camada
-	Imprimação – Emulsão Asfáltica do Tipo EAI – Taxa estimada de 0,9 a 1,2 l/m ² .
19,0	Base de Brita Graduada Tratamento com Cimento – BGTC, teor de cimento variando de 4,0% a 5,0%, em massa. Compactada na Energia Intermediária e Grau de Compactação ≥ 100%. Resistências à compressão simples axial de $f_{ck} = 35 \text{ kgf/cm}^2$ aos 7 dias e $f_{ck} = 50 \text{ kgf/cm}^2$ aos 28 dias. Resistência à tração na flexão $f_{ct,f} = 10 \text{ kgf/cm}^2$ aos 28 dias. Como referência a Especificação Técnica do DER-SP – ET-DE-P00/009 – Jul/2005, Rev. A.
12,0	Sub-Base em Solo/Cal com percentual de 4% em massa de cal, CBR ≥ 30%. GC = 100%, Proctor Intermediário.
60,0	Compactação do Subleito, GC = 100%, Proctor Intermediário.
<p>Obs.: Para os locais onde o pavimento será demolido, serão adotados os seguintes procedimentos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Fresagem da camada de revestimento em 8 cm e transporte deste material para o 2º Distrito do DER; 2. Corte de 26 cm da camada de base e sub-base e transporte deste material para bota-espera próxima à obra, com reutilização deste material na camada de sub-base do novo pavimento. Após a completa utilização deste material estocado, será utilizado a alternativa de solo/cal em 4% de massa para a camada de sub-base. 	

3ª ALTERNATIVA: PAVIMENTO – CBUQ (CAP 30/45) E BASE EM BGS.

Espessura (cm)	Camada
5,0	Revestimento em Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) FAIXA C – CAP 30/45.
-	Pintura de Ligação – RR 2C – Taxa residual estimada de 0,4 l/m ² .
5,0	Revestimento em Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) FAIXA C – CAP 30/45.
-	Pintura de Ligação – RR 2C – Taxa residual estimada de 0,4 l/m ² .
6,0	Revestimento em Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) FAIXA B – CAP 30/45.
-	Imprimação – Emulsão Asfáltica do Tipo EAI – Taxa estimada de 0,9 a 1,2 l/m ² .
15,0	Base em BGS, CBR ≥ 80%. GC = 100%, Proctor Modificado.

15,0	Sub-Base em Solo/Cal com percentual de 4% em massa de cal, CBR \geq 30%. GC = 100%, Proctor Intermediário.
60,0	Compactação do Subleito, GC = 100%, Proctor Intermediário.

Obs.: Para os locais onde o pavimento será demolido, serão adotados os seguintes procedimentos:

1. Fresagem da camada de revestimento em 8 cm e transporte deste material para o 2º Distrito do DER;
2. Corte de 26 cm da camada de base e sub-base e transporte deste material para bota-espina próxima à obra, com reutilização deste material na camada de sub-base do novo pavimento. Após a completa utilização deste material estocado, será utilizado a alternativa de solo/cal em 4% de massa para a camada de sub-base.

4. Especificações

São necessários cuidados e controle na execução da estrutura, especialmente no que se refere à umidade e compactação das camadas granulares e a compactação, usinagem e aplicação das camadas asfálticas.

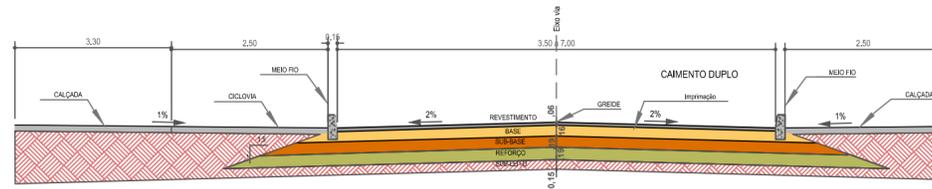
As alternativas propostas devem atender as especificações de serviço do DNIT. O quadro a seguir ilustra as especificações a serem adotadas:

Especificação	Descrição
DNIT 137/2010-ES	REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO
DNIT 138/2010-ES	REFORÇO DO SUBLEITO
DNIT 139/2010-ES	SUB-BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE
DNIT 141/2010-ES	BASE ESTABILIZADA GRANULOMETRICAMENTE
DNIT 144/2012-ES	IMPRIMAÇÃO COM LIGANTE ASFÁLTICO
DNIT 145/2012-ES	PINTURA DE LIGAÇÃO COM LIGANTE ASFÁLTICO
DER-SP-ES-DE-P00/009	SUB-BASE OU BASE DE BRITA GRADUADA TRATADA COM CIMENTO – BGTC.
DNIT 159/2011-ES	FRESAGEM A FRIO
DNIT 031/2006- ES	CONCRETO ASFÁLTICO

Ao mesmo tempo, devem ser atendidas as seguintes recomendações particulares:

O lençol de água subterrâneo deverá estar rebaixado pelo menos 1,50 m em relação à cota de fundação do pavimento (camada de terraplenagem acabada).

Devem ser executados drenos transversais profundos nos encaixes entre o pavimento novo e os pavimentos existentes da rodovia e vias de acesso, de forma a se garantir o adequado escoamento das águas pluviais que venham a se infiltrar no pavimento.



Alternativa 1

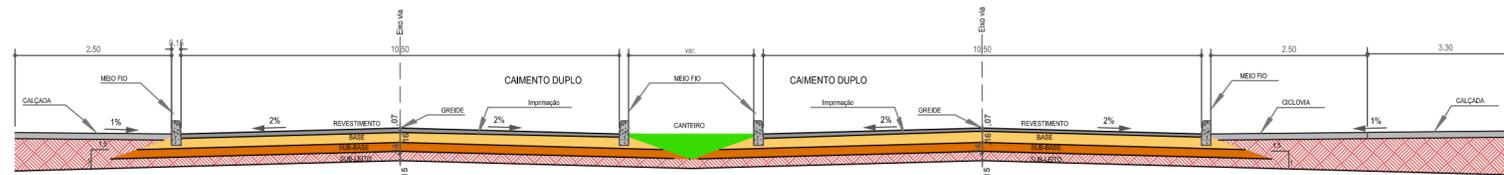
Espessura (cm)	Camada
4,5	Revestimento em Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) FAIXA C – CAP 30/45.
-	Pintura de Ligação – RR 2C – Taxa residual estimada de 0,4 l/m ² .
4,5	Revestimento em Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) FAIXA C – CAP 30/45.
-	Pintura de Ligação – RR 2C – Taxa residual estimada de 0,4 l/m ² .
6,0	Revestimento em Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) FAIXA B – CAP 30/45.
-	Imprimação – Emulsão Asfáltica do Tipo EAI – Taxa estimada de 0,9 a 1,2 l/m ² .
15,0	Base em Cascalho com adição de 3% de cimento em massa, CBR ≥ 80%. GC = 100%, Proctor Modificado.
15,0	Sub-Base em Solo/Cal com percentual de 4% em massa de cal, CBR ≥ 30%. GC = 100%, Proctor Intermediário.
60,0	Compactação do Subleito, GC = 100%, Proctor Intermediário.

Alternativa 2

Espessura (cm)	Camada
5,0	Revestimento em Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) FAIXA C – CAP 30/45.
-	Pintura de Ligação – RR 2C – Taxa residual estimada de 0,4 l/m ² .
5,0	Revestimento em Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) FAIXA C – CAP 30/45.
-	Imprimação – Emulsão Asfáltica do Tipo EAI – Taxa estimada de 0,9 a 1,2 l/m ² .
19,0	Base de Brita Graduada Tratamento com Cimento – BGTC, teor de cimento variando de 4,0% a 5,0%, em massa. Compactada na Energia Intermediária e Grau de Compactação ≥ 100%. Resistências à compressão simples axial de f_{ca} = 35 kgf/cm ² aos 7 dias e f_{ca} = 50 kgf/cm ² aos 28 dias. Resistência à tração na flexão f_{ct} = 10 kgf/cm ² aos 28 dias. Como referência a Especificação Técnica do DER-SP – ET-DE-P00/009 – Jul/2005, Rev. A.
12,0	Sub-Base em Solo/Cal com percentual de 4% em massa de cal, CBR ≥ 30%. GC = 100%, Proctor Intermediário.
60,0	Compactação do Subleito, GC = 100%, Proctor Intermediário.

Alternativa 3

Espessura (cm)	Camada
5,0	Revestimento em Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) FAIXA C – CAP 30/45.
-	Pintura de Ligação – RR 2C – Taxa residual estimada de 0,4 l/m ² .
5,0	Revestimento em Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) FAIXA C – CAP 30/45.
-	Pintura de Ligação – RR 2C – Taxa residual estimada de 0,4 l/m ² .
6,0	Revestimento em Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) FAIXA B – CAP 30/45.
-	Imprimação – Emulsão Asfáltica do Tipo EAI – Taxa estimada de 0,9 a 1,2 l/m ² .
15,0	Base em BGS, CBR ≥ 80%. GC = 100%, Proctor Modificado.
15,0	Sub-Base em Solo/Cal com percentual de 4% em massa de cal, CBR ≥ 30%. GC = 100%, Proctor Intermediário.
60,0	Compactação do Subleito, GC = 100%, Proctor Intermediário.



Alternativa 1

Espessura (cm)	Camada
4,5	Revestimento em Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) FAIXA C – CAP 30/45.
-	Pintura de Ligação – RR 2C – Taxa residual estimada de 0,4 l/m ² .
4,5	Revestimento em Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) FAIXA C – CAP 30/45.
-	Pintura de Ligação – RR 2C – Taxa residual estimada de 0,4 l/m ² .
6,0	Revestimento em Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) FAIXA B – CAP 30/45.
-	Imprimação – Emulsão Asfáltica do Tipo EAI – Taxa estimada de 0,9 a 1,2 l/m ² .
15,0	Base em Cascalho com adição de 3% de cimento em massa, CBR ≥ 80%. GC = 100%, Proctor Modificado.
15,0	Sub-Base em Solo/Cal com percentual de 4% em massa de cal, CBR ≥ 30%. GC = 100%, Proctor Intermediário.
60,0	Compactação do Subleito, GC = 100%, Proctor Intermediário.

Alternativa 2

Espessura (cm)	Camada
5,0	Revestimento em Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) FAIXA C – CAP 30/45.
-	Pintura de Ligação – RR 2C – Taxa residual estimada de 0,4 l/m ² .
5,0	Revestimento em Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) FAIXA C – CAP 30/45.
-	Imprimação – Emulsão Asfáltica do Tipo EAI – Taxa estimada de 0,9 a 1,2 l/m ² .
19,0	Base de Brita Graduada Tratamento com Cimento – BGTC, teor de cimento variando de 4,0% a 5,0%, em massa. Compactada na Energia Intermediária e Grau de Compactação ≥ 100%. Resistências à compressão simples axial de f_{ca} = 35 kgf/cm ² aos 7 dias e f_{ca} = 50 kgf/cm ² aos 28 dias. Resistência à tração na flexão f_{ct} = 10 kgf/cm ² aos 28 dias. Como referência a Especificação Técnica do DER-SP – ET-DE-P00/009 – Jul/2005, Rev. A.
12,0	Sub-Base em Solo/Cal com percentual de 4% em massa de cal, CBR ≥ 30%. GC = 100%, Proctor Intermediário.
60,0	Compactação do Subleito, GC = 100%, Proctor Intermediário.

Alternativa 3

Espessura (cm)	Camada
5,0	Revestimento em Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) FAIXA C – CAP 30/45.
-	Pintura de Ligação – RR 2C – Taxa residual estimada de 0,4 l/m ² .
5,0	Revestimento em Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) FAIXA C – CAP 30/45.
-	Pintura de Ligação – RR 2C – Taxa residual estimada de 0,4 l/m ² .
6,0	Revestimento em Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) FAIXA B – CAP 30/45.
-	Imprimação – Emulsão Asfáltica do Tipo EAI – Taxa estimada de 0,9 a 1,2 l/m ² .
15,0	Base em BGS, CBR ≥ 80%. GC = 100%, Proctor Modificado.
15,0	Sub-Base em Solo/Cal com percentual de 4% em massa de cal, CBR ≥ 30%. GC = 100%, Proctor Intermediário.
60,0	Compactação do Subleito, GC = 100%, Proctor Intermediário.

DER DF Estudos e Projetos para as intervenções descritas como medidas mitigadoras para a implantação do parcelamento Quinhão 16

AUTOR DO PROJETO - CREA/CAU: ARLINDO VERZEGNASSI FILHO - 5060497290/D-SP DATA: 10/12/2020 CONFERIDO: [Assinatura]

AUTOR DO PROJETO - CREA/CAU: NADIEGE KICZEL REGINATTO - 25809/D-DF DATA: 10/12/2020 CONFERIDO: [Assinatura]

COORDENADOR - CREA: LÚCIO MÁRIO LOPES RODRIGUES - 8.378/D-DF DATA: 10/12/2020 CONFERIDO: [Assinatura]

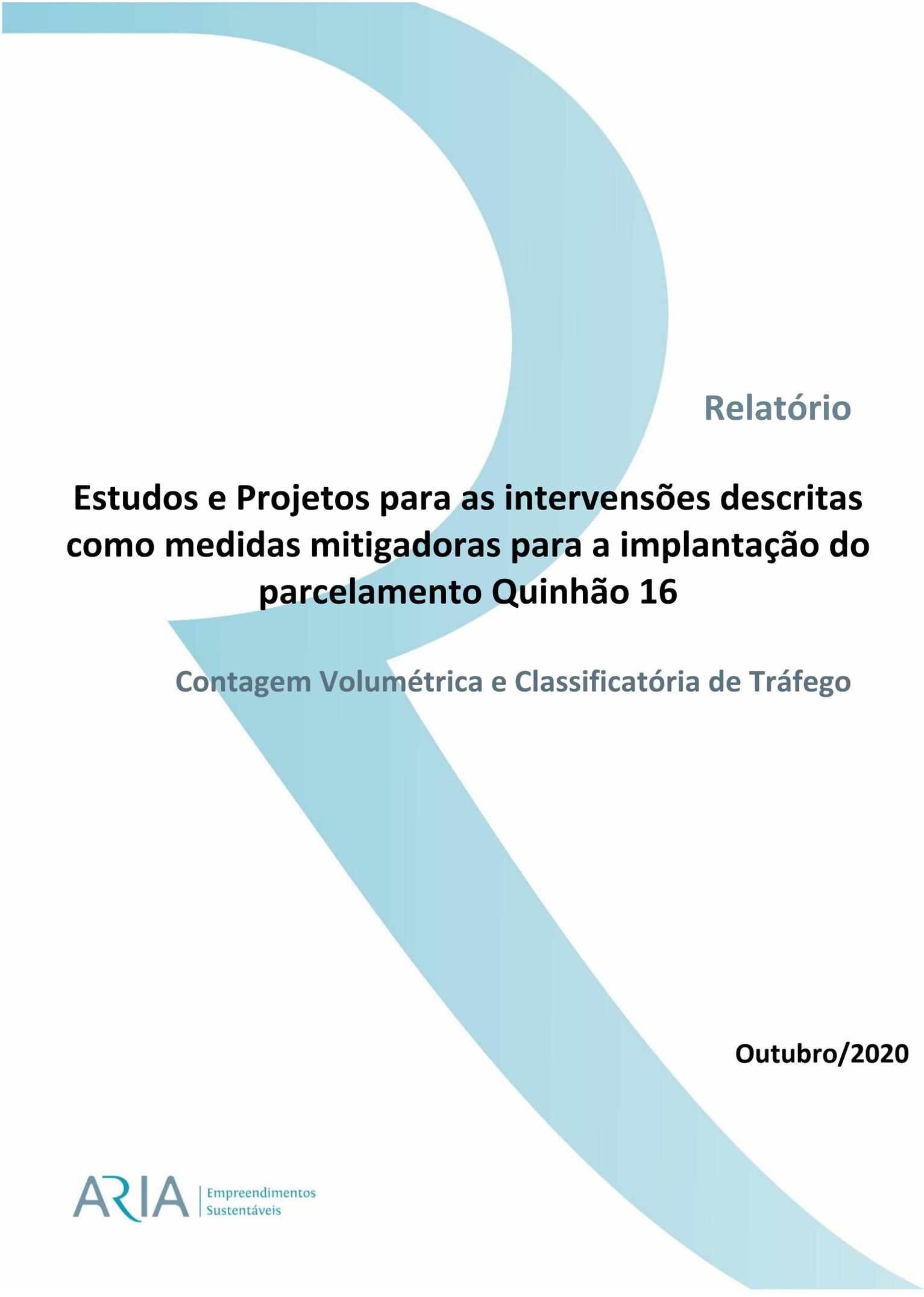
CONTRATANTE: **INCO** Empreendimentos Imobiliários **ARIA** Empreendimentos Sustentáveis

APROVAO: [Assinatura] DATA: 10/12/2020 LOCAL: DF-001 / DF-035 / DF-025 / DF-027 RA XXVII - JARDIM BOTÂNICO - DF

ESPECIAL DADOS/ESPECIFICAÇÕES: PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO

TIPO/ESPECIFICAÇÃO DO DOCUMENTO: SEÇÃO TIPO

ESCALA: 1:2500 ETAPA DE PROJETO: EXECUTIVO FOLHA: 01/03 REVISÃO: R00 DATA: DEZEMBRO/2020



Relatório

**Estudos e Projetos para as intervenções descritas
como medidas mitigadoras para a implantação do
parcelamento Quinhão 16**

Contagem Volumétrica e Classificatória de Tráfego

Outubro/2020

00	Emissão inicial	10/2020			
Nº	MODIFICAÇÃO	DATA	FEITO	VISTO	APROVO
REVISÕES					

 <p>ARIA INCO Empreendimentos Sustentáveis Empreendimentos Imobiliários</p>		PROJETO	
		<p><i>ESTUDOS E PROJETOS PARA AS INTERVENÇÕES DESCRITAS COMO MEDIDAS MITIGADORAS PARA A IMPLANTAÇÃO DO PARCELAMENTO QUINHÃO 16</i></p>	
		LOCALIZAÇÃO	
		<p><i>DF-001 / DF-035 / DF-025 / DF-027 - RA XXVII - JARDIM BOTÂNICO - DF</i></p>	
VISTO	DATA		
APROVO	DATA	ESPECIALIDADE/SUBESPECIALIDADE	
		<p><i>CONTAGEM VOLUMÉTRICA E CLASSIFICATÓRIA DE TRÁFEGO</i></p>	
RESPONSÁVEL TÉCNICO / CREA/CAU			
<p><i>Arlindo Verzeznassi Filho / CREA: 5060497290/D-SP</i></p>			
RESPONSÁVEL TÉCNICO / CREA/CAU			
<p><i>Nadiegé Kiczal Reginatto / CREA: 25809/D-DF</i></p>			
COORDENADOR CREA/CAU			
<p><i>Lucio Mario Lopes Rodrigues / CREA: 8378/D-DF</i></p>			
ETAPA DE PROJETO	TIPO/ESPECIFICAÇÃO DO DOCUMENTO		DATA
ESTUDOS PRELIMINARES	RELATÓRIO		<i>outubro/2020</i>
			REVISÃO
			<i>R00</i>

SUMÁRIO

1 FICHA TÉCNICA – IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E DA EMPRESA CONSULTORA	vi
1.1 Identificação do Empreendedor	vi
1.2 Identificação da Empresa Responsável pelos Estudos Geotécnicos	vi
1.3 Equipe Técnica	vi
2 Introdução	1
3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO	2
3.1 Área de Influência Direta - AID	6
3.2 Área de influência indireta - All	7
3.3 Caracterização do sistema viário em estudo	7
4 ESTUDO DE TRÁFEGO – CONTAGEM VOLUMÉTRICA E CLASSIFICATÓRIA	15
4.1 Metodologia Adotada nas Contagens Volumétrica e Classificatória	15
4.2 Fatores de Correção de Sazonalidade	19
4.3 Pesquisa de Campo e Resultados da Contagem – Postos 01 – Trecho 01 (DF 027) – Entroncamento DF 001/DF 027	20
4.4 Resultados de VDM e de FV e Cálculo do Número N	23
4.4.1 Resultados de VDM - de FV e do Cálculo do Número N – Posto 01	26
5 REFERÊNCIAS	30

RELAÇÃO DE FIGURAS

Figura 1: Área de estudo	2
Figura 2: Localização dos Trechos.....	3
Figura 3 : Diagrama da concepção dos novos eixos de conexão da Gleba com as principais vias existentes na região. Imagem sem escala	4
Figura 4 : Diagrama da concepção dos eixos viários e dos espaços de centralidade na poligonal de projeto. Imagem sem escala.....	5
Figura 5 : Área de Influência Direta (AID)	6
Figura 6 : Sistema viário em estudo.....	7
Figura 7 : Sistema viário em estudo.....	8
Figura 8: Caracterização DF-001 (EPCT).....	10
Figura 9 : DF-001 – Trecho com duas faixas de rolamento em cada sentido. Fonte – Google Street View	10
Figura 10 : DF-001 – Trecho com três faixas de rolamento sentido Jardim Mangueiral / Ponte JK. Fonte – Google Street View.....	11
Figura 11: Caracterização DF-035 (EPCV)	11
Figura 12 : DF-035. Fonte – Google Street View	12
Figura 13: Caracterização DF-025 (EPDB)	12
Figura 14 : DF-025 – Ilustração da DF-025. Fonte – Google Earth	13
Figura 15: Caracterização DF-027 (EPJK)	13
Figura 16 : DF-027 – Ilustração da DF-027. Fonte – Google Earth	14
Figura 17 : Classificação de Veículos pela configuração dos eixos.....	18
Figura 18 : Classificação de Veículos pela configuração dos eixos.....	19

Figura 19: Visualização dos Postos 01, 02 e 03 de Contagem – Trecho 01 – Entroncamento da DF
001/DF 027..... 21



RELAÇÃO DE TABELAS

Tabela 1 : Classificação das vias.....	9
Tabela 2: Resultados da Contagem Volumétrica e Classificatória – Posto 01 na DF 027 – Trecho 01 – Entroncamento da DF 001/DF 027.	22
Tabela 3: Fórmulas para o Cálculo dos FEO – Metodologia USACE.	24
Tabela 4: Fórmulas para o Cálculo dos FEO – Metodologia AASHTO.....	24
Tabela 5: Valores máximos permitidos pela lei da balança, sem tolerância, para veículos de carga.	25
Tabela 6: Resultados de Volume Médio Diário-VDM – Posto 01 – DF 027 – próximo do entroncamento da DF 001/DF 027.	27
Tabela 7: Resultados de Fatores de Veículo-FV – Posto 01 na DF 027–USACE e AASHTO- Trecho 01 – Entroncamento da DF 001/DF 027.	28
Tabela 8: Resultados de número N – Posto 01 na DF 027–USACE e AASHTO- Trecho 01 – Entroncamento da DF 001/DF 027.	29

1 FICHA TÉCNICA – IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E DA EMPRESA CONSULTORA

1.1 Identificação do Empreendedor

- **Nome:** INCO Empreendimentos Imobiliarios S/A
- **Inscrição CNPJ:** 13.510.159/0001-06
- **Endereço para correspondência:** St Scia Quadra 14 Conjunto 10 Lote 09 Sala N°26
CEP:71250-150 – Brasília-DF

1.2 Identificação da Empresa Responsável pelos Estudos Geotécnicos

- **Nome:** ARIA Engenharia S/S Ltda.
- **CNPJ:** 14.435.302/0001-05
- **Endereço:** SHIS QI 9/11 Comércio Local Bloco D, S/N, Salas 203 204 205 206 • Brasília/DF
- **CEP:** 71.625-045
- **Site:** aria.eng.br

1.3 Equipe Técnica

Nome do Membro da Equipe Técnica	Registro no Órgão de Classe
Lucio Mario Lopes Rodrigues	CREA – 8378/D-DF
Arlindo Verzegnassi Filho	CREA - 5060497290/D-DF
Nadiege Kiczal Reginatto	CREA – 25809/D-DF

2 INTRODUÇÃO

O presente projeto tem como objetivo o cumprimento das medidas mitigadoras para a implantação do parcelamento Quinhão 16 (Doc. SEI/GDF 36913538), sob Termo de Compromisso DER-DF/DG/PROJUR (Doc. SEI/GDF 43592422), SEI-00113-00020067/2018-30.



3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

O presente relatório tem como objeto apresentar o estudo de contagem volumétrica e classificatória de tráfego para o Trecho 01, entroncamento das rodovias DF 001/DF 027, localizado no Setor Habitacional Jardim Botânico/DF – RA Jardim Botânico, destinados ao embasamento do projeto executivo de pavimentação, para uma das medidas mitigadoras para a implantação do parcelamento Quinhão 16. A localização no Distrito Federal da área de estudo pode ser observada no Mapa de Situação apresentado na Figura 1.

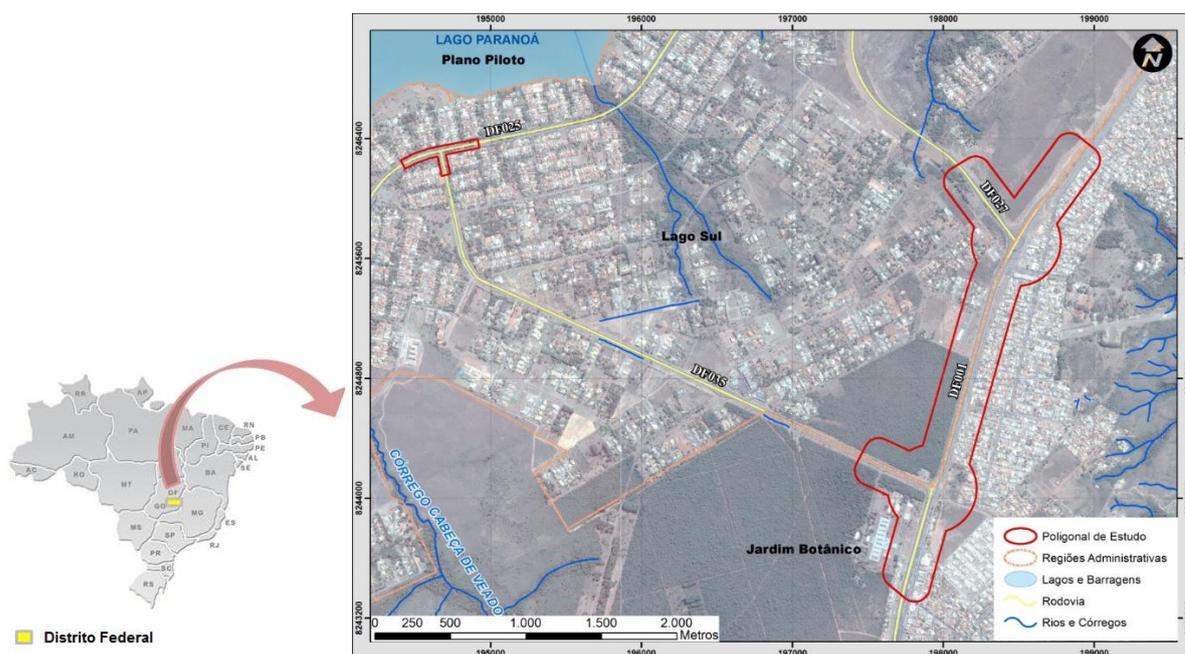


Figura 1: Área de estudo

O projeto se divide em 3 trechos, os mesmos serão apresentados no croqui a seguir.

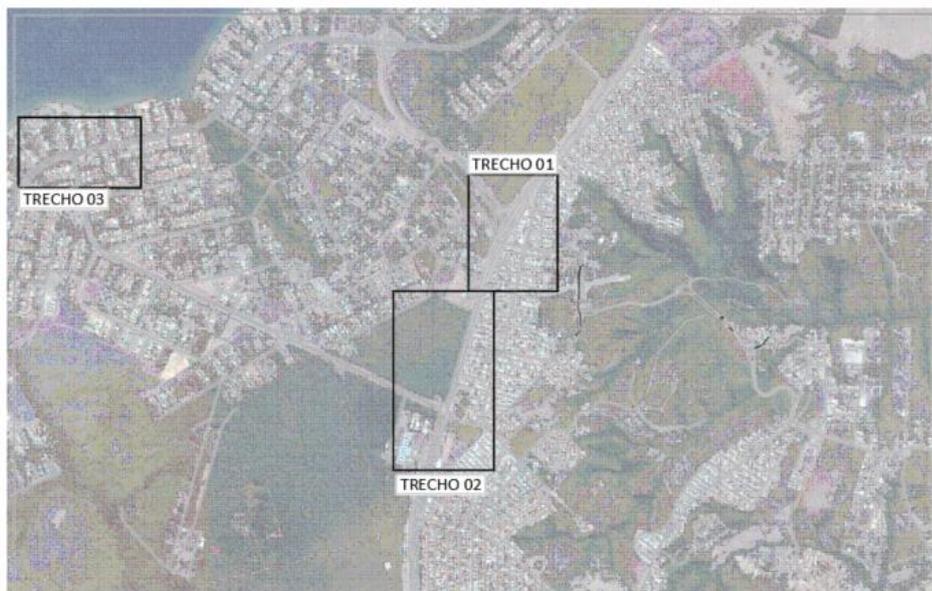


Figura 2: Localização dos Trechos

As intervenções descritivas como medidas mitigadoras para a implantação do parcelamento Quinhão 16 ocorrerão em 03 Trechos, denominados de Trechos 01; 02 e 03. O Trecho 01, objeto deste estudo é o entroncamento das rodovias DF 001 com a DF 027.

Num futuro serão estudados também a contagem de tráfego para o Trecho 02, entroncamento da DF 001/DF 035 e o Trecho 03, entroncamento da DF 025/DF 035. O Mapa de Situação abaixo apresenta as vias principais que sofrem interferência do parcelamento Quinhão 16, assim como uma visualização dos entroncamentos dos Trechos 01; 02 e 03 como pode ser visto na Figura 6.

A RA Jardim Botânico é hoje morfologicamente configurada por 31 parcelamentos consolidados, com lotes ocupados, na sua quase totalidade, por edificações residenciais unifamiliares. A Região apresenta muito baixa densidade demográfica e construtiva e os parcelamentos estão distribuídos de forma espaçada por toda a Região Administrativa, desconectados entre si.

Administrativas do Distrito Federal. Internamente à RA, porém, só existem duas vias de acesso aos parcelamentos existentes. Ao norte a via de acesso ao Condomínio Solar da Serra e ao Sul a Estrada do Sol. As referidas vias são estreitas e com traçado descontínuo, sem calçada e sem ciclovias. Atendem precariamente às rotas de transporte público. Tal configuração

São, também, propostos outros possíveis conectores viários que poderão criar uma malha urbana que objetiva facilitar as atividades de circulação na região do Jardim Botânico.

O cruzamento entre os novos eixos propostos apresenta vocação de centralidade, principalmente focada em atividades de comércio/serviços, que geram emprego e renda na própria região.

Internamente à Gleba a proposta dos eixos de conexão Sudeste / Sudoeste têm por função estruturar uma malha de ligação da área do Quinhão 16 com as áreas vizinhas. São os eixos principais do sistema, conforme mapa abaixo.

O eixo Sudoeste conecta a poligonal de trabalho com a DF-001 e, através dela, com o Lago Sul e o Plano Piloto de Brasília. Poderá conectar futuramente, também, a poligonal de trabalho com a Estrada do Sol e com a cidade de São Sebastião. O eixo leste poderá conectar a poligonal de trabalho com os parcelamentos já existentes na Região do Jardim Botânico.

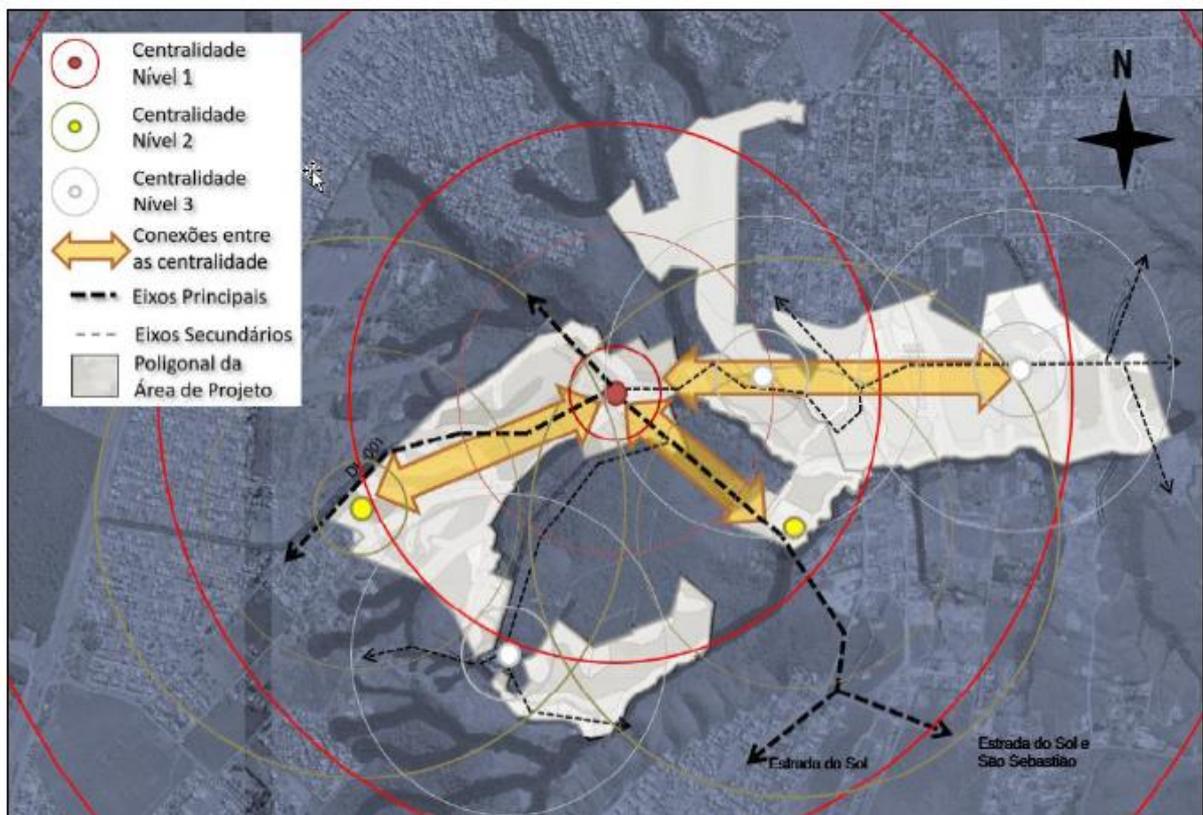


Figura 4 : Diagrama da concepção dos eixos viários e dos espaços de centralidade na poligonal de projeto.

Imagem sem escala.

O plano de uso e ocupação do solo adota, também, como princípios de concepção do parcelamento, soluções de desenho urbano que melhoram a distribuição dos usos e atividades na SHIS CL QI 09/11 Bloco D Salas 203 a 206 | Lago Sul | CEP 71.625-045 | Brasília-DF | 061 3045 4749 | www.aria.eng.br

ler

A

[Assinatura]

Região. Com base na estruturação da nova malha (de circulação de pessoas na RA), são propostas múltiplas centralidades distribuídas ao longo da poligonal de projeto (ver mapa acima). Tal solução induz à necessidade de implantação, ao longo dos eixos que concetam as referidas centralidades, de espaços destinados a atividades que promovam a conexão entre as centralidades. A solução concebida possibilita que essas mesmas centralidades estejam conectadas com a principal via de acesso à Gleba (DF-001) e com as vias futuras de conexão com São Sebastião.

3.1 Área de Influência Direta - AID

A Área de Influência Direta compreende o entorno imediato do empreendimento, suas entradas, saídas e principais interseções localizadas em um raio de 2000 metros. Abrange a DF-001 e as demais vias de ligações/locais que dão acesso ao empreendimento. Juntas, estas vias representam o maior fluxo de escoamento do setor, sendo consideradas as vias que recebem diretamente os volumes gerados pelo empreendimento. A seguir, demonstra a AID do empreendimento.

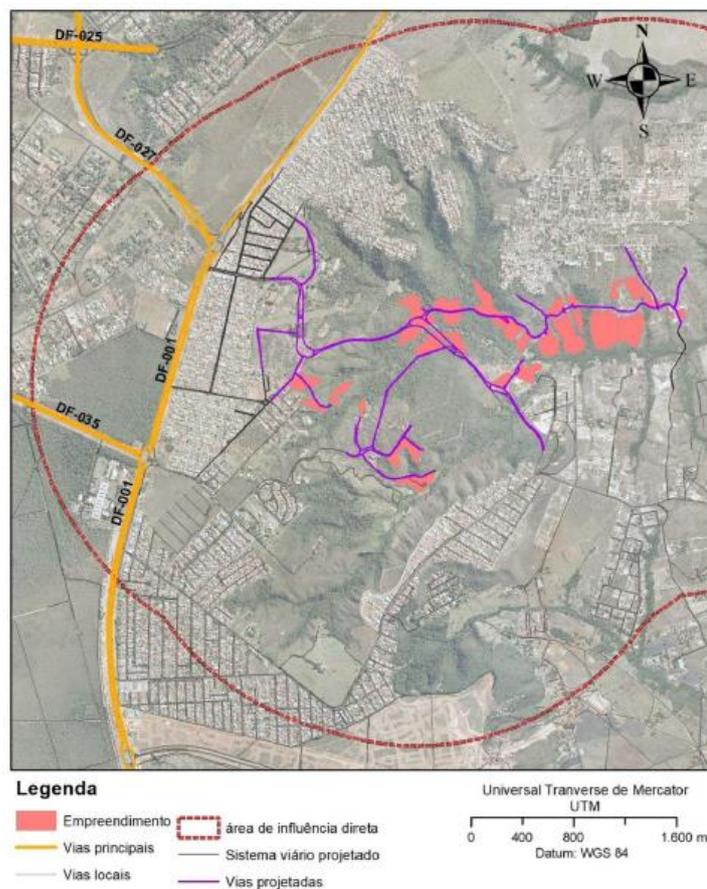


Figura 5 : Área de Influência Direta (AID)

3.2 Área de influência indireta - AII

A Área de Influência indireta compreende toda a área afetada pelo empreendimento, sua rede viária estendida e suas principais vias de acesso, abrangendo além das vias da AID, como também demais interseções que sofrerão impacto das viagens geradas pelo empreendimento. A seguir, demonstra a AII do empreendimento.

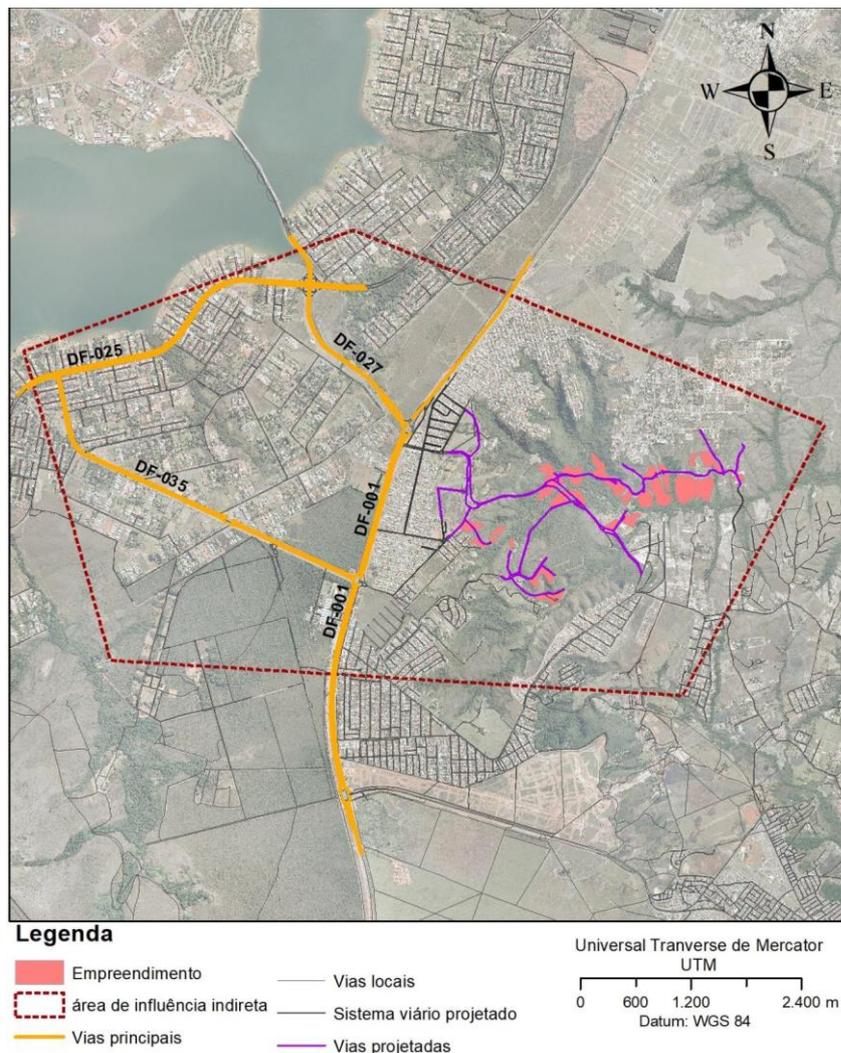


Figura 6 : Sistema viário em estudo

3.3 Caracterização do sistema viário em estudo

O sistema viário em estudo é composto pelas seguintes vias:

- DF-025 - EPDB;
- DF-027 - EPJK;
- DF-035 - EPCV;
- DF-001 - EPCT;

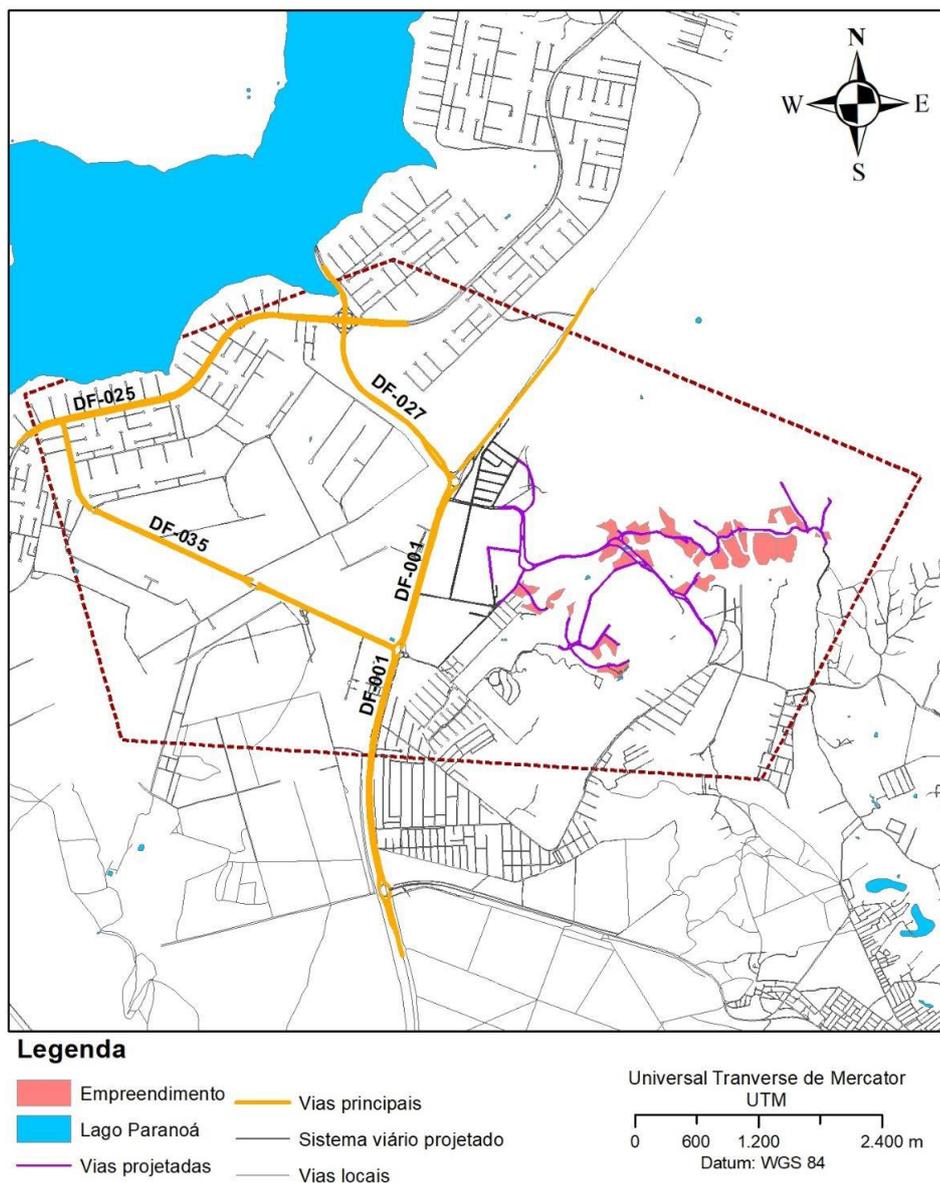


Figura 7 : Sistema viário em estudo

Para a definição do panorama do sistema viário da Área de Influência Direta do empreendimento foram utilizados como critérios: suas características principais, seus aspectos operacionais como hierarquia viária, número de pistas, presença ou não de pavimentação, velocidade máxima regulamentada e tipo de interseções. Também foi analisada a rede não motorizada, verificando a presença de calçadas e ciclovias e possibilidade de travessia de pedestres.

Para a classificação hierárquica das vias, foi utilizada a definição proposta pelo Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas (DNIT,2009), que classifica as vias urbanas em 4 (quatro) sistemas básicos, com características e funções distintas:

- Sistema arterial principal: formado pelas vias expressas primárias, vias expressas secundárias e vias arteriais primárias, que atende à maior parte dos deslocamentos dos veículos rodoviários, em unidades de veículo/km, considerada como estrutura básica de circulação.
- Sistema arterial secundário: formado pelas vias arteriais secundárias, que atende à maior parte dos deslocamentos dos veículos rodoviários, não incluída na estrutura básica de circulação.
- Sistema coletor: formado pelas vias coletoras, que tem a função de coletar o tráfego das ruas locais e transferi-lo às vias arteriais e vice-versa
- Sistema local: formado pelas vias locais, constituída pelas ruas de acesso às propriedades públicas e privadas

O manual também define as características de cada tipo de via dos sistemas básicos, descritas no quadro a seguir:

Tabela 1 : Classificação das vias

Via expressa primária	Via de elevada capacidade e altas velocidades, com duas pistas separadas por canteiro central, com pelo menos duas faixas de tráfego em cada sentido, com controle total de acesso e interseções em desnível.
Via expressa secundária	Via de capacidade e velocidade algo restritas, por ação de eventuais interseções em nível e permissão de acesso a determinados tipos de uso do solo.
Via arterial primária	Via de capacidade e velocidade menores que as vias expressas, com traçado sensivelmente contínuo e interseções predominantemente em nível, atendendo principalmente à mobilidade do tráfego, podendo, contudo, ser permitido o acesso a propriedades adjacentes. Redistribui o tráfego das vias expressas para os seus destinos, até o nível das arteriais secundárias.
Via arterial secundária	Via que complementa e interconecta as vias do sistema arterial principal, com menor nível de mobilidade que as vias arteriais primárias
Via coletora	Via que coleta o tráfego das vias locais e o canaliza para as vias arteriais e vice-versa
Via local	Via que tem como função principal prover acesso às propriedades adjacentes

Fonte: Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas (DNIT,2009)

DF-001 (EPCT)	
Caracterização	A DF 001 (Estrada Parque Contorno) é uma rodovia circular que contorna a região central do Distrito Federal. Por se tratar de um anel viário, será analisado apenas o trecho entre a via de acesso a DF 027 (EPJK) e a interseção com a DF 140.
Descrição	Via arterial primária, composta por duas pistas pavimentadas, com duas faixas de rolamento em cada sentido, e três faixas de rolamento com marginal no sentido Jardins Mangueiral/ 3ª Ponte (trecho entre DF 035- EPCV e DF 463), separadas por um canteiro central com aproximadamente 17 metros de largura, e velocidade máxima regulamentada de 60 Km/h. Possui interseções em nível, em rotatórias ou sinalizadas verticalmente e horizontalmente, não semaforizadas.
Rede não motorizada	Possui calçadas em alguns trechos das margens das pistas. Conta com ciclovia no trecho entre a DF 027 - EPJK e a DF 463. A travessia de pedestres se dá por meio de faixas de pedestres não semaforizadas.

Figura 8: Caracterização DF-001 (EPCT)



Figura 9 : DF-001 – Trecho com duas faixas de rolamento em cada sentido. Fonte – Google Street View



Figura 10 : DF-001 – Trecho com três faixas de rolamento sentido Jardim Mangueiral / Ponte JK. Fonte – Google Street View

DF 035 (EPCV)	
Caracterização	A Estrada Parque Cabeça de Veado é a via que faz a ligação entre a DF 025 – EPDB e a DF 001 – EPCT.
Descrição	Via arterial secundária, composta por 2 pistas pavimentadas, com 2 faixas de rolamento em cada sentido, separadas por um canteiro central com aproximadamente 5 metros de largura e velocidade máxima regulamentada de 60 Km/h. Possui interseções em nível, em rotatórias ou sinalizadas verticalmente e horizontalmente, com e sem semaforização.
Rede não motorizada	Possui calçadas em alguns trechos das margens das pistas e não possui mecanismos para travessia de pedestres . Em toda sua extensão conta com acostamento ciclável em ambos os sentidos.

Figura 11: Caracterização DF-035 (EPCV)



Figura 12 : DF-035. Fonte – Google Street View

DF 025 (EPDB)	
Caracterização	A Estrada Parque Dom Bosco é importante eixo de ligação entre a região sudoeste e leste do Distrito Federal. Ela se inicia na região Administrativa do Park Way e se estende ao longo da Região Administrativa do Lago Sul.
Descrição	No trecho em que cruza o Lago Sul é caracterizada como via arterial primária, composta por 2 pistas pavimentadas, com 2 faixas de rolamento em cada sentido, separadas por canteiro central com aproximadamente 22 metros de largura e velocidade máxima regulamentada de 70 Km/h. Possui interseções em nível, sinalizadas verticalmente e horizontalmente, com e sem sinalização semafórica; e em dois níveis, em trevo completo sobre entrada da 3ª ponte e EPIA e trevo parcial na Entrada da Ponte Costa e Silva, com alças e ligações compostas por 2 faixas de rolamento por sentido.
Rede não motorizada	Possui calçadas nas margens das pista. Conta com passagens de pedestres, com sinalização semafórica. Em toda a sua extensão, no trecho que cruza o Lago Sul, possui acostamento ciclável em ambas pistas.

Figura 13: Caracterização DF-025 (EPDB)



Figura 14 : DF-025 – Ilustração da DF-025. Fonte – Google Earth

DF 027 (EPJK)	
Caracterização	A Estrada Parque Juscelino Kubitschek é importante eixo de ligação para viabilizar o fluxo de veículos da Ponte Juscelino Kubitschek para os condomínios do Lago Sul, interligando a DF-025 a DF-001.
Descrição	Caracterizada como via arterial primária, composta por 2 pistas pavimentadas, com 3 faixas de rolamento em cada sentido, separadas por new jersey e velocidade máxima regulamentada de 80 Km/h. Possui interseções em nível, sinalizadas verticalmente e horizontalmente, sem sinalização semafórica
Rede não motorizada	Possui calçadas nas margens das pista, não conta com passagens de pedestres e possui ciclovia em ambas pistas.
Levantamento fotográfico	

Figura 15: Caracterização DF-027 (EPJK)



Figura 16 : DF-027 – Ilustração da DF-027. Fonte – Google Earth

4 ESTUDO DE TRÁFEGO – CONTAGEM VOLUMÉTRICA E CLASSIFICATÓRIA

O sistema viário com as via principais, como um todo, é composto pelas seguintes vias:

- DF-025 - EPDB;
- DF-027 - EPJK;
- DF-035 - EPCV;
- DF-001 – EPCT.

No presente estudo, para o Trecho 01 serão avaliados 03 Postos de Contagem, denominados de Posto 01 a 03. O Posto de Contagem, Posto 01, está localizado na DF 027 e os Postos 02 e 03, estão localizados na DF 001.

As contagens tiveram início no final de setembro de 2020, sendo neste momento finalizadas as contagens do Posto 01. Nos Postos de contagem 02 e 03 as contagens volumétricas e classificatória estão em andamento. Neste momento, apesar de ainda vivenciar com a pandemia da Covid 19, o fluxo de veículos é bastante considerável, principalmente de veículos de carga.

O emprego de amostragens realizadas em campo permite conhecer as características da distribuição e do fluxo viário em diversos horários. Com base nestes resultados e também com o tratamento estatístico destes dados, é possível determinar o número equivalente de operações de eixo padrão (N), parâmetro necessário ao dimensionamento de um pavimento para sua implantação ou restauração.

4.1 Metodologia Adotada nas Contagens Volumétrica e Classificatória

Para as contagens volumétrica e classificatória foi adotado o processo manual, sendo utilizado formulário que apura os movimentos dos veículos por sentido de tráfego. Os veículos pesquisados são apresentados a seguir:

a) Veículos de Passeio (P)

Neste item são realizadas contagens dos automóveis dos diversos tipos, sendo eles pequenos, médios ou grandes.

b) Utilitários (U)

Aqui são contados os veículos classificados como utilitários, sendo eles por exemplo do tipo: vans, pick-ups, kombi, furgões, caminhonetes e outros.

c) Ônibus

Foram realizadas contagens em ônibus urbanos do tipo 2C (com eixo dianteiro simples de rodagem simples e um eixo traseiro duplo); do tipo trucado 3C (com eixo dianteiro simples de rodagem simples e um conjunto de eixos em tandem duplo traseiro) e do tipo urbano articulado 2S1 (com eixo dianteiro simples de rodagem simples e 02 eixos duplo).

d) Veículos de Carga

Com base na Classificação de Veículos de Carga pela Configuração de Eixos, segundo proposta do Manual de Estudos de Tráfego do DNIT, os veículos de carga recebem várias denominações e são classificados de acordo com o tipo, o número e a disposição de eixos, conforme ilustrado a seguir:

I. Caminhão Simples, Classe 2C

Caminhões de carga leve a médio (Caminhão “Toco”), composto de eixo dianteiro simples de rodagem simples e um eixo traseiro simples de rodagem dupla. Também forma considerados nesta classe os veículos de carga, conhecidos como “Três Quartos”, tais como o MB-600 da Mercedes Benz, a F-4000 da Ford e outros semelhantes.

II. Caminhão Duplo – Classes 3C / 4C

Caminhões considerados pesado, sendo o de Classe 3C (Caminhão Trucado) composto de um eixo dianteiro simples de rodagem simples e um eixo traseiro tandem duplo de rodas duplas e o de Classe 4C (Caminhão Simples) apresenta um eixo dianteiro simples de rodagem simples e um eixo traseiro tandem triplo de rodas duplas.

III. Semi-Reboques – Classes:

2S1/2S2/2S3/3S1/3S2/3S3/2I2/2I3/3I2/3I3/2J3/3J3/3S2S2/3S2C4/3S2S2S2

São veículos articulados, formado pelo conjunto de Caminhão mais Semi-Reboques, sendo que o caminhão tem a função de tracionar o semi-reboque, sendo compostos de eixo dianteiro simples e de composição de eixos traseiros que podem variar de eixo simples ou tandem duplo ou triplo de rodas duplas, apresentando assim diversas configurações de eixo.

IV. Reboques – Classes: 2C2/2C3/3C2/3C3

São veículos articulados, formado pelo conjunto de Caminhão mais Reboques, sendo que o caminhão tem a função de tracionar o reboque, sendo compostos de eixo dianteiro simples de rodas simples ou dupla e de composição de eixos traseiros que podem variar de eixo simples ou tandem duplo ou triplo de rodas duplas, apresentando assim diversas configurações de eixo.

V. Composição de Veículos de Carga-CVC – Classes: 3S2S2/3S2C4/3S2S2S2

Geralmente são veículos articulados, formado pelo conjunto de Caminhão ou Semi-Reboques que tracionam de um a três reboques, podendo estes apresentarem um ou dois eixos traseiros tandem duplo de rodagem dupla.

A seguir, é apresentada a Classificação Padroniza de Veículos Automotores pela Configuração dos Eixos, conforme consta do Manual de Estudos de Tráfego do DNIT.

MODELO "I" - CLASSIFICAÇÃO DE VEÍCULOS PELA CONFIGURAÇÃO DOS EIXOS			
PASSEIO		UTILITÁRIOS	  
ÔNIBUS	2C		3C
	COLETIVO URBANO	COLETIVO INTERMUNICIPAL	TRIBUS
			
CAMINHÃO	2C		 
	3C		 
REBOQUES	2C2		
	2C3		
	3C2		
	3C3		
SEMI-REBOQUES	2S1		 
	2S2		 
	2S3		 
	3S2		 
	3S3		 
	BITREM 3S2S2		
	RODOTREM 3S2C4		
TRITREM 3S2S2S2			

Figura 17 : Classificação de Veículos pela configuração dos eixos

Handwritten signature

Handwritten signature

Handwritten signature

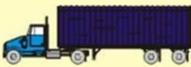
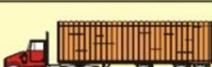
MODELO " I (CONTINUAÇÃO) "			
CLASSIFICAÇÃO DE VEÍCULOS PELA CONFIGURAÇÃO DOS EIXOS			
CAMINHÃO	4C		
	4CD		
SEMI-REBOQUES	2I2		EIXOS TRASEIROS DO SEMI-REBOQUE ISOLADOS
	2I3		EIXOS TRASEIROS DO SEMI-REBOQUE ISOLADOS
	2J3		EIXOS TRASEIROS DO SEMI-REBOQUE 1º ISOLADO/ 2º TANDEM DUPLO
	2C		CAMINHÃO TRATOR
	3C		CAMINHÃO TRATOR
	3I2		EIXOS TRASEIROS DO SEMI-REBOQUE ISOLADOS
	3I3		EIXOS TRASEIROS DO SEMI-REBOQUE ISOLADOS
	3J3		EIXOS TRASEIROS DO SEMI-REBOQUE 1º ISOLADO/ 2º TANDEM DUPLO
	3S1		EIXO TRASEIRO DO SEMI-REBOQUE ISOLADO

Figura 18 : Classificação de Veículos pela configuração dos eixos

4.2 Fatores de Correção de Sazonalidade

O volume de tráfego sofre variação ao longo do tempo e também do dia, meses e anos. Para considerar tais variações ao longo dos trajetos, são avaliadas as variações diária, semanal e anual. No presente estudo, com as áreas de intervenções de medidas mitigadoras para os Trechos 01, 02 e 03 são poucas atrativas para a circulação de veículos de carga para o período a partir das 20:00h até as 6:00h da manhã, foram adotados os fatores de 1,20 para veículos de passeio e utilitários e o valor de 1,15 para os veículos de carga.

Salientamos que as contagens por Postos foram realizadas em 03 dias da semana, abrangendo os dias de quarta-feira até sexta-feira, por um intervalo de 14 horas, das 06:00h às 20:00h. Assim, a contagem para um intervalo de 14 horas consecutivas abrange os maiores

fluxos de veículos que ali circulam em um intervalo de tempo e assim ter maior representatividade e confiabilidade nos resultados.

Informamos que pela falta de Postos de Contagem Permanente nas proximidades da área objeto de estudo e que tenham representatividade e confiabilidade dos resultados, foi adotado para corrigir a sazonalidade mensal e anual o valor de 1,0.

Assim, por definição é o fator de correção diário (FD) é obtido do resultado da divisão da contagem de Volume de 24h pelo Volume de intervalo de tempo considerado na contagem consecutiva. Sendo que o fator de correção anual será o resultado da multiplicação do Fatores: Diário x Semanal x Mensal.

Para a determinação do Volume Médio Diário Anual de Tráfego-VMDAT, para cada Posto de Contagem, foi adotada a media dos fluxos de veículos obtidos por sentido de ida e de volta, de modo a tornar o VMDAT representativo por Posto de Contagem.

4.3 Pesquisa de Campo e Resultados da Contagem – Postos 01 – Trecho 01 (DF 027) – Entroncamento DF 001/DF 027

O Posto de Contagem Volumétrica e Classificatória, Posto 01, localizado na DF 027, próximo do entroncamento das rodovias DF 001 com a DF 027, com auxílio do Google Earth, pode ser visualizado na Figura 03.



Figura 19: Visualização dos Postos 01, 02 e 03 de Contagem – Trecho 01 – Entroncamento da DF 001/DF 027.

A seguir, na Tabela 2 podemos observar os resultados das Contagens Volumétricas e Classificatória para o Posto 01 na DF 027, localizado próximo ao entroncamento das rodovias DF 001 com a DF 027.

Tabela 2: Resultados da Contagem Volumétrica e Classificatória – Posto 01 na DF 027 – Trecho 01 – Entroncamento da DF 001/DF 027.

CONTAGEM VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA																						
RODOVIA:	CORREDOR SUDOESTE - DF 001											SEGMENTO:	TRECHO 02 - SUBTRECHO 240									
LOCAL:	-											ESTACÃO:	-									
DATA:	-											PERÍODO:	5:00 ÀS 5:00 (24 h)									
		CARROS DE PASSEIO E		ÔNIBUS			CAMINHÕES			SEMI-REBOQUES				REBOQUES					TOTAL			
	HORA	P	U	2C	3C	251	2C	3C	4C	251	252	253	352	353	2C2	2C3	3C2	3C3	3C4	352C4	35252	
2#F	SUB TOTAL	19.262	1.305	563	44	13	1.370	547	54	20	73	73	30	249	1	7	5	14	9	7	11	23.657
3#F	SUB TOTAL	19.742	1.278	568	48	15	1.418	542	97	44	68	165	34	278	2	8	3	11	26	4	21	24.372
4#F	SUB TOTAL	19.958	1.188	641	30	14	1.394	575	51	42	54	87	25	301	9	18	21	6	14	3	14	24.445
5#F	SUB TOTAL	19.140	1.261	541	51	19	1.472	462	31	37	85	142	43	294	2	11	7	11	4	7	11	23.631
6#F	SUB TOTAL	18.683	1.164	457	45	20	1.385	577	59	27	48	98	33	201	17	32	7	13	22	11	9	22.908
SAB	SUB TOTAL	19.805	1.218	383	30	2	950	253	15	2	13	31	14	156	5	2	4	3	5	2	2	22.895
DOM	SUB TOTAL	16.144	1.059	309	60	0	616	200	9	14	23	45	3	164	2	4	4	3	3	2	3	18.667
			média 15h	495	44	12	1.229	451	45	27	52	92	26	235	5	12	7	9	12	5	10	22.939
			média 24h (Fator FD)	564	48	12	1.323	496	50	27	62	113	32	268	5	12	8	10	14	7	12	25.650

CONTAGEM VOLUMÉTRICA CLASSIFICATÓRIA																						
RODOVIA:	CORREDOR SUDOESTE - DF 001											SEGMENTO:	TRECHO 02 - SUBTRECHO 240									
LOCAL:	-											ESTACÃO:	-									
DATA:	-											PERÍODO:	5:00 ÀS 5:00 (24 h)									
		CARROS DE PASSEIO E		ÔNIBUS			CAMINHÕES			SEMI-REBOQUES				REBOQUES					TOTAL			
	HORA	P	U	2C	3C	251	2C	3C	4C	251	252	253	352	353	2C2	2C3	3C2	3C3	3C4	352C4	35252	
2#F	SUB TOTAL	19.460	1.141	386	46	21	1.340	484	23	19	76	176	25	114	1	35	4	29	13	8	17	23.418
3#F	SUB TOTAL	19.291	1.165	412	38	16	1.419	548	39	33	77	135	7	165	7	52	3	12	13	11	35	23.478
4#F	SUB TOTAL	21.248	834	440	70	13	1.328	433	9	30	85	167	22	78	21	21	13	15	6	3	5	24.841
5#F	SUB TOTAL	19.803	1.185	445	64	15	1.397	434	34	20	69	182	37	193	7	29	9	15	8	20	9	23.975
6#F	SUB TOTAL	21.491	816	407	35	12	1.285	363	10	15	65	112	20	70	16	33	8	16	10	5	3	24.792
SAB	SUB TOTAL	21.022	1.199	421	36	0	1.046	259	8	9	37	78	14	131	22	4	11	4	9	6	6	24.322
DOM	SUB TOTAL	15.339	1.048	326	49	0	843	246	14	8	30	132	3	102	9	16	5	16	5	6	0	18.197
			média 15h	405	48	11	1.237	395	20	19	63	140	18	122	12	27	8	15	9	8	11	23.289
			média 24h (Fator FD)	472	52	11	1310	431	22	24	74	169	18	147	15	28	9	15	11	11	11	25.905
			SOMA 24h	1036	100	23	2632	927	71	51	135	281	51	415	21	41	17	25	25	18	22	51.555
			Média 24h	518	50	11	1316	464	36	25	68	141	25	208	10	20	8	13	13	9	11	

4.4 Resultados de VDM e de FV e Cálculo do Número N

A seguir, com base nos resultados de pesquisa de campo para a contagem volumétrica e classificatória é possível determinar os resultados de Volume Médio Diário-VDM e dos Fatores de Veículos – FV e na sequência calcular o Número N.

Nas seções seguintes serão apresentadas, em separado, os resultados e cálculos do número N para o Posto 01 de Contagem Volumétrica de Tráfego, Trecho 01, realizadas no entroncamento das rodovias DF 001 com a DF 027.

Para a determinação do Volume Médio Diário Anual de Tráfego-VMDAT, para cada Posto de Contagem, foi adotada a média dos fluxos de veículos obtidos por sentido de ida e de volta, de modo a tornar o VMDAT representativo por Posto de Contagem.

Para o cálculo dos Fatores de Veículos-FV foram considerados os Fatores de Equivalentes Operacionais-FEO para cada tipo de eixo e também levadas em consideração as fórmulas preconizadas pelas metodologias do United States Army Corps of Engineers - “USACE” e da American Association of State Highway and Transportation Officials - “AASHTO”, mostradas nas Tabelas 3 e 4.

Os Fatores de Veículos individuais – Fvi, foram determinados considerando que a frota de veículos comerciais trafega nas seguintes hipóteses:

- 1ª – 70% dos veículos trafegando com a Carga Máxima Legal;
- 2ª – 20% dos veículos trafegando com a Carga Vazia;
- 3ª – 10% dos veículos trafegando com a Carga Máxima Legal com Tolerância de 7,5% do Peso Bruto Total-PBT.

Tabela 3: Fórmulas para o Cálculo dos FEO – Metodologia USACE.

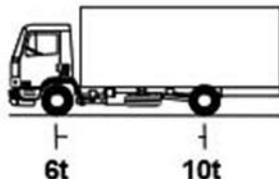
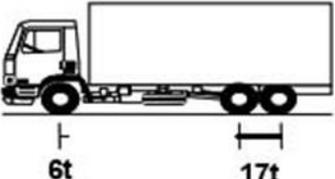
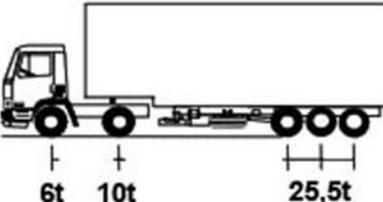
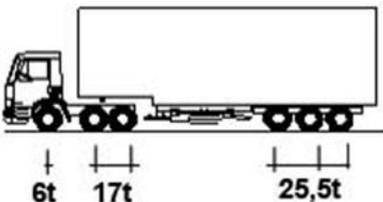
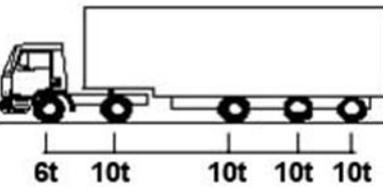
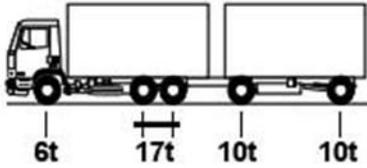
Fórmulas para o Cálculo dos Fatores Equivalentes Operacionais - FEO (USACE)		
Tipos de Eixos	Peso (t)	Fórmulas
Eixo Dianteiro Simples de Rodagem Simples ou Dupla	$0 < P < 8$	$FEO = 2,0782 \times 10^{-4} \times P^{4,0175}$
	$P \geq 8$	$FEO = 1,832 \times 10^{-6} \times P^{6,2542}$
Eixo Traseiro <i>Tandem</i> Duplo de Rodagem Dupla	$0 < P < 11$	$FEO = 1,592 \times 10^{-4} \times P^{3,472}$
	$P \geq 11$	$FEO = 1,528 \times 10^{-6} \times P^{5,484}$
Eixo Traseiro <i>Tandem</i> Triplo de Rodagem Dupla	$0 < P < 18$	$FEO = 8,0359 \times 10^{-5} \times P^{3,3549}$
	$P \geq 18$	$FEO = 1,3229 \times 10^{-7} \times P^{5,5789}$

Tabela 4: Fórmulas para o Cálculo dos FEO – Metodologia AASHTO.

Fórmulas para o Cálculo dos Fatores Equivalentes Operacionais - FEO (AASHTO)	
Tipos de Eixos	Fórmulas
Eixo Dianteiro Simples de Rodagem Simples	$FEO = (P / 7,77)^{4,32}$
Eixo Dianteiro Simples de Rodagem Dupla	$FEO = (P / 8,17)^{4,32}$
Eixo Traseiro <i>Tandem</i> Duplo de Rodagem Dupla	$FEO = (P / 15,08)^{4,14}$
Eixo Traseiro <i>Tandem</i> Triplo de Rodagem Dupla	$FEO = (P / 22,95)^{4,22}$

Os pesos máximos admitidos pela Lei da Balança (Lei Federal nº 7.408 de 25/11/195), sem tolerância, são apresentados na Tabela 05 a seguir, para cada tipo de eixo, para veículos de carga.

Tabela 5: Valores máximos permitidos pela lei da balança, sem tolerância, para veículos de carga.

Toco		$6t+10t= 16$ toneladas
Trucado		$6t+17t= 23$ toneladas
Cavalo toco + carreta LS		$6t+10t+25,5t= 41,5$ toneladas
Cavalo trucado + carreta LS		$6t+17t+25,5t= 48,5$ toneladas
Cavalo toco + carreta vanderleia		$6t+10t+10t+10t+10t= 46$ toneladas
Romeu e Julieta trucado		$6t+17t+10t+10t= 43$ toneladas

Para o cálculo do número N foi considerada uma Taxa de Crescimento de Tráfego da ordem de 3,0% para todos os veículos.

Os valores do Número de Repetições do Eixo Padrão de 8,2t – N, foram determinados considerando a aplicação da fórmula preconizada pelo Método de Dimensionamento de

Pavimentos Flexíveis do DNER/1986, desenvolvida pelo Engenheiro Murilo Lopes de Souza, apresentada a seguir.

$$N_i = 365 \times VMDAT_i \times FP \times FR \times FV$$

Em que:

- N_i = número equivalente de operações do eixo padrão de 8,2t para o ano "i";
- $VMDAT_i$ = somatório do volume de tráfego comercial, ônibus e veículo de carga, ocorrente no trecho até o ano "i";
- FP = Fator de Pista;
- FR = Fator Climático Regional;
- FV = Fator de Veículos.

Foi considerado que o ano de 2022 será o de abertura da Rodovia-Corredor Sudoeste ao tráfego, devido o prazo para a tramitação do processo de licitação e de conclusão das obras, e que o ano de 2031 será o final do horizonte de projeto.

4.4.1 Resultados de VDM - de FV e do Cálculo do Número N – Posto 01

Nas Tabelas 06 a 08 são apresentados os resultados de Volume Médio Diário-VDM, de Fatores de Veículos – FV e de número N para o Posto 01, localizado na DF 027, próximo do entroncamento da DF 001/DF 027, como estudo de medidas mitigadoras para o parcelamento Quinhão 16. Os Fatores de Veículos e o número N são apresentados tanto para as metodologias USACE como para a AASHTO.

Tabela 6: Resultados de Volume Médio Diário-VDM – Posto 01 – DF 027 – próximo do entroncamento da DF 001/DF 027.

Categoria	Tipo	Nº de Eixos	Configuração de Eixos				Volume Médio Diário
			ESRS	ESRD	ETD	ETT	
Ônibus	2CB	2	1	1	0	0	867
	3CB	3	1	0	1	0	12
	2S1	3	1	2	0	0	0
Cam.	2C	2	1	1	0	0	732
	3C	3	1	0	1	0	319
	4C	4	1	0	0	1	45
Semi-Reboques	2S1	3	1	2	0	0	1
	2S2	4	1	1	1	0	2
	2S3	5	1	1	0	1	8
	3S1	4	1	1	1	0	0
	3S2	5	1	0	2	0	10
	3S3	6	1	0	1	1	38
	3S2S2	7	1	0	3	0	3
	3S2C4	9	1	0	4	0	0
	2I3	5	1	4	0	0	0
	3I3	6	1	3	1	0	0
	2J3	5	1	2	1	0	0
3J3	6	1	1	2	0	0	
Reboques	2C2	4	1	3	0	0	1
	2C3	5	1	2	1	0	0
	3C2	5	1	2	1	0	0
	3C3	6	1	1	2	0	0
						Total	2038

**Tabela 7: Resultados de Fatores de Veículo-FV – Posto 01 na DF 027–USACE e AASHTO- Trecho 01 –
Entroncamento da DF 001/DF 027.**

CÁLCULO DOS FATORES DE VEÍCULO - USACE																			
Rodovia:	ENTRONCAMENTO DF 001/DF 027																		
Segmento:	TRECHO 01																		
Hipóteses:	1ª. % Veículos - Máx. Legal=						70%		2ª. % Veículos - Vazios=			20%		3ª. % Veículos - Máx. c/ Tol.=			10%		
Categoria	Tipo	Nº de Eixos	Configuração de Eixos								Volume Médio Diário	Distribuição (%)	Fator de Veículos - USACE						
			ESRS		ESRD		ETD		ETT				Individual			Total			
			Nº	P	Nº	P	Nº	P	Nº	P			Carregado	Vazio	Excesso	Carregado	Vazio	Excesso	
Ônibus	2CB	2	1	6	1	10	0	0	0	0	867	42,54	3,57	0,15	5,54	1,52	0,06	2,36	
	3CB	3	1	6	0	0	1	13,5	0	0	12	0,59	2,69	0,14	3,96	0,02	0,00	0,02	
	2S1	3	1	6	2	10	0	0	0	0	0	0,00	6,86	0,28	10,71	0,00	0,00	0,00	
Caminhão	2C	2	1	6	1	10	0	0	0	0	732	35,92	3,57	0,15	5,54	1,28	0,05	1,99	
	3C	3	1	6	0	0	1	17	0	0	319	15,65	8,83	0,29	13,08	1,38	0,04	2,05	
	4C	4	1	6	0	0	0	0	1	25,5	45	2,21	9,58	0,43	14,29	0,21	0,01	0,32	
Semi-Reboque	2S1	3	1	6	2	10	0	0	0	0	1	0,05	6,86	0,28	10,71	0,00	0,00	0,01	
	2S2	4	1	6	1	10	1	17	0	0	2	0,10	12,12	0,42	18,25	0,01	0,00	0,02	
	2S3	5	1	6	1	10	0	0	1	25,5	8	0,39	12,87	0,56	19,46	0,05	0,00	0,08	
	3S1	4	1	6	1	10	1	17	0	0	0	0,00	12,12	0,42	18,25	0,00	0,00	0,00	
	3S2	5	1	6	0	0	2	17	0	0	10	0,49	17,38	0,55	25,79	0,09	0,00	0,13	
	3S3	6	1	6	0	0	1	17	1	25,5	38	1,86	18,13	0,70	27,00	0,34	0,01	0,50	
	3S2S2	7	1	6	0	0	3	17	0	0	3	0,15	25,92	0,82	38,50	0,04	0,00	0,06	
	3S2C4	9	1	6	0	0	4	17	0	0	0	0,00	34,47	1,09	51,21	0,00	0,00	0,00	
	2I3	5	1	6	4	10	0	0	0	0	0	0,00	13,44	0,55	21,05	0,00	0,00	0,00	
	3I3	6	1	6	3	10	1	17	0	0	0	0,00	18,70	0,69	28,59	0,00	0,00	0,00	
	2I3	5	1	6	2	10	1	17	0	0	0	0,00	15,41	0,55	23,42	0,00	0,00	0,00	
	3I3	6	1	6	1	10	2	17	0	0	0	0,00	20,66	0,69	30,96	0,00	0,00	0,00	
Reboques	2C2	4	1	6	3	10	0	0	0	0	1	0,05	10,15	0,42	15,88	0,00	0,00	0,01	
	2C3	5	1	6	2	10	1	17	0	0	0	0,00	15,41	0,55	23,42	0,00	0,00	0,00	
	3C2	5	1	6	2	10	1	17	0	0	0	0,00	15,41	0,55	23,42	0,00	0,00	0,00	
3C3	6	1	6	1	10	2	17	0	0	0	0,00	20,66	0,69	30,96	0,00	0,00	0,00		
Total											2038	100,00					4,94	0,19	7,53
																	FV - USACE		4,25

CÁLCULO DOS FATORES DE VEÍCULO - AASHTO																			
Rodovia:	DF 001 - EPCT																		
Segmento:	TRECHO 02 - SUBTRECHO 240 - POSTO 01																		
Hipóteses:	1ª. % Veículos - Máx. Legal=						70%		2ª. % Veículos - Vazios=			20%		3ª. % Veículos - Máx. c/ Tol.=			10%		
Categoria	Tipo	Nº de Eixos	Configuração de Eixos								Volume Médio Diário	Distribuição (%)	Fator de Veículos - AASHTO						
			ESRS		ESRD		ETD		ETT				Individual			Total			
			Nº	P	Nº	P	Nº	P	Nº	P			Carregado	Vazio	Excesso	Carregado	Vazio	Excesso	
Ônibus	2CB	2	1	6	1	10	0	0	0	0	867	42,54	2,72	0,14	3,72	1,16	0,06	1,58	
	3CB	3	1	6	0	0	1	13,5	0	0	12	0,59	0,96	0,05	1,30	0,01	0,00	0,01	
	2S1	3	1	6	2	10	0	0	0	0	0	0,00	5,12	0,26	6,99	0,00	0,00	0,00	
Cam.	2C	2	1	6	1	10	0	0	0	0	732	35,92	2,72	0,14	3,72	0,98	0,05	1,34	
	3C	3	1	6	0	0	1	17	0	0	319	15,65	1,97	0,11	2,66	0,31	0,02	0,42	
	4C	4	1	6	0	0	0	0	1	25,5	45	2,21	1,89	0,10	2,56	0,04	0,00	0,06	
Semi-Reboque	2S1	3	1	6	2	10	0	0	0	0	1	0,05	5,12	0,26	6,99	0,00	0,00	0,00	
	2S2	4	1	6	1	10	1	17	0	0	2	0,10	4,36	0,23	5,94	0,00	0,00	0,01	
	2S3	5	1	6	1	10	0	0	1	25,5	8	0,39	4,28	0,22	5,84	0,02	0,00	0,02	
	3S1	4	1	6	1	10	1	17	0	0	0	0,00	4,36	0,23	5,94	0,00	0,00	0,00	
	3S2	5	1	6	0	0	2	17	0	0	10	0,49	3,61	0,20	4,88	0,02	0,00	0,02	
	3S3	6	1	6	0	0	1	17	1	25,5	38	1,86	3,53	0,19	4,78	0,07	0,00	0,09	
	3S2S2	7	1	6	0	0	3	17	0	0	3	0,15	5,25	0,30	7,09	0,01	0,00	0,01	
	3S2C4	9	1	6	0	0	4	17	0	0	0	0,00	6,90	0,39	9,31	0,00	0,00	0,00	
	2I3	5	1	6	4	10	0	0	0	0	0	0,00	9,91	0,50	13,54	0,00	0,00	0,00	
	3I3	6	1	6	3	10	1	17	0	0	0	0,00	9,15	0,47	12,48	0,00	0,00	0,00	
	2I3	5	1	6	2	10	1	17	0	0	0	0,00	6,76	0,35	9,21	0,00	0,00	0,00	
	3I3	6	1	6	1	10	2	17	0	0	0	0,00	6,01	0,32	8,15	0,00	0,00	0,00	
Reboques	2C2	4	1	6	3	10	0	0	0	0	1	0,05	7,51	0,38	10,27	0,00	0,00	0,01	
	2C3	5	1	6	2	10	1	17	0	0	0	0,00	6,76	0,35	9,21	0,00	0,00	0,00	
	3C2	5	1	6	2	10	1	17	0	0	0	0,00	6,76	0,35	9,21	0,00	0,00	0,00	
3C3	6	1	6	1	10	2	17	0	0	0	0,00	6,01	0,32	8,15	0,00	0,00	0,00		
Total											2038	100,00					2,61	0,13	3,56
																	FV - AASHTO		2,21

Tabela 8: Resultados de número N – Posto 01 na DF 027–USACE e AASHTO- Trecho 01 – Entroncamento da DF 001/DF 027.

Projeção do VMD e dos Valores de "N".							
Rodovia:	ENTRONCAMENTO DF 001/DF 027						
Trecho:	1	Subtrecho:	-	Posto:	1		
Ano da Pesquisa	Taxa de Crescimento		Período de Análise	Fatores de Veículo-FV		Fator Climático Regional-	Fator de Pista-FP
	Passeio	Carga		Método USACE	Método AASHTO		
2020	-	3%	10	4,25	2,21	1,0	1,0
VMD		Composição da Frota		Ano de Abertura ao Tráfego			2022
2038		Passeio	Carga				
		-	100%				
Ano	Veículo - Tipo		VMD	N Anual USACE	N Anual AASHTO	N Acum. USACE	N Acum. AASHTO
	Passeio	Carga					
2020		-	2038				
2021	0	-	2099	3,26E+06	1,69E+06	3,26E+06	1,69E+06
2022	1	-	2162	3,35E+06	1,74E+06	6,61E+06	3,44E+06
2023	2	-	2227	3,45E+06	1,80E+06	1,01E+07	5,23E+06
2024	3	-	2294	3,56E+06	1,85E+06	1,36E+07	7,08E+06
2025	4	-	2363	3,66E+06	1,91E+06	1,73E+07	8,99E+06
2026	5	-	2433	3,77E+06	1,96E+06	2,11E+07	1,09E+07
2027	6	-	2506	3,89E+06	2,02E+06	2,49E+07	1,30E+07
2028	7	-	2582	4,00E+06	2,08E+06	2,90E+07	1,51E+07
2029	8	-	2659	4,12E+06	2,14E+06	3,31E+07	1,72E+07
2030	9	-	2739	4,25E+06	2,21E+06	3,73E+07	1,94E+07
2031	10	-	2821	4,38E+06	2,28E+06	4,17E+07	2,17E+07

5 REFERÊNCIAS

DNIT – IPR 723 – Manual de Estudos de Tráfego, 2006.

Estudos do Corpo de Engenheiros do Exército Americano (USACE) e do American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), Washington, EUA, 1993.

Lei da Balança (Código de Trânsito Brasileiro - Lei nº 9.053. de 23.09.1997 – resolução no 12 de 06/02/1998).